

# Neuroscience for Medicine and Psychology



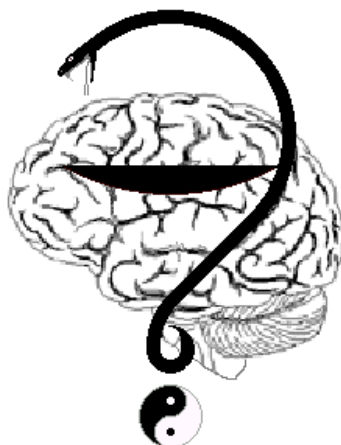
**XV Международный Междисциплинарный Конгресс  
НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И  
ПСИХОЛОГИИ**

**XV International Interdisciplinary Congress  
NEUROSCIENCE FOR MEDICINE AND  
PSYCHOLOGY**



**Судак, Крым, Россия, 30 мая - 10 июня 2019 года**

РОССИЙСКОЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО ИМ. И.П. ПАВЛОВА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
И НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ РАН  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА  
ФГБНУ НИ ИНСТИТУТ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ИМ. П.К. АНОХИНА  
ФГБУН ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ РАН  
ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И САНОКРЕАТОЛОГИИ АН МОЛДОВЫ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ



**XV международный междисциплинарный конгресс**

# **НЕЙРОНАУКА ДЛЯ МЕДИЦИНЫ И ПСИХОЛОГИИ**

**4-10 июня 2019 г.**

**Школа**

# **ДОСТИЖЕНИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ**

**30 мая-3 июня 2019 г.**

**Судак, Крым, Россия, 30 мая – 10 июня 2019 года**

# ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНГРЕССА

## ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

**Е.В. Лосева, д.б.н. (Россия)**

## ПРОГРАММНЫЙ НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ

- |                                                              |                                                           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>А.Ю. Малышев, д.б.н., проф. РАН (Россия)</b>              | <b>А.М. Иваницкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>     |
| <b>П.М. Балабан, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>          | <b>В.Г. Скребицкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>    |
| <b>С.К. Судаков, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>          | <b>А.Е. Умрюхин, д.м.н., проф. (Россия)</b>               |
| <b>Е.Д. Кобылянский, д.б.н., проф. (Израиль)</b>             | <b>Г.Р. Иваницкий, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>     |
| <b>В.В. Шульговский, д.б.н., проф. (Россия)</b>              | <b>В.Г. Пинелис, д.м.н., проф. (Россия)</b>               |
| <b>С.И. Сороко, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>           | <b>И.Н. Тюренков, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>      |
| <b>Ю.П. Герасименко, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия, США)</b> | <b>А.В. Сидоренко, д.т.н., проф. (Беларусь)</b>           |
| <b>М.А. Александрова, д.б.н. (Россия)</b>                    | <b>А.Ю. Егоров, д.м.н., проф. (Россия)</b>                |
| <b>И.Б. Козловская, д.м.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>       | <b>Ф.И. Фурдуй, д.б.н., академик АН Молдовы (Молдова)</b> |
| <b>В.В. Шерстнёв, д.б.н., чл.-корр. РАН (Россия)</b>         | <b>В.Ф. Кичигина, д.б.н. (Россия)</b>                     |
| <b>А.В. Латанов, д.б.н., проф. (Россия)</b>                  | <b>Ю.И. Александров, д.пс.н., чл.-корр. РАО (Россия)</b>  |
| <b>П.М. Маслюков, д.м.н., проф. (Россия)</b>                 | <b>Е.В. Вербицкий, д.б.н., проф. (Россия)</b>             |
| <b>Б.Н. Безденежных, д.пс.н., проф. (Россия)</b>             | <b>Н.А. Рябчикова, д.б.н. (Россия)</b>                    |
| <b>В.Г. Кузнецов, д.ф.н., проф. (Россия)</b>                 |                                                           |

## РАБОЧИЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

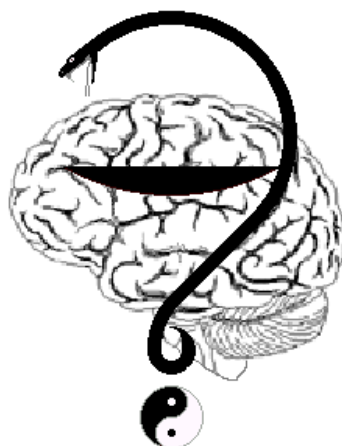
**Елена Владимировна Лосева  
Надежда Александровна Логинова  
Владимир Викторович Гаврилов  
Алина Викторовна Крючкова  
Евгений Владимирович Гришин  
Мария Ильинична Зайченко  
Александр Викторович Савельев  
Владимир Алексеевич Попов**

**117485, Москва, ул. Бутлерова 5а,  
ИВНД и НФ РАН; к. 408  
Тел.: +7(495)7893852, доб. 2077  
Факс: +7(499)7430056**

**E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)  
Web site: <http://brainres.ru>**

**Рабочие языки – русский и английский**

I.P. PAVLOV RUSSIAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY  
INSTITUTE OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY AND NEUROPHYSIOLOGY RAS  
M.V. LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY  
P.K. ANOKHIN INSTITUTE OF NORMAL PHYSIOLOGY RAMS  
INSTITUTE OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL BIOPHYSICS RAS  
INSTITUTE OF PHYSIOLOGY AND SANOCREATOLOGY OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF  
MOLDOVA  
BELARUSIAN STATE UNIVERSITY



XV International interdisciplinary congress  
**NEUROSCIENCE FOR MEDICINE AND  
PSYCHOLOGY**

School  
**PROGRESS OF INTERDISCIPLINARY  
NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY**

**Sudak, Crimea, Russia, May 30 – June 10, 2019**

## ORGANIZING COMMITTEE OF THE CONGRESS

**CHAIRMAN**  
**E.V. Loseva (Russia)**

### PROGRAMM SCIENTIFIC COMMITTEE

<b>A.Yu. Malishev (Russia)</b>	<b>A.M. Ivanitsky (Russia)</b>
<b>C.K. Sudakov (Russia)</b>	<b>V.G. Skrebitskiy (Russia)</b>
<b>P.M. Balaban (Russia)</b>	<b>A.E. Umriukhin (Russia)</b>
<b>E. Kobylansky (Israel)</b>	<b>G.R. Ivanitsky (Russia)</b>
<b>V.V. Shulgovsky (Russia)</b>	<b>V.G. Pinelis (Russia)</b>
<b>V.V. Sherstnev(Russia)</b>	<b>A.V. Sidorenko (Belarus)</b>
<b>C.I. Soroko (Russia)</b>	<b>Yu.P. Gerasimenko (Russia, USA)</b>
<b>A.Y. Egorov (Russia)</b>	<b>F.I. Furdui (Moldova)</b>
<b>M.A. Aleksandrova (Russia)</b>	<b>I.N. Turenkov (Russia)</b>
<b>I.B. Kozlovskaya (Russia)</b>	<b>V.F. Kichigina (Russia)</b>
<b>Yu.I. Alexandrov (Russia)</b>	<b>E.V. Verbitsky (Russia)</b>
<b>A.V. Latanov (Russia)</b>	<b>P.M. Maslukov (Russia)</b>
<b>B.N. Bezdenezhnykh (Russia)</b>	<b>V.G. Kusnetsov (Russia)</b>
	<b>N.A. Ryabchikova (Russia)</b>

### WORKING ORGANIZING COMMITTEE

**Dr. Elena Loseva, Dr. Nadezhda Loginova,  
Dr. Vladimir Gavrillov, Alina Kryuchkova, Evgeniy Grishin,  
Dr. Maria Zaichenko, Dr. Aleksandr Savelyev, Vladimir Popov**

**Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,  
117485, Moscow, Butlerova Street, 5A, R.408  
Tel.: +7(495) 7893852 (2077), Fax: +7(499)7430056**

**E-mail: [brainres.sudak@gmail.com](mailto:brainres.sudak@gmail.com)  
Web site: <http://brainres.ru>**

**Working languages – Russian and English**

## ТЕМАТИКА

### ШКОЛА

ДОСТИЖЕНИЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ

### СЕКЦИИ КОНГРЕССА

1. Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция
2. Обучение и память
3. Мышление и сознание
4. Нейрональные механизмы когнитивных процессов
5. Нейротехнологии и когнитивные исследования
6. Психические расстройства: механизмы и терапия
7. Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем
8. Нейрофизиология сенсорных систем
9. Нейрофизиология двигательной системы
10. Нейрорегуляция периферических органов
11. Межклеточные взаимодействия в нервной системе
12. Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы
13. Экспериментальная и клиническая нейрофармакология
14. Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему
15. Онтогенез и филогенез нервной системы
16. Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга; регенерация нервной системы
17. Нейробиология сна-бодрствования
18. Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья
19. Методология психофизиологических исследований
20. Клиническая нейродиагностика
21. Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях
22. Актуальные проблемы нейропсихологии
23. Нейрокомпьютеры

### СИМПОЗИУМЫ

1. Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма
2. Интерфейс мозг-компьютер
3. Музыка и мозг
4. Актуальные вопросы нейрофилософии

### МАСТЕР-КЛАССЫ

1. Мобильные платформы регистрации биоэлектрической активности головного мозга
2. Телесно ориентированная психотерапия. Работа с блоками тела
3. Методы тренировки воображения и внимания в восточных практиках

## TOPICS

### SCHOOL

#### PROGRESS OF MULTIDISCIPLINARY NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY

#### SECTIONS

1. Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction
2. Learning and memory
3. Thinking and consciousness
4. Brain mechanisms of cognitive processes
5. Psychiatric disorders: mechanisms and therapy
6. Neurotechnologies and cognitive research
7. Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems
8. Neurophysiology of sensory systems
9. Neurophysiology of the motor system
10. Neuroregulation of peripheral organs
11. Cellular interactions in the nervous system
12. Role of biologically active substances in the nervous system
13. Experimental and clinical neuropharmacology
14. Effects of various physical factors on the nervous system
15. Ontogenesis and phylogenesis of the nervous system
16. Neurodegenerative diseases and cerebral tumor; regeneration of the nervous system
17. Neurobiology of sleep-wakefulness
18. Sanocreatology, formation and maintenance of mental health
19. Methodology of the psychophysiological investigations
20. Clinical neurodiagnostics
21. Nanotechnologies and nanomaterials in biomedical research
22. Actual problems of the neuropsychology
23. Neurocomputers

### SIMPOSIUMS

1. Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability
2. Brain-Computer Interface
3. Music and Brain
4. Actual questions of neurophilosophy

### MASTER-CLASSES

1. Portable bioelectrical brain activity registration platforms
2. Body-oriented psychotherapy. Work with blocks of the body
3. Methods of training of imagination and of attention in eastern practices

## НАУЧНАЯ ПРОГРАММА SCIENTIFIC PROGRAM

30 мая – 3 июня

May 30 – June 3

ШКОЛА

ДОСТИЖЕНИЯ МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНОЙ НЕЙРОНАУКИ В XXI ВЕКЕ

SCHOOL

PROGRESS OF MULTIDISCIPLINARY NEUROSCIENCE IN THE XXI CENTURY

Лекции

Lectures

**Аточин Д.Н.** РЕГУЛЯЦИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ИНСУЛЬТЕ  
Atochin Dmitry N. CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION DURING STROKE

**Базанова О.М.** АЛЬФА-АКТИВНОСТЬ ЭЭГ И ДЕПРЕССИЯ  
Bazanova Olga M. EEG ALPHA ACTIVITY AND DEPRESSION

**Балезина О.П.** РЕТРОГРАДНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ В ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСАХ  
Balezina Olga P. RETROGRADE SIGNALLING IN CHEMICAL SYNAPSES

**Бобкова Н.В.** БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА  
Bobkova Natalia V. ALZHEIMER'S DISEASE: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

**Гаврилова С.А., Дерягин О.Г., Кошелев В.Б.** МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ  
УСТОЙЧИВОСТИ МОЗГА К ИШЕМИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ  
Gavrilova Svetlana A., Deryagin Oleg G., Koshelev Vladimir B. MOLECULAR-PHYSIOLOGICAL MECHANISMS  
OF PRECONDITIONING-INDUCED BRAIN TOLERANCE TO ISCHEMIA

**Gerasimenko Yury P.** TRANSFORMATION OF NONFUNCTIONAL SPINAL NETWORKS INTO FUNCTIONAL  
STATES TO CONTROL MOTOR FUNCTIONS AFTER PARALYSIS

**Горбачевская Н.Л.** НЕЙРОБИОЛОГИЯ СИНДРОМАЛЬНЫХ ФОРМ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО  
СПЕКТРА (РАС)  
Gorbachevskaya Natalia L. NEUROBIOLOGY OF SYNDROMAL FORMS OF AUTISM SPECTRUM DISORDER  
(ASD)

**Иванов М.П., Толмачев Ю.А., Бибииков Н.Г., Данилов Н.А., Соколов П.А., Романов Б.М.,  
Красницкий Б.Ю., Стефанов В.Е.** АКУСТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ КОММУНИКАЦИОННОГО  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЕЛЬФИНОВ  
Ivanov Mikhail P., Tolmachev Yury A., Bibikov Nikolai G., Danilov Nikolai A., Sokolov Pavel A., Romanov Boris M.,  
Krasnitsky Boris Yu., Stefanov Vasyli E. ACOUSTIC SIGNALS OF DOLPHIN COMMUNICATION INTERACTION

**Куликов А.В., Куликов В.А.** КОМПЬЮТЕРНАЯ ЭТОЛОГИЯ ИЛИ КАК ТОЧНО И ОБЪЕКТИВНО  
ИССЛЕДОВАТЬ ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ  
Kulikov Alexander V., Kulikov Victor A. COMPUTER ETHOLOGY OR METHODS OF ACCURATE AND  
OBJECTIVE STUDY OF ANIMAL BEHAVIOR

**Миронова Г.Д.** НОВЫЙ ПОДХОД К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ РАЗВИТИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ  
РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ  
Mironova Galina D. NEW APPROACH TO THE PREVENTION OF OXIDATIVE STRESS IN CARDIOVASCULAR  
AND OTHER DISEASES

**Рогачевская О.А., Черкашин А.П., Колесников С.С.** НЕЙРОПЕРЕДАЧА В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ  
ВКУСОВОЙ СИСТЕМЕ  
Rogachevskaya O.A., Cherkashin A.P., Kolesnikov S.S. NEUROTRANSMISSION IN THE PERIPHERAL  
GUSTATORY SYSTEM



**Саркисова К.Ю.** МАТЕРИНСКАЯ ЗАБОТА И ДИЕТА КАК МЕТОДЫ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ФЕНОТИПА: ABSENCE-ЭПИЛЕПСИЯ С КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИЕЙ

Sarkisova Karine Yu. MATERNAL CARE AND DIET AS METHODS FOR EPIGENETIC CORRECTION OF GENETICALLY DETERMINED PHENOTYPE: ABSENCE EPILEPSY WITH COMORBID DEPRESSION

**Умарова Б.А.** ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ: РОЛЬ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Umarova Bella A. MAST CELLS: ROLE IN PHYSIOLOGICAL AND PATHOLOGICAL PROCESSES

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Глижин А.Г., Фурдуй В.Ф., Врабие В.Г.** ПРОБЛЕМА ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Furdui Vlada T., Vrabie Valeria G. THE PROBLEM OF MENTAL HEALTH AND THE SCIENTIFIC BASES OF ITS SOLUTION

**Шпаков А.О.** МОЗГ И РЕПРОДУКЦИЯ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И НОВЫЕ ИГРОКИ

Shpakov Alexander O. THE BRAIN AND THE REPRODUCTION – NEW PERSPECTIVES AND NEW PLAYERS

## Доклады Reports

**Бибииков Н.Г., Иванов М.П.** МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ТОЧЕЧНЫХ НЕЙРОННЫХ И АКУСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Bibikov Nikolay G., Ivanov Mikhail P. METHODS OF ANALYSIS OF POINT PROCESSES (NEURAL AND ACOUSTIC)

**Бурых Э.А.** ЗНАЧЕНИЕ СОННЫХ ВЕРЕТЕН ЭЭГ ПРИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ

Burykh Eduard A. SIGNIFICATION OF EEG SLEEP SPINDLES DURING ACUTE HYPOXIA

**Воронова И.П., Куликов А.В.** ТРИПТОФАНГИДРОКСИЛАЗЫ – КЛЮЧЕВЫЕ ФЕРМЕНТЫ СИНТЕЗА СЕРОТОНИНА В МЕХАНИЗМАХ АДАПТИВНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА

Voronova Irina P., Kulikov Alexander V. TRYPTOPHAN HYDROXYLASES – THE KEY ENZYMES OF SEROTONIN SYNTHESIS IN MECHANISMS OF ADAPTIVE AND PATHOLOGICAL REACTIONS OF THE ORGANISM

**Гайнутдинов Х.Л., Андрианов В.В., Яфарова Г.Г., Пашкевич С.Г., Стукач Ю.П., Богодвид Т.Х., Досина М.О., Денисов А.А., Винарская А.Х., Июдин В.С., Кульчицкий В.А.** ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА АЗОТА В ГИППОКАМПЕ КРЫС ДО И ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ЭПР ИССЛЕДОВАНИЕ

Gainutdinov Khalil L., Andrianov Vyacheslav V., Yafarova Gusel G., Pashkevich Svetlana G., Stukach Yuliya P., Bogodvid Tatiana Kh., Dosina Margarita O., Denisov Andrei A., Vinarskaya Aliya Kh., Iyudin Vasili S., Kulchitsky Vladimir A. DYNAMICS OF NITRIC OXIDE CONTENT IN THE RAT DENTATE GYRUS (CA4 HIPPOCAMPAL REGION) OF RATS BEFORE AND AFTER MODELING OF CEREBRAL ISCHEMIA: EPR STUDY

**Деркач К.В.** ИНСУЛИН И С-ПЕПТИД В МОЗГЕ – ГОСТИ С ПЕРИФЕРИИ ИЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНО ВАЖНЫЕ НЕЙРОРЕГУЛЯТОРЫ?

Derkach Kira V. INSULIN AND C-PEPTIDE IN THE BRAIN – THE GUESTS FROM THE PERIPHERIA OR THE FUNCTIONALLY IMPORTANT NEUROREGULATORS?

**Капилевич Л.В., Захарова А.Н., Дьякова Е.Ю., Кироненко Т.А., Милованова К.Г., Калининкова Ю.Г., Орлова А.А., Чибалин А.В.** ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Kapilevich L.V., Zakharova A.N., Dyakova E.Yu., Kironenko T.A., Milovanova K.G., Kalinnikova Yu.G., Orlova A.A., Chibalin A.V. PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR IN THE CORRECTION OF METABOLIC DISORDERS: AN EXPERIMENTAL STUDY

**Скачилова С.Я., Шилова Е.В.** ПОЛИМОРФНЫЕ МОДИФИКАЦИИ И ОПТИЧЕСКИЕ ЭНАНТИОМЕРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, ФАРМАКОТЕРАПИЯ

Skachilova Sofya Ya., Shilova Elena V. POLYMORPH MODIFICATIONS AND OPTICALLY ACTIVE ENANTIOMERS OF DRUGS, PHARMACOTHERAPY

**Тумялис А.В., Аликовская Т.А., Голохваст К.С.** ТОЧНОСТЬ ВОСПРИЯТИЯ СЕРДЦЕБИЕНИЙ И МОНИТОРИНГ ОШИБОК В ЗАДАЧЕ МОТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ  
Tumialis Alexey.V., Alikovskaia Tatiana.A. Golokhvast Kirill.S. THE ACCURACY OF THE HEARTBEAT PERCEPTION AND ERROR MONITORING IN THE MOTOR INHIBITION TASKS

**Штемберг А.С., Беляева А.Г., Стогова Е.С., Гордеев Ю.В., Кудрин В.С., Базян А.С.** КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ГИПОКИНЕЗИИ, ДЛИТЕЛЬНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ ГОЛОВЫ ИОНАМИ УГЛЕРОДА <sup>12</sup>C И КРИПТОНА <sup>84</sup>Kr НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И СОДЕРЖАНИЕ МОНОАМИНОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В КРОВИ ОБЕЗЬЯН MACACA MULATTA  
Shtemberg A.S., Belyaeva A.G., Stogova E.S., Gordeev Ju.V., Kudrin V.S., Bazyan A.S. THE COMBINED INFLUENCE OF ANTIORTHOSTATIC HYPOKINESIA, LONG-TERM GAMMA-IRRADIATION AND HEAD IRRADIATION BY CARBON <sup>12</sup>C AND KRIPTON <sup>84</sup>Kr IONS ON THE COGNITIVE FUNCTIONS AND MONOAMINES CONCENTRATION IN THE PERIPHERAL BLOOD OF MACACA MULATTA MONKEYS

**Шульгина Г.И.** СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ  
Shul'gina G. I. THE SYSTEM ORGANIZATION OF NEURONS WHEN TRAINING

**Мастер-класс**  
**МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

**ООО "НПК Центр комплексного оснащения", Барнаул, Россия**  
**R&D Center of Complex Solutions, Ltd, Barnaul, Russia**  
**Руководитель – Кипра Станислав Анатольевич**

**Кипра С.А.** МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Kipra Stanislav A. PORTABLE BIOELECTRICAL BRAIN ACTIVITY REGISTRATION PLATFORMS

**Мастер-класс**  
**ТЕЛЕСНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПСИХОТЕРАПИЯ. РАБОТА С БЛОКАМИ ТЕЛА**  
**ООО Центр "Со-творение", Москва, Россия**  
**Center "Co-creation", Moscow, Russia**  
**Руководитель - Максимова Елена Владимировна**

**Максимова Е.В.** ТЕЛЕСНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПСИХОТЕРАПИЯ. РАБОТА С БЛОКАМИ ТЕЛА  
Maksimova Elena V. BODY-ORIENTED PSYCHOTHERAPY. WORK WITH BLOCKS OF THE BODY

**4-10 июня**  
**June 4-10**  
**СЕКЦИИ КОНГРЕССА**  
**TOPICS OF CONGRESS**

**Стрессы и неврозы: механизмы, профилактика и коррекция**  
**Stress and neurosis: mechanisms, prophylactic and correction**

**Устные доклады**

**Беданоква А.К.** К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ САМООПРЕДЕЛЕНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7-Х КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ  
Bedanokova Asiet K. HOW TO HELP SCHOOLCHILDREN TO CHOOSE AN OCCUPATION

**Буткевич И.П., Михайленко В.А., Вершинина Е.А., Шимараева Т.Н.** ВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ БОЛЬ НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫСЯТ НИВЕЛИРУЕТ У НИХ В ПРЕПУБЕРТАТНОМ ВОЗРАСТЕ АНАЛЬГЕЗИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ АНТИДЕПРЕССАНТОВ, ВВЕДЕННЫХ ДЕПРЕССИВНЫМ МАТЕРЯМ В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ  
Butkevich Irina P., Mikhailenko Viktor A., Vershinina Elena A., Shimaraeva Tatyana N. INFLAMMATORY PAIN OF NEWBORN RATS NEUTRALIZES IN THEM IN THE PREPUBERTAL AGE ANALGESIC EFFECT OF ANTIDEPRESSANTS INJECTED TO THE DEPRESSIVE DAM RATS IN THE PERIOD OF PREGNANCY

**Денисова Е.А.** ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ У ЛИЦ ОСОБЫХ ПРОФЕССИЙ  
Denisova E. A. PERSONALITY CHARACTERISTICS IN INDIVIDUALS OF SPECIAL PROFESSIONS

**Зайченко М.И., Григорьян Г.А., Груздева В.А.** ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЛИПОПОЛИСАХАРИДНОЙ ИНТОКСИЦИИ В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС РАЗНОГО ПОЛА В ЗРЕЛОМ ВОЗРАСТЕ  
Zaichenko Maria I., Grigor'ayn Grygory A., Gruzdeva Valentina A. THE EFFECT OF BACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDE INTOXICATION IN THE EARLY POSTNATAL PERIOD ON THE FORMATION OF IMPULSIVE BEHAVIOR IN RATS OF DIFFERENT SEXES IN ADULTHOOD

**Кабардов М.К., Арцишевская Е.В.** ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЕ КАК СТУПЕНЬ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ  
Kabardov Mukhamed K., Artsishevskaya Elena V. PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION AS A STAGE OF PERSONAL DEVELOPMENT

**Калихман Л., Бацевич В.А., Кобылянский Е.Д.** ПАЛЬЦЕВОЙ ИНДЕКС В ДОЛГОЖИТЕЛЬСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ  
Kalichman Leonid, Batsevich Valery A., Kobylansky Eugene D. FINGER LENGTH RATIO IN LONGEVITY POPULATIONS

**Корытова Л.И., Бузов Е.Я., Корытов О.В., Рыбина Л.А.** НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ОНКОЛОГИИ  
Korytova Luiza I., Buzov Evgenii Ya., Korytov Oleg V., Rybina Larisa A. NONLINEAR EFFECTS IN ONCOLOGY

**Макашев Е.К.** ЗОНАЛЬНАЯ ТЕРМОСТИМУЛЯЦИЯ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА

**Медведева Н.И.** ДЕСТРУКТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРЕССОГЕННОЙ СРЕДЫ НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЛИЧНОСТИ  
Medvedeva Nina I. THE DESTRUCTIVE EFFECT OF STRESS ENVIRONMENT ON THE EMOTIONAL HEALTH OF A PERSON

**Москвитина О.А.** РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ ШКОЛЬНИКОВ  
Moskvitina Olga A. RESOURCE-BASED APPROACH TO THE PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF SCHOOLCHILDREN

**Сиваченко И.Б., Любашина О.А., Медведев Д.С.** ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТОВ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В МОДЕЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРЕССОГЕННЫХ ФАКТОРОВ  
Sivachenko Ivan B., Lyubashina Olga A., Medvedev Dmitrii S. DYNAMICS OF EMOTIONAL STRESS INDICATORS UNDER SIMULATED EXPOSURE TO STRESS FACTORS

**Сокольская М.В.** ПСИХОПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ТРАНСПОРТЕ  
Sokolskaya Marina V. PSYCHOLOGICAL PREVENTION OF PROFESSIONAL RISKS ON TRANSPORT

**Тамбовцева Р.В.** НЕПОЛНАЯ СЕМЬЯ КАК ДОМИНАНТНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ НЕВРОТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ  
Tambovtseva Ritta V. INCOMPLETE FAMILY AS A DOMINANT FACTOR OF THE DEVELOPMENT OF NEUROTIC DISORDERS IN CHILDREN

**Томова Т.А., Замощина Т.А., Светлик М.В.** СТРЕСС, GLY-PRO И ЖЕЛУДОЧНАЯ СЕКРЕЦИЯ КРЫС С РАЗНОЙ РЕАКТИВНОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Tomova Tatiana A., Zamoshchina Tatiana A., Svetlik Mihail V. STRESS, GLY-PRO AND SECRETION OF THE STOMACH OF RATS WITH DIFFERENT REACTIVITY OF THE NERVOUS SYSTEM

**Умрюхин П.Е., Вейко Н.Н., Ершова Е.С., Шмарина Г.В., Мартынов А.В., Филев А.Д., Полеткина А.А., Вольничиков З.Н., Борзикова М.А., Михеева Е.Н., Чирков А.В., Костюк С.В.** ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ДНК В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СТРЕССА *IN VIVO*  
Umriukhin Pavel E., Veiko Natalia N., Ershova Elizaveta S., Shmarina Galina V., Martynov Andrey V., Filev Anton D., Poletkina Anastasia A., Volinchikov Zosim N., Borzikova Maria A., Miheeva Elena N., Chirkov Alexander V., Kostyuk Svetlana V. OXIDATIVE DNA MODIFICATION IN EXPERIMENTAL STRESS MODEL *IN VIVO*

**Федотова И.Б., Сурина Н.М., Николаев Г.М., Полетаева И.И.** ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ КРЫС КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ) КАК МОДЕЛИ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ  
Fedotova Irina B., Surina Natalia M., Nikolaev Georgyi M., Poletaeva Inga I. THE KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) RAT STRAIN AS THE PROMISING MODEL OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY

### Стендовые доклады

**Жамбеева З.З.** ВЗАИМОСВЯЗЬ УСПЕШНОСТИ УЧЕНИЯ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ  
Zhambeeva Zarema Z. THE INTERRELATION BETWEEN THE ACADEMIC ACHIEVEMENT AND THE EMOTIONAL STATE OF SCHOOL STUDENTS

**Жигачева И.В., Голощапов А.Н.** N-АЦЕТИЛЦИСТЕИНАТ 2-ЭТИЛ-6-МЕТИЛ-3-ГИДРОКСИПИРИДИН ПРЕДОТВРАЩАЕТ ДИСФУНКЦИЮ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА

Zhigacheva I.V., Goloshchapov A.N. N-ACETYLCYSTEINAT 2-ETHYL-6-METHYL-3-HYDROXYPYRIDINE PREVENTS MITOCHONDRIA DYSFUNCTION IN STRESS CONDITIONS

**Мейлихов Е.З., Фарзетдинова Р.М.** К ТЕОРИИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО СТРЕССА  
Meilikhov E.Z., Farzetdinova R.M. ON THE THEORY OF DEMOGRAPHIC STRESS

**Павлова М.Б., Левина А.С.** ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ГИСТОНА H3 В КЛЕТКАХ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И АМИГДАЛЫ КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Pavlova M.B., Levina A.S. THE INFLUENCE OF PROLONGED EMOTIONAL-PAIN STRESS EFFECT ON HISTONE H3 PHOSPHORYLATION IN CELLS OF THE PREFRONTAL CORTEX AND AMYGDALA OF THE RATS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF THE NERVOUS SYSTEM

**Федотова Т.К., Горбачева А.К.** ВКЛАД АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Fedotova Tatiana K., Gorbacheva Anna K. CONTRIBUTION OF ANTHROPOGENIC STRESS TO DIVERSITY OF ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS OF CHILDREN THROUGH DIFFERENT ONTOGENETIC PERIODS

**Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д.** ТИПЫ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ВЫСОКОИНБРЕДНЫХ БЕДУИНСКИХ ПЛЕМЕН ЮЖНОГО СИНАЯ

Chumakova Anna M., Kobylansky Eugene D. BODY BUILD DISTRIBUTION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS IN THE HIGHLY-INBRED BEDOUIN TRIBES OF THE SOUTH SINAI

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Алексеева И.В., Абрамова А.Ю., Козлов А.Ю., Коплик Е.В., Лядов Д.А., Перцов А.С., Никенина Е.В. Перцов С.С.** ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАБОЛИЗМА У КРЫС В ДИНАМИКЕ ПОСЛЕ ОСТРОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ЛИПОПОЛИСАХАРИДА

Alekseeva Irina V., Abramova Anastasia Yu., Kozlov Alexey Yu., Koplik Elena V., Lyadov Dmitri A., Pertsov Andrei S., Nikenina Ekaterina V., Pertsov Sergey S. METABOLIC PARAMETERS IN RATS AT VARIOUS STAGES AFTER ACUTE STRESS UNDER CONDITIONS OF LIPOPOLYSACCHARIDE TREATMENT

**Гаджиева Е.Т.** ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ НОРАДРЕНАЛИНА, ДОФАМИНА И СЕРОТОНИНА В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРОЛИКОВ

Hajjiyeva E.T. INFLUENCE OF FOOD DEPRIVATION ON THE CONTENT OF NORADRENALINE, DOPAMINE AND SEROTONIN IN THE STRUCTURES OF THE BRAIN OF RABBITS

**Ишинова В.А., Митякова О.Н., Сеницын И.В., Громакова С.В.** МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ: ЗНАЧЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПОДРОСТКОВ СО СКОЛИОЗОМ

Ishinova Vera A., Mityakova Olga N., Sinityn Igor V., Gromakova Svetlana V. MEDICAL REHABILITATION: THE SIGNIFICANCE OF SELF-REGULATION IN ADOLESCENTS WITH SCOLIOSIS DURING EARLY POSTOPERATIVE PERIOD

**Ишинова В.А., Поворинский А.А., Митякова О.Н., Залмина Г.В., Алтухов С.В., Потемкина С.В.** ОСОБЕННОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДРОСТКОВ, СТРАДАЮЩИХ СКОЛИОЗОМ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ И В СЛУЧАЕ ЕГО ОТСУТСТВИЯ

Ishinova Vera A., Povorinsky Anton A., Mityakova Olga N., Zalmina Galina V., Altukhov Sergey V., Potemkina Svetlana V. PECULIARITIES OF REHABILITATION POTENTIAL OF ADOLESCENTS SUFFERING FROM SCOLIOSIS WITH OR WITHOUT INFANTILE CEREBRAL PARALYSIS

**Карбашова К.С., Богданова А.М., Певзнер Д.А.** ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОВЕНЬ ЭМПАТИИ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ

Karbashova K.S., Bogdanova A.M., Pevzner D.A. PSYCHOEMOTIONAL STATUS AND EMPATHY IN STUDENTS OF DIFFERENT FACULTIES

**Ковалева Г.А.** ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ИНСУЛИНА И ЛЕПТИНА ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Kovaleva Galina A. FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF INSULIN AND LEPTIN IN THE EMOTIONAL STRESS

**Комаревцев С.В., Чхинвадзе Т.В.** ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ КИСЛОРОДНО-АРГОНО-АЗОТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В БАРОКАМЕРЕ

Komarevtsev Sergey V., Chinvadze Tinatin V. INFLUENCE OF HYPOXIC OXYGEN-ARGON-NITROGEN GAS ENVIRONMENT FOR THE PSYCHOLOGICAL CONDITION OF TESTS WITH LONG INSULATION IN PRESSURE CHAMBER

**Кузнецова Е.А.** ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАССТРОЙСТВАХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Kuznetsova Ekaterina A. TRANSCRANIAL MICROPOLARIZATION IN FUNCTIONAL DISORDERS OF THE NERVOUS SYSTEM

**Кузьмина Т.И.** ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА ПРЕОДОЛЕНИЯ БОЕВОГО СТРЕССА  
Kuzmina Tatiana I. PSYCHOLOGICAL PRACTICE OF OVERCOMING A COMBAT STRESS

**Лактионова О.И.** УЧЕБНЫЙ СТРЕСС У СТУДЕНТОВ ПРИ РАЗНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ  
Laktionova Olga I. EDUCATIONAL STRESS IN STUDENTS WITH DIFFERENT EMOTIONAL ORIENTATION OF THE PERSON

**Лисова Н.А., Шилов С.Н.** АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ НА СТРЕСС-НАГРУЗКУ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА С РАЗНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА  
Lisova Nadezhda A., Shilov Sergej N. ADAPTIVE REACTION TO STRESS-LOAD IN YOUNG PEOPLE WITH DIFFERENT TYPES OF TEMPERAMENT

**Лысенко А.В., Лысенко Д.С.** АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ И МУЗЫКОТЕРАПИЯ В УПРАВЛЕНИИ АДАПТАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ СПОРТСМЕНОВ  
Lysenko A.V., Lysenko D.S. AUDIOVISUAL STIMULATION AND MUSIC THERAPY IN THE MANAGEMENT OF THE SPORTSMAN ADAPTATION POTENTIAL

**Максудова Е.А., Максудов М.Ю.** НЕВРОЗЫ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА: ПРИЧИНЫ, МЕХАНИЗМЫ, ПРОФИЛАКТИКА  
Maksudova E.A., Maksudov M.Y. NEUROSES OF MODERN SOCIETY: THE CAUSES, MECHANISMS, PREVENTION

**Оленко Е.С., Кодочигова А.И., Фомина Е.В., Юпатов В.Д.** ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА ФОНЕ СТРЕССОВОЙ НАГРУЗКИ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН  
Olenko E.S., Kodochigova A.I., Fomina E.V., Yupatov V.D. FUNCTIONAL FEATURES OF THE BRAIN HEMODYNAMICS ON THE BACKGROUND OF STRESS LOADS ON YOUNG MEN

**Солнушкин С.Д., Чихман В.Н.** АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ  
Solnushkin S.D., Chikhman V.N. HARDWARE-SOFTWARE FOR MEASURING THE PAIN SENSITIVITY OF LABORATORY ANIMALS

**Талалаева Г.В.** БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПАТТЕРНЫ СИНДРОМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ  
Talalaeva Galina V. BIOPHYSICAL PATTERNS OF PROFESSIONAL BURNOUT SYNDROME

**Цыганок Т.В., Совершаева С.Л.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРЕССА У СТУДЕНТОВ ВУЗА  
Tsyganok Tatiana V., Sovershaeva Svetlana L. PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF STRESS IN UNIVERSITY STUDENTS

## **Обучение и память Learning and memory**

### **Устные доклады**

**Гаврилов В.В.** ЭЭГ И ИМПУЛЬСНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ У КРЫС ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ КОНСПЕЦИФИКА  
Gavrilov Vladimir V. EEG AND NEURONAL ACTIVITY IN RATS OBSERVING BEHAVIOUR OF A CONSPECIFIC

**Гилева О.Б.** ВРЕМЯ РЕАКЦИИ И ЕГО СВЯЗЬ С УСПЕШНОСТЬЮ ОБУЧЕНИЯ У ДЕВОЧЕК 12-16 ЛЕТ  
Gileva Olga B. THE REACTION TIME AND ITS RELATION TO THE SUCCESS OF TRAINING OF GIRLS 12-16 YEARS

**Горкин А.Г., Рождествин А.В.** АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС В МЕЖИНДИВИДУАЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ  
Gorkin Alexander G., Rozhdestvin Andrey V. THE ACTIVITY OF NEURONS RETROSPLENIAL CORTEX OF RATS IN INTERINDIVIDUAL BEHAVIOR

**Коршунов В.А.** ПРОСТЫЕ ИНДЕКСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ В БАСЕЙНЕ МОРРИСА  
Korshunov Victor A. SIMPLE INDEXES OF ANIMAL PERFORMANCE IN MORRIS WATER MAZE TASK

**Левина А.С., Бондаренко Н.А., Ширяева Н.В., Вайдо А.И.** ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ НЫРЯНИЯ В ТЕСТЕ «ЭКСТРАПОЛЯЦИОННОЕ ИЗБАВЛЕНИЕ» У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМИ ПОРОГАМИ ВОЗБУДИМОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ  
Levina Anna S., Bondarenko Nina A., Shiryayeva Natalia V., Vaido Alexander I. DIVING BEHAVIOUR IN THE «EXTRAPOLATION ESCAPE TASK» IN RATS WITH DIFFERENT NERVOUS SYSTEM EXCITABILITY THRESHOLDS

**Палихова Т.А.** СЕЛЕКТИВНОСТЬ АССОЦИАТИВНЫХ СВЯЗЕЙ: АКТИВНОСТЬ-ЗАВИСИМОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВНЕСИНАПТИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОРОВ  
Palikhova Tatiana A. SELECTIVITY OF ASSOCIATIVE CONNECTIONS: ACTIVITY-DEPENDENT SENSITIVITY CHANGES OF NONSYNAPTIC RECEPTORS

**Стерлигова О.П.** ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ  
Sterligova Olga P. FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF STUDENTS MOTIVATION DURING THEIR STUDY AT THE UNIVERSITY

**Устоев М.Б., Мусоева П.Дж** ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ГИППОКАМПА И АМИГДАЛЫ НА ПОВЕДЕНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ У ГРЫЗУНОВ  
Ustoev Mirzo B., Musoeva Parvina J. RESEARCH OF FUNCTIONAL RELATIONSHIPS OF THE HYPOCOMP AND AMYGDALS ON BEHAVIOR AND SPATIAL ANALYSIS IN RODENTS

**Федосова Е.А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.** ЭТОСУКСИМИД ПОДАВЛЯЕТ ПИК-ВОЛНОВУЮ АКТИВНОСТЬ, УСИЛИВАЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ МОТИВАЦИЮ И УЛУЧШАЕТ ЭПИЗОДИЧЕСКУЮ ПАМЯТЬ У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ – ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИИ  
Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B., Sarkisova Karine Yu. ETHOSUXIMIDE SUPPRESSES SPIKE-WAVE ACTIVITY, INCREASES INVESTIGATORY MOTIVATION AND IMPROVES RECOGNITION MEMORY IN THE WAG/RIJ RAT MODEL OF GENETIC ABSENCE EPILEPSY

**Шумилов В.Н., Сырямкин В.И.** СОН И ПАМЯТЬ

### Стендовые доклады

**Винарская А.Х., Зюзина А.Б., Балабан П.М.** МЕТИЛИРОВАНИЕ ДНК НЕОБХОДИМО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК  
Vinarskaya Aliya Kh., Zuzina Alena B., Balaban Pavel M. DNA CYTOSINE METHYLATION CONTRIBUTES TO LONG-TERM MEMORY MAINTENANCE IN SNAILS

**Кузьмина Д.М., Белоусова И.И., Мухина И.В.** ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ БЛОКАДЫ NMDA-РЕЦЕПТОРОВ НА ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫЕ СЕТИ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА МИНДАЛИНЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6  
Kuzmina Daria M., Belousova Irina I., Mukhina Irina V. INFLUENCE OF NMDA RECEPTORS CHRONIC BLOCKADE ON THE PERINEURONAL NETS OF AMYGDALA EXTRACELLULAR MATRIX OF C57BL / 6J MICE BRAIN

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчич И.О.** КУРЕНИЕ КАК ПРИЧИНА СНИЖЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ  
Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhailchich Irina O. SMOKING AS A CAUSE OF REDUCED COGNITIVE FUNCTIONS

**Михайлова Н.П., Чистова Ю.Р., Горкин А.Г., Александров Ю.И.** ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС ПРИ ЗАПРЕТЕ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АКТА  
Mikhaylova Natalia P., Chistova Yulia R., Gorkin Alexandr G., Alexandrov Yuri I. CHANGES IN THE ACTIVITY OF RETROSPLENIAL NEURONS OF RATS WITH THE BAN ON THE REALIZATION OF A BEHAVIORAL ACT

**Попов В.А., Коршунов В.А.** ДЕПРИВАЦИОННАЯ ПОТЕНЦИАЦИЯ: УЧАСТИЕ В КОНСОЛИДАЦИИ ПАМЯТИ?  
Popov Vladimir A., Korshunov Victor A. DEPRIVATIONAL POTENTIATION: DOES IT TAKE PLACE IN MEMORY CONSOLIDATION?

**Шарафиева К.Р., Есипенко Е.А.** ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СПОСОБНОСТИ, РАБОЧАЯ ПАМЯТЬ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ У СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ И НЕГУМАНИТАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ  
Sharafieva Ksenia R., Esipenko Elena A. SPATIAL ABILITY, WORKING MEMORY, AND SPATIAL ANXIETY IN STUDENTS OF HUMANITARIAN AND NON-HUMANITARIAN DEGREES

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Булава А.И., Михайлова Н.П.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИИ ПОТЕРИ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СУБЪЕКТИВНО ЗНАЧИМОГО ПОВЕДЕНИЯ  
Bulava Alexandra I., Mikhaylova Nataliia P. EXPERIMENTAL MODEL OF THE "BAN" OF SIGNIFICANT BEHAVIOR REALIZATION

**Васильева С.А., Никитина Е.А., Медведева А.В., Журавлев А.В., Савватеева-Попова Е.В.** КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У РЕЦИПРОКНЫХ ГИБРИДОВ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕССА: РОЛЬ ГЕНА LIMK1  
Vasileva S.A., Nikitina E.A., Medvedeva A.V., Zhuravlev A.V., Savvateeva-Popova E.V. COGNITIVE IMPAIRMENT IN RECIPROCH HYBRIDES OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* UNDER STRESS: THE ROLE OF THE LIMK1 GENE

**Гурова О.А., Карасева Н.В., Киселев Н.А.** ОСОБЕННОСТИ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПОЛА  
Gurova Olga A., Karaseva Natalia V., Kiselev Nikita A. FEATURES OF ATTENTION OF DIFFERENT GENDER STUDENTS

**Кузина Е.А., Ткаченко Н.С.** ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ КРЫС ЗАДАЧЕ ВЫБОРА НА МОДЕЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО НАВЫКА

Kuzina Eugeniya A., Tkachenko Nikolay S. LEARNING OF THE CHOICE TASK BY RATS IN THE MODEL OF THE FOOD-ACQUISITION OPERANT SKILL FORMATION

**Кузина Е.А., Гладилин Д.Л., Сварник О.Е.** РЕАКТИВАЦИЯ ПАМЯТИ О РАНЕЕ ВЫУЧЕННОМ ПОВЕДЕНИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАВЫКА

Kuzina Eugeniya A., Gladilin Dmitry L., Svarnick Olga E. REACTIVATION OF MEMORY ABOUT THE PREVIOUSLY ACQUIRED BEHAVIOUR DURING LEARNING OF A NEW OPERANT SKILL

**Курзина Н.П., Аристова И.Ю., Вольнова А.Б., Гайнетдинов Р.Р.** ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ДОФАМИНА НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ДОГЛОСРОЧНУЮ ПАМЯТЬ У DAT-KO КРЫС

Kurzina Natalia P., Aristova Irina Yu., Volnona Anna B., Gainetdinov Raul R. EFFECTS OF ENHANCED DOPAMIN LEVEL ON SPATIAL LONG-TERM MEMORY IN THE DAT-KO RAT

**Ломтатидзе О.В., Алексеева А.С.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ БАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПАМЯТИ У ДОШКОЛЬНИКОВ

Lomtaticidze Olga V., Alekseeva Anna S. PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND NEUROPSYCHOLOGICAL CORRELATES OF BASIC MEMORY PROCESSES AT PRESCHOOL CHILDREN

**Пудовскис К.Л., Толмача Н.М.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗРЕЛОСТЬ МОЗГА И ГОТОВНОСТЬ РЕБЕНКА К СИСТЕМАТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ

Pudovskis Konstantins L., Tolmacha Nelli M. FUNCTIONAL MATURITY OF BRAIN AND READINESS OF CHILDREN FOR SYSTEMATIC LEARNING

**Сейферт И.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ «ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ/ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ» С УСПЕШНОСТЬЮ УСВОЕНИЯ МАТЕМАТИКИ

Seifert Irina V. STUDY OF THE RELATIONSHIP OF THE COGNITIVE STYLE "FIELD INDEPENDENCE/FIELD DEPENDENCE" WITH THE SUCCESS OF MASTERING MATHEMATICS

**Серков А.Н., Заморина Т.А.** РОЛЬ ПРОЕКЦИЙ ГИППОКАМПА В ПРЕФРОНТАЛЬНУЮ КОРУ В МЕХАНИЗМЕ ТЕТА-СИНХРОНИЗАЦИИ

Serkov A.N., Zamorina T.A. THE ROLE OF THE HIPPOCAMPAL-PREFRONTAL PATHWAYS IN THE THETA SYNCHRONIZATION MECHANISM

**Старостина М.В., Сорокина Н.С., Береговой Н.А.** ИЗУЧЕНИЕ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ИНДУЦИРОВАННОЙ МОРФИНОМ РЕАКЦИИ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПРЕДПОЧТЕНИЯ МЕСТА У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6J

Starostina Marina V., Sorokina Nina S., Beregovoy Nikolay A. SYNAPTIC PLASTICITY DURING THE FORMATION AND REINSTATEMENT OF MORPHINE INDUCED CONDITIONED PLACE PREFERENCE IN C57BL/6J MICE

**Шпагонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.** СЕМАНТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУХОВОГО ОБРАЗА

Shpagonova Natalia G., Sadov Vasily A., Petrovich Darya L. SEMANTIC CHARACTERISTICS OF THE ACOUSTICAL IMAGE

## **Мышление и сознание Thinking and consciousness**

### **Устные доклады**

**Давыдов А.А., Сапрыкина А.В., Корнетов А.Н.** СВЯЗЬ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ «ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ – ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ» И УРОВНЯ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВО «ЭФФЕКТА ВЕРТЕРА»

Davydov Artem A., Saprykina Alexandra V., Kornetov Alexander N. THE RELATIONSHIP OF COGNITIVE STYLE «FIELD DEPENDENCE – FIELD INDEPENDENCE» AND THE LEVEL OF SUICIDE RISK AS PROOF OF THE "WERTHER EFFECT"

**Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д., Буркитбаев С.Е., Мальцев В.Ю.** ЗЕРКАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ: ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЕ

Lebedeva N.N., Karimova E.D., Burkitbaev S.E., Maltsev V.Yu. MIRROR NEURON SYSTEM IN NORMAL AND AT VARIOUS AFFECTIVE DISORDERS: EEG RESEARCH

**Медынцев А.А., Дятлова О.В., Каютина Д.В., Сабашов П.А.** ПРОИЗВОЛЬНОЕ И НЕПРОИЗВОЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИРРЕЛЕВАНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧЕ НА РЕШЕНИЕ АНАГРАММ

Medintsev Alexey A., Diatlova Olga V., Kaiytina Diana V., Sabadosh Pavel A. VOLUNTARY AND INVOLUNTARY INFLUENCE OF IRRELEVANT INFORMATION ON ANAGRAMM SOLUTION TASK

**Нагаев И.Э.** ЗНАЧЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ЦИРКУЛЯТОРНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ МОЗГА С ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ

Nagaev I.E. VALUE OF CORRESPONDENCE OF BRAIN CIRCULATING-METABOLIC ENSURING WITH ITS FUNCTIONAL STATE

**Осницкий А.К., Корнеева С.А.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ АКТИВНОСТИ МОЗГА: БИОПСИХИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ

Osnitsky Alexey K., Korneeva Svetlana A. FUNCTIONAL ASYMMETRY OF BRAIN ACTIVITY: BIOPSYCHOSOCIAL ASPECTS OF SELF-REGULATION

**Рябчикова Н.А., Дамянович Е.В., Чигалейчик Л.А., Базиян Б.Х.** САККАДИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ПРИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С РАННИМИ СТАДИЯМИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Ryabchikova Nataliya A., Damjanovic Elena V., Chigaleychik Larisa A., Baziyan Boris Kh. SACCAD EYES MOVEMENTS UNDER PROGNOSTIC ACTIVITY IN PATIENTS WITH EARLY STAGES OF PARKINSON'S DISEASE

**Талипова А.Е.** ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕВЕРБАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СО СПОСОБНОСТЬЮ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ В ВЕРОЯТНОСТИ ОРГАНИЗОВАННОЙ СРЕДЕ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Talipova Adeliya E. INTERRELATION OF NON-VERBAL INTELLIGENCE WITH THE ABILITY TO PREDICT IN A PROBABILITY-ORGANIZED ENVIRONMENT AMONG STUDENTS

**Толоконников Г.К.** ФЕНОМЕН СОЗНАНИЯ В ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ. КАТЕГОРИЧНЫЙ АСПЕКТ

Tolokonnikov Georgy K. THE PHENOMENON OF CONSCIOUSNESS IN THE THEORY OF FUNCTIONAL SYSTEMS. CATEGORICAL ASPECT

**Цыганков В.Д.** ФАТАЛИЗМ И СВОБОДА ВОЛИ В СУБЪЕКТИВНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Шумилов В.Н.** ФЕНОМЕН ВНИМАНИЯ

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Антипов В.Н., Фазлыяхматов М.Г., Мутагирова А.Р., Жегалло А.В.** О ВЛИЯНИИ КОМПЬЮТЕРА НА ЦЕНТРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОЗГА

Antipov V.N., Fazlyuyakhmatov M.G., Mutagirova A.R., Zhegallo A.V. ABOUT THE INFLUENCE OF THE COMPUTER ON THE BRAIN SPATIAL POSITIONING CENTERS

## **Нейрональные механизмы когнитивных процессов Brain mechanisms of cognitive processes**

### **Устные доклады**

**Айдаркин Е.К.** РОЛЬ МЕЖМОДАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ЭФФЕКТАХ

Aidarkin Eugeny K. CROSSMODAL INTERACTION IN SUCCESSIVE EFFECTS

**Белалов В.В., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О., Павленко В.Б.** ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ РИТМОВ ЭЭГ ПРИ ВОСПРИЯТИИ РЕЧЕВЫХ И РЕЧЕПОДОБНЫХ СТИМУЛОВ ДЕТЬМИ В ВОЗРАСТЕ ОТ ДВУХ ДО ТРЕХ С ПОЛОВИНОЙ ЛЕТ

Bielalov Vadym V., Mikhailova Anna A., Diagileva Yulia O., Pavlenko Vladimir B. POWER MODULATIONS OF THE EEG RHYTHMS DURING PERCEPTION OF SPEECH AND SPEECH-LIKE STIMULI IN CHILDREN AGED 2-3.5 YEARS

**Бушов Ю.В., Ушаков В.Л., Светлик М.В., Есипенко Е.А., Карташов С.И., Орлов В.А.** ЗЕРКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И ВОСПРИЯТИЕ ВРЕМЕНИ

Bushov Yuri V., Ushakov Vadim L., Svetlik Mikhael V., Esipenko Elena A., Kartashov Sergey I., Orlov Vyatcheslav A. MIRROR NEURONS AND TIME PERCEPTION

**Звягина Н.В., Кузнецова Д.А.** ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ БЕЗ ОШИБОК И СОДЕРЖАЩЕЙ ОШИБКИ У СТУДЕНТОВ

Zvyagina N.V., Kuznetsova D.A. FEATURES OF VISUAL TEXT INFORMATION WITHOUT MISTAKES AND THE CONTAINING MISTAKES OF STUDENTS

**Мейлихов Е.З., Фарзетдинова Р.М.** О БИСТАБИЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ НЕОДНОЗНАЧНЫХ ОБРАЗОВ

Meilikhov E.Z., Farzetdinova R.M. ON BISTABLE PERCEPTION OF AMBIGUOUS IMAGES

**Морозова С.В., Горбунов И.А.** ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЭЭГ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ГРАФИКОВ

Morozova Svetlana V., Gorbunov Ivan A. DYNAMICS OF CHANGES IN THE FRACTAL DIMENSION OF THE EEG IN TASKS SOLVING OF RECOGNITION OF MATHEMATICAL GRAPHS

**Павловская М.А.** РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ В УСЛОВИЯХ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ

Pavlovskaya Marina A. DISTRIBUTION OF ATTENTION IN CONDITION OF COGNITIVE TASKS

**Славуцкая М.В., Лебедева И.С., Карелин С.А., Омельчинко М.А.** ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ НАРУШЕНИЯ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ У БОЛЬНЫХ С УЛЬТРАВЫСОКИМ РИСКОМ РАЗВИТИЯ ШИЗОФРЕНИИ



Slavutskaya Maria V., Lebedeva Irina S., Karelin Stanislav A., Omelchenko Maria A. EEG CORRELATES OF INHIBITION CONTROL IN PATIENTS WITH ULTRA HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

**Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К.** СТРУКТУРА АКЦЕПТОРА РЕЗУЛЬТАТА ДЕЙСТВИЯ, РАСЩЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В БИОМАШСИСТЕМАХ И КАТЕГОРИЧНЫЕ ИЕРАРХИИ СИСТЕМ  
Chernoivanov V.I., Sudakov S.K., Tolokonnikov G.K. THE STRUCTURE OF THE ACCEPTOR OF THE RESULT OF THE ACTION, THE SPLITTING OF THE HUMAN FACTOR IN BIOMASCHSYSTEMS AND CATEGORICAL HIERARCHIES OF SYSTEMS

### Стендовые доклады

**Андрианов В.В., Богодвид Т.Х., Дерябина И.Б., Муранова Л.Н., Силантьева Д.И., Гайнутдинов Х.Л.** ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМАНДНЫХ И СЕРТОНИНЕРГИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРНЫХ НЕЙРОНОВ ПОСЛЕ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА НА ОБСТАНОВКУ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ  
Andrianov Viatcheslav V., Bogodvid Tatiana Kh., Deryabina Irina B., Muranova Ludmila N., Silantyeva Dinara I., Gainutdinov Khailil L. CHANGES OF ELECTRICAL PROPERTIES OF THE COMAND NEURONS AND SEROTONINERGIC MODULATING NEURONS AFTER DEVELOPING OF SITUATIONAL CONDITIONING REFLEX IN TERESTRIAL SNAIL

**Апанович В.В., Дольникова М.С., Арамян Э.А., Александров Ю.И.** УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕРЕДНЕГО ФРОНТА КОМПОНЕНТА P300 У АНАЛИТИЧЕСКИХ И ХОЛИСТИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
Apanovich Vladimir V., Dol'nikova Maria S., Aramyani Erik A., Alexandrov Yuri I. STABILITY OF THE INITIAL DESCENDING SLOPE OF THE P300 COMPONENT IN ANALYTICAL AND HOLISTIC SUBJECTS WITH DIFFERENT FORMS OF SOCIAL INTERACTION

**Килина М.А., Бочаров А.В., Левин Е.А., Сапрыгин А.Е., Таможников С.С., Савостьянов А.Н., Князев Г.Г.** ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОТВЕТ НА ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННУЮ ЛЕКСИКУ С ЛИЧНОСТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЛЮДЕЙ  
Kilina Mariya A., Bocharov Andrey V., Levin Evgeny A., Saprygin Alexander E., Tamozhnikov Sergey S., Savostyanov Alexander N., Knyazev Gennady G. INTERACTION BETWEEN EVENT-RELATED POTENTIALS AS RESPONSE TO SELF- AND OTHER-REFERENCED ADJECTIVES AND SUBJECT'S PERSONALITY TRAITS

**Колпакова Г.В., Таможников С.С., Судобин К.П., Лашин С.А., Матушкин Ю.Г., Савостьянов А.Н.** ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКИ У ЛЮДЕЙ, ПРАКТИКУЮЩИХ ДЛИТЕЛЬНУЮ МЕДИТАЦИЮ  
Kolpakova Galina V., Tamozhnikov Sergey S., Sudobin Klimenty P., Lashin Sergey A., Matushkin Yury G., Savostyanov Alexander N. FEATURES OF THE EEG-REACTIONS IN CONDITIONS OF COMPREHENSION OF EMOTIONAL LEXIS AMONG PEOPLE PRACTICING LONG-TERM MEDITATION

**Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Старостин А.Н., Бибов М.Ю.** ВЛИЯНИЕ ОДОРАНТОВ РАЗНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАЧ  
Kundupyan Oxana L., Aydarkin Eugeny K., Kundupyan Yulia L., Starostin Artem N. and Bibov Mikhail Yu. THE EFFECT OF ODORANTS OF DIFFERENT DIRECTION ON THE EFFICIENCY OF VERBAL AND NON-VERBAL TASK SOLVING

**Фофонова С.А., Бочаров А., Рудыч П.Д., Петровский Е.Д., Савелов А.А., Савостьянов А.Н., Князев Г.Г.** ЛИЧНОСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФМРТ РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОТНЕСЕНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ ЛЕКСИКИ  
Fofonova Sofya A., Bocharov Andrey V., Rudych Pavel D., Petrovskiy Evgeny D., Savelov Andrey A., Savostyanov Alexander N., Knyazev Gennady G. PERSONAL FEATURES OF FMRI REACTIONS IN VIEW OF PERSONALIZED ATTRIBUTION OF ESTIMATED LEXIS

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Илясов И.О., Суфиева Д.А.** ЭКСПРЕССИЯ АНТИГЕНА NEUN В НЕПИРАМИДНЫХ НЕЙРОНАХ ГИППОКАМПА  
Ilyasov Igor O., Sufieva Dina A. EXPRESSION OF NUCLEAR ANTIGEN NEUN IN HIPPOCAMPUS NON-PYRAMIDAL NEURONS

**Ковалев Д.В., Курзанов А.Н., Скибицкий В.В., Пономарева А.И.** ВЗАИМОСВЯЗЬ АСИММЕТРИИ ЛАТЕНТНОСТЕЙ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ P300 С ЭФФЕКТОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ У ПОЖИЛЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ И КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ  
Kovalev Dmitry V., Kurzanov Anatoly N., Skibitsky Vitaly V., Ponomareva Asya I. RELATIONSHIP OF ASYMMETRY OF COGNITIVE EVOKED POTENTIALS P300 LATENCIES AND EFFECT OF COMBINED THERAPY IN THE ELDERLY WITH HYPERTENSION AND COGNITIVE DYSFUNCTION

**Петренко М.И., Павлов К.И., Сыртцев А.В., Архимук А.Н., Мухин В.Н., Михеева Е.А., Николаева С.В., Андиева Н.М.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ  
Petrenko M.I., Pavlov K.I., Syrtsev A.V., Archimuk A.N., Mukhin V.N., Mikheeva E.A., Nikolaeva S.V., Andieva N.M. PSYCHOPHYSIOLOGICAL DETERMINANTS OF MILITARY OCCUPATIONAL ADAPTATION

**Петренко М.И., Павлов К.И., Сырцев А.В., Архимук А.Н., Мухин В.Н., Михеева Е.А., Николаева С.В., Андиева Н.М.** ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ В ВОЕННО-МОРСКОМ ВУЗЕ  
Petrenko M.I., Pavlov K.I., Syrtsev A.V., Archimuk A.N., Mukhin V.N., Mikheeva E.A., Nikolaeva S.V., Andieva N.M. ASSOCIATIONS BETWEEN CORTICAL ACTIVITY AND HEART RATE VARIABILITY IN ADAPTATION TO TRAINING IN MILITARY NAVAL INSTITUTE

**Фомина А.С., Айдаркин Е.К., Гануша К.Ю.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЭГ-КОРРЕЛЯТ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С РЕШЕНИЕМ ПРИМЕРОВ С ДРОБЯМИ  
Fomina Anna S., Aydarkin Eugeny K., Ganusha Kristina U. STUDY OF EEG' CORRELATES OF COGNITIVE PROCESS OF MATHEMATICAL FRACTION'S TASKS SOLVING

**Чаузова Е.Е., Шошина И.И.** НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММУНИКАЦИИ В МАЛОЙ ГРУППЕ  
Chauzova E.E., Shoshina I.I. NEUROCOGNITIVE ASPECTS OF COMMUNICATION EFFICIENCY IN A SMALL GROUP

**Чиженкова Р.А., Сафрошкина А.А.** БИОПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ  
Chizhenkova R.A., Safroshkina F.A. BIOPOTENTIALS OF THE CEREBRAL BRAIN ON IN-FLUENCE OF MAGNETIC FIELD

**Шульгина Г.И.** ПОРЯДОК И ХАОС В РАБОТЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ  
Shulgina G.I. ORDER AND CHAOS IN WORK OF NERVOUS SYSTEM BY INFORMATION PROCESSING

**Нейротехнологии и когнитивные исследования**  
**Neurothechnologies and cognitive research**  
**Руководители – Кирой Валерий Николаевич, Данилова Нина Николаевна**

**Устные доклады**

**Горбунов И.А.** ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И ПРОЦЕССА РЕЧЕПОРОЖДЕНИЯ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ  
Gorbunov Ivan A. THE USE OF NEURAL NETWORK MODELING TO STUDY THE SEMANTIC SPACE AND THE PROCESS OF SPEECH GENERATION IN THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL EXPERIMENT

**Данилова Н.Н., Страбыкина Е.А.** У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА ВЫЯВЛЕНО УСИЛЕНИЕ АЛЬФА РИТМА, КОТОРОЕ ПРЕВОСХОДИТ НОРМУ  
Danilova Nina N., Strabykina Elena A. IN THE PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE REVEALED INCREASED ALPHA RHYTHM, WHICH EXCEEDS THE NORM

**Енягина И.М., Пойда А.А., Ушаков В.Л., Шараев М.Г., Орлов В.А., Козлов С.О.** МЕТОДОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ФМРТ ДАННЫХ  
Enyagina Irina M., Poyda Alexey A., Ushakov Vadim L. , Sharaev Maxim G., Orlov Vyacheslav A., Kozlov Stanislav O. METHODOLOGY OF DISCOVERING FUNCTIONAL BRAIN NETWORKS FROM FMRI DATA IN RESTING STAGE

**Катаманова Д.Л., Хундерякова Н.В., Сатаева Т.П., Бекирова З.Н.** НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА  
Katamanova Djemilya L., Khunderyakova Natalia V., Sataieva Tatiana P., Bekirova Zera N. NEUROPHYSIOLOGICAL METHOD OF OPTIMIZING THE BRAIN AND THE FUNCTIONAL STATE OF HUMAN BODY

**Кижеватова Е.А., Омельченко В.П.** РАННЕЕ ПРОЯВЛЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ И ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЯМИ  
Kizhevatova Elena A., Omelchenko Vitaly P. EARLY PROYLENE COENITIVE IMPAIRMENT IN PATIENTS WITH DIABETIC AND DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHIES

**Кирой В.Н., Асланян Е.В.** ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ ВЫБОРА В ЗАДАЧАХ КАТЕГОРИЗАЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ВП  
Kirov Valeriy N., Aslanyan Yelena V. ASSESSING CHOICE DIFFICULTY IN VISUAL STIMULI CATEGORIZATION TASKS BY EP PARAMETERS

**Шаов М.Т., Пшикова О.В.** НЕЙРОИМПРИТИНГ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ПРОТЕКТОРЫ ОРГАНИЗМА ОТ ЛЕТАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И СТАРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА  
Shaov Mukhamed T., Pshikova Olga. V. NEUROIMPRITING TECHNOLOGIES AS THE PROTECTORS OF THE BODY AGAINST FATAL DISEASES AND HUMAN AGING

### Стендовые доклады

**Анисимов В.Н., Ковалева А.В., Шеденко К.Ю., Латанов А.В., Галкина Н.В.** ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВОСПРИНИМАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ОБЪЕКТИВНЫМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Anisimov Victor N., Kovaleva Anastasia V., Shedenko Ksenia Y., Latanov Alexander V., Galkina Natalia V. PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ATTRACTIVENESS OF PERCEIVED INFORMATION

**Григорьев Н.А., Лукоянов М.В., Гордлеева С.Ю., Савосенков А.О., Лотарева Ю.А., Казанцев В.Б., Каплан А.Я.** ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ТАКТИЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Grigorev Nikita A., Lukoyanov Maxim V., Gordleeva Susanna Y., Savosenkov Andrey O., Lotareva Yuliya A., Kazantsev Viktor B., Kaplan Alexander Y. INVESTIGATING CHARACTERISTICS OF A MOTOR IMAGERY BASED BRAIN-COMPUTER INTERFACE WITH QUICK-RESPONSE TACTILE FEEDBACK

**Лобов С.А., Крылова Н.П., Шамшин М.О., Казанцев В.Б.** ТРЕНИРОВКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО ИНТЕРФЕЙСА

Lobov Sergey A., Krylova Nadia P., Shamshin Maxim O., Kazantsev Victor B. TRAINING USERS OF NEUROMUSCULAR INTERFACE

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Афаневич К.А., Хвостов Д.Ю., Часовский А.В., Чертищев А.А.** НОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

Afanevich Ksenia A., Hvostov Dmitry Yu., Chasovsky Andrey V., Chertishchev Anton A. NEW COGNITIVE PROPERTIES OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**Бессонова Ю.В., Обознов А.А.** ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ

Bessonova Yulia V., Oboznov Alexander A. FUNCTIONAL PREDICTORS OF OCCUPATIONAL WELL-BEING

**Носова О.И.** РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОГО АНАЛИЗА АСТРОЦИТОВ ГИППОКАМПА МЫШИ

Nosova Olga I. THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF ASTROCYTES MORPHOLOGY IN THE MOUSE HYPOCAMPUS

**Павлов К.И., Петренко М.И., Сыртцев А.В., Архимук А.Н., Мухин В.Н., Михеева Е.А., Николаева С.В., Андиева Н.М.** ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ КУРСАНТОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ИНСТИТУТА

Pavlov K.I., Petrenko M.I., Syrtsev A.V., Archimuk A.N., Mukhin V.N., Mikheeva E.A., Nikolaeva S.V., Andieva N.M. ELECTROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONS OF CADETS OF MILITARY NAVAL INSTITUTE

**Серов И.М.** МЕТОДЫ ПРОДВИЖЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ОПТИМИЗАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Serov Ivan M. METHODS OF ADVANCEMENT IN THE DIRECTION OF OPTIMIZATION OF COGNITIVE PROCESSES

**Федотова А.А., Чурикова М.А., Славущая М.В.** ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ ТОРМОЖЕНИЯ И ВНИМАНИЯ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ПЕРВЫЙ ПСИХОТИЧЕСКИЙ ЭПИЗОД, В САККАДИЧЕСКОЙ И АНТИСАККАДИЧЕСКОЙ СХЕМАХ

Fedotova Anna A., Churikova Marina A., Slavutskaya Maria V. EEG CORRELATES OF INHIBITION AND ATTENTION DERIVED FROM PRO- AND ANTI-SACCADE TASKS IN FIRST-EPISODE SCHIZOPHRENIA PATIENTS

**Хлудова Л.К.** МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКОВ

Khludova Ludmila K. MECHANISMS OF ELECTRICAL SENSITIVITY OF MOLLUSC NEURON MEMBRANES

### Психические расстройства: механизмы и терапия Psychiatric disorders: mechanisms and therapy

#### Устные доклады

**Бочаров А.В., Таможников С.С., Савостьянов А.Н., Меркулова Е.А., Прошина Е.А., Сапрыгин А.Е., Князев Г.Г.** ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ВО ВРЕМЯ ПОИСКА СИНТАКСИЧЕСКИХ ОШИБОК У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНОЙ ВЫРАЖЕННОСТЬЮ СИМПТОМОВ ДЕПРЕССИИ

**Гончарова А.А., Корнетова Е.Г., Дмитриева Е.Г.** КЛИНИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ АКАТИЗИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТИПСИХОТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ

Goncharova Anastasya A., Kornetova Elena G., Dmitrieva Ekaterina G. CLINICAL POLYMORPHISM OF ACATHISIA DEPENDING ON ANTIPSYCHOTIC THERAPY IN PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA

**Дидковский Н.А., Малашенкова И.К., Огурцов Д.П., Крынский С.А., Хайлов Н.А., Чекулаева Е.И., Мамошина М.В., Ушаков В.Л., Захарова Н.В., Костюк Г.П.** УРОВЕНЬ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТА ПРИ АЛКОГОЛЬНЫХ ПСИХОЗАХ  
Didkovsky N.A., Malashenkova I.K., Ogurtsov D.P., Krynskiy S.A., Hailov N.A., Chekulaeva E.I., Mamoshina M.V., Ushakov V.L., Zakharova N.V., Kostyuk G.P. THE LEVEL OF SYSTEMIC INFLAMMATION AND CHANGES IN ADAPTIVE IMMUNITY IN ALCOHOLIC PSYCHOSES

**Крынский С.А., Малашенкова И.К., Хайлов Н.А., Огурцов Д.П., Чекулаева Е.И., Пономарева Е.В., Гаврилова С.И., Дидковский Н.А.** СВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ ИММУНИТЕТА, АКТИВАЦИИ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА С КЛИНИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ ПРИ СИНДРОМЕ МЯГКОГО КОГНИТИВНОГО СНИЖЕНИЯ  
Krynskiy S.A., Malashenkova I.K., Hailov N.A., Ogurtsov D.P., Chekulaeva E.I., Ponomareva E.V., Gavrilova S., Didkovsky N.A. CHANGES OF THE IMMUNE RESPONSE, ACTIVATION OF SYSTEMIC INFLAMMATION AND CLINICAL DYNAMICS IN PATIENTS WITH AMNESTIC MILD COGNITIVE IMPAIRMENT

**Малашенкова И.К., Крынский С.А., Хайлов Н.А., Огурцов Д.П., Мамошина М.В., Чекулаева Е.И., Кувырченкова А.П., Захарова Н.В., Ушаков В.Л., Дидковский Н.А.** ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ЭНДОГЕННЫХ ПСИХОЗАХ  
Malashenkova I.K., Krynskiy S.A., Hailov N.A., Ogurtsov D.P., Mamoshina M.V., Chekulaeva E.I., Kuvyrchenkova A.P., Zaharova N.V., Ushakov V.L., Didkovsky N.A. IMMUNE DISTURBANCES IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS PSYCHOTIC DISORDERS

**Пурецкий В.К., Шмарина Г.В., Мартынов А.В., Вейко Н.Н., Орлова М.Д., Борзикова М.В., Полеткина А.А., Жесткова Е.М., Ершова Е.С., Пухальская Д.А., Девятайкина А.С., Умрюхин П.Е., Костюк С.В.** ПРИЗНАКИ СИСТЕМНОГО ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ПСИХОЗОМ  
Puretskiy Vladislav K., Shmarina Galina V., Martynov Andrei V., Veiko Natalia N., Orlova Mariia D., Deviatkina Anna S., Borzikova Mariia V., Poletkina Anastasiia A., Jestkova Elizaveta M., Ershova Elizaveta S., Pukhalskaya Daria A., Umriukhin Pavel E., Kostyuk Svetlana V. SIGNS OF OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH ACUTE PSYCHOSIS

**Токарева Н.Г., Железнова Е.В.** РОЛЬ КЛИНИЧЕСКОЙ НЕЙРОДИАГНОСТИКИ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ  
Tokareva Natalya G., Zheleznova Elena V. THE ROLE OF CLINICAL NEURODIAGNOSTICS IN EPILEPSY

**Фролова Н.Л., Пелевин А.Л.** ПСИХИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ НЕЙРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ АСТЕНИИ  
Frolova Natalya L., Pelevin Arsenij L. MENTAL AND PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF NEUROCIRCULATORY ASTHENIA

### Стендовые доклады

**Комышева Н.П., Шишкина Г.Т.** ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ДОКСИЦИКЛИНА  
Komysheva Natalya P., Shishkina Galina T. PSYCHO-EMOTIONAL EFFECTS OF DOXICYCLINE

**Таможников С.С., Бочаров А.В., Меркулова Е.А., Савостьянов А.Н., Князев Г.Г.** ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ, ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ ПОИСКЕ СИНТАКСИЧЕСКИХ ОШИБОК У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРАТЕГИЙ ПЕРЕОЦЕНКИ И ПОДАВЛЕНИЯ ЭМОЦИЙ

**Тигунцев В.В., Иванова С.А., Семке А.В.** ИЗУЧЕНИЕ ВКЛАДА ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ ТРИПТОФАНГИДРОКСИЛАЗЫ В ВЫРАЖЕННОСТЬ ПОЗИТИВНОЙ И НЕГАТИВНОЙ СИМПТОМАТИКИ ШИЗОФРЕНИИ  
Tiguntsev Vladimir V., Ivanova Svetlana A., Semke Arkadii V. STUDYING THE CONTRIBUTION OF POLYMORPHIC VARIANTS OF TRIPTOPHAN HYDROXYLASE GENES TO THE EXPRESSION OF POSITIVE AND NEGATIVE SYMPTOMS OF SCHIZOPHRENIA

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Агафонова О.Н., Вейко Н.Н., Ершова Е.С., Конькова М.С., Мартынов А.В., Захарова Н.В., Костюк Г.П., Шмарина Г.В., Долгих О.А., Вейко Р.В., Малиновская Е.М., Костюк С.В.** ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА МЕТИЛИРОВАННЫХ КОПИЙ РРНК-КОДИРУЮЩИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДНК В ГЕНОМАХ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ ПО СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ  
Agafonova Oksana N., Veiko Nataliya N., Konkova Marina S., Martynov Andrey V., Ershova Elizaveta S., Zakharova Nataliya V., Kostyuk Georgy P., Shmarina Galina V., Dolgikh Olga A., Veiko Roman V., Malinovskaya Elena M., Kostyuk Svetlana V. CHANGES OF THE DNA COPIES NUMBER ENCODING METHYLATED RRNA IN THE GENOMES OF SCHIZOPHRENIC PATIENTS COMPARED TO HEALTHY CONTROLS

**Базанова О.М., Афтanas Л.И., Новожилова Н.В.** СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДЕПРЕССИВНОЙ ПСИХОМОТОРНОЙ РЕТАРДАЦИИ И РУМИНАЦИИ  
Bazanova Olga M., Aftanas Lyubomir I., Novozhilova Natalia V. STABILOMETRIC INDICES OF DEPRESSION-RELATED PSYCHOMOTOR RETARDATION AND RUMINATION

**Бахшалиева А.Я.** ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЭКСТРАКТА ШАФРАНА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕПРЕССИИ  
Bakhshaliyeva A.Y. THE PROPHYLACTIC EFFECT OF SAFFRON EXTRACT ON THE DEPRESSIVE STATE

**Глушко А.А.** НООСОФИЯ (НООФИЛОСОФИЯ) – ПРЕДПОСЫЛКИ, КАТЕГОРИИ, ПРИНЦИПЫ: РЕАКТИВНОСТЬ И ИНВАРИАНТНАЯ МОДЕЛЬ «ЭВОЛЮЦИИ – ИНВОЛЮЦИИ» КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ, БИОФИЗИЧЕСКОЙ И ПСИХИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Glushko Anatoly A. NOOSOPHIA (NOOFILOSOPHY) – PRECONDITIONS, CATEGORIES, PRINCIPLES: REACTIVITY AND INVARIANT MODEL "EVOLUTIONS – INVOLUTIONS" COSMOLOGICAL, BIOPHYSICAL AND MENTAL REALITY

**Глушко А.А., Копоров С.Г., Брюн Е.А., Чернобровкина Т.В.** ТРАНСЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ АБРАЗИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ЭНГРАММ ПАМЯТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АДДИКТОЛОГИИ

Glushko Anatoly A., Koporov Sergey G., Bryun Eugeny A., Chernobrovkina Tamara V. TRANSCEREBRAL ELECTROMAGNETIC ABRASION OF PATHOLOGICAL ENGRAMS OF MEMORY: PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF BIOPHYSICAL TECHNOLOGIES IN ADDICTOLOGY

**Зозуля С.А., Сарманова З.В., Захарова Н.В., Отман И.Н., Ключник Т.П.** ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ЭНДОГЕННЫХ ПСИХОЗОВ

Zozulya Svetlana A., Sarmanova Zoya V., Zakharova Natalya V., Otman Irina N., Klyushnik Tatyana P. IMMUNOLOGICAL MARKERS OF ENDOGENOUS PSYCHOSES

**Лещинская С.Б., Богомаз С.А.** СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА И ОСМЫСЛЕННОСТИ ЖИЗНИ У СТУДЕНТОВ С АУТИСТИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ

Leshchinskaya S.B., Bogomaz S.A. ANALYTIC, EMOTIONAL INTELLIGENCE AND MEANINGFULNESS OF LIFE IN STUDENTS WITH AUTISTIC TRAITS

**Уранова Н.А., Востриков В.М., Коломеец Н.С., Вихрева О.В.** ПАТОЛОГИЯ ОЛИГОДЕНДРОГЛИИ И НАРУШЕНИЕ МИЕЛИНИЗАЦИИ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ СВЯЗАНЫ С ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ

Uranova Natalya A., Vostrikov Victor M., Kolomeets Natalya S., Vikhreva Olga V. OLIGODENDROCYTE PATHOLOGY AND DYSMYELINATION IN SCHIZOPHRENIA ARE ASSOCIATED WITH PSYCHOPATHOLOGY

**Черенкова Л.В., Соколова Л.В.** ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АНТИЦИПАЦИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С АТИПИЧНЫМ РАЗВИТИЕМ

Cherenkova Ludmila V., Sokolova Lyudmila V. ANTICIPATION PROCESSES IN CHILDREN OF PRESCHOOL AGE WITH ATYPICAL DEVELOPMENT

## **Интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем Integrative activity of nervous, immune and endocrine systems**

### **Устные доклады**

**Александров В.Г.** ЦЕРЕБРОВИСКЕРАЛЬНАЯ ОСЬ  
Aleksandrov Viacheslav G. CEREBROVISCERAL AXIS

**Данилова Г.А., Клиникова А.А.** ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ НА ВЕНТИЛЯЦИЮ ЛЕГКИХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГИПОКСИИ

Danilova Galina A., Klinnikova Anna A. THE EFFECT OF TUMOR NECROSIS FACTOR ON LUNG VENTILATION UNDER HYPOXIA IMPACT

**Клиникова А.А., Данилова Г.А.** NO-ЗАВИСИМЫЕ ПУТИ ДЕЙСВИЯ ФНО- $\alpha$  НА ГИПОКСИЧЕСКИЙ ВЕНТИЛЯТОРНЫЙ ОТВЕТ

Klinnikova Anna A., Danilova Galina A. NO-DEPENDENT PATHWAY IN MODULATION OF THE HYPOXIC VENTILATORY RESPONSE BY TUMOR NECROSIS FACTOR-A

**Косторев А.С., Кустов Д.Ю.** ОСОБЕННОСТИ ГРУМИНГОВОЙ АКТИВНОСТИ И КАРТИНЫ КРОВИ САМЦОВ БЕЛЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС С МОДЕЛЬЮ АУТОИММУННОГО ГИПОГОНАДИЗМА ДО И ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ АМИНОКАПРОНОВОЙ КИСЛОТОЙ

Kostorev A.S., Kustov D.Yu. CHANGE OF GROOMING ACTIVITY AND THE PARAMETERS OF BLOOD MALE WHITE LABORATORY RATS WITH THE MODEL OF AUTOIMMUNE HYPOGONADISM BEFORE AND AFTER CORRECTION BY AMINOCAPRONIC ACID

**Маслюков П.М., Емануйлов А.И., Моисеев К.Ю.** ЭКСПРЕССИЯ NNOS И КАЛЬБИДИНА В ЯДРАХ ГИПОТАЛАМУСА САМЦОВ И САМОК

Masliukov P.M., Emanuilov A.I., Moiseev K.Yu. NNOS AND CALBINDIN EXPRESSION IN THE HYPOTHALAMIC NEUCLEI OF MALES AND FEMALES

**Моисеева Е.В., Аронов Д.А., Шубернецкая О.С., Семушина С.Г., Молчанов И.А., Комизерко Л.А., Соловьева О.А., Антипова Н.В.** ФОРМА  $\alpha$ -СИНУКЛЕИНОПАТИИ У МЫШЕЙ BLRB-Rb(8.17)<sup>1lem</sup> С СИМПТОМАМИ КАТАТОНИИ, АКАТИЗИИ И ПАРКИНСОНИЗМА  
Moiseeva Ekaterina V., Aronov Dmitry A., Shubernetskaya Olga S., Semushina Svetlana G., Molchanov Igor A., Komizerko Liubov A., Solovieva Olga A., Antipova Nadine V.  $\alpha$ -SYNUCLEINOPATHY FORM IN BLRB-Rb(8.17)<sup>1lem</sup> MICE WITH SYMPTOMS OF CATATONIA, AKATHISIA AND PARKINSONISM

**Мухамеджанов Э.К., Лю М.Б.** ОЖИРЕНИЕ И БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН

**Наймушина А.Г.** ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС  
Naymushina Alla G. OXYDATIVE STRESS

**Плехова Н.Г., Радьков И.В., Зиновьев С.В.** НЕЙРОИММУННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ  
Plekhoa Natalia G., Radkov Ivan V., Zinoviev Sergey V. NEUROIMMUNE MECHANISMS OF THE INFLAMMATORY RESPONSE IN TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Полозов А.С., Дмитриева Ю.В., Савочкина Е.В., Алексеева А.С., Грефнер Н.М., Груздков А.А., Громова Л.В.** СОСТОЯНИЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ ДИАБЕТЕ ТИПА 2  
Polozov Alexandr S., Dmitrieva Yulia V., Savochkina Elizaveta V., Alekseeva Anna S., Grefner Nadezhda M., Gruzdkov Andrey A., Gromova Ludmila V. CONDITIONS OF THE DIGESTIVE AND TRANSPORT SYSTEMS OF THE SMALL INTESTINE IN TYPE 2 DIABETES

**Порошенко А.Б.** О ВОЗРАСТНЫХ ОТЛИЧИЯХ ЛОКАЛИЗАЦИЙ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ  
Poroshenko Anatoly B. ABOUT AGE DIFFERENCES OF PANCREATIC CANCER LOCALIZATIONS

**Романова И.В., Михрина А.Л., Савельева Л.О., Селивёрстова Е.В.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЛАНКОРТИНОВОЙ И НОРАДРЕНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМ МОЗГА У ГРЫЗУНОВ  
Romanova Irina V., Mikhrina Anastasiia L., Saveleva Ludmila O., Seliverstova Elena V. MORPHOFUNCTIONAL INTERACTIONS OF MELANOCORTIN AND NOREPINEPHRINERGIC BRAIN SYSTEMS IN RODENTS

**Туманова Т.С., Подвигина Т.Т., Александров В.Г.** ВЛИЯНИЕ ДЕКСАМЕТАЗОНА НА СЕРДЕЧНОСОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ  
Tumanova Tatiana S., Podvignina Tatiana T., Aleksandrov Viacheslav G. EFFECT OF DEXAMETHASONE ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF ANAESTHETIZED RATS

**Турубанова В.Д., Ефимова Ю.В., Мищенко Т.А., Балалаева И.В., Ведунова М.В., Крысько Д.В.** ИММУНОГЕННЫЕ ПУТИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ СМЕРТИ КЛЕТОК ПРИ ТЕРАПИИ НЕЙРООНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
Turubanova Victoria D., Efimova Iuliia V., Mishchenko Tatiana A., Balalaeva Irina V., Vedunova Maria V., Krysko Dmitri V. IMMUNOGENIC PATHWAYS OF CONTROLLED CELL DEATH IN THE TREATMENT OF NEURO-ONCOLOGICAL DISEASES

**Умрюхин А.Е., Туркина О.С., Венерина Я.А., Будников М.Ю., Чекмарева Н.Ю.** КОРТИЗОЛ И ПОВЕДЕНИЕ: РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИСПЫТУЕМЫХ И НЕЙРОЭНДОКРИННЫЕ КОРРЕЛЯТЫ СТРЕССА У КРЫС  
Umriukhin Alexey E., Turkina Olga S., Venerina Yana A., Budnikov Mikhail Yu., Chekmareva Natalya Yu. CORTISOL AND BEHAVIOR: INTELLECTUAL TASK EFFICACY IN HUMANS AND NEUROENDOCRINE CORRELATES OF STRESS IN RATS

**Шпаков А.О., Деркач К.В.** НАРУШЕНИЕ РЕГУЛЯЦИИ АДИПОКИНАМИ ФУНКЦИЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ И САХАРНОМ ДИАБЕТЕ  
Shpakov Alexander O., Derkach Kira V. THE IMPAIRMENTS OF ADIPOKINES-INDUCED REGULATION OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM IN METABOLIC SYNDROME AND DIABETES MELLITUS

### Стендовые доклады

**Абрамичева П.А., Смирнова О.В.** ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА ПРОЛАКТИНА И ЕГО РЕГУЛЯТОРОВ В ГИПОФИЗЕ В МОДЕЛИ ХОЛЕСТАЗА БЕРЕМЕННЫХ  
Abramicheva Polina A., Smirnova Olga V. EXPRESSION OF THE PROLACTIN GENE AND ITS REGULATORS IN THE PITUITARY IN THE MODEL OF CHOLESTASIS OF PREGNANCY

**Августинович Д.Ф., Вишневская Г.Б., Бондарь Н.П.** СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА И ОПИСТОРХОЗА ВЫЗЫВАЕТ ПАТОЛОГИЮ ПОВЕДЕНИЯ У МЫШЕЙ  
Avgustinovich Damira F., Vishnivetskaya Galina B., Bondar Natalia P. THE COMBINATION OF SOCIAL STRESS AND OPISTHORCHIASIS CAUSES THE BEHAVIOR PATHOLOGY IN MICE

**Вишневская Г.Б., Максимова Г.А., Ефимов В.М., Катохин А.В., Завьялов Е.Л., Концевая Г.В., Шевелев О.Б., Мордвинов В.А., Августинович Д.Ф.** ВЛИЯНИЕ ИНФЕКЦИИ *OPISTHORCHIS FELINEUS* НА ПОВЕДЕНИЕ И МЕТАБОЛИТЫ МОЗГА У ХОМЯЧКОВ

Vishnivetskaya Galina B., Maksimova Galina A., Efimov Vadim M., Katokhin Aleksey V., Zavjalov Evgenii L., Konzevaya Galina V., Shevelev Oleg B., Mordvinov Viatcheslav A., Avgustinovich Damira F. EFFECT OF OPISTHORCHIS FELINEUS INFECTION ON BEHAVIOR AND BRAIN METABOLITES IN HAMSTERS

**Илюкина Н.А., Заборская О.Г., Белоусова И.И., Старкина О.В., Василев Ч.Л.** ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ И НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ У МЫШЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ИНДУЦИРОВАННЫЙ СЕПСИС

Ilyukina Natalia A., Zaborskaya Olga G., Belousova Irina I., Starkina Olga V., Vassilev Tchavdar L. COGNITIVE AND NEUROLOGICAL EFFECTS OF EXPERIMENTALLY INDUCED POLYMICROBIAL SEPSIS IN MICE

**Никольская К.А., Толченникова В.В., Кондашевская М.В.** ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕРВНОЙ, ИММУННОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ МЫШЕЙ F1 (C57BL/6 X DBA/2)

Nikol'skaya K.A., Tolchennikova V.V., Kondashevskaya M.V. THE INTERACTION OF THE NERVOUS, IMMUNE AND ENDOCRINE SYSTEMS IN DIFFERENT FUNCTIONAL STATES OF F1 MICE (C57BL/6 X DBA/2)

**Смелышева Л.Н., Кузнецов А.П., Артенян Н.А., Котенко И.Н., Архипова О.А., Сажина Н.В.** МОДУЛЯЦИЯ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ, ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЗДОРОВЫХ ДЕВУШЕК

Smelysheva Lada N., Kuznetsov Alexander P., Artenian Natalya A., Kotenko Irina N., Arkhipova Olga A., Sazhina Nina V. MODULATION OF SEXUAL HORMONES, VEGETATIVE TONUS AND MORPHOMETRIC INDICATORS IN HEALTHY GIRLS

**Фокина Е.А., Зорина И.И., Баюнова Л.В., Захарова И.О., Шпаков А.О.** ИНТРАНАЗАЛЬНЫЙ ИНСУЛИН УМЕНЬШАЕТ ПОВРЕЖДЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ДВУХСОСУДИСТОЙ ИШЕМИИ И РЕПЕРФУЗИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС

Fokina Ekaterina A., Zorina Inna I., Bayunova Liubov V., Zakharova Irina O., Shpakov Alexander O. INTRANASAL INSULIN REDUCES THE BRAIN DAMAGE IN THE TWO-VESSEL ISCHEMIA AND REPERFUSION IN THE RAT BRAIN

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Гафиятуллина Г.Ш.** СЕНСОМОТОРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС ИНОСТРАННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА

Khrenkova V.V., Abakumova L.V., Gafiyatullina G.Sh. SENSORIMOTOR INTEGRATION AS AN INDICATOR OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM FUNCTIONAL STATE OF FOREIGN STUDENTS OF THE PREPARATORY FACULTY

**Шацкая Н.В., Кашина Е.В., Августинович Д.Ф.** ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В МОЗГЕ МЫШЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА И ОПИСТОРХОЗА

Shatskaya Natalia V., Kashina Elena V., Avgustinovich Damira F. GENE EXPRESSION CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF SOCIAL STRESS AND OPISTHORCHIASIS IN MICE

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Агаева С.В.** ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ ТОЛУОЛА НА МЕТАБОЛИЗМ ГАМК В ТКАНЯХ СТРУКТУР МОЗГА ШЕСТИМЕСЯЧНЫХ КРЫС

Agaeva S.V. THE EFFECT OF HIGH DOSE TOLUENE ON GABA METABOLISM IN TISSUES OF THE BRAIN STRUCTURES OF 6 MONTH OLD RATS

**Алиева Н.Н.** ВЛИЯНИЕ ИМУНОФАНА НА АКТИВНОСТЬ ГДК И ГАМК-Т В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ЦИКЛОФОСФАМИДНОЙ ИММУНОСУПРЕССИИ

Aliyeva N.N. INFLUENCE OF IMUNOFAN ON THE ACTIVITY GAD AND GABA-T IN THE BRAIN OF RATS IN CYCLOPHOSPHAMIDE IMMUNOSUPPRESSION

**Антропова Л.К., Арчибасова Е.А., Куликов В.Ю., Кавун Л.В.** ВЛИЯНИЕ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИИ АДАПТАЦИИ

Antropova Lyudmila K., Archibasova Elena A., Kulikov V.Yu., Kavun Lyudmila V. INFLUENCE OF PERSONAL ANXIETY ON THE INDICATORS OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM IN STUDENTS IN THE CONDITION OF ADAPTATION

**Арчибасова Е.А., Антропова Л.К., Куликов В.Ю.** ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ

Archibasova Elena A., Antropova Lyudmila K., Kulikov Vyacheslav Yu. FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF STUDENTS IN TERMS OF COGNITIVE LOAD

**Деркач К.В., Перминова А.А., Бузанаков Д.М., Шпаков А.О.** ПОТЕНЦИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ С-ПЕПТИДА НА ИНСУЛИН-ИНДУЦИРОВАННУЮ АКТИВАЦИЮ ЭФФЕКТОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИНСУЛИНОВОЙ СИСТЕМЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ ДИАБЕТИЧЕСКИХ КРЫС

Derkach Kira V., Perminova Anastasiya A., Buzanakov Dmitriy M., Shpakov Alexander O. THE POTENTIATING EFFECT OF C-PEPTIDE ON INSULIN-INDUCED ACTIVATION OF THE EFFECTOR COMPONENTS OF THE INSULIN SYSTEM IN THE HYPOTHALAMUS OF DIABETIC RATS

**Ионкина Е.Г., Колчин А.В.** О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ АСПЕКТАХ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ionkina Helena G., Kolchin Andrei V. SOME NEW ASPECTS IN ACQUISITION AND ANALYSIS OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY

**Кокурина Т.Н., Рыбакова Г.И., Александров В.Г.** ИНТЕРЛЕЙКИН-1БЕТА ИЗМЕНЯЕТ КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ  
Kokurina Tatyana N., Rybakova Galina I., Aleksandrov Viacheslav G. INTERLEUKIN-1BETA ALTERS THE CARDIORESPIRATORY EFFECTS OF ELECTRICAL STIMULATION OF THE PREFRONTAL CORTEX OF THE ANESTHETIZED RAT

**Кривой А. П., Бакалов Ю. В., Кирица Е. А., Друца А. П.** БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГИПОТАЛАМУСА ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВВЕДЕНИИ МЕЛАНОЦИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ГОРМОНА (МСГ)  
Crivoi A., Bacalov Iu., Chirița E., Druța A. BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE HYPOTHALAMUS WITH A SINGLE INJECTION OF MELANOCYTE-STIMULATING HORMONE (MSH)

**Московкин А.С., Кузнецов А.П., Смелышева Л.Н.** МЕХАНИЗМ ТОРМОЖЕНИЯ СЕКРЕЦИИ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
Moskovkin Alexey S., Kuznetsov Alexander P., Smelysheva Lada N. MECHANISM OF BRAKING SECRETION OF THE GASTRIC GLANDS IN MUSCULAR ACTIVITY

**Nguyen Ngoc Diep, Trieu Tien Sang, Nguyen Dinh Tao, Ngo Truong Giang, Nguyen Thanh Tung, Nguyen Thi Viet Ha, Nguyen Thi Thanh Nga, Tran Van Khoa** INITIAL RESULT OF USING PREIMPLANTATION GENTIC DIAGNOSIS FOR BETA-THALASSEMIA DISEASE BY MINISEQUENCING TECHNIQUE

**Садртдинова И.И., Хисматуллина З.Р.** ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОНОВ МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА МОЗГА  
Sadrtidinova Indira I., Khismatullina Zuhra R. THE EFFECT OF FEMALE SEX HORMONES ON THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF NEURONS OF THE BRAIN'S AMYGDALA

**Сергеева Т.Н., Сергеев В.Г., Кузнецова Ю.Н.** БАКТЕРИОФАГАЛЬНОЕ ИНФИЦИРОВАНИЕ МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА КРЫС ПОВЫШАЕТ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА И УСИЛИВАЕТ МИГРАЦИЮ ИММУННЫХ КЛЕТОК В ПАРЕНХИМУ МОЗГА  
Sergeyeva Tatyana N., Sergeyev Valeriy G., Kyznecova Julia N. BACTERIOPHAGAL INFECTION OF RAT INTESTINAL MICROBIOTA INCREASES THE PERMEABILITY OF THE BLOOD-BRAIN BARRIER AND MIGRATION OF IMMUNE CELLS INTO THE BRAIN PARENCHYMA

**Сорокина Н.С., Старостина М.В.** ДЕЙСТВИЕ МИЕЛОПИДА И МИЕЛОПЕПТИДА-2 НА ЭКСПРЕССИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОБУСЛОВЛЕННОЙ ВВЕДЕНИЕМ МОРФИНА РЕАКЦИИ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПРЕДПОЧТЕНИЯ МЕСТА (УРПМ) У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6J  
Sorokina Nina S., Starostina Marina V. INFLUENCE OF MYELOPID AND MYELOPEPID-2 ON THE EXPRESSION AND REINSTATEMENT OF THE MORPHINE INDUCED CONDITIONED PLACE PREFERENCE (CPP) IN C57BL/6J MICE

**Чудакова Ю.М., Шмарина Г.В., Канонирова С.А., Шаронова Н.В., Ершова Е.С., Симашкова Н.В., Никитина С.Г., Пороховник Л.Н., Костюк С.В.** ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОЙ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В МОНОУКЛЕАРНЫХ КЛЕТКАХ ПАЦИЕНТОВ С АУТИЗМОМ ПО СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ  
Chudakova Julia M., Shmarina Galina V., Kanonirova Serafima A., Sharonova Natalya V., Ershova Elizaveta S., Simashkova Natalya V., Nikitina Svetlana G., Porokhovnik Lev N., Kostyuk Svetlana V. EFFECT OF OXIDIZED CELL-FREE DNA ON THE EXPRESSION OF PROINFLAMMATORY CYTOKINE GENES IN MONONUCLEAR CELLS OF AUTISM PATIENTS COMPARED TO HEALTHY CONTROLS

## **Нейрофизиология сенсорных систем Neurophysiology of sensory systems**

### **Устные доклады**

**Вартанян И.А.** МУЗЫКАЛЬНЫЙ СЛУХ: АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХО-АКУСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
Vartanyan Inna A. MUSICAL EAR: ANATOMICAL, PHYSIOLOGICAL AND PSYCHO-ACOUSTIC ASPECTS

**Габибов И.М.** СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ (ПИРАМИДАЛЬНОЙ) ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГА В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ  
Gabibov Islamagomed M. THE MODERN IDEA OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL (PYRAMIDAL) ORGANIZATION OF THE BRAIN IN THE SPATIAL INFORMATION PROCESSING

**Звягина Н.В.** СТРАТЕГИИ ТРЕКИНГА ГЛАЗ ПРИ РАБОТЕ С ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НА WEB-СТРАНИЦАХ С АНИМИРОВАННЫМИ РЕКЛАМНЫМИ БАННЕРАМИ  
Zvyagina Natalya V. EYE TRACKING STRATEGIES WHEN WORKING WITH TEXT INFORMATION ON WEB PAGES WITH ANIMATED ADVERTISING BANNERS



**Порсева В.В., Емануйлов А.И., Омельченко Д.В., Маслюков П.М.** ЭКСПРЕССИЯ КАСПАЗЫ-3 В МЕХАНИЗМАХ КАПСАИЦИН-ИНДУЦИРОВАННОЙ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ КАЛЬБИНДИН-СОДЕРЖАЩИХ ИНТЕРНЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА МЫШИ  
Porseva Valentina V., Emanuilov Andrey I., Omelchenko Dmitriy V., Masliukov Petr M. THE EXPRESSION OF CASPASE-3 IN THE MECHANISMS OF CAPSAICIN-INDUCED NEUROTOXICITY CALBINDIN-CONTAINING INTERNEURONS OF THE SPINAL CORD OF THE MOUSE

**Сережникова Н.Б., Погодина Л.С., Гурьева Т.С., Зак П.П.** ВОЗРАСТНЫЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕТИНАЛЬНОГО ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ СИНИМ СВЕТОМ  
Sereznikova Natalia B., Pogodina Larisa S., Gurieva Tamara S., Zak Pavel P. AGE-RELATED STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE RETINAL PIGMENT EPITHELIUM AFTER BLUE LIGHT

### **Стендовые доклады**

**Воронков Г.С.** ФЕНОМЕН ПОВЕРНУТОЕ ПЯТНО «СПЕЦИФИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ЗРЕНИЯ»  
Voronkov G.S. THE TURNED SPOT PHENOMENON OF "SPECIFIC VISION DEFICIT"

**Кириллова Г.А., Кунавин М.А.** РОЛЬ РИСКОВ РАННЕГО РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА ВОЗРАСТА 3-7 ЛЕТ В ФОРМИРОВАНИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ  
Kirillova G.A., Kunavin M.A. EARLY RISKS CHILD DEVELOPMENT 3-7 YEARS OLD THEIR ROLE IN FORMATION OF VISUAL PERCEPTION

**Лосева Е.В., Логинова Н.А., Гаврилов В.В.** СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЛЩИНЫ РАЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ НЕОКОРТЕКСА И ИХ СЛОЕВ У КРЫС, ВЫРОСШИХ В ПОЛНОЙ ТЕМНОТЕ И В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ  
Loseva Elena V., Loginova Nadezhda A., Gavrilov Vladimir V. MORPHOMETRIC ANALYSIS OF DIFFERENT AREAS OF NEOCORTEX IN RATS RAISED IN THE CONDITIONS OF TOTAL VISUAL DEPRIVATION AND OF NATURAL LIGHTING

**Сиваченко И.Б., Соколов А.Ю., Любашина О.А.** ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ НЕЙРОНОВ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА КРЫСЫ НА ВИСЦЕРАЛЬНУЮ И СОМАТИЧЕСКУЮ БОЛЬ  
Sivachenko I.B., Sokolov A.Y., Lyubashina O.A. FEATURES OF REACTIONS OF NEURONS OF THE RAT'S MEDULLA ON VISCERAL AND SOMATIC PAIN

**Талева А.И., Звягина Н.В.** ПОКАЗАТЕЛИ ОКУЛОМОТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РЕШЕНИИ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВРЕМЕНИ  
Taleeva A.I., Zvyagina N.V. OCULOMOTOR PARAMETERS WHILE SOLVING COGNITIVE TASKS UNDER THE TIME CONSTRAINTS

**Шумихина С.И., Кожухов С.А., Бугрова В.С., Бондарь И.В.** МОДИФИКАЦИЯ КАРТ ДИРЕКЦИОНАЛЬНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ КОШКИ КРАТКОВРЕМЕННЫМ ВВЕДЕНИЕМ ПРОПОФОЛА  
Shumikhina Svetlana I., Kozhukhov Sergei. A., Bugrova Valentina S., Bondar Igor V. MODIFICATION OF DIRECTION SELECTIVITY MAPS IN THE CAT VISUAL CORTEX BY BOLUS DOSE OF PROPOFOL

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Бигдай Е.В., Самойлов В.О.** МЕХАНИЗМЫ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ ОБОНЯНИЯ ПРИ МЕХАНО- И ХИМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКАХ  
Bigday Elena V., Samoilov Vladimir O. PERIPHERAL AND CENTRAL PARTS OF THE OLFATORY ANALYZER STATE IN THE ACUTE HYPOXIC HYPOXIA CONDITIONS

**Васильева Н.Н.** ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ У ДЕТЕЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ВИРТУАЛЬНЫХ СТЕРЕООБЪЕКТОВ  
Vasilyeva N.N. INTERACTION OF VISUAL MECHANISMS AND ITS PECULIARITIES IN CHILDREN DURING PERCEPTION OF VIRTUAL STEREO OBJECTS

**Лопатина В.Ф.** СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА  
Lopatina Vera F. SUBJECTIVE ESTIMATION OF HUNGER AND SATURATION IN PERSONS WITH DIFFERENT BODY WEIGHT

**Лопатина В.Ф.** АБСОЛЮТНЫЕ ПОРОГИ ВОСПРИЯТИЯ ТЕСТОВЫХ РАСТВОРОВ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА  
Lopatina Vera F. ABSOLUTE THRESHOLD PERCEPTIONS OF TEST SOLUTIONS IN PERSONS WITH DIFFERENT BODY MASS

**Стефанович М.А.** ОСОБЕННОСТИ ЗАПОМИНАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА  
Stefanovich Margarita A. STORING PARAMETERS OF GEOMETRIC FIGURES IN HUMAN VISUAL SYSTEM

**Тарновская Т.А.** ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И МАНИПУЛЯТОРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ КАК ФАКТОР АДАПТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ СЛЕПОГЛУХОГО РЕБЕНКА  
Tarnovskaya Tatiana A. TACTILE SENSITIVITY AND MANIPULATION MOVEMENTS AS A FACTOR OF ADAPTIVE BEHAVIOUR OF A BLIND-DEAF CHILD

## **Нейрофизиология двигательной системы Neurophysiology of the motor system**

### **Устные доклады**

**Александров А.В., Фролов А.А.** ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СИНЕРГИЙ У ЧЕЛОВЕКА, НАПРАВЛЕННОЕ НА СОХРАНЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ ПРИ СТОЯНИИ НА ВНЕЗАПНО СМЕЩАЮЩЕЙСЯ ОПОРЕ  
Alexandrov Alexey V., Frolov Alexander A. INTERACTION OF MOTOR SYNERGIES IN HUMAN AIMED AT PRESERVING BALANCE DURING STANDING ON THE SUDDENLY SHIFTED SUPPORT

**Китов В.В., Томиловская Е.С., Шигуева Т.А.** ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ. ВЛИЯНИЕ "СУХОЙ" ИММЕРСИИ НА ПОРЯДОК ВОВЛЕЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ МЫШЦ ГОЛЕНИ  
Kitov Vladimir V., Tomilovskaya Elena S., Shigueva Tatiana A. SEMI-AUTOMATIC ALGORITHM FOR MOTOR UNIT ACTION POTENTIALS RECOGNITION. EFFECT OF DRY IMMERSION ON CALF MUSCLES MOTOR UNITS RECRUITMENT ORDER

**Коряк Ю.А.** ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ НА СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХГЛAVОЙ МЫШЦЫ ГОЛЕНИ  
Koryak Yu. THE EFFECTS OF LONG-TERM MUSCLE UNLOADING ON THE CONTRACTILE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF THE HUMAN TRICEPS SURAE MUSCLE

**Кривой И.И.** ЭНДОГЕННЫЙ УБАИН И СКЕЛЕТНАЯ МЫШЦА  
Krivoi Igor I. ENDOGENOUS OUABAIN AND SKELETAL MUSCLE

**Кривошеков С.Г., Балиоз Н.В., Баранов В.И.** ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ  
Krivoshekov S.G., Balioz N.V., Baranov V.I. FEATURES INTEGRATION FUNCTION SYSTEM OF ATHLETES DEPENDING ON THE LEVEL OF SPORTS SKILLS

**Кудря О.Н.** ПОКАЗАТЕЛИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА ХОККЕИСТОВ НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА  
Kudrya Olga N. INDICATORS OF NERVOUS-MUSCULAR APPARATUS OF HOCKEY PLAYERS AT STAGES OF ANNUAL CYCLE

**Левик Ю.С., Кожина Г.В., Сметанин Б.Н., Попов А.К.** ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ  
Levik Yuri S., Kozhina Galina V., Smetanin Boris N., Popov Alexey K. THE EFFECT OF CENTRAL AND PERIPHERAL VISION ON THE MAINTENANCE OF THE VERTICAL POSTURE

**Назарова М.А., Новиков П.А., Иванина Е.О., Козлова К.Д., Благовещенский Е., Никулин В.В.** СОМАТОТОПИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗОНЫ РУКИ В ПЕРВИЧНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ КОРЕ – MNI НОРМАЛИЗАЦИЯ ТМС ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАРТ  
Nazarova Maria A., Novikov Pavel A., Ivanina Ekaterina O., Kozlova Kseniya D., Blagoveshenskii Evgenii, Nikulin Vadim V. WITHIN-HAND PRIMARY MOTOR CORTEX SOMATOTOPY – MNI NORMALIZATION OF THE RESULTS OF TMS MOTOR MAPPING

**Рудыч П.Д., Базанова О.М., Адов Д.Ю., Иванов С.Д., Ладоновская К.В.** РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ИНТЕРФЕЙСА В СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОМ БИОУПРАВЛЕНИИ  
Rudych Pavel Dm., Bazanova Olga M., Adov Dmitry U., Ivanov Sergey D., Ladonovskaya Kseniya VI. DEVELOPING OF THE GAME INTERFACE FOR STABILOMETRY BIOFEEDBACK

**Солопова И.А., Жванский Д.С., Селионов В.А., Долинская И.Ю., Кешишян Е.С.** ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИЙ МЫШЦ НА ИХ ПАССИВНОЕ УКОРОЧЕНИЕ ИЛИ УДЛИНЕНИЕ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ НА ПЕРВОМ ГОДУ ЖИЗНИ  
Solopova Irina A., Zhvansky Dmitry S., Selionov Victor A., Dolinskaya Irina Yu., Keshishian Elena S. CHANGE OF MUSCLE REACTIONS TO ITS PASSIVE SHORTENING AND STRETCHING IN HEALTHY CHILDREN IN THE FIRST YEAR OF LIFE

**Трембач А.Б., Шестаков О.И., Пономарева Т.В., Миниханова Е.Р.** ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПРИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ТОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТРЕЛЫБЫ ИЗ ЛУКА  
Trembach Alexander B., Shestakov Oleg I., Ponomareva Tatiana V., Minikhanova Ekaterina R. ELECTROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF GOAL-DIRECTED MOVEMENTS DEPENDING ON THEIR ACCURACY AND STABILITY AT THE ARCHERY EXAMPLE

**Филиюшкина В.И., Попов В.А., Ушаков В.Л., Баталов А.И., Томский А.А., Пронин И.Н., Седов А.С.** РАЗЛИЧИЯ АКТИВНОСТИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДВИЖЕНИЙ ДОМИНАНТНОЙ И НЕДОМИНАНТНОЙ РУКОЙ В НОРМЕ И ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА  
Filyushkina Veronika I., Popov Valentin A., Ushakov Vadim L., Batalov Artem I., Tomskiy Alexey. A., Pronin Igor N., Sedov Alexey S. DIFFERENCES IN HUMAN BRAIN ACTIVITY DURING DOMINANT AND NONDOMINANT HAND MOVEMENTS IN NORMAL STATE AND PARKINSON'S DISEASE

### Стендовые доклады

**Аликовская Т.А., Фадеев К.А., Смирнов А.С., Тумялис А.В., Голохваст К.С.** ОБЩИЙ МЕХАНИЗМ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО И ПРОИЗВОЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ  
Alikovskaia Tatiana A., Fadeev Kirill A., Smirnov Alexey S., Tumialis Alexey V. Golokhvast Kirill S. COMMON MECHANISM FOR ORIENTING AND VOLUNTARY INHIBITION OF THE MOTOR RESPONSE

**Закирьянова Г.Ф., Петров А.М.** ЭФФЕКТ 25-ГИДРОКСИХОЛЕСТЕРИНА НА НЕРВНО-МЫШЕЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ: РОЛЬ ПРОТЕИНАКИНАЗЫ С И NMDA-РЕЦЕПТОРОВ  
Zakyrjanova Guzalja F., Petrov Alexey M. THE EFFECT OF 25-HYDROXYCHOLESTEROL ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION: THE ROLE OF PROTEIN KINASE C AND NMDA RECEPTORS

**Китов В.В., Шишкин Н.В., Шигуева Т.А., Томиловская Е.С., Мошонкина Т.Р., Городничев Р.М., Герасименко Ю.П., Козловская И.Б.** ВООБРАЖАЕМЫЕ ДВИЖЕНИЯ КАК СПОСОБ РЕГУЛЯЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ МОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ  
Kitov Vladimir V., Shishkin Nikita V., Shigueva Tatiana A., Tomilivskaya Elena S., Moshonkina Tatiana R., Gorodnichev Ruslan M., Gerasimenko Yuriy P. Kozlovskaya Inesa B. MOTOR IMAGERY AS A TOOL FOR REGULATION AND REHABILITATION OF MOTOR FUNCTIONS

**Холмогорова Н.В., Левик Ю.С., Семенова Е.С.** ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПОСТУРАЛЬНУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА  
Holmogorova Natalya V., Levik Yuri S., Semenova Ekaterina S. THE INFLUENCE OF OPTICAL ILLUSIONS OF MOVEMENT ON THE HUMAN POSTURAL SYSTEM

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Багирова Р.М.** ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ У БАСКЕТБОЛИСТОВ ДО И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ  
Bagirova R.M. PHYSIOLOGICAL CHANGES OF THE BLOOD SYSTEM IN BASKETBALL PLAYERS BEFORE AND AFTER THE PHYSICAL LOAD

**Багирова Р.М., Мамедова Г.Р., Гусейнова Г.Г., Гасанова М.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА  
Bagirova R.M., Mamedova G.R., Guseynova G.G., Gasanova M.A. RESEARCH OF FUNCTIONAL OPERABILITY AT STUDENTS-SPORTSMEN

**Белощенко Д.В., Поросинин О.И., Ерега И.Р., Гумарова О.А.** ЭФФЕКТ ЕСКОВА-ФИЛАТОВОЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ  
Beloshchenko Daria V., Porosinin Oleg I., Erega Irina R., Gumarova Olga A. THE EFFECT OF ESKOV-FILATOVA IN THE ORGANIZATION OF MOVEMENTS

**Джелдубаева Э.Р., Трибрат Н.С., Кириллова А.В., Чуян Е.Н.** ЗАВИСИМОСТЬ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У КРЫС ОТ ПОЛА, ВОЗРАСТА И ПРОФИЛЯ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ  
Dzheldubaeva Elviza R., Tribrat Natalya S., Kirillova Alla V., Chuyan Elena N. THE DEPENDENCE OF PAIN SENSITIVITY IN RATS FROM THE GENDER, AGE AND PROFILE MOTOR ASYMMETRY

**Жванский Д.С., Солопова И.А., Селионов В.А., Карабанов А.В.** МЕЖМЫШЕЧНАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ ПРИ ИЗОМЕТРИЧЕСКОМ НАПРЯЖЕНИИ МЫШЦ РУК У ПАЦЕНТОВ С ЭКСТРАПИРАМИДНЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ  
Zhvansky Dmitry S., Solopova Irina A., Selionov Victor A., Karabanov Aleksey V. INTERMUSCULAR COHERENCE DURING ARM MUSCLES ISOMETRIC EFFORT IN EXTRAPYRAMIDAL MOVEMENT DISORDERS

**Захарова А.Н., Кологривова В.В., Пахомова Е.В., Капилевич Л.В.** ОСОБЕННОСТИ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ  
Zakharova A.N., Kologrivova V.V., Pakhomova E.V., Kapilevich L.V. FEATURES OF ENDOTELIAL FUNCTION IN ATHLETES OF VARIOUS SPORTS

**Игнатенко А.П., Повторейко В.В., Журавлева А.В., Мандрыка И.А.** ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ  
Ignatenko Artem P., Povtoreyko Viktoria V., Zhuravleva Anastasia V., Mandryka Igor A. HIERARCHICAL SCHEME OF THE ORGANIZATION OF MOVEMENTS

**Казенников О.В., Талис В.Л.** ПОЗНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОВОРОТАХ ТУЛОВИЩА В СИММЕТРИЧНОЙ И АСИММЕТРИЧНОЙ СТОЙКЕ  
Kazennikov Oleg V., Talis Vera L. POSTURAL SWAY DURING BODY TURN IN SYMMETRICAL AND ASYMMETRICAL STANDING IN HUMAN

**Казенников О.В., Киреева Т.Б., Шлыков В.Ю.** ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ ВЛИЯНИЙ ВО ВРЕМЯ УПРЕЖДАЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
Kazennikov Oleg V., Kireeva Tatiana B., Shlykov Vladimir Yu. THE STUDY OF LEFT-RIGHT INTERACTION DURING ANTICIPATORY MOTOR ADJUSTMENT

**Коряк Ю.А., Козловская И.Б., Rittweger J., Albracht K., Laughlin M., Sies W., Bottinelli R., Capri M., Franceschi C., Cerretelli P., Clarke M., Layne Ch., Reed J., Flück M., Gelfi C., Narici M., Stäudle B.** ЭКСПЕРИМЕНТ «САРКОЛАБ»: МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНАЯ И НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ АДАПТАЦИЯ К ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМУ КОСМИЧЕСКОМУ ПОЛЕТУ  
Koryak Yuri, Kozlovskaya Inessa, Rittweger Jörn, Albracht Kirsten, Laughlin Mitzi, Sies Wolfram, Bottinelli Roberto, Capri Miriam, Franceschi Claudio, Cerretelli Paolo, Clarke Mark, Layne Charles, Reed Justin, Flück Martin, Gelfi Cecilia, Narici Marco, Stäudle Benjamin. SARCOLAB: MYOTENDINOUS AND NEUROMUSCULAR ALTERATIONS TO LONG-DURATION SPACE FLIGHT

**Петкевич А.И., Червякова Е.В., Коробова С.А., Кузнецова Ю.И.** ВЛИЯНИЕ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА ВЕГЕТАТИВНЫЙ ТОНУС И СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕНЩИН ПОСЛЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ  
Petkevich A.I., Chervyakova E.V., Korobova S.A., Kuznetsova, Y. INFLUENCE OF MEDICAL PHYSICAL CULTURE ON THE VEGETATIVE TONUS AND STRESS RESISTANCE OF WOMEN AFTER BREAST CANCER

**Селионов В.А., Солопова И.А., Жванский Д.С., Атанов М.С.** ВЛИЯНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЕЕ АВАТАРОМ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЭГ У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА  
Selionov Victor A., Solopova Irina A., Zhvansky Dmitry S., Atanov Michael S. EFFECT OF MOTOR TASK PERFORMANCE AND ITS AVATAR OBSERVATION ON EEG PARAMETERS IN HEALTHY SUBJECTS AND IN PATIENTS AFTER STROKE

## **Нейрорегуляция периферических органов Neuroregulation of peripheral organs**

### **Устные доклады**

**Котомцев В.В.** АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ВСАСЫВАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ У ПАРНОКОПЫТНЫХ  
Kotomtsev Vyacheslav V. ADRENERGIC REGULATION OF THE INTAKE OF FATTY ACIDS CLOVEN-HOOFED ANIMALS

**Миняева А.В., Моисеев С.А., Пухов А.М., Щербакова Н.А., Герасименко Ю.П., Мошонкина Т.Р.** РЕАКЦИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ЧРЕСКОЖНУЮ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЮ СПИННОГО МОЗГА НА ФОНЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ И ПАССИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ  
Minyayeva Arina V., Moiseev Sergey A., Pukhov Aleksandr M., Chsherbakova Natalya A., Gerasimenko Yury P., Moshonkina Tatyana R. THE REACTION OF THE RESPIRATORY SYSTEM TO TRANSCUTANEOUS STIMULATION OF THE SPINAL CORD DURING VOLUNTARY AND PASSIVE MOVEMENTS

**Силкин Ю.А., Силкин М.Ю., Силкина Е.Н., Диулина А.А., Столбов А.Я.** АТФазы ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ  
Silkin Yuriy A., Silkin Michail Yu., Silkina Yelizaveta N., Diulina Anastasiya A., Stolbov Anatoliy Ya. ATPases OF PLASMATIC MEMBRANE OF ERYTHROCYTES OF THE SOME BLACK SEA FISHES

**Ярцев В.Н.** ДЕЙСТВИЕ pH НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ  
Yartsev V.N. EFFECT OF pH ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT INTERNAL CAROTID ARTERY

### **Стендовый доклад**

**Ярцев В.Н.** ДЕЙСТВИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ  
Yartsev V.N. EFFECT OF COOLING ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT INTERNAL CAROTID ARTERY

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Билалова Г.А., Доценко А.В., Дикопольская Н.Б., Шайхелисламова М.В.** ВЛИЯНИЕ ГАЛОПЕРИДОЛА НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА НЕПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС  
Bilalova G.A., Dotsenko A.V., Dikopolskaya N.B., Shaykhelislamova M.V. THE EFFECT OF HALOPERIDOL ON MYOCARDIAL CONTRACTILITY OF IMMATURE RATS

**Волкова Е.С., Сальникова Е.П.** ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПРИ НЕВРИТЕ ЛИЦЕВОГО НЕРВА  
Volkova E.S., Salnikova E.P. MOTOR REHABILITATION IN THE INFLAMMATION OF THE FACIAL NERVE

**Зенина О.Ю., Зенин Т.Т.** ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВОДНО-ЖЕЛУДОЧНОГО СФИНКТЕРА И АНТРАЛЬНОГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДКА У КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ОСТРОГО ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Zenina Oksana Yu., Zenin Timofey T. HYPOTHALAMIC CONTROL OF MYOELECTRICAL ACTIVITY OF THE GASTROESOPHAGEAL SPHINCTER AND ANTRUM OF THE STOMACH IN RABBITS UNDER CONDITIONS OF ACUTE EMOTIONAL STRESS

**Курьянова Е.В., Ступин В.О., Трясучев А.В., Трещева Е.А.** ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ И БЛОКАДЫ СЕРТОНИНЕРГИЧЕСКОЙ И ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМ НА ЧАСТОТУ СЕРДЦЕБИЕНИЙ И ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ КРЫС

Kuryanova E.V., Stupin V.O., Tryasuchev A.V., Treshcheva E.A. INFLUENCE OF STIMULATION AND BLOCKADE OF SEROTONERGIC AND DOPAMINERGIC SYSTEMS ON THE HEART RATE AND BEHAVIORAL ACTIVITY OF NONLINEAR RATS

**Трясучев А.В., Курьянова Е.В., Остроушко Т.С.** РЕАКТИВНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЦЕНТРАЛЬНЫЕ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕЦЕПТОРЫ ЭРИТРОЦИТОВ IV VITRO

Tryasuchev A.V., Kuryanova E.V., Ostroushko T.S. ERYTHROCYTE REACTIVITY AT ACTION ON THE CENTRAL NEUROTRANSMITTER SYSTEMS AND ERYTHROCYTE RECEPTORS IN VITRO

**Тумановский Ю.М., Макеева А.В., Болотских В.И., Гребенникова И.В., Савина Г.Ю.** МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ТРАНСФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРИ

Tumanovsky Yuri M., Makeeva Anna V., Bolotskikh Vladimir I., Grebennikova Irina V., Savina Galina Yu. MECHANISMS OF REGULATION OF CIRCULATION IN TRANSFUSION THERAPY FOR ACUTE BLOOD LOSS

**Чумасов Е.И.** ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИМПАТИЧЕСКИХ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ СТРУКТУР В РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЯХ И ОРГАНАХ (ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Chumasov Evgeniy I. DIFFERENTIAL ANALYSIS OF SYMPATHETIC AND PARASYMPATHETIC NERVOUS STRUCTURES IN VARIOUS TISSUES AND ORGANS (IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY)

## **Межклеточные взаимодействия в нервной системе Cellular interactions in the nervous system**

### **Устные доклады**

**Сурин А.М., Красильникова И.А., Лисина О.Ю., Балясин М.В., Шарипов Р.Р., Пинелис В.Г.** ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙРОНАЛЬНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ НЕЙРОНОВ

Surin Alexander M., Krasil'nikova Irina A., Lisina Oksana Yu., Balyasin Maxim V., Sharipov Rinat R., Pinelis Vsevolod G. DYNAMICS OF THE NEURONAL NETWORK FORMATION WITHIN THE AREA OF MECHANICAL DAMAGE IN PRIMARY NEURONAL CULTURE

**Чижов А.В.** МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ  
Chizhov Anton V. MODELING OF EPILEPTIC DISCHARGE GENERATION AND PROPAGATION

### **Стендовые доклады**

**Бурмистров Д.Е., Мищенко Т.А., Ведунова М.В., Митрошина Е.В.** РОЛЬ ГАП-КОНТАКТОВ В РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КАЛЬЦИЕВОЙ АКТИВНОСТИ МОНОАСТРОЦИТАРНЫХ КУЛЬТУР КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШИ

Burmistrov D.E., Mishchenko T.A., Vedunova M.V., Mitroshina E.V. THE ROLE OF GAP-JUNCTIONS IN REGULATION OF THE FUNCTIONAL CALCIUM ACTIVITY IN PRIMARY ASTROCYTE CULTURES OF MICE BRAIN CORTEX

**Долгих О.А., Жесткова Е.М., Захарова Н.В., Ершова Е.С., Мартынов А.В., Шмарина Г.В., Борзикова М.А., Вейко Н.Н., Умрюхин П.Е., Костюк С.В.** ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЦ-БОГАТЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РИБОСОМНОГО ПОВТОРА В СОСТАВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК ПРИ ШИЗОФРЕНИИ ПО СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ

Dolgikh Olga A., Jestkova Elizaveta M., Zakharova Natalia V., Ershova Elizaveta S., Martynov Andrey V., Shmarina Galina V., Borzikova Maria A., Veiko Natalia N., Umriukhin Pavel E., Kostyuk Svetlana V. RIBOSOMAL REPEAT GC-RICH SEQUENCES IN THE CELL-FREE DNA IN SCHIZOPHRENIA IN COMPARISON WITH HEALTHY CONTROL

**Лисина О.Ю., Балясин М.В., Красильникова И.А., Шарипов Р.Р., Пинелис В.Г., Сурин А.М.** РЕГЕНЕРАЦИЯ НЕЙРОНАЛЬНОЙ СЕТИ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ НА ПРИМЕРЕ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ КЛЕТОК ИЗ КОРЫ МОЗГА КРЫСЫ

Lisina Oksana Yu., Balyasin Maxim V., Krasil'nikova Irina A., Sharipov Rinat R., Pinelis Vsevolod G., Surin Alexander M. NEURAL NETWORK REGENERATION IN THE MECHANICAL INJURY AREA ON THE MODEL OF PRIMARY CULTURE OF RAT BRAIN CORTEX

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Греченко Т.Н.** ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИВЫХ И НЕЖИВЫХ ОБЪЕКТОВ  
Grechenko Tatiana N. ELECTRIC INTERACTIONS OF LIVING AND NON-LIVING OBJECTS

**Журавлева З.Н., Алилова Г.А., Журавлев Г.И., Ивашкина Л.И., Шубина Л.В.** СРАВНЕНИЕ ЧИСЛА ГАМК-ЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ В РАЗНЫХ ТИПАХ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАТОВ  
Zhuravleva Z.N., Alilova G.A., Zhuravlev G.I., Ivashkina L.I., Shubina L.V. A COMPARISON OF THE NUMBER OF GABA-ERGIC NEURONS IN DIFFERENT TYPES OF NEUROGRAFTS

**Крестинин Р.Р., Бабурин Ю.Л., Одинокова И.В., Сотникова Л.Д., Крестинина О.В.** ЭФФЕКТ АСТАКСАНТИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МИТОХОНДРИЙ СЕРДЦА КРЫС В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПОРЫ МИТОХОНДРИЙ  
Krestinin R.R., Baburina Yu.L., Odinkova I.V., Sotnikova L.D., Krestinina O.V. THE EFFECT OF ASTAXANTHIN ON THE FUNCTIONAL STATE OF RAT HEART MITOCHONDRIA UNDER PERMEABILITY TRANSITION PORE OPENING

**Чмыхова Н.М., Калинина Н.И., Зайцев А.В., Веселкин Н.П.** МОДУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ ПОЯСНИЧНЫХ МОТОНЕЙРОНОВ МЕТАБОТРОПНЫМИ РЕЦЕПТОРАМИ ГЛУТАМАТА И СЕРТОНИНА  
Chmykhova Nadezhda M., Kalinina Natalia I., Zaitsev Aleksey V., Vesselkin Nikolai P. MODULATION OF LUMBAR MOTONEURONS ACTIVITY BY METABOTROPIC GLUTAMATE AND SEROTONIN RECEPTORS

## **Биологически активные вещества – регуляторы функций нервной системы Role of biologically active substances in the nervous system**

### **Устные доклады**

**Антонов С.М., Нур М.М.** РЕГУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫМ Ca<sup>2+</sup> АКТИВНОСТИ NMDA РЕЦЕПТОРОВ В НЕЙРОНАХ КОРЫ И ЕЕ РОЛЬ В ЭКСАЙТОТОКСИЧЕСКОМ СТРЕССЕ  
Antonov Sergei M., Nur Maria M. THE REGULATION BY INTRACELLULAR Ca<sup>2+</sup> OF NMDARS IN CORTICAL NEURONS AND ITS ROLE IN EXCITOTOXIC STRESS

**Гулидова Г.П.** ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МОЗГА ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА В РАЗНЫЕ ЧАСЫ ПОСЛЕ СМЕРТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО НОРМАЛИЗАЦИИ  
Gulidova Genrietta P. CHANGES IN THE ENERGY METABOLISM OF THE BRAIN OF ANIMALS AND HUMANS IN DIFFERENT HOURS AFTER DEATH AND THE POSSIBILITY OF ITS NORMALIZATION

**Гутнер У.А., Шупик М.А., Гаврилова С.И., Колыхалов И.В., Пономарева Е.В., Селезнева Н.Д., Федорова Я.Б., Алесенко А.В.** ТЕСТИРОВАНИЕ МАРКЕРОВ ЛИПИДНОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕПАРАТА «ЦЕРЕТОН» ПРИ СИНДРОМЕ МЯГКОГО КОГНИТИВНОГО СНИЖЕНИЯ АМНЕСТИЧЕСКОГО ТИПА  
Gutner Ulyana A., Alesenko Alisa V., Shupik Maria A., Lebedeva Alena O., Gavrilova Svetlana I., Kolykhalov Igor V., Ponomareva Elena V., Selezneva Natalia D., Fedorova Yana B. DETECTION OF EFFECTIVE TREATMENT OF AMNESTIC MILD COGNITIVE IMPAIRMENT WITH CERETON BY TESTING OF LIPIDS MARKERS

**Дейниченко К.А., Скачилова С.Я., Симакина Е.А., Шилова А.М., Блинов Д.С., Блинова Е.В., Шиллов В.П.** ПРОИЗВОДНЫЕ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ АМИНОКИСЛОТ, ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИАРРИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ  
Deinichenko Kseniia A., Skachilova Sofya Ya., Simakina Ekaterina A., Shilova Alexandra M., Blinov Dmitry S., Blinova Ekaterina V., Shilov Vladimir P. DERIVATIVES OF NEUROTRANSMITTER AMINO ACIDS POSSESSING ANTIARRHYTHMIC ACTIVITY

**Дмитриева Е.С., Князева В.М., Полякова Н.В., Станкевич Л.Н., Вольнова А.Б., Александров А.А.** ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ ШИЗОФРЕНИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АГОНИСТА РЕЦЕПТОРА TAAR5  
Dmitrieva Elena S., Knyazeva Veronika M., Polyakova Nadezhda V., Stankevich Ludmila N., Volnova Anna B., Aleksandrov Aleksander A. TAAR5 AGONIST INFLUENCED ELECTROPHYSIOLOGICAL SCHIZOPHRENIA BIOMARKERS

**Матиенко Л.И., Бинюков В.И., Миль Е.М., Албантова А.А.** ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АСМ К ИССЛЕДОВАНИЮ РОЛИ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР NI(Fe)-ARD ДИОКСИГЕНАЗ В МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ  
Matienko Ludmila I., Binyukov Vladimir I., Mil Elena M., Albantova Anastasia A. APPLICATION OF THE AFM METHOD TO INVESTIGATION OF THE ROLE OF SUPRAMOLECULAR STRUCTURES OF NI(Fe)-ARD DIOXYGENASES IN THE MECHANISMS OF THE ENZYMES ACTION

**Падерин Н.М., Попов С.В.** ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ПЕКТИНОВ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ У МЫШЕЙ  
Paderin Nikita M., Popov Sergey V. THE EFFECT OF DIETARY PECTINS ON COGNITIVE FUNCTIONS IN MICE

**Туровский Е.А., Гайдин С.Г., Мальцева В.Н., Зинченко В.П., Туровская М.В.** НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА ПРИ ИШЕМИИ *IN VITRO* РЕАЛИЗУЕТСЯ ЧЕРЕЗ АКТИВАЦИЮ АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ И РЕГУЛЯЦИЮ ЭКСПРЕССИИ ЗАЩИТНЫХ ГЕНОВ  
Turovsky E.A., Gaidin S.G., Mal'tseva V.N., Zinchenko V.P., Turovskaya M.V. THE NEUROPROTECTIVE EFFECT OF DIHYDROQUERCETIN DURING ISCHEMIA IN VITRO IS REALIZED THROUGH THE ACTIVATION OF ANTIOXIDANT SYSTEMS AND THE REGULATION OF THE PROTECTIVE GENES EXPRESSION

**Филев А.Д., Писарев В.М., Табаков В.Ю., Вейко Н.Н., Умрюхин П.Е., Костюк С.В.** СПОСОБНЫ ЛИ ФРАГМЕНТЫ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК УСКОРЯТЬ ПРОЛИФЕРАЦИЮ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА?  
Filev Anton D., Pisarev Vladimir Yu., Tabakov Vyacheslav Ju., Veiko Natalia N., Uriukhin Pavel E., Kostyuk Svetlana V. ARE CELL-FREE DNA FRAGMENTS CAPABLE OF ACCELERATING THE PROLIFERATION OF BRAIN CELLS?

**Шашин Д.М., Жесткова Е.М., Ершова Е.С., Мартынов А.В., Шмарина Г.В., Захарова Н.В., Пухальская Д. А., Вейко Н.Н., Умрюхин П.Е., Костюк С.В.** ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК ПРИ КАТАТОНИЧЕСКОЙ И ПАРАНОИДНОЙ ШИЗОФРЕНИИ ПО СРАВНЕНИЮ С КОНТРОЛЬНОЙ ВЫБОРКОЙ  
Shashin Denis M., Zhestkova Elizaveta M., Ershova Elizaveta S., Martynov Andrey V., Shmarina Galina V., Zakharova Natalia V., Puchalskaya Daria A., Veiko Natalia N., Umriukhin Pavel E., Kostyuk Svetlana V. CHANGES OF THE CELL-FREE DNA CONCENTRATION IN CATATONIC AND PARANOID SCHIZOPHRENIA COMPARED WITH THE CONTROL SAMPLE

### Стендовые доклады

**Алексеева О.М., Жигачева И.В., Кременцова А.В.** РЕГУЛЯЦИЯ РИАНОДИНОВОГО РЕЦЕПТОРА И ИОНЫ МАГНИЯ  
Alekseeva O.M., Zhigacheva I.V., Kremntsova A.V. RYANODINE RECEPTOR REGULATION AND Mg<sup>2+</sup> IONS

**Баюнова Л.В., Захарова И.О., Аврова Н.Ф.** ВЛИЯНИЕ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ БИОГЕНЕЗА МИТОХОНДРИЙ В КЛЕТКАХ РС12 В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА  
Bayunova L.V., Zakharova I.O., Avrova N.F. THE EFFECT OF ALPHA-TOCOPHEROL ON THE GENE EXPRESSION OF MITOCOTHONDRIAL BIOGENESIS TRANSCRIPTION FACTORS IN PC12 CELLS UNDER OXIDATIVE STRESS CONDITIONS

**Береговой Н.А., Панкова Т.М., Старостина М.В.** МИЕЛОПЕПТИДЫ МП1 И МП2 УСКОРЯЮТ ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ДИФФЕРЕНЦИРОВКУ КЛЕТОК НЕЙРОБЛАСТОМЫ C-1300  
Beregovoy Nikolay A., Pankova Tatiana M., Starostina Marina V. MYELOPEPTIDES MP1 AND MP2 ACCELERATE FUNCTIONAL DIFFERENTIATION OF NEUROBLASTOMA C-1300 CELL CULTURE

**Бинюков В.И., Жигачева И.В., Миль Е.М. Албантова А.А., Генерозова И.П.** МЕТОД АСМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ МИТОХОНДРИЙ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ДЕЙСТВИИ АО  
Binyukov Vladimir I., Zhigacheva Irina V., Mil Elena M., Albantova Anastasia A., Generozova Inna P. ACM METHOD FOR STUDYING MORPHOLOGICAL CHANGES OF MITOCHONDRIA IN STRESS CONDITIONS AND ADDING ANTIOXIDANTS

**Воробьева А.К., Мишарина Т.А., Голощапов А.Н., Бурлакова Е.Б.** ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ЭФИРНОГО МАСЛА ОРЕГАНО НА СОДЕРЖАНИЕ АРАХИДОНОВОЙ И ДОКОЗАГЕКСАЕНОВОЙ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МОЗГЕ МЫШЕЙ  
Vorobyova Anastasia K., Misharina Tamara A., Goloshchapov Aleksandr N., Burlakova Elena B. THE EFFECT OF OREGANO ESSENTIAL OIL INTAKE ARACHIDONIC AND DOCOSAHEXAENOIC FATTY ACIDS CONTENT IN THE BRAIN OF MICE

**Зак П.П., Нижник А.Н., Сигаева А.О., Погодина Л.С., Серезникова Н.Б., Гурьева Т.С., Трофимова Н.Н.** ВЫРАБОТКА МЕЛАТОНИНА И МОРФОГЕНЕЗ СОСУДОВ ХОРИОИДЕИ В ГЛАЗАХ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА *COTURNIX JAPONICA* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ  
Zak Pavel P., Nizhnik Alexander N., Sigaeva Alina O., Pogodina Larisa S., Sereznikova Natalia B., Gurieva Tamara S., Trofimova Natalia N. MELATONIN SYNTHESIS AND MORPHOGENESIS OF CHOROIDAL VESSELS IN THE EYES OF JAPANESE QUAIL *COTURNIX JAPONICA* DEPEND ON SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT

**Логонова М.М., Кузнецова А.И., Мищенко Т.А., Ведунова М.В., Митрошина Е.В.** ВЫЯВЛЕНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ КИНАЗ, УЧАСТВУЮЩИХ В АДАПТАЦИИ НЕРВНЫХ КЛЕТОК К ФАКТОРАМ ИШЕМИИ  
Loginova Maria M., Kuznetsova Alisa I., Mishchenko Tatyana A., Vedunova Maria V., Mitroshina Elena V. IDENTIFICATION OF INTRACELLULAR KINASES PARTICIPATING IN NERVOUS CELLS ADAPRTATION TO ISCHEMIC FACTORS

**Ломовский А.И., Бабурина Ю.Л., Кобякова М.И., Фадеев Р.С., Акатов В.С., Крестинина О.В.** МЕЛАТОНИН УСИЛИВАЕТ ДЕЙСТВИЕ РЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИТАРАБИНА ПРИ ОСТРОМ МИЕЛОИДНОМ ЛЕЙКОЗЕ НА МОДЕЛИ КЛЕТОК KG-1  
Lomovsky A.I., Baburina Yu.L., Kobyakova M.I., Fadeev R.S., Akatov V.S., Krestinina O.V. MELATONIN ENHANCES THE ACTION OF RETINOIC ACID AND CYTARABINE IN ACUTE MYELOID LEUKEMIA ON THE KG-1 CELL MODEL

**Сажина Н.Н., Лапшин П.В., Загоскина Н.В.** АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АЛОЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ  
Sazhina Natalya N., Lapshin Peter V., Zagoskina Natalya V. ANTIOXIDANT ACTION OF COMPONENTS IN SOME ALOE SPECIES EXTRACTS AND THEIR USE IN MEDICAL PRACTICE

**Трещенкова Ю.А.** РАЗЛИЧНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АЛЬДОЛАЗЫ СИНАПТОСОМ И МИКРОСОМ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА К ДЕЙСТВИЮ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА В УСЛОВИЯХ IN VITRO  
Treschenkova Yu.A. DIFFERENT SENSITIVITY OF ALDOLASE SYNAPTOSOMES AND MICROSOMES OF BRAIN CELLS TO THE ACTION OF ALPHA-TOCOPHEROL IN VITRO

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Конорова И.Л.** ВНЕКЛЕТОЧНАЯ ДНК В МЕХАНИЗМАХ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВотоКА  
Konorova Irina L. CELL-FREE DNA IN THE MECHANISMS OF CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION

**Силачев Д.Н., Горюнов К.В., Данилина Т.И., Головичева В.В., Шевцова Ю.А., Бабенко В.А., Плотников Е.Ю., Зоров Д.Б.** НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

Silachev Denis N., Goryunov Kirill V., Danilina Tatyana I., Golovicheva Vika V., Shevtsova Julia A., Babenko Valentina A., Plotnikov Egor Y., Zorov Dmitry B. NEUROPROTECTIVE PROPERTIES OF EXTRACELLULAR VESICLES DERIVED FROM MESENCHYMAL STEM CELLS IN A MODEL OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Черетаев И.В., Чуян Е.Н., Раваева М.Ю., Шульгин В.Ф.** ВЛИЯНИЕ 1-ГИДРОКСИ-1,1-ЭТИЛИДЕНДИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕДЕНИЕ САМЦОВ И САМОК КРЫС

Cheretaev Igor V., Chuyan Elena N., Ravaeva Marina Yu., Shulgin Victor F. THE EFFECT OF 1-HYDROXY-1,1-ETHYLIDENE DIPHOSPHONIC ACID ON THE BEHAVIOR OF MALE AND FEMALE RATS

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А., Шепелева Н.А., Комарова А.Д.** СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НАДПОЧЕЧНИКОВЫХ ЖЕЛЕЗ У ДЕТЕЙ 11-15 ЛЕТ ШКОЛЬНИКОВ

Shaykhelislamova Maria V., Dikopolskaya Natalia B., Bilalova Gulfia A., Shepeleva Natalia A., Komarova Alena D. SEASONAL VIBRATIONS OF THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE ADRENAL GLANDS IN CHILDREN 11-15 YEARS

**Шафеи Е.В., Новикова Ю.П., Александрова М.А.** РЕГУЛЯЦИЯ ТРАНСДИФФЕРЕНЦИРОВКИ ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЧЕЛОВЕКА КОНДИЦИОНИРОВАННЫМИ СРЕДАМИ РЕГЕНЕРАТОВ СЕТЧАТКИ ТРИТОНА

Shafei Elena V., Novikova Yulia P., Aleksandrova Maria A. REGULATION OF TRANSDIFFERENTIATION OF HRPE CELLS BY CONDITIONED MEDIUM FROM NEWT REGENERATING RETINA

**Шевченко Р.В., Грибакина О.Г., Бочков П.О., Новицкий А.А., Литвин А.А., Кольванов Г.Б., Жердев В.П.** ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ ЛИНЕЙНОСТИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ НОВОГО АНКСИОЛИТИКА ЛИГАНДА TSPO

Shevchenko Roman V., Gribakina Oxana G., Bochkov Pavel O., Novitsky Alexander A., Litvin Alexander A., Kolyvanov Gennady B., Zherdev Vladimir P. TESTING OF LINEARITY PHARMACOKINETICS HYPOTHESIS OF A NEW ANXIOLYTIC OF TSPO-LIGAND

## **Экспериментальная и клиническая нейрофармакология Experimental and clinical neuropharmacology**

### **Устные доклады**

**Гладких В.Д.** ЦИТОПРОТЕКТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ИНГИБИТОРОВ NO-СИНТАЗЫ НЕЙРОНОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ СУДОРОЖНОМ СИНДРОМЕ

Gladkikh Vadim D. CYTOPROTECTIVE ACTIVITY OF INHIBITORS OF NO-SYNTHASE OF NEURONS IN THE BRAIN AT TOXIC SEIZURES

**Гостюхина А.А., Замощина Т.А., Мойсеева А.В., Зайцев К.В., Жукова О.Б., Светлик М.В.** ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕСИНХРОНОЗА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ГОДА

Gostyukhina Alena A., Zamoshchina Tatyana A., Moiseeva Alena V., Zaitsev Konstantin V., Zhukova Oksana B., Svetlik Michael V. PHARMACOLOGICAL CORRECTION OF PERFORMANCE IN CONDITIONS OF DESYNCHRONOSIS IN THE SPRING PERIOD OF THE YEAR

**Замощина Т.А.** О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ЛИТИЯ

Zamoshchina Tatiana A. ON THE BIOLOGICAL ROLE OF LITHIUM

**Кирова Ю.И., Шакова Ф.М., Германова Э.Л., Романова Г.А., Воронина Т.А.** НОВЫЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МЕКСИДОЛА: ИНДУКЦИЯ МИТОХОНДРИО- И АНГИОГЕНЕЗА

Kirova Yuliya I., Shakova Fatima M., Germanova Elita L., Romanova Galina A., Voronina Tatyana A. NEW ASPECTS OF MEXIDOL NEUROPROTECTIVE ACTIVITY: INDUCTION OF MITOCHONDRIO- AND ANGIOGENESIS

**Логинова Н.А., Панов Н.В., Косицын Н.С.** РОЛЬ СПЕЦИФИЧЕСКОГО БЛОКАТОРА АСТРОЦИТАРНЫХ ЩЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС

Loginova Nadezhda A., Panov Nikolay V., Kositsyn Nikolay S. SPECIFIC BLOCKER OF ASTROCYTIC GAP JUNCTIONS INFLUENCES ON THE RECOVERY OF MOTOR FUNCTION AFTER THE CEREBRAL ISCHEMIA IN RATS



**Черных И.В., Шулькин А.В., Якушева Е.Н., Гацанога М.В., Есенина А.С., Градинарь М.М., Бирюкова А.С.** ABCB1-БЕЛОК КАК ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ МИШЕНЬ ПРИ ТЕРАПИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ  
Chernykh Ivan.V., Shul'kin Aleksey V., Yakusheva Elena N., Gatsanoga Maria V., Esenina Anna S., Gradinar Maria M., Byrykova Alina S. ABCB1-PROTEIN AS A PHARMACOLOGICAL TARGET IN CEREBRAL CIRCULATORY DISORDERS TREATMENT

### Стендовые доклады

**Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.** МРТ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС  
Gubsky L.V., Namestnikova D.D., Gubsky I.L. MRI INVESTIGATION FOR IMPROVEMENT ENDOVASCULAR MODEL OF ACUTE FOCAL BRAIN ISCHEMIA IN RAT

**Катаева Н.Г., Замощина Т.А., Светлик М.В., Короткова Е.И., Воронова О.А.** СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОМЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ У ПАЦИЕНТОВ С СОСУДИСТЫМИ ФАКТОРАМИ РИСКА  
Kataeva Nadezhda G., Zamoshchina Tatyana A., Svetlik Mihail V., Korotkova Elena I., Voronova Olesya A. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NEUROMETABOLIC DRUGS IN PATIENTS WITH VASCULAR RISK FACTORS

**Копаева М.Ю., Черепов А.Б., Зарайская И.Ю., Нестеренко М.В.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВВЕДЕНИЯ ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА МЫШАМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ В МОЗГЕ  
Kopaeva Marina Yu., Cherepov Anton B., Zarayskaya Irina Yu., Nesterenko Mikhail V. THE USE OF DIFFERENT METHODS OF HUMAN LACTOFERRIN ADMINISTRATION TO MICE FOLLOWED BY ITS LOCALIZATION IN THE BRAIN

**Покровская Л.А., Загулова Д.В., Ботвин В.В., Твердохлебов С.И., Больбасов Е.Н.** ПОДХОДЫ К ПРЕОДОЛЕНИЮ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА. НОВЫЕ СРЕДСТВА ДОСТАВКИ АКТИВНЫХ СУБСТАНЦИЙ  
Pokrovskaya Liubov A., Zagulova Diana V., Botvin Vladimir V., Tverdokhlebov Sergei I., Bolbasov Evgeny N. APPROACHES TO OVERCOMING THE BLOOD-BRAIN BARRIER. NEW MEANS OF DELIVERY OF ACTIVE SUBSTANCES

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Белослудцева Н.В., Белослудцев К.Н., Миронова Г.Д.** РОЛЬ ПАЛЬМИТАТ/CA<sup>2+</sup>-ИНДУЦИРОВАННОЙ ПОРЫ В МЕХАНИЗМАХ ВЫХОДА CA<sup>2+</sup> И K<sup>+</sup> ИЗ МИТОХОНДРИЙ В ОБМЕН НА H<sup>+</sup>  
Belosludtseva Natalia V., Belosludtsev Konstantin N., Mironova Galina D. THE INVOLVEMENT OF THE PALMITATE/Ca<sup>2+</sup>-INDUCED PORE IN THE MECHANISMS OF OUTPUT OF Ca<sup>2+</sup> AND K<sup>+</sup> FROM MITOCHONDRIA IN EXCHANGE FOR H<sup>+</sup>

**Бойко С.С., Жердев В.П., Шевченко Р.В., Колясникова К.Н.** ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФАРМАКОКИНЕТИКИ НООПЕПТА И ЕГО АКТИВНОГО МЕТАБОЛИТА – ЦИКЛОПРОЛИЛГЛИЦИНА В СРАВНЕНИИ С ПИРАЦЕТАМОМ  
Boyko Svetlana S., Zherdev Vladimir P., Shevchenko Roman V., Gribakina Oxana G. EXPERIMENTAL STUDY OF PHARMACOKINETICS OF NOOPEPT AND ITS ACTIVE METABOLITE – CYCLOPROLYLGLYCINE IN COMPARABLE WITH PIRACETAM

**Вахвийнен М.С., Юдин М.А., Кряжевских А.А., Быкова А.Ф., Колесников А.М.** ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ ПАРАДОКСАЛЬНОЙ АГРЕССИИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НЕЙРОАКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ В МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ ДОЗАХ  
Vakhviyaynen Mariya S., Yudin Mikhail A., Kryazhevskikh Aleksey A., Bykova Anna F., Kolesnikov Aleksandr M. THE PROBLEM OF STUDYING PARADOXICAL AGGRESSION ON THE APPLICATION OF NEUROACTIVE PREPARATIONS IN SMALL AND ULTRA-LOW DOSES

**Габова А.В., Федосова Е. А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.** ВЛИЯНИЕ ЭТОСУКСИМИДА НА ПИК-ВОЛНОВЫЕ РАЗРЯДЫ У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ  
Gabova Alexandra.V., Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla.B., Sarkisova Karine.Yu. EFFECTS OF ETHOSUXIMIDE ON THE SPIKE-WAVE DISCHARGES IN WAG/RIJ RATS WITH GENETIC ABSENCE EPILEPSY

**Коваленок Т.В., Чепелюк А.А., Сюняков Т.С., Метлина М.В., Дорофеева О.А., Незнамов Г.Г.** ВЛИЯНИЕ АФОБАЗОЛА® НА КОГНИТИВНЫЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ У БОЛЬНЫХ С ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМ ТРЕВОЖНЫМ РАССТРОЙСТВОМ  
Kovalenok T.V., Chepelyuk A.A., Syunyakov T.S., Metlina M.V., Dorofeeva O.A., Neznamov G.G. THE INFLUENCE OF AFOBAZOL® ON COGNITIVE AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF PATIENTS WITH GENERALIZED ANXIETY DISORDER

**Лопатина В.Ф., Ганопольский В.П.** УСКОРЕНИЕ АДАПТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ГИПОКСИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ  
Lopatina Vera F., Ganapolsky Vyacheslav P. ADAPTACION OF ATHLETES IN HYPOXIA IN THE HIGH MOUNTAINS

**Мурзина Г.Б., Пивоваров А.С.** МОДУЛЯЦИИ НООПЕПТОМ И ПИРАЦЕТАМОМ ВЫЗВАННОГО АЦЕТИЛХОЛИНОМ ВХОДЯЩЕГО ТОКА И ДЕПРЕССИИ ХОЛИНОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОНОВ

Murzina Galina B., Pivovarov Arkady S. NOOPEPT AND PIRACETAM MODULATION OF CAUSED BY ACETYLCHOLINE INPUT CURRENT AND DEPRESSION OF NEURON CHOLIN SENSITIVITY

**Султанова К.Т., Мирошников М.В., Агацарская Я.В., Мальцев Д.В., Корнилов В.И., Яковлев Д.С., Спасов А.А.** АНКСИОЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО 5-НТ2А-АНТАГОНИСТА В ТЕСТЕ «ПРИПОДНЯТЫЙ КРЕСТООБРАЗНЫЙ ЛАБИРИНТ»

Sultanova K.T., Miroshnikov M.V., Agatsarskaya Y.V., Maltsev D.V., Kornilov V.I., Yakovlev D.S., Spasov A.A. ANXIOLYTIC PROPERTIES OF NEW 5-HT<sub>2A</sub>-ANTAGONIST IN THE "ELEVATED PLUS MAZE" TEST

**Тимофеева М.Р., Лукина С.А.** ВЛИЯНИЕ ЦЕРЕБРОВЕНТРИКУЛЯРНОГО И СИСТЕМНОГО ВВЕДЕНИЯ ДОПАМИНА НА НЕРЕСПИРАТОРНЫЕ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Timofeeva M.R., Lukina S.A. EFFECT OF CEREBROVENTRICULAR AND SYSTEMIC ADMINISTRATION OF DOPAMINE ON NONRESPIRATORY FUNCTIONS OF THE LUNGS

**Юкина Г.Ю., Сухорукова Е.Г., Полушин Ю.С., Полушин А.Ю.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ ВО ВСЕХ СЛОЯХ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ПРИ АНЕСТЕЗИИ СЕВОФЛУРАНОМ

Yukina Galina Yu., Sukhorukova Elena G., Polushin Yury S., Polushin Alexey Yu. MORPHO-FUNCTIONAL CHANGES IN NEURONS OF ALL CEREBELLAR CORTEX LAYERS INDUCED BY SEVOFLURANE ANESTHESIA

## **Воздействие физических факторов различной природы на нервную систему Effects of various physical factors on the nervous system**

### **Устные доклады**

**Белов О.В., Белокопытова К.В., Базян А.С.** О МЕХАНИЗМАХ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ ЭНГРАММЫ ПАМЯТИ

Belov Oleg, Belokopytova Ksenia, Bazyan Ara. ON THE MECHANISMS OF RADIATION-INDUCED DISORDER IN THE MEMORY ENGRAM

**Белокопытова К.В., Белов О.В., Базян А.С.** ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СЕТИ МОЗГА И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Belokopytova Ksenia, Belov Oleg, Bazyan Ara. HIERARCHICAL BRAIN NETWORKS AND THEIR ROLE IN RADIATION-INDUCED COGNITIVE IMPAIRMENT

**Гусева О.В., Орлов В.И., Руденко М., Шихлярова А., Сухов А., Кириченко Е., Филиппова С., Зернов В., Македонский Д., Мамбергер К., Руденко С.** МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЛИЯНИЙ НА МЕМБРАННЫЕ СИСТЕМЫ НЕЙРОНОВ И КАРДИОМИОЦИТОВ

**Емануйлов А.И., Порсева В.В., Маслюков П.М.** ВЛИЯНИЕ АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОГО ВЫВЕШИВАНИЯ И НАЧАЛЬНОГО ПЕРИОДА РЕАДАПТАЦИИ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУДНЫХ СПИНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕЙРОНОВ

Emanuilov A.I., Porseva V.V., Masliukov P.M. MORPHOFUNCTIONAL REARRANGEMENT OF SUBPOPULATIONS OF CALBINDIN AND CALRETININ-IMMUNOREACTIVE INTERNEURONS OF THE SPINAL CORD OF MICE DURING THE RECOVERY PERIOD AFTER THE HYPOGRAVITATIONAL MOTOR SYNDROME

**Зобова Л.Н., Миллер Н.В., Рошин В.Ю., Бадаква А.М.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНОЙ ИММЕРСИИ НА КОРКОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ РУКИ У ОБЕЗЬЯН

Zobova Ludmila N., Miller Natalia V., Roschin Vadim Y., Badakva Anatoli M. STUDY OF THE WATER IMMERSION EFFECT ON THE CORTICAL MECHANISMS FOR THE CONTROL OF HAND MOVEMENTS IN MONKEYS

**Керея А.В., Жаркова Л.П., Купцова А.Е., Большаков М.А., Кутенков О.П., Ростов В.В.** ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КОРТИКОСТЕРОНА В КРОВИ МЫШЕЙ В ПРОЦЕССЕ ДЕСЯТИДНЕВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСНЫМИ МИКРОВОЛНАМИ

Kereya Anna V., Zharkova Loubov P., Kuptsova Anita E., Bolshakov Michael A., Kutenkov Oleg P., Rostov Vladislav V. CORTICOSTERONE LEVEL DYNAMICS IN MICE BLOOD DURING 10 DAY EXPOSURE TO NANOSECOND MICROWAVE PULSES

**Копаладзе Р.А.** НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ЭПИЛЕПСИИ, ИНДУЦИРУЕМЫЕ УЛЬТРАЗВУКОМ И ВАКУУМ ДЕКОМПРЕССИЕЙ У КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ). ПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ АНТИКОНВУЛЬСАНТОВ

Kopaladze Revaz A. NEW EXPERIMENTAL MODEL OF REFLEX EPILEPSY INDUCED BY ULTRASOUND AND VACUUM DECOMPRESSION IN KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) RATS STRAIN. PROTECTIVE EFFECTS OF ANTICONVULSANTS

**Кохан В.С.** КОРТИКАЛЬНЫЙ ДИСБАЛАНС ГЛУТАМАТ/ГАМК ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Kokhan Viktor S. CORTICAL IMBALANCE OF GLUTAMATE/GABA UNDER THE COMBINED ACTION OF IONIZING RADIATIONS

**Лебедева-Георгиевская К.Б., Шахбазян Е.В., Митрофанова О.В.** ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МОНОАМИНОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ И ЭКСПРЕССИЮ РЯДА ГЕНОВ В ГИППОКАМПЕ, ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ И СТРИАТУМЕ У КРЫС  
Lebedeva-Georgievskaya K.B., Shakhbazyan E.V., Mitrofanova O.V. THE EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE CONTENT OF MONOAMINES AND THE EXPRESSION OF GENES IN THE HIPPOCAMPUS, PREFRONTAL CORTEX AND STRIATUM IN THE RATS BRAIN

**Литвинова Н.А., Трасковский В.В., Булатова О.В., Звягинцев П.Ю.** ВЛИЯНИЕ ОБЩЕЙ МОДЕЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА  
Litvinova Nadezhda A., Traskovsky Vyacheslav V., Bulatova Olga V., Zvyagintsev Pavel Yu. THE IMPACT OF GENERAL VIBRATION ON HUMAN

**Радков И.В., Плехова Н.Г., Зиновьев С.В.** МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕОКОРТЕКСА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ  
Radkov Ivan V., Plekhova Natalia G., Zinoviev Sergey V. MORPHOFUNCTIONAL CHANGES IN NEOCORTEX IN EXPERIMENTAL TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Сидоренко А.В., Солодухо Н.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМОЦИИ СТРАХА ОПЕРАТОРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ШУМОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
Sidorenko Alevtina V., Solodukho Nikita A. INVESTIGATION OF FEAR EMOTION OF THE OPERATOR INFLUENCED BY ELECTROMAGNETIC NOISE RADIATION

**Сороко С.И., Рожков В.П., Трифонов М.И.** ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ КАК МАРКЕРЫ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ОСТРОЙ ГИПОКСИИ  
Soroko Svyatoslav I., Rozhkov Vladimir P., Trifonov Mikhail I. INTEGRAL PARAMETERS OF STRUCTURE FUNCTION OF MULTICHANNEL EEG AS MARKERS OF INDIVIDUAL SUSTAINABILITY UNDER ACUTE HYPOXIA

**Хорсева Н.И., Аль-Курди О.Р., Григорьев П.Е., Марахова В.А.** "ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ" ПРОСТОЙ СЛУХОМОТОРНОЙ РЕАКЦИИ И РЕЖИМ ПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫМ ТЕЛЕФОНОМ  
Khorseva N.I., Al'-Kurdi O.R., Grigoriev P.E., Marakhova V.A. "LATERAL PROFILES" OF A SIMPLE AUDIO-MOTOR REACTION AND THE MODE OF USING A MOBILE PHONE

**Чичёва М.М., Мальцев А.В., Кохан В.С.** ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ АНАЛОГИЧНОГО КОСМИЧЕСКОМУ НА ПОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ  
Chicheva Mariya M., Maltsev Andrey V., Kohan Viktor S. STUDYING OF THE SPACE IONIZING RADIATION EFFECT ON THE LABORATORY MICE BEHAVIOR

**Шихлярова А.И., Жукова Г.В., Гончарова А.С., Орлов В.И., Сухов А.Г., Франциянц Е.М., Нескубина И.В., Жадобина А.И., Брагина М.И., Протасова Т.П., Лукбанова Е.А.** СИГНАЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ НАРУШЕНИЙ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ ПРИ РАЗВИТИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ ОПУХОЛИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ НЕЙРОГЕННОЙ БОЛИ  
Shikhliarova Alla I., Zhukova Galina V., Goncharova Anna S., Orlov Valery I., Sukhov Alexander G., Frantsiyants Elena M., Neskubina Irina V., Zhadobina Anastasia I., Bragina Marina I., Protasova Tatyana P., Lukbanova Ekaterina A. SIGNAL DIAGNOSTIC MARKERS OF SELF-ORGANIZATION PROCESSES DISORDERS IN THE DEVELOPMENT OF A MALIGNANT TUMOR ON THE BACKGROUND OF CHRONIC NEUROGENIC PAIN

**Шошина И.И., Соснина И.С., Зеленский К.А., Карпинская В.Ю., Ляховецкий В.А.** ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МАГНОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ И ПАРВОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ  
Shoshina I.I., Sosnina I.S., Zelensky K.A., Karpinskaya V.Yu., Lyakhovetsky V.A. FUNCTIONAL CONDITION OF MAGNOCELLULAR AND PAROCELLULAR NEURAL SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF MICROGRAVITATION

### Стендовые доклады

**Булгакова Я.В., Яковлев В.Н.** ПРОЦЕССЫ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ МОЗГА ПРИ МНОГОКРАТНЫХ СЕАНСАХ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ  
Bulgakova Yaroslava V., Yakovlev Viktor N. PROCESSES OF PEROXIDAL OXIDATION OF BRAIN LIPIDS AT MULTIPLE SESSIONS OF HYPERBARIC OXYGENATION

**Колесникова И.А., Буденная Н.Н., Северюхин Ю.С., Ляхова К.Н., Утина Д.М., Lalkovičova М., Иванов А.А.** ВЛИЯНИЕ ПРОТОНОВ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС  
Kolesnikova Inna A., Budennaya Natalia N., Severiukhin Yurii S., Lyakhova Kristina N., Utina Dina M., Lalkovičova Maria, Ivanov Alexander A. THE EFFECT OF PROTON IRRADIATION ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE RAT BRAIN

**Радков И.В., Кольцов С.В., Радкова Л.И., Плехова Н.Г.** КОРРЕКЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ ФЕНОТИП ЖИВОТНЫХ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ  
Radkov Ivan V., Koltsov Sergey V., Radkova Ludmila I., Plekhova Natalia G. CORRECTITIONAL EFFECT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE BEHAVIORAL PHENOTYPE OF ANIMALS IN TRAUMATIC BRAIN INJURY MODEL

**Сигалева Е.Э., Гришин В.И., Мацнев Э.И., Марченко Л.Ю.** ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК В СОЧЕТАНИИ С ДЫХАТЕЛЬНЫМИ СМЕСЯМИ КИСЛОРОДА И ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ В ЦЕЛЯХ ОТОПРОТЕКЦИИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ И ШУМОВОЙ ПРОФПАТОЛОГИИ  
Sigaleva Elena, Grishin Victor, Matsnev Eduard, Marchenko Liliia. PROSPECT FOR THE USE OF THE METHOD OF INTERVAL HYPOXIC TRAINING IN COMBINATION WITH BREATHING GAS MIXTURES OF OXYGEN AND INERT GASES FOR OTOPROTECTION IN CLINICAL PRACTICE AND NOISE OCCUPATIONAL PATHOLOGY

**Шишкина Л.Н., Климович М.А., Козлов М.В.** РЕГУЛЯЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ В НОРМЕ И ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
Shishkina Lyudmila N., Kozlov Mikhail V., Klimovich Mikhail A. REGULATION OF THE OXIDATIVE PROCESSES IN THE BRAIN LIPIDS OF MICE IN NORM AND UNDER RADIATION ACTION

**Яковлева М.А., Ляхова К.Н., Утина Д.М., Виноградова Ю.В., Колесникова И.А., Фельдман Т. Б., Островский М.А.** ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТАВ И ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА БИСРЕТИНОИДОВ В СЕТЧАТКЕ И РЕТИНАЛЬНОМ ПИГМЕНТНОМ ЭПИТЕЛИИ ГЛАЗА МЫШИ  
Yakovleva M.A., Lyakhova K.N., Utina D.M., Vinogradova U.V., Kolesnikova I.A., Feldman T.B., Ostrovsky M.A. EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE COMPOSITION AND FLUORESCENT PROPERTIES OF BISRETINOIDS IN RETINA AND RETINAL PIGMENT EPITHELIUM OF EYES OF THE MOUSE

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Аллахвердиева А.А., Аллахвердиев А.Р., Бабаев Э.С.** СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН В ПРОЦЕССЕ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДНИ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНОЙ ВОЗМУЩЕННОСТЬЮ  
Allakhverdieva A.A., Allakhverdiev A.R., Babaev E.S. STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN OF ELDERLY WOMEN IN THE PROCESS OF MENTAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF VARIOUS HELIOGEOMAGNETIC DISTURBANCES

**Безгачева Е.А., Бигдай Е.В., Самойлов В.О.** СОСТОЯНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТДЕЛОВ ОБОНЯТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ  
Bezgacheva Ekaterina A., Bigday Elena V., Samoilov Vladimir O. PERIPHERAL AND CENTRAL PARTS OF THE OLFACTORY ANALYZER STATE IN THE ACUTE HYPOXIC HYPOXIA CONDITIONS

**Берестин Д.К., Афаневич И.А., Игнатенко Ю.С., Лупынина Е.Ю.** ГИПОТЕРМИЯ И ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ГРУПП  
Berestin Dmitriy K., Afanevich Ivan A., Ignatenko Yuliya S., Lupynina Yekaterina Yu. HYPOTHERMIA AND THE PROBLEM OF HOMOGENEITY OF GROUPS

**Васильева В.В., Абдурахманова А.А., Мороз Г.А.** ВЛИЯНИЕ САНАТОРНЫХ ФАКТОРОВ ЕВПАТОРИЙСКОГО КУРОРТА НА СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ТОНЗИЛОГЕННОЙ КАРДИОПАТИЕЙ  
Vasilyeva V.V., Abdurakhmanova A.A., Moroz G.A. INFLUENCE OF SANATORIUM-RESORT FACTORS OF THE EVRAPORIAL RESORT ON THE CONDITION OF PATIENTS WITH TONSILOGENIC CARDIOPATHY

**Горбунов Д.В., Горбунова М.Н., Булатов И.Б., Горбунов С.В.** ОДНОРОДНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В РАМКАХ ТЕРМОДИНАМИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ I.R. PRIGOGINE  
Gorbunov Dmitriy V., Gorbunova Marina N., Bulatov Idosif B., Gorbunov Sergey V. HOMOGENEITY OF PARAMETERS OF THE HUMAN NEUROMUSCULAR SYSTEM UNDER STATIC LOAD IN THE FRAMEWORK OF THE THERMODYNAMICS OF NON-EQUILIBRIUM SYSTEMS BY I.R. PRIGOGINE

**Гусева Н.Л.** ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ГЕМОЛИКВОРОДИНАМИКУ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ПАТТЕРНАМ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ  
Guseva Nadezhda L. THE EFFECT OF OSCILLATORY POSTURAL LOADS ON HEMO-LIQUOR-DYNAMICS OF THE BRAIN BY EEG PATTERNS

**Сагиров А.Ф., Гусева Н.Л., Сергеев Т.В.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОЛИКВОРОДИНАМИКИ НА РИТМЫ ЭЭГ ПРИ ПАССИВНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ  
Sagirov Arlan F., Guseva Nadezhda L., Sergeev Timofei V. THE STUDY OF CHANGES IN THE BLOOD AND CEREBROSPINAL FLUID CIRCULATIONS IMPACTING THE RHYTHMS OF THE EEG DURING PASSIVE POSTURAL LOADS

**Сарычев А.С., Шимановская Я.В.** ДИНАМИКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ У ВАХТОВЫХ РАБОЧИХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА КАК МАРКЕР РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ УТОМЛЕНИЯ  
Sarychev Aleksandr S., Shimanovskaya Ynina V. THE DYNAMICS OF PSYCHOLOGICAL CONDITION IN THE STATEMENT OF THE ARCTIC REGIONAL WORKING REGIONS AS A MARKER OF DEVELOPING FATIGUE

**Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.** ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ  
Sechin Dmitry I., Tambovtseva Ritta V. INFLUENCE NORMOBARIC HYPOXIA ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL COMPONENT OF MENTAL PERFORMANCE IN ATHLETES

**Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., Скиданова А.А., Марахова В.А.** ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ РЯДОВ ДАННЫХ ЛОНГИТЮДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Khorseva N.I., Grigoriev P.E., Skidanova A.A., Marakhova V.A. ISSUES OF PROCESSING LONGITUDINAL RESEARCH OF DATA SERIES

## **Онтогенез и филогенез нервной системы Ontogenesis and philogenesis of the nervous system**

### **Стендовые доклады**

**Конькова М.С., Малиновская Е.М., Вейко Н.Н., Ершова Е.С., Мартынов А.В., Шмарина Г.В., Долгих О.А., Вейко Р.В., Агафонова О.Н., Умрюхин П.Е., Костюк С.В.** ВАРИАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ САТЕЛЛИТА 3 (1Q12) В ГЕНОМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СТАРЕНИИ  
Konkova Marina S., Malinovskaya Elena M., Veiko Natalia N., Ershova Elizaveta S., Martynov Andrey V., Shmarina Galina V., Dolgikh Olga A., Veiko Roman V., Agafonova Oksana N., Umriukhin Pavel E., Kostyuk Svetlana V. SATELLITE 3 (1Q12) CONTENT VARIATION IN THE HUMAN GENOME WITH AGING

**Панкова Т.М., Тарасова А.Е., Колосова Н.Г., Старостина М.В.** ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МШИСТЫХ ВОЛОКОН У КРЫС ЛИНИИ ОХYS В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ  
Pankova Tatyana M., Starostina Marina V., Tarasova Anna E. PECULIARITIES IN THE DEVELOPMENT OF MOSSY FIBERS IN OXYS RATS IN EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS

**Шадрина М.М., Маслюков П.М.** КАЛЬБИНДИН- И КАЛЬРЕТИНИН-ИММУНОРЕАКТИВНЫЕ МЕТАСИМПАТИЧЕСКИЕ НЕЙРОНЫ КИШКИ В ОНТОГЕНЕЗЕ  
Shadrina Maria M., Maslukov Petr M. CALBINDIN-AND CALRETININ-IMMUNOREACTIVE METASOMATIC NEURONS RUT'S IN ONTOGENESIS

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Аксенова Л.Е., Сидорова Н.А., Зыкин П.А., Ткаченко Л.А.** ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА  
Axenova Lubov E., Sidorova Nadezhda A., Zykin Pavel A., Tkachenko Lubov A. ANALYSIS OF FETAL HUMAN BRAIN LIPID COMPOSITION

**Бартош Т.П., Бартош О.П.** ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ АБОРИГЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ  
Bartosh Tatiana P., Bartosh Olga P. AGE-RELATED PECULIARITIES OF NEURODYNAMIC INDICATORS OF ADOLESCENT GIRLS OF THE ABORIGINAL POPULATION OF RUSSIA'S NORTHEAST

**Васильева В.А., Шумейко Н.С.** ЦИТОАРХИТЕКТОНИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЕЙ КОРЫ ЮНОШЕЙ  
Vasilyeva Valentina A., Shumejko Nina S. CYTOARCHITECTONICS OF THE MOTOR AND THE POSTERIOR ASSOCIATIVE ZONES OF THE HUMAN CEREBRAL CORTEX IN YOUTH

**Порсева В.В., Маслюков П.М.** ГИСТОТОПОГРАФИЯ И МОРФОМЕТРИЯ ВЕНТРАЛЬНОГО РОГА ГРУДНОГО СПИННОГО МОЗГА В ПОСТНАТАЛЬНОМ РАЗВИТИИ БЕЛОЙ КРЫСЫ  
Porseva Valentina V., Masliukov Petr M. HISTOTOPOGRAPHY AND MORPHOMETRY OF THE VENTRAL HORN OF THE THORACIC SPINAL CORD IN THE POSTNATAL DEVELOPMENT OF WHITE RATS

**Цехмистренко Т.А., Мазлоев А.Б., Черных Н.А.** АСИММЕТРИЯ ТОЛЩИНЫ КОРЫ В НИЖНЕЙ ПОЛУЛУННОЙ ДОЛЬКЕ МОЗЖЕЧКА НА ЭТАПЕ РАННЕГО ДЕТСТВА  
Tsekhmistrenko Tatyana A., Mazloev Aslan B., Chernykh Nicolas A. ASYMMETRY OF CORTICAL THICKNESS IN THE INFERIOR SEMILUNAR LOBULE OF CEREBELLUM AT THE EARLY CHILDHOOD

## Нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга; регенерация нервной системы Neurodegenerative diseases and cerebral tumor; regeneration of the nervous system

### Устные доклады

**Алесенко А.В.** УЧАСТИЕ СФИНГОЛИПИДОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
Alessenko Alisa V. PARTICIPATION OF SPHINGOLIPIDS IN PATHOGENESIS OF NEURODEGENERATIVE DISEASES

**Боровец И.Р., Мухин В.Н., Сизов В.В., Павлов К.И., Клименко В.М.** ФАЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕКРЕТОРНОЙ АКТИВНОСТИ В ПРИЛЕЖАЮЩЕМ ЯДРЕ МОЗГА КРЫС В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ  $\beta$ -АМИЛОИДА  
Borovets Ivan R., Mukhin Valery N., Sizov Vadim V., Pavlov Konstantin I., Klimenko Viktor M. PHASIC VARIATIONS IN SECRETORY ACTIVITY IN RAT NUCLEUS ACCUMBENS IN THE PRESENCE OF INCREASED AMYLOID BETA PEPTIDE LEVEL

**Галков М.Д., Гуляев М.В., Киселева Е.В., Горбачева Л.Р.** КОМПЛЕКСНАЯ СТРАТЕГИЯ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПОСЛЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ ИШЕМИИ У МЫШЕЙ  
Galkov Maksim D., Gulyaev Mikhail V., Kiseleva Ekaterina V., Gorbacheva Lyubov R. A COMPREHENSIVE STRATEGY FOR THE EVALUATION OF BRAIN DAMAGE AFTER PHOTOTHROMBOSIS-INDUCED ISCHEMIA IN MICE

**Морозова Л.В., Лукина С.Ф., Шагров Л.Л.** ВЛИЯНИЕ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ НА ДИНАМИКУ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С СПАСТИЧЕСКОЙ ДИПЛЕГИЕЙ  
Morozova Lyudmila V., Lukina Svetlana F., Shagrov Leonid L. THE IMPACT OF THE REHABILITATION PROGRAM ON THE DYNAMICS OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF YOUNGER STUDENTS WITH SPASTIC DIPLEGIA

**Назаретян А.Ш., Кожина Е.А., Филев А.Д., Конькова М.С., Каменева Л.В., Ершова Е.С., Шмарина Г.В., Малиновская Е.М., Писарев В.М., Вейко Н.Н., Костюк С.В.** ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОЙ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК НА ОБРАЗОВАНИЕ РАЗРЫВОВ ДНК В КЛЕТКАХ ГЛИОМЫ ЧЕЛОВЕКА  
Nazaretyan Ashot S., Kozhina Ekaterina A., Filev Anton D., Konkova Marina S., Kameneva Larisa V., Ershova Elizaveta S., Shmarina Galina V., Malinovskaya Elena M., Pisarev Vladimir M., Veiko Natalya N., Kostyuk Svetlana V. EFFECT OF OXIDIZED CELL-FREE DNA ON DNA BREAKS IN HUMAN GLIOMA CELLS

**Хидиятова И.М., Ахметгалеева А.Ф., Сайфуллина Е.В., Янкина М.А., Идрисова Р.Ф., Магжанов Р.В., Хуснутдинова Э.К.** ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОЙ МУТАЦИИ В ГЕНЕ ТУБУЛИНА-БЕТА КЛАССА 2А (*TUBB2A*) У ПАЦИЕНТОВ С АУТОСОМНО-ДОМИНАНТНОЙ СПАСТИЧЕСКОЙ ПАРАПЛЕГИЕЙ  
Khidiyatova Irina M., Akhmetgaleyeva Aliya F., Saifullina Elena V., Yankina Mariya A., Idrisova Rimma F., Magzhanov Rim V., Khusnutdinova Elza K. IDENTIFICATION OF A NEW MUTATION IN THE BETA TUBULIN ISOTYPE A GENE (*TUBB2A*) IN PATIENTS WITH AUTOSOMAL DOMINANT SPASTIC PARAPLEGIA

**Шупик М.А., Гутнер У.А., Мазур Д.М., Малошицкая О.А., Резвых А.П., Соколов С.А., Устюгов А.А., Фуников С.Ю., Алесенко А.В.** ИЗМЕНЕНИЕ СФИНГОЛИПИДНОГО ПРОФИЛЯ В МОДЕЛИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА  
Shupik Maria A., Funikov Sergey Yu., Gutner Ulyana A., Maloshitskaya Olga A., Mazur Dmitry M., Rezvykh Alexander P., Sokolov Sergey A., Ustyugov Alexey A., Alessenko Alice V. THE CHANGE OF SPHINGOLIPID PROFILE IN THE MODEL OF AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS

**Щулькин А.В., Черных И.В., Якушева Е.Н., Есенина А.С., Гриданарь М.М.** ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ Р-ГЛИКОПРОТЕИНА В ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОМ БАРЬЕРЕ НА ФОНЕ ПАРКИНСОНОВСКОГО СИНДРОМА  
Shchulkin Aleksey V., Chernykh Ivan V., Yakusheva Elena N., Esenina Anna S., Gradinar Maria M. FUNCTIONAL ACTIVITY OF R-GLYCOPROTEIN IN BLOOD-BRAIN BARRIER DURING PARKINSON'S DISEASE

### Стендовые доклады

**Михальчик И.О., Омельченко В.П.** НЕЛИНЕЙНОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОМ СКЛЕРОЗЕ  
Mihalchich Irina O., Omelchenko Vitaly P. NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAM IN MULTIPLE SCLEROSIS

**Рыбакова В.П., Жидкова Н.М., Белоусова И.И., Бабаев А.А., Тарабыкин В.С.** ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВЫХ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ МЫШЕЙ, ПРОЯВЛЯЮЩИХ ПРИЗНАКИ ЭПИЛЕПСИИ  
Rybakova Vera P., Zhidkova Natalia M., Belousova Irina I., Babaev Alexey A., Tarabykin Victor C. IDENTIFICATION OF NEW MUTANT LINES OF MICE EXHIBITING SIGNS OF EPILEPSY

**Сидорук К.Н., Устюгов А.А.** КЛЕТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОТЕИНОПАТИЙ  
Sidoruk Krystsina N., Ustyugov Aleksey A. EXPERIMENTAL CELL MODELS FOR PROTEINOPATHIES

**Ярец М.Ю., Шарова Е.В., Ениколопова Е.В., Смирнов А.С., Болдырева Г.Н., Конакова Т.А., Зайцев О.С.** ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ (НА МОДЕЛИ ЗАДАЧИ СЧЕТА) ПРИ ОПУХОЛЕВОМ ПОРАЖЕНИИ ПРАВОЙ ЛОБНОЙ ДОЛИ  
Yarets Maria Y., Sharova Elena V., Enikolopova Elena V., Smirnov Alexander S., Boldyreva Galina N., Konakova Tatyana A., Zaitsev Oleg S. FEATURES OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF EXECUTIVE FUNCTIONS (ON THE MODEL OF SILENT COUNTING TASK) AT TUMOR DAMAGE OF RIGHT FRONTAL LOBE

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Аббасова К.Р., Зыбина А.М., Харченко Ю.С., Максименко О.О., Осипова Н.С., Гельперина С.Э.** ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВВЕДЕНИЯ КАРБАМАЗЕПИНА, ВКЛЮЧЕННОГО В ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ, НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС  
Abbasova Kenul R., Zybina Anna M., Kharchenko Yuliya S., Maksimenko Olga O., Osipova N.S., Gelperina Svetlana E. THE EFFECT OF CHRONIC ADMINISTRATION OF CARBAMAZEPINE INCORPORATED INTO POLYMER NANOPARTICLES ON THE BEHAVIOR OF RATS

**Варламова А.Г., Языков К.Г., Дуйбанова Ю.В.** ПРОБЛЕМА ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА  
Varlamova Anastasia G., Yazikov Konstantin G., Duibanova Yuliya V. PROBLEM OF DEPRESSIVE CONDITIONS IN PATIENTS WITH ALZHEIMER'S DISEASE

**Кудабаева М.С., Ходанович М.Ю., Глазачева В.Ю., Губский И.Л., Наместникова Д.Д., Ярных В.Л.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНАХ ДЕМИЕЛИНИЗАЦИИ НА МОДЕЛИ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА У КРЫС  
Kudabayeva Marina S., Khodanovich Marina Yu., Glazacheva Valentina Yu., Gubskiy Ilya L., Namestnikova Darya D., Yarnykh Vasily L. THE STUDY OF RECOVERY PROCESSES IN THE REGIONS OF DEMYELINATION IN THE MODEL OF ISCHEMIC STROKE IN RATS

**Потрясова А.Н.** РАННЕЕ ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПОСТУРАЛЬНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА  
Potryasova A.N. EARLY DETECTION AND EVALUATION OF POSTURAL INSTABILITY IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

## **Нейробиология сна-бодрствования Neurobiology of sleep-wakefulness**

### **Стендовые доклады**

**Украинцева Ю.В., Левкович К.М., Салтыков К.А., Антипов В.В., Белов Д.А., Нижник А.Н.** ВЛИЯНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ НОЧНОГО СНА НА РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ. СВЯЗЬ С СЕКРЕЦИЕЙ МЕЛАТОНИНА  
Ukrainitseva Yulia V., Liukovich Krystsina M., Saltykov Konstantin A., Antipov Vladislav V., Belov Dmitriy A., Nizhnik Alexander N. SELECTIVE SLOW-WAVE SLEEP SUPPRESSION AFFECTS WORKING MEMORY. THE ROLE OF MELATONIN SECRETION

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Жукова А.В., Кашка Л.Р., Богданова А.М., Залата О.А., Евстафьева Е.В.** ХАРАКТЕРИСТИКИ СНА ЗДОРОВЫХ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПОЛА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАНТАНОИДОВ В ВОЛОСАХ  
Zhukova A.V., Kashka L.R., Bogdanova, A.M., Zalata O.A., Evstafieva E.V. THE SLEEP CHARACTERISTICS OF THE HEALTHY DIFFERENT GENDER STUDENTS AND THE CONTENT OF LANTHANIDES IN THE HAIR

**Швец-Тэнэа-Гурий Т.Б., Трошин Г.И.** ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ ВО ВРЕМЯ ПАРАДОКСАЛЬНОГО СНА

## **Санокреатология, формирование и поддержание психического здоровья Sanocreatology, formation and maintenance of mental health**

### **Устные доклады**

**Фурдуй Ф.И., Чокинэ В.К., Врабие В.Г., Вуду В.Г., Георгиу З.Б., Киливерди А.М.** РОЛЬ ЭМОЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ  
Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Vrabie Valeria G., Vudu Victoria G., Gheorghiu Zinaida B., Chiliverdi Alexandra M. THE ROLE OF EMOTIONS IN THE FORMATION OF MENTAL HEALTH

**Чокинэ В.К., Глижин А.Г., Березовская Е.С., Булат О.В., Головатюк Л.Б., Тросиненко А.В., Федаш В.В., Нофит В.А.** ПОВЕДЕНИЕ КАК СПОСОБ ПРОЯВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ  
Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Berezovskaia Elena S., Bulat Olga V., Golovatiuc Liudmila B., Trosinenco Andrei V., Fedas Vasile V., Nofit Victoria A. BEHAVIOR AS A WAY OF MENTAL HEALTH MANIFESTATION

### Стендовые доклады

**Березовская Е.С., Лупашко Ю.А., Гараева С.Н., Постолати Г.В.** ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА АМИНОКИСЛОТ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ HBV ЭТИОЛОГИИ  
Berezovskaia Elena S., Lupasco Iulia A., Garaeva Svetlana N., Postolati Galina V. PARTICULARITIES OF AMINO ACID METABOLISM IN PATIENTS WITH CHRONIC VIRAL HEPATITIS HBV ETIOLOGY

**Соболева И.В., Горелов В.Ю.** ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ВНИМАНИЯ КАК ИНДИКАТОРЫ УРОВНЯ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ  
Soboleva Irina.V., Gorelov Vadim.Y. CHARACTERISTICS OF VOLUNTARY ATTENTION AS INDICATORS OF MENTAL HEALTH LEVEL

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Листопадова Л.А., Гарбузняк А.А.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЦЕЛЯХ ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ  
Furdui Teodor I., Sheptitsky Vladimir A., Listopadova Liudmila A., Garbuzniac Anastasia A. USE OF FLAVONOIDS TO MAINTAIN MENTAL HEALTH

**Чокинэ В.К., Фурдуй В.Ф., Леорда А.И., Бачу А.Я., Житарь Ю.Н., Ботнару Н.Д.** РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОЯВЛЕНИИ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ  
Ciochina Valentina Ch., Furdui Vlada T., Leorda Ana I., Baciuc Anatol Ia., Jitari Iurii N., Botnaru Nicolai D. THE ROLE OF COMMUNICATION IN THE FORMATION AND MANIFESTATION OF MENTAL HEALTH

**Штирбу Е.И., Березовская Е.С., Тросиненко А.В., Булат О.В.** СТРЕСС КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РАЗВИТИЕ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ  
Shtirbu E.I., Berezovskaia E.S., Trosinenco A.V., Bulat O.V. STRESS AS A FACTOR INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF MENTAL HEALTH IN CHILDREN

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Антипов А. В.** НЕЙРОЭТИКА И ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ: ТОЧКИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ  
Antipov Aleksei V. NEUROETHICS AND MENTAL HEALTH: POINTS OF CONTACT

## Методология психофизиологических исследований Methodology of the psychophysiological investigations

### Устный доклад

**Филатова О.Е., Еськов В.М., Григорьева С.В., Снигирев А.С., Хвостов Д.Ю.** НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В МЕТОДОЛОГИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ВЫБОРОК  
Filatova Olga E., Yeskov Valeriy M., Grigorieva Svetlana V., Snigirev Aleksey S., Hvostov Dmitriy Yu. NEW DIRECTION IN THE METHODOLOGY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESEARCH: THE PROBLEM OF HOMOGENEITY OF SAMPLES

### Стендовые доклады

**Горбачева А.К., Федотова Т.К., Кулагина Н.Н.** АССОЦИАЦИИ СОМАТИЧЕСКИХ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ДЕВУШЕК (ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ)  
Gorbacheva Anna K., Fedotova Tatiana K., Kulagina Nina N. ASSOCIATIONS OF SOMATIC, PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL PARAMETERS OF FEMALES (FACTOR ANALYSIS)

**Рамендик Д.М.** ОБУЧЕНИЯ САМОРЕГУЛЯЦИИ ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМИ ТЕМПЕРАМЕНТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БОС ИЛИ ЕЕ ИМИТАЦИИ  
Ramendik D.M. TRAINING THE SELF-REGULATION OF PEOPLE WITH DIFFERENT TEMPERAMENTS WITH THE USE OF BOSE OR ITS IMITATION

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Александров А.Ю., Уплисова К.О., Иванова В.Ю.** ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫЗВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕМОРА, ВОЗНИКАЮЩИХ В ОТВЕТ НА ПЕРВОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ СЕНСОРНЫХ СТИМУЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТЬЮ  
Aleksandrov Aton Yu., Uplisova Kseniya O., Ivanova Viktoriia.Yu. EVOKED PHYSIOLOGICAL TREMOR DYNAMICS ON THE FIRST-TIME EXPOSITION OF VISUAL STIMULI WITH DIFFERENT EMOTIONAL SIGNIFICANCE



**Безденежных Б.Н., Гулина Е.М., Пальцев А.Б.** ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ  
Bezdenzhnykh Boris N., Gulina Elena M., Paltcev Alexander B. THE STUDY OF THE MECHANISMS OF BEHAVIORAL CONSEQUENCES

**Берловская Е.Е., Черкасова О.П., Ожередов И.А., Адамович Т.В., Исайчев Е.С., Исайчев С.А., Макуренок А.М., Вараксин А.Н., Гатилов С.Б., Куренков Н.И., Черноризов А.М., Шуринов А.П.** НОВЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО АНАЛИЗУ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦА В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ  
Berlovskaya Elena E., Cherkasova Olga P., Ozheredov Ilya A., Adamovich Timofey V., Isaychev Eugene S., Isaychev Sergei A., Makurenkov Alexander M., Varaksin Alexander N., Gatilov Sergei B., Kurenkov Nikolai I., Chernorizov Alexander M., Shkurinov Alexander P. NEW REMOTE METHOD FOR DIAGNOSTICS OF HUMAN PSYCHOEMOTIONAL STATES BY ANALYSIS OF TERAHERTZ IMAGES

**Гардина Д.В.** ФЕНОМЕН СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОГНИТИВНОЙ НЕЙРОНАУКИ: МЕТОДОЛОГИЯ МНОГОУРОВНЕВОГО АНАЛИЗА  
Gardina Diana V. THE PHENOMENA OF SOCIAL BEHAVIOR IN RESEARCH OF COGNITIVE NEUROSCIENCE: THE METHODOLOGY OF MULTYLEVEL ANALYSIS

**Дадашев Ф.Г., Аллахвердиев А.Р., Дадашева К.Г.** ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
Dadashev Fuad H., Allahverdiev Ali R., Dadasheva Kamala G. AN INTERACTIVE SYSTEM FOR ESTIMATING FUNCTIONAL RELIABILITY OF A HUMAN OPERATOR BASED ON PSYCHO-PHYSIOLOGICAL DATA

**Дробница И.П.** СТРУКТУРНО-АКТИВАЦИОННО-НЕЙРОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАМЕНТА (SAN\_T)  
Drobnitsa Irina P. STRUCTURAL-AROUSAL-NEUROCHEMICAL MODEL OF TEMPERAMENT (SAN\_T)

**Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю.** УСПЕШНОСТЬ БАЗОВОЙ ЭНДОХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ И ЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕНА У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СИТУАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ  
Klimenko Alexey V., Pertsov Sergey S., Yakovenko Igor Yu. SUCCESS OF THE BASIC ENDOSURGICAL TRAINING AND ITS PHYSIOLOGICAL PENALTY IN PEOPLE WITH VARIOUS LEVELS OF SITUATIONAL ANXIETY

**Кондашевская М.В.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС ВИСТАР ПОСЛЕ ПСИХОГЕННОГО СТРЕССА  
Kondashevskaya Marina V. APPLYING OF A NEW MODELS AND METHODS FOR TESTING OF RAT'S BEHAVIOR AFTER PSYCHOGENIC STRESS

**Пилечева А.В., Микадзе Ю.В., Черноризов А.М., Скворцов А.А., Трошина Е.М., Исайчев С.А.** МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССАХ НАЗЫВАНИЯ ПРЕДМЕТА И СООТНЕСЕНИЯ НАЗВАНИЯ С ПРЕДМЕТОМ  
Pilecheva Adita V., Mikadze Iurii V., Chernorizov Aleksandr M., Skvortsov Anatolii A., Troshina Elena M., Isaichev Sergei A. MODELS AND METHODS OF INFORMATION PROCESSING IN THE PROCESS OF NAMING OF THE SUBJECT AND CORRELATING THE NAME WITH THE OBJECT

**Слаповская О.И., Патюков А.Г.** МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА  
Slapovskaya Oksana I., Patyukov Aleksandr G. METHODOLOGICAL FEATURES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL EXAMINATION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE

## Клиническая нейродиагностика Clinical neurodiagnostics

### Устные доклады

**Агранович О.Е., Баиндурашвили А.Г., Петрова Е.В., Трофимова С.И., Коченова Е.А., Габбасова Е.Л.** ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННЫМ МНОЖЕСТВЕННЫМ АРТРОГРИПОЗОМ

**Ефимова В.Л., Николаев И.В., Ефимов О.И., Резник Е.Н.** ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ ДИСФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ В ОБУЧЕНИИ  
Efimova Victoria L., Nikolaev Igor V., Efimov Oleg I., Reznik Ekaterina N. VESTIBULAR DYSFUNCTION IN CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIES

**Ефимова В.Л., Рожков В.П., Лысова И.А., Ефимов О.И.** АКУСТИЧЕСКИЕ СТЕБЛОВЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ПОДТВЕРЖДАЮТ УЛУЧШЕНИЕ ОБРАБОТКИ СЛУХОВЫХ СИГНАЛОВ ПОСЛЕ АУДИОТРЕНИНГА ПО МЕТОДУ А. ТОМАТИСА У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Efimova Victoria L., Rozhkov Vladimir P., Lysova Irina A., Efimov Oleg I. BRAINSTEM AUDITORY EVOKED POTENTIALS CONFIRM IMPROVEMENT OF AUDITORY PROCESSING AFTER TRAININGS BY A. TOMATIS METHOD IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

**Росин Ю.А., Непрокина Е.В., Ефимов О.И.** НАРУШЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ВЕНОЗНОГО ОТТОКА У ДЕТЕЙ С АЛАЛИЕЙ

Rosin Y.A., Neprokina E.V., Efimov O.I. INTRACRANIAL VENOUS OUTFLOW IMPAIRMENT IN CHILDREN WITH LANGUAGE DELAY

**Рощин В.Ю., Павлова О.Г., Селионов В.А., Солопова И.А., Хатькова С.Е.** ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВОСПРИЯТИЯ ОДНОСУСТАВНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПОД ЗРИТЕЛЬНЫМ КОНТРОЛЕМ И БЕЗ НЕГО У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ

Roschin Vadim Y., Pavlova Olga G., Selionov Victor A., Khatkova Svetlana.E. OBJECTIVE ASSESSMENT OF SINGLE-JOINT MOVEMENTS PERCEPTION UNDER OR WITHOUT VISUAL CONTROL IN HEALTHY SUBJECTS AND POST-STROKE PATIENTS

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Бондарчук В.И.** ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ СНА

Bondarchuk V.I. ELECTROPUNCTURE DIAGNOSTICS AND ELECTROPUNCTURE THERAPY IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH SLEEP DISORDERS

**Бондарчук В.И.** ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ УЛЬТРАВЫСОКОЧАСТОТНАЯ РЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НЕВРАЛГИЕЙ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА

Bondarchuk V.I. ELECTROMAGNETIC ULTRAHIGH-FREQUENCY REFLEX THERAPY IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH NEURALGIA TRIGEMINAL NERVE

**Бондарчук В.И., Щербинин К.А.** ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНЫЙ МИКРОИОНОФОРЕЗ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ЭКСТРАПИРАМИДНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ

Bondarchuk V.I., Scherbinin K.A. ELECTROPUNCTURE DIAGNOSTICS AND ELECTROPUNCTURE MICROIONOPHORESIS IN COMPLEX REHABILITATION OF PATIENTS WITH EXTRAPYRAMIDAL DISORDERS

**Климанова С.Г., Трусова А.В., Березина А.А.** ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ СОСТОЯНИЯ РЕЛАКСАЦИИ, КОНЦЕНТРАЦИИ И ПРОСМОТРА АЛКОГОЛЬ-АССОЦИИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ

Klimanova Svetlana G., Trusova Anna V., Berezina Anna A. THE STUDY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF RELAXATION, CONCENTRATION, AND VIEWING OF ALCOHOL RELATED STIMULI IN PATIENTS WITH ALCOHOL USE DISORDER

**Лисова Н.А., Спиридонова М.С., Муллер Т.А., Черенёва Е.А.** К ПРОБЛЕМЕ ДИАГНОСТИКИ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ СИНДРОМЕ ИРЛЕН

Lisova Nadezhda A., Spiridonova Mariya S., Muller Tat'yana A., Cherenyova Elena A. TOWARD THE PROBLEM OF DIAGNOSIS NEUROPHYSIOLOGICAL DYSFUNCTION IN THE IRLLEN SYNDROME

**Протасова О.В., Добрынина Л.А., Калашникова Л.А., Губанова М.В., Максимова И.А., Крупянский Ю.Ф.** ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ДИСБАЛАНСОМ В СИСТЕМЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА И РАЗВИТИЕМ СТРУКТУРНЫХ ДЕЗИНТЕГРАЦИЙ В ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИЯХ

Protasova Olga V., Dobrynina Larisa A., Kalashnikova Ludmila.A., Gubanova Maria V., Maksimova Irina A., Krupyanskiy Yurii F. A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE IMBALANCE IN THE SYSTEM OF MACRO- AND MICROELEMENT HOMEOSTASIS AND THE DEVELOPMENT OF STRUCTURAL DESINTEGRATION IN CEREBRAL ARTERIES

**Сайфутдинов М.С., Щурова Е.Н., Рябых С.О.** ПРОБЛЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РИСКА РАЗВИТИЯ ЯТРОГЕННЫХ МОТОРНЫХ РАССТРОЙСТВ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Saifutdinov M.S., Shchurova E.N., Ryabykh S.O. THE PROBLEM OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE RISK LEVEL OF IATROGENIC MOTOR DISORDERS DEVELOPMENT AFTER SURGICAL CORRECTION OF SPINAL DEFORMITY ACCORDING TO THE RESULTS OF NEUROPHYSIOLOGICAL CONTROL

**Торшин Д.В.** СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ

Torshin Dmitry V. STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN VASCULAR ENDOTHELIUM IN YOUNG PATIENT WITH EPILEPSY

## Нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях Nanotechnologies and nanomaterials in biomedical research

### Устные доклады

**Жукова Г.В., Шихлярова А.И., Златник Е.Ю., Протасова Т.П., Брагина М.И.** ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ЭФФЕКТА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА

Zhukova Galina V., Shikhliarova Alla I., Zlatnik Elena Yu., Protasova Tatiana P., Bragina Marina I. POTENTIAL OF THE ENHANCEMENT OF ANTITUMOR EFFECT INDUCED BY MAGNETITE NANOPARTICLES

**Крючкова А.В., Лосева Е.В., Логинова Н.А., Панов Н.В., Иноземцев А.Н., Руссу Л.И., Мезенцева М.В.** ПИЩЕПОИСКОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПРИВЕС МАССЫ ТЕЛА У КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ОДНОСЛОЙНЫХ И МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МАЛОЙ ДОЗЕ

Kruchkova Alina V., Loseva Elena V., Loginova Nadezhda A., Panov Nikolay V., Inozemtsev Anatoly N., Russu Leonid I., Mezentseva Marina V. FOOD-SEARCH BEHAVIOR AND BODY WEIGHT GAIN IN RATS WITH CHRONIC INTRANASAL INJECTION OF A SMALL DOSE OF SINGLE-WALLED AND MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES

**Лосева Е.В., Логинова Н.А., Панов Н.В., Крючкова А.В., Руссу Л.И., Мезенцева М.В.** СИМПТОМЫ АТИПИЧНОГО ТРЕВОЖНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ПРИПОДНЯТОМ КРЕСТООБРАЗНОМ ЛАБИРИНТЕ У КРЫС ПРИ ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МАЛОЙ ДОЗЕ

Loseva Elena V., Loginova Nadezhda A., Panov Nikolay V., Kruchkova Alina V., Russu Leonid I., Mezentseva Marina V. SYMPTOMS OF ATYPICAL ANXIETY BEHAVIOR IN ELEVATED PLUS MAZE IN RATS WITH ACUTE AND CHRONIC INTRANASAL INTRODUCTION OF A SMALL DOSE OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES

**Плехова Н.Г., Степанюгина А.К., Радьков И.В., Радькова Л.И.** КЛЕТОЧНО-МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРОФИЛЛИНА ПРИ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ

Plekhova Natalia G., Stepanyugina Alexandra K., Radkov Ivan V., Radkova Ludmila I. CELL-MOLECULAR MECHANISMS OF EFFECT CHLOROPHYLLIN DERIVATIVES IN PHOTODYNAMIC THERAPY CANCER

**Попова Н.Р., Колманович Д.Д., Щербakov А.Б., Попов А.Л., Иванов В.К.** ПЕРСПЕКТИВЫ БИОМЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ГАФНИЯ

Popova Nelli R., Kolmanovich Danil D., Shcherbakov Alexander B., Popov Anton L., Ivanov Vladimir K. BIOMEDICAL PROSPECTS OF HAFNIUM OXIDE NANOPARTICLES

### Стендовые доклады

**Горшенев В.Н., Ольхов А.А., Яковлева М.А.** КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ФОРМАМИ

Gorshenev V.N., Olkhov A.A., Yakovleva M.A. CALCIUM PHOSPHATE POLYMER COMPOSITIONS WITH DRUG FORMS

**Кузнецова А.И., Митрошина Е.В., Мищенко Т.А., Широкова О.М., Ведунова М.В.** БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ СКАФФОЛДЫ ДЛЯ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ И НЕЙРОРЕГЕНЕРАЦИИ

Kuznetsova Alisa I., Mitroshina Elena V., Mishchenko Tatyana A., Shirokova Olesya M., Vedunova Maria V. BIODEGRADABLE SCAFFOLDS FOR NEUROTRANSPLANTATION AND NEUROREGULATION

**Львова М.Н., Шевелев О.Б., Сердобинцева В.В., Калинин Д.В., Орловская И.А., Топоркова Л.Б., Завьялов Е.Л., Мордвинов В.А., Августинович Д.Ф.** ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ SiO<sub>2</sub> НА ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ, ВЫЗВАННЫЕ ИНФЕКЦИОННЫМ ФАКТОРОМ

Lvova Maria N., Shevelev Oleg B., Serdobintseva Valentina V., Kalinin Dmitriy V., Orlovskaya Irina A., Toporkova Ludmila B., Zavvyalov Evgeniy L., Mordvinov Viatcheslav A., Avgustinovich Damira F. SILICON DIOXIDE NANOPARTICLES AFFECT PATHOLOGICAL APPEARANCES IN THE BRAIN CAUSED BY INFECTIOUS FACTOR

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Екимова И.А., Ерофеев В.И., Тимофеева Л.П., Огнева Т.П.** НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОСОРБЕНТОВ ДЛЯ ЭНТЕРОСОРБЦИИ

Ekimova I.A., Erofeyev V.I., Timofeeva L.P., Ogneva T.P. NEW OPPORTUNITIES OF USING NANOSORBENTS FOR ENTEROSORPTION

**Черенков И.А., Мымрина А.Ю., Сергеев В.Г.** ЭЛЕКТРОАКТИВНЫЙ ЛПС-СОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ «КЛЕТКА-НА-ЧИПЕ»

Cherenkov Ivan A., Mymrina Anna U., Sergeev Valery G. ELECTROACTIVE LPS-CONTAINING MATERIAL TO STUDY FOR "CELL-ON-CHIP"

## **Актуальные проблемы нейропсихологии Actual problems of the neuropsychology**

### **Устный доклад**

**Казакова Е.В., Соколова Л.В.** ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С КЕСАРЕВЫМ СЕЧЕНИЕМ В АНАМНЕЗЕ

Kazakova Elena V., Sokolova Ludmila V. PSYCHOLOGICAL HEALTH CHARACTERISTICS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS WITH CAESAREAN SECTION IN ANAMNESIS

### **Стендовые доклады**

**Казакова Е.В.** ФОРМИРОВАНИЕ ПСИХОМОТОРНОГО ТЕМПА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ

Kazakova Elena V. THE PSYCHOMOTOR TEMP FORMATION OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN DIFFERENT CONDITIONS OF FAMILY EDUCATION

**Левицкая Т.Е., Атаманова И.В., Козлова Н.В.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ НАРУШЕНИЕМ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Levitskaya Tatiana Ye., Atamanova Inna V., Kozlova Natalia V. PSYCHOLOGICAL REHABILITATION POTENTIAL OF PATIENTS WITH ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENTS

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Будыка Е.В.** НЕЙРОПСИХОЛОГИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СОПРОВОЖДЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Budyka E.V. NEUROPSYCHOLOGY OF INDIVIDUAL DIFFERENCES AND SOLVING PROBLEMS OF SPORTS ACTIVITY SUPPORT

**Ляксо Е.Е., Фролова О.В., Городной В.А., Григорьев А.С., Николаев А.С.** КОММУНИКАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА, СИНДРОМОМ ДАУНА И УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ

Lyakso Elena E., Frolova Olga V., Gorodnyi Viktor A., Grigorev Aleksey S., Nikolaev Aleksandr N. COMMUNICATIVE SKILLS OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS, DOWN SYNDROME, AND MENTAL RETARDATION

**Хмелькова М.А.** ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СНИЖЕНИЯ СИМПТОМОВ СИНДРОМА ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ У ДОШКОЛЬНИКОВ

Khmelkova Marina A. PSYCHOLOGICAL CONDITIONS FOR REDUCING THE SYMPTOMS OF ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER IN PRESCHOOL CHILDREN

## **Нейрокомпьютеры Neurocomputers**

### **Устные доклады**

**Дианов В.В., Савельев А.В.** КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ И ПСИХОЛОГИИ ВОСПРИЯТИЯ АУДИОВИЗУАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Dianov Vladislav V., Saveliyev Alexander V. CONCEPTUAL BASES OF NEUROPHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY OF PERCEPTION OF AUDIOVISUAL WORKS

**Кобляков А.А.** ПОЛИРАЗМЕРНОСТЬ, СОЗНАНИЕ, ЭСТЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Koblyakov Alexander A. POLYDIMENSIONALITY, CONSCIOUSNESS, AESTHETIC MODELING

**Савельев А.В.** КТО И ЗАЧЕМ УНИЧТОЖАЕТ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ: РАЗРАБОТКА, ПРИМЕНЕНИЕ»?

Saveliev Alexander V. WHO AND FOR WHAT DESTROYS THE SCIENTIFIC JOURNAL "NEUROCOMPUTERS: DEVELOPMENT, APPLICATION"?

**Савельев А.В.** К ВОПРОСУ СУЩЕСТВОВАНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ

Saveliev Alexander V. TO THE QUESTION OF THE EXISTENCE OF NEUROCOMPUTERS

**Цыганков В.Д.** О НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ БУДУЩЕГО

**Шульгина Г.И.** ТОРМОЖЕНИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ, ИМИТИРУЮЩИХ РАБОТУ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Shulgina G.I. INHIBITION AS THE NECESSARY FACTOR OF THE ORGANIZATION OF BEHAVIOUR AND CREATION OF THE MODELS IMITATING WORK OF THE NERVOUS SYSTEM

### Стендовый доклад

**Константинов К.В., Леонова М.К., Константинова К.К.** ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕДУР БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Konstantinov Konstantin V., Leonova Maria K., Konstantinova Ksenia K. BIOACOUSTIC CORRECTION PROCEDURES IMPACT ON ARTERIAL PRESSURE PARAMETERS

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шейдер А.Д., Иванова Н.В.** НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ 1-ГО ТИПА И НЕЙРО-ЭВМ

Yeskov Valeriy V., Bashkatova Yuliya V., Sheyder Aleksey D., Ivanova Natalya V. UNCERTAINTY OF 1-ST TYPE AND NEURO-COMPUTER

**Лещёв С.В.** ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НЕЙРОРАЦИОНАЛЬНОСТЬ КАК ИНТЕРФЕЙС

Leshchev Sergey V. ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE INTERFACE OF NEURORATIONALITY

**Степанян И.В.** ПРИНЦИПЫ НЕЙРОМОРФНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗНАКОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ

Stepanyan Ivan V. PRINCIPLES OF NEUROMORPHIC MODELING OF SIGN PROCESSES IN LIVING SYSTEMS

**Федулина А.А., Жаринов А.И., Крылова Н.П., Лобов С.А.** МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Fedulina Anastasia A., Zharinov Alexey I., Krylova Nadia P., Lobov Sergey A. SPATIAL MEMORY MODEL WITH POSITIVE AND NEGATIVE REINFORCEMENT

4 июня

June 4

### СИМПОЗИУМ

**Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма**  
**Central mechanisms of cardiovascular regulation, clinical and applied aspects for analysis of heart rate variability**

**Руководители – Николай Борисович Суворов, Аркадий Леонидович Максимов, Лилия Владимировна Поскотинова**

### Устные доклады

**Лещенко Д.Б., Бондарева В.С., Сергеев Т.В., Ярмош И.В., Суворов Н.Б.** ВЛИЯНИЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Leshchenko Daria B., Bondareva Valeria S., Sergeev Timofey V., Yarmosh Irina V., Suvorov Nikolai B. THE INFLUENCE OF POSTURAL EFFECTS AND PHYSICAL EXERCISES ON THE HEART RATE VARIABILITY

**Максимов А.Л., Борисенко Н.С.** ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ КАРДИОРИТМА И ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЮНОШЕЙ-ВАГОТОНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

Maximov A.L., Borisenko N.S. INFORMATIVITY OF PARAMETERS OF VARIABILITY OF CARDIORHYTHM AND DISPERSION MAPPING AT EVALUATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF YOUNGSTERS WITH VAGOTONY GOING IN FOR SPORTS

**Малтусова Е.В., Похачевский А.Л., Умрюхин А.Е.** СПОСОБЫ И ВАРИАНТЫ ПРОГНОЗА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Maltusova Evgenia V., Pokhachevsky Andrei L., Umryukhin Aleksey E. METHODS AND OPTIONS FOR THE PREDICTION OF PHYSICAL PERFORMANCE

**Прянишникова Т.В., Шандыбина Н.Д., Куропатенко М.В., Сергеев Т.В., Гусева Н.Л., Шабров А.В., Суворов Н.Б.** ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

Pryanishnikova Tatiana V., Shandybina Natalia D., Kuropatenko Maria V., Sergeev Timofey V., Guseva Nadezhda L., Shabrov Alexander V., Suvorov Nikolay B. INDIVIDUAL AND TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HEART RATE VARIABILITY DURING OSCILLATORY POSTURAL LOADS

**Филатова Д.Ю., Оразбаева Ж.А., Головачева Е.А., Мнацаканян Ю.В.** ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛЯЦИИ КАРДИОРИТМА

Filatova D.Yu., Golovacheva Ye.A., Orazbaeva Zh. A., Mnatsakanian Yu.V. HIERARCHICAL SYSTEM OF CARDIORHYTHM REGULATION

### Стендовые доклады

**Поскотинова Л.В., Заборский О.С., Кривоногова О.В., Ворошилов А.В.** ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В РЕЖИМЕ БИОУПРАВЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКЕ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ У ПОДРОСТКОВ 14-15 ЛЕТ

Poskotinova Liliya V., Zaborsky Oleg S., Krivonogova Olga V., Voroshilov Alexandr V. AUTONOMIC NERVOUS REGULATION OF THE HEART RATE AT HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK DURING PHYSICAL TRAINING OF HIGH-SPEED POWER QUALITIES IN ADOLESCENTS 14-15 YEARS

**Похачевский А.Л., Умрюхин А.Е., Малтусова Е.В., Лапкин М.М., Акулина М.В.** ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЛЯ ПРОГНОЗА ПЕРЕНОСИМОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Pokhachevsky Andrey L., Umryukhin Alexey E., Maltusova Evgenia V., Lapkin Mikhail M., Akulina Maria V. THE IMPORTANCE OF THE PHYSIOLOGICAL VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM FOR PREDICTION OF THE EXERCISE TOLERANCE

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Башкатова Ю.В., Нувальцева Я.Н., Фадюшина С.И., Воробей О.А.** ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Bashkatova Yulia V., Nuvaltseva Yana N., Fadyushina Svetlana I., Vorobey Olesya A. INFLUENCE OF INDUSTRIAL ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

**Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Лебедева М.А., Полякова М.В., Черепов А.Б., Яковенко Е.Н., Крганов М.Ю.** АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В КРАТКОВРЕМЕННЫХ АРКТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЯХ

Pankova Nataliya B., Alchinova Irina B., Lebedeva Marina A., Polyakova Margarita V., Cherepov Anton B., Yakovenko Elena N., Karganov Mikhail Yu. ADAPTIVE SHIFTS IN THE INDICATORS OF HEART RATE VARIABILITY AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY DURING SHORT TERM ARCTIC EXPEDITIONS

**5 июня**

**June 5**

**СИМПОЗИУМ**

**Интерфейс мозг-компьютер**

**Brain-Computer Interface**

**Руководитель – Александр Алексеевич Фролов**

### Устные доклады

**Бобров П.Д., Фролов А.А., Бiryukова Е.В., Сильченко А.В., Кондур А.А., Джалагония И.З.** АКТИВНОСТЬ МОЗГА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР: СЛУЧАЙ ПАЦИЕНТА С ТЯЖЕЛЫМ ПОРАЖЕНИЕМ

Bobrov Pavel D., Frolov Alexander A., Biryukova Elena V., Sil'chenko Anna V., Kondur Anna A., Dzhalogoniya Indiko Z. BRAIN ACTIVITY RELEVANT TO CONTROLLING BRAIN COMPUTER INTERFACE: CASE OF A PATIENT WITH SEVERE LESION

**Боброва Е.В., Решетникова В.В., Вершинина Е.А., Гришин А.А., Фролов А.А., Герасименко Ю.П.** УСПЕШНОСТЬ ВООБРАЖЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ И ПСИХО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДИВИДУУМА

Bobrova Elena V., Reshetnikova Varvara V., Vershinina Elena A., Grishin Alexander A., Frolov Alexander A., Gerasimenko Yury P. THE SUCCESS OF MOVEMENT IMAGINATION AND PSYCHO-PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE INDIVIDUUM

**Зайцева Е.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Кондур А.А., Иловайская А.О.** ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ИМК + ЭКЗОСКЕЛЕТ» В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ИНСУЛЬТА

Zaytseva Elena V., Isakova Elena V., Kotov Sergey V., Kondur Anna A., Ilovayskaya Anna O. POSSIBILITIES OF USING MULTIMODAL STIMULATION USING THE "BCI + EXOSKELETON" IN THE REHABILITATION OF PATIENTS AFTER CEREBRAL STROKE

**Кондур А.А., Котов С.В., Турбина Л.Г., Фролов А.А., Бiryukова Е.В., Бобров П.Д., Иванова Г.Е., Бушкова Ю.В., Мокиенко О.А., Люкманов Р.Х.** КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОИНЖЕНЕРНОГО КОМПЛЕКСА ИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ-КОМПЬЮТЕР» И ЭКЗОСКЕЛЕТА КИСТИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ РУКИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МУЛЬТИЦЕНТРОВОГО РАНДОМИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛИРУЕМОГО КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Kondur Anna A., Kotov Sergey V., Turbina Lidiya G., Frolov Alexander A., Biryukova Elena V., Bobrov Pavel D., Ivanova Galina E., Bushkova Yulia V., Mokienko Olesya A., Lyukmanov Roman Kh. THE CLINICAL EFFICACY OF USING A BRAIN-COMPUTER INTERFACE BIO-ENGINEERING COMPLEX AND AN EXOSKELETON BASED ON THE RESULTS OF A MULTICENTER RANDOMIZED CONTROLLED CLINICAL TRIAL

**Лужин А.О.** ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПК «НЕЙРОЧАТ»

**Лускова Ю.С.** ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОФИДБЭКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ  
Luskova Yuliya S. PROSPECTS OF NEUROFIDBEK APPLICATION FOR OPTIMIZATION OF COGNITIVE PROCESSES

**Решетникова В.В., Боброва Е.В., Гришин А.А., Фролов А.А., Герасименко Ю.П.** ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА ВООБРАЖЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ НА УРОВЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»

Reshetnikova Varvara V., Bobrova Elena V., Grishin Alexander A., Frolov Alexander A., Gerasimenko Yury P. THE EFFECT OF LONG PSYCHOPHYSIOLOGICAL TRAINING OF MOVEMENT IMAGINATION ON ATTENTION CONCENTRATION DURING BRAIN-COMPUTER INTERFACE CONTROL

**Фролов А.А., Керечанин Я.В., Бобров П.Д., Федотова И.Р.** ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ УПРАВЛЕНИИ НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННЫМ НА ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИЙ

Frolov Alexander A., Kerechanin Jaroslav V., Bobrov Pavel D., Fedotova Irina R. SOURCES OF ELECTROPHYSIOLOGICAL BRAIN ACTIVITY DURING CONTROLLING NONINVASIVE BRAIN-COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY

### Стендовый доклад

**Бирюкова Е.А., Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Непритимова Е.А.** ВЛИЯНИЕ ТРЕНИНГОВ С БИОУПРАВЛЕНИЕМ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ВОЛОНТЕРОВ

Birukova Elena A., Chuyan Elena N., Dzeldubaeva Elviza R., Nepritimova Elena A. THE INFLUENCE OF THE SUPPORTIVE REACTION BIOFEEDBACK TRAININGS ON VOLUNTEERS ORGANISM FUNCTIONAL STATE

### Мастер-класс

в рамках симпозиума «Интерфейс мозг компьютер»

### МЕТОДЫ ТРЕНИРОВКИ ВООБРАЖЕНИЯ И ВНИМАНИЯ В ВОСТОЧНЫХ ПРАКТИКАХ

ФГБУН Институт физиологии РАН им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия

Руководитель – Елена Вадимовна Боброва

**Боброва Е.В.** МЕТОДЫ ТРЕНИРОВКИ ВООБРАЖЕНИЯ И ВНИМАНИЯ В ВОСТОЧНЫХ ПРАКТИКАХ

Bobrova Elena V. METHODS OF TRAINING OF IMAGINATION AND OF ATTENTION IN EASTERN PRACTICES

6 июня

June 6

### СИМПОЗИУМ

Музыка и мозг

Music and Brain

Руководитель – Александр Александрович Кобляков

### Устные доклады

**Кобляков А.А.** МУЗЫКА, ТЕКСТ, СОЗНАНИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Koblyakov Alexander A. MUSIC, TEXT, CONSCIOUSNESS IN TERMS OF AESTHETIC MODELING

**Korsakova-Kreyn Marina** EMBODIED COGNITION IN MUSIC

**Петренко Т.И., Базанова О.М., Кабардов М.К., Кондратенко А.В., Малисова Д.В.** ВЫЯВЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВНО-ИЗМЕРЯЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ МУЗЫКАЛЬНО-ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО ДВИЖЕНИЯ

Petrenko Tatiana I., Bazanova Olga M., Kabardov Muhamed K., Kondratenko Anna V., Malisova Daria V. IDENTIFICATION OF OBJECTIVELY – MEASURABLE INDICATORS OF OPTIMAL MUSIC PERFORMANCE MOVEMENT.

**Попов В.А.** ПАРАДОКС ФОРТЕПИАННОГО ТУШЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФОРТЕПИАННОГО МАСТЕРА И ФИЗИОЛОГА

Popov Vladimir A. PIANO TOUCH PARADOX FROM THE POINT OF VIEW OF TUNER AND PHYSIOLOGIST

**Шипкова К.М., Журавкина И.В.** ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ В СЕНСОРНО-ОБОГАЩЕННОЙ СРЕДЕ

Shipkova Karine M., Zhuravkina Irina V. SPEECH RECOVERY IN APHASIA IN A SENSORY-ENRICHED ENVIRONMENT

### Стендовый доклад

**Ковалева А.В.** КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И ЧУВСТВО РИТМА

Kovaleva Anastasia V. COGNITIVE FUNCTIONS AND RHYTHM PERCEPTION AND REPRODUCTION

### Заочное участие (только публикация тезисов)

**Алмаев Н.А., Мурашева О.В., Скорик С.О.** АФФИНИТЕТ МЕЖДУ СУБЪЕКТИВНЫМИ ОЦЕНКАМИ И МОЩНОСТЬЮ РИТМОВ ЭЭГ В РАЗЛИЧНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ ПРИ ПРОСЛУШИВАНИИ АКУСТИЧЕСКИХ СТИМУЛОВ  
Almayev Nickolay A., Murasheva Olga V., Skorik Stanislav O. ELECTIVE AFFINITY BETWEEN SUBJECTIVE EVALUATIONS AND POWER OF EEG RHYTHMS IN DIFFERENT LEADS WHILE HEARING OF ACOUSTIC STIMULI

**Вербенко П.С., Залата О.А.** ВЛИЯНИЕ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКИ РАЗНОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У СТУДЕНТОВ  
Verbenko Polina S., Zalata Olga A. INFLUENCE OF LISTENING TO MUSIC OF DIFFERENT STYLES TO CONDITION OF SHORT TERM MEMORY MEDICAL STUDENTS

**Гузеев О.А.** ЗВОНКАЯ МОНЕТА-КЛЮЧ И ТРАНСМЕРНЫЙ ПЕРЕХОД  
Guzeyev O.A. RINGING KEY COIN AND A TRANSDIMENSIONAL TRANSITION

**Степанян И.В., Хуссейн А.А., Петухов С.В.** МЕТОД СОНИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МЕХАНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ  
Stepanyan Ivan V., Khussein Abobakr A., Petoukhov Sergey V. SONIFICATION METHOD FOR SOLVING BIOMECHANICAL PROBLEMS

**7-8 июня**

**June 7-8**

**СИМПОЗИУМ**

**Актуальные вопросы нейрофилософии**

**Actual questions of neurophilosophy**

**Руководители – Валерий Григорьевич Кузнецов, Анатолий Витальевич Чусов,  
Олег Эдуардович Петруня**

#### Устные доклады

**Базян А.С.** ВОЗМОЖНОЕ ОПОСРЕДОВАННОЕ ОПИСАНИЕ СОЗНАНИЯ И ПРОЦЕССЫ МОЗГА  
Bazyan Ara S. POSSIBLE INDIRECT DESCRIPTION OF CONSCIOUSNESS AND BRAIN PROCESSES

**Баксанский О.Е.** КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ  
Baksanskiy Oleg E. COGNITIVE PROCESSES OF EDUCATION

**Ганиева Р.Р.** НЕЙРОНАУКИ И НОВЫЕ ПУТИ В ОБУЧЕНИИ (ОПЫТ ИСПАНИИ)  
Ganieva Regina R. NEUROSCIENCE AND NEW WAYS OF EDUCATION (SPANISH EXPERIENCE)

**Жульева Н.В.** КОНЦЕПТЫ ИНФОРМАЦИИ И САМООРГАНИЗАЦИИ – НАУКА ИЛИ ФИЛОСОФИЯ?  
Zhuleva Nina V. THE CONCEPTS OF INFORMATION AND SELF-ORGANIZATION – SCIENCE OR PHILOSOPHY?

**Зинченко Ю.П., Еськов В.М., Филатов М.А., Григорьева С.В.** КВАНТОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ СОЗНАНИЯ  
Zinchenko Yuriy P., Yeskov Valeriy M., Filatov Mikhail A., Grigorieva Svetlana V. QUANTUM SUBMISSIONS IN THE STUDY OF CONSCIOUSNESS

**Майленова Ф.Г., Киященко Л.П.** ИССЛЕДОВАНИЕ МОРАЛЬНОЙ ИНТУИЦИИ В РЕШЕНИИ ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ  
Mailenova Farida G., Kiyashchenko Larisa P. THE STUDY OF MORAL INTUITION IN THE SOLUTION OF AN EXISTENTIAL SITUATION

**Петруня О.Э.** НЕЙРОФИЛОСОФИЯ И НЕОМЕХАНИЦИЗМ  
Petrunia Oleg E. NEUROPHILOSOPHY AND NEOMECHANISM

**Сушин М.А.** БИОЛОГИЧЕСКИ ОСНОВАННЫЕ И ЭКСТЕРНАЛИСТСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПАМЯТИ: ПРОТИВОРЕЧИЕ ИЛИ ВЗАИМОДОПОЛНЕНИЕ?  
Sushchin M.A. BIOLOGICALLY BASED AND EXTERNALIST APPROACHES IN MEMORY STUDIES: CONTRADICTION OR COMPLEMENTARITY?

**Сушин М.А.** СИТУАТИВНОЕ И ВОПЛОЩЕННОЕ ПОЗНАНИЕ: УМЕРЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ  
Sushchin M.A. SITUATED AND EMBODIED COGNITION: A MODERATE INTERPRETATION

**Тищенко П.Д., Резник О.Н., Попова О.В.** ЭТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА «ПЕРЕСАДКИ ГОЛОВЫ»  
Tishchenko Pavel D., Reznik Oleg N., Popova Olga V. ETHICAL EVALUATION OF THE PROJECT "HEAD TRANSFER"



**Чернобровкина Т.В., Толоконников Г.К., Глушко А.А.** НЕЙРОФИЛОСОФИЯ И ПРОБЛЕМЫ БОЛЕЗНЕЙ ЗАВИСИМОСТИ

Chernobrovkina Tamara V., Tolokonnikov Georgy K., Glushko Anatoly A. NEUROPHILOSOPHY AND PROBLEMS OF ADDICTION DISEASES

**Чусов А.В.** О НЕКЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЙ СУБЪЕКТНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Chusov Anatoliy V. ON NON-CLASSICAL METHODOLOGICAL PROBLEMS OF RESEARCH OF SUBJECT REALITY

### **Заочное участие (только публикация тезисов)**

**Кузнецов В.Г.** ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ

Kuznetsov V.G. HISTORY OF DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF MIRROR NEURONS

**Муллин А.В.** ПСИХОЛОГИЯ ТОЛПЫ С ПОЗИЦИЙ АВТОАССОЦИАТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Mullin Alexander V. PSYCHOLOGY OF THE CROWD FROM THE POSITION OF THE AUTO-ASSOCIATIVE SYSTEM

**Муллин А.В.** О ФИЗИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Mullin Alexander V. PHYSICAL MECHANISMS OF THE EMERGENCE OF SUBJECTIVE PROCESSES

**Попова О.В., Резник О.Н.** УЛУЧШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И НЕЙРОХАКИНГ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНОГО КАПИТАЛИЗМА

Popova Olga V., Resnik Oleg N. HUMAN ENHANCEMENT AND NEUROHACKING IN THE CONTEXT OF COGNITIVE CAPITALISM

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ABSTRACTS OF REPORTS

### ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВВЕДЕНИЯ КАРБАМАЗЕПИНА, ВКЛЮЧЕННОГО В ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ, НА ПОВЕДЕНИЕ КРЫС

Аббасова Кенул Расим кызы<sup>1</sup>, Зыбина Анна Михайловна<sup>1</sup>, Харченко Юлия Сергеевна<sup>2</sup>, Максименко Ольга Олеговна<sup>3</sup>, Осипова Надежда Сергеевна<sup>3</sup>, Гельперина Светлана Эммануиловна<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Московский Государственный Университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия; <sup>2</sup> Московский медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова<sup>3</sup> Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева, [akenul@gmail.com](mailto:akenul@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m287.sudak.ns2019-15/49>

Пациенты с эпилепсией вынуждены хронически применять антиэпилептические препараты (АЭП). Ранее нами было показано увеличение эффективности препарата карбамазепина (КБЗ), включенного в наночастицы PLGA (КБЗ-НЧ) в 30 раз, по сравнению со свободной формой (КБЗ). Хроническое применение КБЗ может оказать влияние на поведение. Для КБЗ показаны нормотимические эффекты, а также снижение двигательной активности и тревожности. Изменение поведения при хроническом приеме КБЗ-НЧ в данном исследовании изучили впервые. Эксперимент проводили на крысах Wistar. Животным из 5 групп (n = 60) в течение 28 дней в хвостовую вену вводили следующие препараты: 1) КБЗ: карбамазепин (раствор в 10% Poloxamer 188) 30 мг/кг; 2) КБЗ-НЧ: КБЗ, включенный наночастицы PLGA (суспензия в 1% Poloxamer 188) 1 мг/кг; 3) ненагруженные наночастицы PLGA (плацебо) в 1% Poloxamer 188. Животные в контрольных группах получали физраствор или 10% Poloxamer 188. Поведение исследовали в тестах «открытое поле» (ОП), «приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ) и «Лабиринт Барнс».

Животные в группах, получавших плацебо, раствор Poloxamer 188 и физраствор, не отличались от контроля ни по одному из исследованных параметров. В тестах ОП и ПКЛ в группе КБЗ отличий от контроля выявлено не было. Крысы из группы КБЗ-НЧ в тесте ОП показали увеличение двигательной и исследовательской активности, а также снижение тревожности животных. В тесте ПКЛ эта же группа показала увеличение времени нахождения в светлых рукавах лабиринта, что также свидетельствует о снижении тревожности. В тесте «Лабиринт Барнс» животные из группы КБЗ-НЧ в процессе обучения дольше оставались на поверхности лабиринта, что связано с их пониженной тревожностью. Однако, они совершали меньше ошибок в финальном тестировании. Животные из группы КБЗ в процессе обучения не отличались от контроля, однако, в финальном тестировании больше времени тратили на поиск убежища.

Таким образом, мы показали, что КБЗ снижает обучаемость животных, в то время как КБЗ-НЧ не только повышает обучаемость, но и снижает тревожность, а также увеличивает двигательную и исследовательскую активность. Вероятно, такие эффекты связаны со способностью наночастиц изменять биораспределение препаратов в головном мозге.

### THE EFFECT OF CHRONIC ADMINISTRATION OF CARBAMAZEPINE INCORPORATED INTO POLYMER NANOPARTICLES ON THE BEHAVIOR OF RATS

Abbasova Kenul Rasim<sup>1</sup>, Zybina Anna Mikhailovna<sup>1</sup>, Kharchenko Yuliya Sergeevna<sup>2</sup>, Maksimenko Olga Olegovna<sup>3</sup>, Osipova Nadezhda Sergeevna<sup>3</sup>, Gelperina Svetlana Emmanuilovna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Moscow Lomonosov State University, Faculty of Biology, Moscow, Russia

<sup>2</sup>A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

<sup>3</sup>D.Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia, [akenul@gmail.com](mailto:akenul@gmail.com)

Patients with epilepsy chronically apply antiepileptic drugs (AEP). Long-term treatment with antiepileptic drugs may affect on behavior. For carbamazepine (CBZ), normothymotics effects, as well as a decrease in motor activity and anxiety, were shown. Previously we showed that binding of CBZ to the poloxamer 188-coated PLGA nanoparticles enabled a 30-fold increase of its anticonvulsive effect, as compared to the free drug. In this experiment we aimed to evaluate the effect of nanoparticle-bound carbamazepine (CBZ-NP) on behavior. The studies were carried out on male Wistar rats. At the beginning of the experiment rats were divided into five groups (n=60) and received intravenous injections of 1) CBZ ( carbamazepine substance, suspension in a 10% aqueous solution of Poloxamer 188) at dose of 30 mg / kg; 2) CBZ-NP (suspension in of 1% Poloxamer 188) at dose of 1 mg / kg; 3) PLGA bound nanoparticles (NP-placebo) in 1% Poloxamer 188. The control groups of rats received saline or 10% Poloxamer 188. Animal anxiety levels were assessed by using the open -field test (OFT), elevated plus maze (EPM) test and the Barnes maze was used to measure spatial learning and memory.

Administration of Poloxamer 188, empty nanoparticles (NP- placebo) and saline had no effect on any of parameters. Animals in the placebo groups, Poloxamer 188 solution and saline, did not differ from control in any of the parameters. Therefore, all the described effects refer to CBZ or CBZ-NP. The groups of animals treated with CBZ and saline did not differ from each other in the open field test. The groups of animals treated with CBZ-NP in open field test showed increasing of motor and exploratory activity, as well as center crossing, which indicates the decrease of anxiety. Rats treated with CBZ-NP demonstrated increasing time in the open arms in the elevated plus-maze, which also indicates a decrease of anxiety. Barnes maze data showed decreasing time in the escape tunnel for rats with CBZ-NP rats, due to their impaired anxiety. There was a significant effect of this group on latency to find the goal box in the Barnes maze in the final day of test. There were no significant changes in spatial leaning between rats with CBZ and control groups. However rats with treatment CBZ in the final day spent more time to find escape tunnel. Thus, we have shown that CBZ impairs the spatial learning of animals, while CBZ-NP not only improves learning, but also reduces anxiety, increases motor and exploratory activity. Thus, it may be hypothesized that the enhanced efficacy of CBZ-PLGA is due to the intracerebral distribution of the nanoparticles.

## ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА ПРОЛАКТИНА И ЕГО РЕГУЛЯТОРОВ В ГИПОФИЗЕ В МОДЕЛИ ХОЛЕСТАЗА БЕРЕМЕННЫХ

Абрамичева П.А.<sup>1</sup>, Смирнова О.В.<sup>1</sup>.

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия  
[abramicheva.polina@gmail.com](mailto:abramicheva.polina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m288.sudak.ns2019-15/50>

Пролактин (ПРЛ) является многофункциональным пептидом, участвующим в поддержании беременности и водно-солевого баланса. Пролактин выделяется лактотрофами гипофиза. Одним из основных негативных регуляторов продукции и секреции пролактина является дофамин. Известно, что у рецепторов пролактина и D2-рецепторов дофамина есть общие точки регуляции в их сигнальных каскадах, например, транскрипционный фактор Sp1. Значительное повышение продукции пролактина – гиперпролактинемия во время беременности может привести к развитию холестаза беременных – патологии, связанной с нарушением оттока желчи, функции почек и водно-солевого баланса. В литературе не встречается данных о том, какие патофизиологические изменения происходят при данном заболевании. Цель нашей работы – проанализировать, как изменяется экспрессия гена пролактина и его регуляторов в гипофизе в условиях холестаза беременных.

Работу проводили на беспородных половозрелых самках крыс, объединенных в 4 экспериментальные группы: интактные, с гиперпролактинемией, с холестазом и с холестазом и гиперпролактинемией (модель холестаза беременных). В гипофизах крыс измеряли уровень мРНК пролактина, D2-дофаминового рецептора и транскрипционного фактора Sp1.

Экспрессия мРНК пролактина снижается во всех экспериментальных группах животных по сравнению с нормой. Для остальных генов значимых различий не было обнаружено. Любопытно отметить тот факт, что в крови наблюдается рост концентрации пролактина во всех экспериментальных группах по сравнению с нормой, что было показано нами ранее. Вероятно, в этом случае скорость транскрипции не соответствует уровню трансляции и скорости инактивации белка, кроме того в повышение концентрации пролактина в крови вносит вклад экстрапитуитарный пролактин. Кроме того, известно, что эстрадиол стимулирует экспрессию мРНК и продукцию пролактина, а последний по механизму отрицательной обратной связи подавляет выделение эстрадиола. Таким образом, не исключается вклад эстрадиола в регуляцию экспрессии гена пролактина в гипофизе в нашей модели.

## EXPRESSION OF THE PROLACTIN GENE AND ITS REGULATORS IN THE PITUITARY IN THE MODEL OF CHOLESTASIS OF PREGNANCY

Abramicheva Polina A.<sup>1</sup>, Smirnova Olga V.<sup>1</sup>

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [abramicheva.polina@gmail.com](mailto:abramicheva.polina@gmail.com)

Prolactin (PRL) is a multifunctional peptide involved in the maintenance of pregnancy and water-salt balance. Prolactin is secreted by the pituitary lactotrophs. One of the main negative regulators of production and secretion of prolactin is dopamine. It is known that prolactin receptors and D2 dopamine receptors have common points of regulation in their signaling cascades, for example, the transcription factor Sp1. A significant increase in prolactin production — hyperprolactinemia during pregnancy can lead to the development of cholestasis of pregnancy — a pathology associated with impaired bile outflow, function and water-salt balance. In the literature there is no data on what pathophysiological changes occur in this disease. The purpose of our work is to analyze how the expression of the prolactin gene and its regulators changes in the pituitary gland in the cholestasis of pregnancy.

Experiments were performed on outbred mature female rats of 4 experimental groups: intact, with hyperprolactinemia, with cholestasis and with cholestasis and hyperprolactinemia (model of pregnant cholestasis). We analyzed mRNA expression of prolactin, D2-dopamine receptor and Sp1 in rat pituitary glands.

mRNA expression of prolactin decreases in all experimental groups as compared with normal rats. No significant differences were found for the remaining genes. It is interesting that serum prolactin concentration increases in all experimental groups as compared with intact animals, which was shown by us earlier. Probably the rate of transcription does not correspond to the level of translation and the rate of protein inactivation in this case. In addition extrapituitary prolactin contributes to the increase in the serum prolactin concentration. It is known that estradiol stimulates mRNA expression and prolactin production. Prolactin inhibits estradiol secretion by a negative feedback mechanism. Thus, estradiol's contribution to the regulation of mRNA expression of prolactin in the pituitary gland in our model is not excluded.

## СОЧЕТАННОЕ ДЕЙСТВИЕ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА И ОПИСТОРХОЗА ВЫЗЫВАЕТ ПАТОЛОГИЮ ПОВЕДЕНИЯ У МЫШЕЙ

Августинович Д.Ф., Вишневская Г.Б., Бондарь Н.П.

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия;  
[avgust@bionet.nsc.ru](mailto:avgust@bionet.nsc.ru)

<https://doi.org/10.29003/m289.sudak.ns2019-15/50-51>

Поведение лабораторных животных используют в качестве маркера функционального состояния мозга в норме или при патологии. На мышах инбредной линии C57BL/6 показано, что длительный социальный стресс вызывает развитие депрессивно-подобного поведения, связанного с развитием нейровоспаления в мозге. Однако функции мозга могут повреждаться при поступлении патологических сигналов из других органов и систем в организме. Например, патология печени (цирроз) также вызывает нейровоспаление. На поведенческом уровне это проявляется в виде «sickness behavior». Можно ожидать,

что сочетание двух факторов, инфицирования трематодой *O. felineus*, обуславливающего нарушения в гепатобилиарной системе, и длительного социального стресса будет повышать патогенный потенциал в мозге, что скажется на поведении. Поэтому целью настоящего исследования было сравнение поведения мышей инбредной линии C57BL/6 после: 1) хронического (6 мес) инфицирования описторхами *O. felineus* (OF), 2) длительного (30 дней) социального стресса (СС), а также 3) сочетания двух воздействий (OF + СС). В качестве контроля использовали интактных мышей. При исследовании поведенческой реакции вздрагивания (Startle-рефлекс) было замечено снижение преимпульсного ингибирования у мышей из группы OF и, статистически значимое, у животных, испытывающих оба воздействия. Кроме того, у мышей из групп СС и OF + СС не было привыкания к звуковому сигналу, подаваемому в акустическую камеру 10-ый раз. Эти результаты говорят о снижении способности мозга фильтровать сенсорную информацию, особенно при сочетании двух негативных факторов. В тесте «открытое поле» проводили оценку социальности у мышей по реакции на незнакомого самца, изолированного в перфорированный кубик. Мыши СС существенно отличались от мышей остальных экспериментальных групп: они охотнее других исследовали кубик как пустой, так и с незнакомым самцом внутри. Создавалось впечатление, что мыши, испытывающие социальный стресс, находились в состоянии возбуждения. У мышей OF длительность нахождения возле кубика с мышью была меньше, чем у СС. Кроме того, у мышей СС и OF + СС усиливался груминг – показатель смещенной активности, причем обнаружен синергический эффект двух используемых негативных факторов. Выдвинута гипотеза о чрезмерной активации микроглии (которая наблюдается при нейровоспалениях) у мышей, испытывающих два воздействия – хронический социальный стресс и инфекцию *O. felineus*, что явилось причиной неадекватной поведенческой реакции.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-00790).*

### **THE COMBINATION OF SOCIAL STRESS AND OPISTHORCHIASIS CAUSES THE BEHAVIOR PATHOLOGY IN MICE**

**Avgustinovich Damira F., Vishnivetskaya Galina B., Bondar Natalia P.**

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia;  
[avgust@bionet.nsc.ru](mailto:avgust@bionet.nsc.ru)

The behavior of laboratory animals is used as marker of the functional state of the brain in normal or pathological conditions. It has been shown that prolonged social stress causes the development of depressive-like behavior associated with the development of neuroinflammation in the brain of C57BL/6 mice. However, brain function may be damaged when pathological signals from other organs or organism systems enter. For example, neuroinflammation can be induced by cirrhosis of the liver, which is manifested as a "sickness behavior". It can be expected that a combination of two factors, the infection by the trematode *O. felineus*, which strikes the liver, and the prolonged social stress will increase the pathogenic influence on the brain, and, consequently, on the behavior. Therefore, the purpose of the investigation was a comparative study of the mouse behavior of inbred C57BL/6 strain after: 1) chronic (6 months) infection with liver flukes *O. felineus* (OF), 2) prolonged (30 days) social stress (SS), and 3) combination of two impacts (OF + SS). All animals were compared with control intact mice. There was a noticeable decrease in prepulse inhibition in OF mice and, statistically significant, in animals experiencing both pathogenic factors in the study of the startle behavioral reaction (Startle-reflex). In addition, mice from the CC and OF + CC groups did not have adaptation to the given 10th acoustic signal to the test chamber. These results suggest a decrease in the brain's ability to filter the sensory information, especially when two negative factors are combined. In the "open field" test, sociability was assessed in mice by the reaction to an unfamiliar male isolated in a perforated cube. The SS mice differed significantly from the mice of the other experimental groups: they most willingly investigated both the empty cube and the cube containing the unfamiliar male within. The impression was that the mice experiencing social stress were in an arousal states. In the OF mice, the time duration near the cube with the mouse was lower than that in the SS ones. In addition, grooming, an indicator of displacement activity, was increased in SS and OF + SS mice and the synergistic effect of two pathogenic factors (social stress and infection) was found. A hypothesis is put forward about the excessive activation of microglia (which is observed in neuroinflammations) in mice being under the influence of two factors – chronic social stress and *O. felineus* infection, which caused an inadequate behavioral response.

*The work was supported by the RFBR (grant No. 17-04-00790)*

### **ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЙ ДОЗЫ ТОЛУОЛА НА МЕТАБОЛИЗМ ГАМК В ТКАНЯХ СТРУКТУР МОЗГА ШЕСТИМЕСЯЧНЫХ КРЫС**

**Агаева С.В.**

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан;  
[agaeva.samira.84@mail.ru](mailto:agaeva.samira.84@mail.ru)

Изучена метаболизм гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК, активность ферментов ее обмена ГАМК-аминотрансферазы (ГАМК-Т) и глутаматдекарбоксилазы (ГДК), а также содержание свободных глутаминовой и аспарагиновой кислот (Глу и Асп)) в норме и при интоксикации, вызванной высокой дозой толуола (1000 мг/кг, 5 дней, внутрибрюшинно).

Результаты проведенных исследований, показали что у 6-ти месячных крыс в контроле содержание ГАМК составляет в коре больших полушарий мозга  $2,79 \pm 0,09$ , в мозжечке  $2,34 \pm 0,07$ , в стволе мозга  $2,04 \pm 0,06$ , в гипоталамуса  $3,85 \pm 0,12$  мкмоль/г. При интоксикации, вызванной высокой дозой толуола содержания ГАМК возрастает: в кора больших полушарий мозга – 29%, в мозжечке – 42%, в стволе мозга – 32%, в гипоталамуса – 24%.

Содержание свободной Глу у 6-ти месячных крыс в тканях избранных структур ЦНС после воздействия толуола снижается: в кора больших полушарий мозга – 23%, в мозжечке – 29%, в стволе мозга – 20%, в гипоталамуса – 14%. При этом содержание свободной Асп в тканях исследованных структур ЦНС

также уменьшается: в кора больших полушарий мозга – 23%, в мозжечке – 32%, в стволе мозга 25%, в гипоталамуса – 15%.

При интоксикации, вызванной высокой дозой толуола активность ГДК в изучаемых структурах головного мозга повышается: в кора больших полушарий мозга – 33%, в мозжечке – 41%, в стволе мозга – 30%, в гипоталамуса – 21%. Активность фермента ГАМК-Т понижается: в тканях коры больших полушарий головного мозга – 21%, мозжечка – 19%, ствола мозга – 23% и гипоталамуса – 15%.

Увеличение содержания ГАМК в тканях структур ЦНС в данном исследовании сопровождается адекватным уменьшением содержания Глу и Асп. Можно предположить, что толуол оказывает на белковые структуры ферментов обмена ГАМК или же взаимодействует с их коферментов – пиридоксаль-5-фосфатам. Результаты исследований позволяют заключить, что у 6-ти месячных крыс ГАМК играет особую роль в патогенезе толуольной интоксикации организма и активно участвует в реализации центральных механизмов адаптации и развитии компенсаторных процессов в ЦНС в указанной условиях.

### **THE EFFECT OF HIGH DOSE TOLUENE ON GABA METABOLISM IN TISSUES OF THE BRAIN STRUCTURES OF 6 MONTH OLD RATS**

**Agaveva S.V.**

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan; [agaveva.samira.84@mail.ru](mailto:agaveva.samira.84@mail.ru)

The metabolism of gamma-aminobutyric acid (GABA, the activity of enzymes its metabolism: GABA-aminotransferase (GABA-T) and glutamic acid decarboxylase (GAD) and the content of free glutamic acid (Glu) and aspartic acid (Asp) in normal condition and after intoxication with high dose of toluene (1000 mg/kg, 5 days, intraperitoneal) was studied.

The results of the studies have shown, that GABA content in the tissues of cerebral hemispheres cortex of 6 month old rats is  $2,79 \pm 0,09$ , in the cerebellum –  $2,34 \pm 0,07$ , in the brain stem –  $2,04 \pm 0,06$ , in the hypothalamus –  $3,85 \pm 0,12$   $\mu\text{mol/g}$  in control. After intoxication with high dose toluene the content of GABA increased: in the cerebral hemispheres cortex of the brain – 29%, in the cerebellum – 42%, in the brainstem – 32%, in the hypothalamus – 24%.

After intoxication with high dose toluene the Glu content decreased in the tissues of selected CNS structures of 6-month-old rats: in the cerebral hemispheres cortex – 23%, in the cerebellum – 29%, in the brain stem -20%, in the hypothalamus – 14%. At the same time, the content of free Asp in the tissues of the studied CNS structures also decreased: in the cerebral hemispheres cortex – 23%, in the cerebellum – 32%, in the brain stem – 25%, in the hypothalamus – 15%.

After intoxication with high dose toluene the activity of GAD increased: in the cerebral hemispheres cortex – 33%, in the cerebellum – 41%, in the brain stem – 30%, in the hypothalamus – 21%. The activity of GABA-T enzyme decreased: in the cerebral hemispheres cortex – 21%, in the cerebellum – 19%, in the brain stem – 23%, in the hypothalamus – 15%.

In this study the GABA increase in the tissues of the CNS structures occurs simultaneously with an adequate reduction of Glu and Asp. It can be assumed that toluene affects on protein structure of enzymes of GABA metabolism or interacts with their coenzyme – pyridoxal-5-phosphate.

The results show that in 6 month old rats GABA plays a special role in the pathogenesis of toluene intoxication, actively participating in the implementation of the central mechanisms of adaptation and the development of compensatory processes in the CNS under these conditions.

### **ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА МЕТИЛИРОВАННЫХ КОПИЙ РРНК-КОДИРУЮЩИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДНК В ГЕНОМАХ БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ ПО СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ**

**Агафонова О. Н.<sup>1</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,3</sup>, Конькова М.С.<sup>1</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Захарова Н.В.<sup>1</sup>, Костюк Г.П.<sup>1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1</sup>, Долгих О.А.<sup>1</sup>, Вейко Р.В.<sup>1</sup>, Малиновская Е.М.<sup>1</sup>, Костюк С.В.<sup>1,3</sup>**

1ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия; 2 – ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н. А. Алексеева ДЗМ». 3 – ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова

<https://doi.org/10.29003/m290.sudak.ns2019-15/52-53>

Рибосомные гены человека (рДНК) гетерогенны с точки зрения метилирования дезоксицитозина (dC) в составе сайта CpG. Известно, что геном человека содержит три фракции рДНК, которые различаются по уровню метилирования. Транскрипционно активные копии рДНК не содержат метилированных сайтов. Большое количество метилированных копий рДНК в геноме, как правило, коррелирует с большим общим количеством копий рДНК в геноме. Ранее мы показали, что в геномах пациентов с шизофренией число копий рДНК увеличено по сравнению с контрольной группой. Исследовали уровень метилирования рибосомных повторов человека в геномах больных шизофренией (с диагнозом F20.0; F20.2) с благоприятным прогнозом до лечения (N=76), через месяц после проведения курса антипсихотической терапии (N=72) и в контрольной группе соответствующего возраста и пола (N=83) – психически и соматически здоровых доноров, не состоящих в родстве с исследуемыми пациентами, не имеющих семейной отягощенности шизофренией.

Показано, что анализ метилирования рДНК с применением метилчувствительных рестриктаз и метода ПЦР мало пригоден для исследования метилирования высококопийного рибосомного повтора, поскольку температура плавления метилированных участков GC-богатой ДНК может превышать 100°C и значительно выше, чем температура плавления неметилированных участков ДНК той же последовательности. Для количественной оценки содержания метилированных копий рДНК в геномах больных шизофренией и здоровых доноров мы разработали количественный метод, основанный на количественной гибридизации HpaII/Csp6I- и HpaII/Msp1 – гидролизатов геномной ДНК с биотинированными ДНК-зондами на фрагменты рДНК. Показатель метилирования M равен отношению

сигналов HpaII/Csp6I- и HpaII/Msp1- гидролизатов. Сигнал каждого образца корректировали в соответствии с калибровочной зависимостью. Построили распределения показателя M для всех исследуемых выборок.

Распределения для выборок больных шизофренией как до, так и после лечения достоверно различаются от соответствующего распределения для контрольной выборки (соответственно,  $D=0,45$ ,  $p=10^{-13}$  и  $D=0,41$ ,  $p=10^{-8}$  – данные статистики Колмогорова-Смирнова). Согласно данным описательной статистики и сравнения распределений по методу Мана-Уитни, геномы больных шизофренией, независимо от наличия терапии, содержат больший процент метилированных копий рДНК в геноме, чем геномы психически здоровых доноров. Таким образом, в геномах больных шизофренией повышено как абсолютное, так и относительное количество метилированных копий рибосомных генов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-15-00437.*

#### **CHANGES OF THE DNA COPIES NUMBER ENCODING METHYLATED RRNA IN THE GENOMES OF SCHIZOPHRENIC PATIENTS COMPARED TO HEALTHY CONTROLS**

**Agafonova Oksana N.<sup>1</sup>, Veiko Nataliya N.<sup>1</sup>, Konkova Marina.S.<sup>1</sup>, Martynov Andrey V.<sup>1</sup>, Ershova Elizaveta S.<sup>1,3</sup>, Zakharova Nataliya V.<sup>2</sup>, Kostyuk Georgy P.<sup>2</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1</sup>, Dolgikh Olga A.<sup>1</sup>, Veiko Roman V.<sup>1</sup>, Malinovskaya Elena M.<sup>1</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,3</sup>**

1 – Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow 115478, Russia; 2 – N. A. Alexeev Clinical Psychiatric Hospital №1 of Moscow Healthcare Department, Moscow 115447, Russia; 3 – I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia.

Human ribosomal genes (rDNA) are characterized with heterogeneously methylated deoxycytidine (dC) included in CpG sites. It is known that the human genome contains three fractions of rDNA with different levels of methylation. Transcriptionally active copies of rDNA do not contain methylated sites. A large number of rDNA methylated copies in the genome tend to correlate with a large total number of rDNA copies in the genome. Previously, we showed that the number of rDNA copies in the genomes of patients with schizophrenia increased compared to the control group. We studied the level of human ribosomal repeats methylation in the genomes of patients with schizophrenia (diagnose F20.0; F20.2) with a favorable prognosis before treatment (N=76), a month after antipsychotic therapy (N=72) and in the control group of the appropriate age and sex (N=83) – mentally and somatically healthy donors not related to the studied patients without family schizophrenia burden.

It was found that rDNA methylation analysis with methyl-sensitive restriction enzymes and PCR is not applicable for the study of methylation of high-copy ribosomal repeats, since the melting temperature of methylated GC-rich DNA sites can exceed 100°C and is significantly higher than the melting temperature of unmethylated DNA sites of the same sequence. To quantify the content of methylated rDNA copies in the genomes of schizophrenic patients and healthy donors we developed a quantitative method based on quantitative hybridization of HpaII/Csp6I – and HpaII/Msp1 – hydrolysates of genomic DNA with biotinylated DNA probes into rDNA fragments. The methylation index M is equal to the ratio of signals HpaII/Csp6I – and HpaII / Msp1 – hydrolysates. The signal of each sample was adjusted in accordance with the calibration dependence. The distributions of the M-index for all studied samples were calculated.

Distributions for samples of patients with schizophrenia both before and after treatment differ significantly from the corresponding distribution for the control sample (respectively,  $D=0.45$ ,  $p=10^{-13}$  and  $D=0.41$ ,  $p=10^{-8}$  – Kolmogorov-Smirnov statistics). According to descriptive statistics and Mann-Whitney distributions comparison, the genomes of schizophrenia patients, regardless of therapy, contain a higher percentage of methylated rDNA copies in the genome than the genomes of mentally healthy donors. Thus, absolute and relative number of methylated ribosomal genes copies increases in the genomes of schizophrenia patients.

*The work is supported by RSF grant No. 18-15-00437.*

#### **ПРИНЦИПЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННЫМ МНОЖЕСТВЕННЫМ АРТРОГРИПОЗОМ**

**Агранович О.Е., Баиндурашвили А.Г., Петрова Е.В., Трофимова С.И., Коченова Е.А., Габбасова Е.Л.**  
ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

**Цель исследования:** определение вариантов деформаций верхних конечностей у больных с врожденным множественным артрогрипозом (ВМА), а также разработка персонифицированных методов лечения больных с данной патологии.

**Материал и методы.** С 2004 по 2012 годы в ФГБУ НИДОИ им. Г.И. Турнера находились на лечении 207 больных с ВМА в возрасте от 5 месяцев до 18 лет с деформациями верхних конечностей.

Всем больным проводилось клинико-неврологическое исследование, включавшее определение амплитуды активных и пассивных движений в суставах, функциональных возможностей конечности, силы мышц, рефлексов, а также чувствительности.

**Результаты и их обсуждение.** На основании клинико-неврологического обследования нами были выявлены 2 основных варианта деформаций верхних конечностей у больных с ВМА: изолированный (клиническая картина определялась основным заболеванием) и сочетанный (клиническая картина определялась основным заболеванием и наличием сопутствующей патологией).

Подразделение больных на основные группы определялось уровнем поражения спинного мозга, что обуславливало разную клиническую картину, а также перспективы лечения данной категории больных.

1 группа – с преимущественным поражением С6-С7.

Эти больные имели хорошие движения в локтевых суставах, ограничение (разной степени выраженности) активных движений в локтевых и лучезапястных суставах и хорошую функцию с хвата кисти.

2 группа – с преимущественным поражением С5-С7.

В данной группе больных отмечались ограничения активных и пассивных движений во всех крупных суставах верхних конечностей, ограничение функции с хвата кисти.

3 группа – с преимущественным поражением С5-Т1.

У этих больных отмечалось выраженное ограничение пассивных движений в крупных суставах верхних конечностей, активные движения отсутствовали или же были незначительными, функция схвата кисти была резко ограниченной или отсутствовала.

4 группа – с преимущественным поражением С6.

Данный вариант поражения встречался крайне редко. Для этой группы больных характерно преимущественное поражение локтевых суставов (разгибательные или сгибательно-разгибательные контрактуры с резким ограничением или отсутствием активного сгибания).

Сочетанные варианты поражения наблюдались крайне редко. В этих случаях клиническая картина деформаций верхних конечностей характеризовалась сочетанием ВМА и другой патологии.

В 3 случаях ВМА сочетался с врожденными пороками кисти и верхней конечности (эктросиндактилией, симбрахидактилией, врожденными перетяжками).

В 1 случае ВМА сочетался с ДЦП с умственной отсталостью и невротическим состоянием (навязчивые движения), что утяжеляло клиническую картину заболевания, а также возможность выработки у больного новых двигательных стереотипов.

В 4 случаях ВМА сочетался с натальной травмой плечевого сплетения, при этом была характерна асимметрия деформаций верхних конечностей, заключающаяся с большей приводящей и интродуцирующей контрактурой в плечевом суставе, пронаторной контрактурой предплечья и резким ограничением активного сгибания в локтевом суставе на стороне поражения.

**Выводы.** Выделение вариантов деформаций верхних конечностей у больных с ВМА в зависимости от уровня поражения спинного мозга, а также принятие во внимание отсутствие или наличие сопутствующей патологии, позволяют дифференцированно подходить к выбору донорских зон при планировании операций, а также прогнозировать результаты лечения.

## РОЛЬ МЕЖМОДАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ЭФФЕКТАХ

Айдаркин Е.К.

Россия, Южный федеральный университет, [aek@sfnu.ru](mailto:aek@sfnu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m291.sudak.ns2019-15/54-55>

Важным элементом поведения человека являются упорядоченные последовательности сенсомоторных реакций (динамические стереотипы), формируемые на основе последовательных эффектов, влияющих на различные стадии обработки разномодальной информации. При реализации реакции бимодального выбора выделяют 4 стадии анализа стимулов (Dien et al., 2004): а) регистрации, связанной с первичной сенсорной оценкой свойств стимула и активацией P1 и N1 компонентов сенсорного связанного с событием потенциала (ССП); б) селекции, отражающей выбор релевантного сенсорного канала, который характеризуется развитием процессной негативности (PN) при действии слухового стимула или селективной негативности (SN) – при зрительном раздражении; в) идентификации, направленной на определение типа стимула и связанной с развитием N2; г) категоризации, направленной на оценку значимости стимула в данной задаче и отражает активацию updating процессов для изменяющегося (P3a) и повторяющегося (P3b) стимулов. Исследование динамики указанных выше стадий позволит оценить особенности пассивных последовательных эффектов при предъявлении мономодальных и разномодальных фрагментов последовательностей.

Каждый обследуемый (24 человека) проходил тестирование в тестовой процедуре (до 2 ч) в условиях реакции выбора. В каждой тестовой процедуре предъявлялось по 1600 стимулов при среднем межстимульном интервале 4 с. ЭЭГ регистрировалась в 21 стандартном отведении (система 10-20) с шагом дискретизации 4 мс и частотой пропуска 0.5–70 Гц относительно объединенных ушных электродов. Оцифрованные ЭЭГ экспортировались в MATLAB, где вычислялись СПП и ВР.

Анализ влияния локальной вероятности первого порядка на конфигурацию СПП на второй зрительный стимул в гетеромодальной ситуации показал, что в условиях оптимальной возбудимости доминировал N2, а при повышенной (ложные тревоги) – SN. Можно предположить, что в условиях оптимальной возбудимости принятие решения осуществляется на этапе идентификации стимула, а при повышенной – на этапе селекции сенсорного канала, что дополнительно было связано с активацией updating процессов (рост P3b) на стадии категоризации. На второй слуховой стимул в паре независимо от уровня возбудимости нервного субстрата достоверные различия были связаны с преобладанием PN в гетеромодальной ситуации и N2 – в мономодальной. Следовательно, ключевым моментом для принятия моторного решения является процесс селекции слухового канала (PN), который дополнительно дублируется на этапе идентификации стимула, что особенно выражено при оптимальном уровне возбудимости.

## CROSSMODAL INTERACTION IN SUCCESSIVE EFFECTS

Aidarkin Eugeny K.

Россия, Южный федеральный университет, [aek@sfnu.ru](mailto:aek@sfnu.ru)

An important element of human behavior is the ordered sequence of sensorimotor reactions (dynamic stereotypes) based on successive effects and affecting the various stages of processing of multimodal information integration. Was provides four steps stimuli analysis in the implementation of the reaction of bimodal choice (Dien et al., 2004): a) initial sensory evaluation of stimulus properties and activation of P1 and N1 ERP components of sensory; b) selection, reflecting the choice of the relevant sensory channel, which is characterized by the development of process negativity (PN) under the action of auditory stimulus or selective negativity (SN) – with visual irritation; C) identification, aimed at determining the type of stimulus and associated with the development of N2 ERP; d) categorization, aimed at assessing the significance of the stimulus in this problem and reflects the

activation of updating processes for novelty (P3a) and repetitive (P3b) stimuli. Study of the dynamics of the above stages will allow evaluating the features of passive sequential effects in the presentation of monomodal and multimodal fragments of sequences.

Were examined (24 students) in a long-term continuous test procedure (up to 2 hours each) in the conditions of choice reaction implementation at the distinction of visual and auditory stimuli imposed with equal probability (0.5). During each test procedure was about 1600 stimuli averagely with average interstimulus interval 4 sec. EEG recorded in 21 standard site (10-20 system) with a sampling interval of 4 ms and a frequency of 0.5-70 Hz bandwidth with respect to the combined ear electrodes. The digitized EEG and RT exported to MATLAB where they received total ERP.

The analysis of the influence of the local probability of the first order on the configuration of the ERP on the second visual stimulus in a heteromodal situation showed that N2 dominated under optimal excitability conditions, and SP dominated under increased excitability (false alarms). It can be assumed that in conditions of optimal excitability the decision is made at the stage of stimulus identification, and at increased – at the stage of selection of the sensory channel, which was further associated with the activation of updating processes (growth of P3b) at the stage of categorization. On the second auditory stimulus in the pair, regardless of the level of excitability of the nervous substrate, significant differences were associated with the predominance of PN in the heteromodal situation and N2 in the monomodal situation. Consequently, the key point for making a motor decision is the process of selection of the auditory canal (PN), which duplicated at the stage of identification of the stimulus, which especially pronounced at the optimal level of excitability.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПЛОДА ЧЕЛОВЕКА**

**Аксенова Л.Е.<sup>1</sup>, Сидорова Н.А.<sup>2</sup>, Зыкин П.А.<sup>1</sup>, Ткаченко Л.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,  
Санкт-Петербург, Россия; axenovalubov@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m292.sudak.ns2019-15/55>

Липиды составляют около половины сухой массы головного мозга взрослого человека и имеют широкий спектр функций. Исследования развивающегося мозга животных и человека методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) указывают на изменения концентрации определенных классов липидов, соответственно с интенсификацией процессов пролиферации, миграции, дифференцировки, синаптогенеза и миелинизации. Известны различия липидного состава серого и белого вещества, а также его изменения при некоторых заболеваниях. Показано гетерогенное развитие субструктур височной доли головного мозга плода человека, выраженное в их cito- и хемоархитектонических различиях.

Целью данного исследования являлась оценка липидного состава и распределения отдельных групп липидов на срезах головного плодного мозга человека методом МАЛДИ-визуализации (MALDI IMS).

Материалом исследования являлись архивные аутопсийные блоки височной доли конечного мозга человека 21 и 26 недель гестации. С помощью MALDI IMS была проведена оценка распределения некоторых липидов на срезе, а также их предварительная идентификация, подтвержденная HPLC-MS.

В результате исследования было показано, что в положительном режиме, в основном, детектировались фосфатидилхолины, а в отрицательном – фосфатидилинозитолы и фосфатидная кислота. Установлено их пространственно-неоднородное распределение в височной доле. Пролиферативные зоны, корковая пластинка и базальные ганглии отличало наличие PC(30:0), PC(34:1), PC(36:7) и PA(16:0/18:1). В субпластинке и промежуточной зоне – области миграции постмитотических клеток и роста аксонов, присутствовали PC(32:0), PC(34:2), PC(36:4). Идентификация липидов с помощью HPLC-MS для тотального гомогената 1г ткани, включавшего все участки, позволила достоверно идентифицировать 12 фосфатидилхолинов, PE(22:2/22:2), PC-O(14:2/16:4), PA(16:1/16:0). Такой комплексный подход позволяет получить информацию как о тотальном липидном составе, включая данные о структуре остатков жирных кислот методом HPLC-MS, так и о гетерогенном распределении некоторых менее представленных минорных липидов, обнаруживаемых методом MALDI-IMS.

*Работа выполнена с использованием оборудования РЦ «Развития молекулярных и клеточных технологий» НП СПбГУ.*

### **ANALYSIS OF FETAL HUMAN BRAIN LIPID COMPOSITION**

**Axenova Lubov E.<sup>1</sup>, Sidorova Nadezhda A.<sup>2</sup>, Zykin Pavel A.<sup>1</sup>, Tkachenko Lubov A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> St. Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> St. Petersburg State Pediatric Medical University, Saint-Petersburg, Russia; axenovalubov@gmail.com

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ СИНЕРГИЙ У ЧЕЛОВЕКА, НАПРАВЛЕННОЕ НА СОХРАНЕНИЕ РАВНОВЕСИЯ ПРИ СТОЯНИИ НА ВНЕЗАПНО СМЕЩАЮЩЕЙСЯ ОПОРЕ**

**Александров А.В.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

<https://doi.org/10.29003/m293.sudak.ns2019-15/55-56>

Поддержание равновесия у вертикально стоящего человека представляет достаточно сложную биомеханическую задачу в связи с относительно малой площадью опоры, ограниченной размерами стоп, и



относительно высоким положением центра тяжести тела, поскольку наиболее массивная его часть, которую представляет корпус, расположена высоко над опорой. Работа посвящена исследованию двигательной стратегии, позволяющей человеку сохранять равновесие при стоянии. Используется метод неожиданных возмущений спокойного стояния путем внезапных дозированных смещений опорной площадки. Исследуется кинематическая реакция испытуемого в ответ на возмущение с помощью регистрации движения маркеров, расположенных на ногах и корпусе, а также динамическая реакция по показаниям подвижной силовой платформы, на которой стоит испытуемый. Проводится анализ взаимодействия двигательных синергий, которые определяются на основе антропоморфных характеристик человеческого тела, таких как длины и массы его сегментов. Показано, что экспериментально наблюдаемая координация двигательных синергий близка к оптимальной, обеспечивающей минимальные перемещения центра давления. Это гарантирует сохранение положения центра давления в площади опоры, необходимое для поддержания равновесия.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 19-015-00500а, 16-29-08247 офу-м, а также программой Президиума РАН "Актуальные проблемы робототехники".*

## INTERACTION OF MOTOR SYNERGIES IN HUMAN AIMED AT PRESERVING BALANCE DURING STANDING ON THE SUDDENLY SHIFTED SUPPORT

**Alexandrov Alexey V.<sup>1</sup>, Frolov Alexander A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Science

<sup>2</sup>Russian National Research Medical University, N.I. Pirogov

## ЦЕРЕБРОВИСЦЕРАЛЬНАЯ ОСЬ

**Александров В.Г.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, <sup>2</sup>федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена/ Санкт-Петербург, Россия. [aleksandrovv@infran.ru](mailto:aleksandrovv@infran.ru)

<https://doi.org/10.29003/m294.sudak.ns2019-15/56-57>

Реципрокная связь между мозгом и внутренними органами описывается широко известными концепциями, так называемых осей: церебросердечной (brain-heart axis) и цереброкишечной (brain-gut axis), в состав которой в последнее время включают микробиоту кишечника. На высших уровнях этих осей располагаются области автономной коры, каждая из которых содержит эффекторные и сенсорные представительства висцеральных систем. Эти области могут оказывать модулирующее действие на активность автономной нервной системы. Они входят в состав центральной автономной нервной сети, в которую также включают структуры миндалины и гипоталамуса. Важным узлом этой сети является комплекс ядер блуждающего нерва, образующий ключевой элемент как церебросердечной, так и цереброкишечной оси. Этот комплекс ядер, с одной стороны является коллектором висцеросенсорной информации, поступающей к нему от желудочно-кишечного тракта, сердца и легких, а с другой – важнейшим интегративным центром, реализующим разнообразные рефлекторные реакции висцеральных систем, оказывающим влияние на состояние микробиоты. Установлено, что области автономной коры могут модулировать активность рефлекторных дуг, замыкающихся в ядерном комплексе блуждающего нерва. Кроме того, система блуждающего нерва участвует в реализации иммунного ответа, а также в регуляции активности гипоталамо-гипофизарно-адреналовой оси, влияя на уровень кортизола. В свою очередь, изменение уровня кортизола и провоспалительных цитокинов может оказывать модулирующее влияние на состояние церебровисцеральных осей, изменяя, в частности, эффекты активации их кортикальных отделов. Результаты анализа состава структур, образующих церебросердечную и цереброкишечную ось, а также эффектов стимуляции этих структур, позволяют сделать предварительный вывод о том, что они являются частями единой системы, осуществляющей интеграцию автономных функций.

## CEREBROVISCERAL AXIS

**Viacheslav G. Aleksandrov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, <sup>2</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, Saint-Petersburg, Russia. [aleksandrovv@infran.ru](mailto:aleksandrovv@infran.ru)

The bidirectional connection between the brain and internal organs is described by the well-known concepts of the so-called axes: brain-heart axis and brain-gut axis, which recently include the intestinal microbiota. At the highest levels of these axes, there are areas of autonomic cortex, each of which contains the motor and sensory representations of visceral systems. These areas may modulate the activity of the autonomic nervous system. They are part of the central autonomic network, which also includes the structures of the amygdala and hypothalamus. An important node of this network is the complex of vagal nuclei, which forms a key element of both the brain-heart and brain-gut axes. This complex of nuclei, on the one hand, is a collector of viscerosensory information coming to it from the gastrointestinal tract, heart and lungs, and on the other hand, it is the most important integrative center implementing various reflex reactions of visceral systems that influence the state of the microbiota. It has been established that the regions of the autonomic cortex can modulate the activity of reflex arcs, connecting within the vagal nuclei. In addition, the vagus nerve system is involved in the implementation of the immune response, as well as in the regulation of the activity of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, affecting the level of cortisol. In turn, changes in the level of cortisol and proinflammatory cytokines can have a modulating effect on the state of the cerebrovisceral axes, changing, in particular, the activation effects of their cortical regions. The results of the analysis of the composition of the structures that form the brain-heart and brain-gut axes, as well as

the effects of stimulation of these structures, allow us to make a preliminary conclusion that they are part of a single system that integrates autonomous functions. Under conditions of stress and systemic inflammation, this integrative system realizes its functions in close interaction with the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the cytokine network.

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫЗВАННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕМОРА, ВОЗНИКАЮЩИХ В ОТВЕТ НА ПЕРВОЕ ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ СЕНСОРНЫХ СТИМУЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТЬЮ**

**Александров А.Ю., Уплисова К.О., Иванова В.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»  
Санкт-Петербург, Россия, [k.uplisova@spbu.ru](mailto:k.uplisova@spbu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m295.sudak.ns2019-15/57>

В работе представлены особенности вызванных изменений амплитуды физиологического тремора при первом предъявлении зрительных стимулов, эмоциональная значимость которых обусловлена их отношением к скрываемой информации. Физиологический тремор в данном контексте рассматривается как квазипериодические произвольные движения дистальных отделов конечностей, в частности, рук и пальцев в диапазоне 8-12 Гц (Elble, Koller, 1990; Duval, Jones, 2005), наблюдаемые у человека в норме. Подавляющее большинство исследований влияния эмоциональной значимости стимула на параметры физиологического тремора обычно рассматривают только продолжительные и достаточно выраженные изменения эмоциональных состояний – чаще всего обусловленные приемом антидепрессантов и анксиолитиков (Annamalai, 2017). Сведений о характере вызванных изменений физиологического тремора при переживании незначительных по интенсивности аффективных реакций обнаружить не удалось.

Для моделирования изменений эмоционального состояния использована условная игровая реализация парадигмы «знания виновного» («Guilty Knowledge Test»). Перед началом эксперимента испытуемым предлагали выбрать из набора карточек символ (число от 0 до 7) и скрывать сделанный выбор в ходе эксперимента, при предъявлении на экране монитора символов из предложенного числового набора. Регистрацию физиологического тремора осуществляли трехкоординатными цифровыми акселерометрами, закрепленными на внешней стороне указательных пальцев.

При исследовании нормированной амплитуды тремора ведущей руки в диапазоне 8-12 Гц обнаружено достоверное ( $p < 0,01$ ) снижение амплитуды физиологического тремора во временном интервале 310 — 330 мс. от момента первого предъявления стимулов обоих типов по сравнению с усредненными данными по последующим реализациям. Вместе с тем, вызванные изменения, полученные в ответ на первое предъявление эмоционально значимого стимула связанного со скрываемой информацией, носили более выраженный характер и сохраняли достоверность ( $p < 0,01$ ) на более длительном временном интервале 290 — 340 мс. Аналогичных изменений амплитуды тремора ведомой руки не обнаружено. Полученные результаты могут быть использованы при разработке методов объективной оценки изменений эмоционального состояния, при решении задач связанных с выявлением фальсификации и сокрытия информации.

### **EVOKED PHYSIOLOGICAL TREMOR DYNAMICS ON THE FIRST-TIME EXPOSITION OF VISUAL STIMULI WITH DIFFERENT EMOTIONAL SIGNIFICANCE**

**Aleksandrov Aton Yu., Uplisova Kseniya O., Ivanova Viktoriia.Yu.**

Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia, [k.uplisova@spbu.ru](mailto:k.uplisova@spbu.ru)

The paper defined the special properties of evoked tremor amplitude dynamics on first-time exposed visual stimuli with deception-related emotional payload. There and below, physiological tremor implies roughly sinusoidal, oscillative involuntary movements of distant body parts (Elble, Koller, 1990; Duval, Jones, 2005), usually hands and fingers, in 8 – 12 Hz frequency band. General research trend in emotionally evoked physiological tremor dynamics exploit distinctive and long-term affective transitions, caused by antidepressants or anxiolytics administration (Annamalai, 2017). Transient physiological tremor changes evoked by low-intensive affective alterations remain undiscovered.

The Guilty knowledge test (GKT) was exploited as a model of evoked emotional state modifications. Preliminary, the subjects were asked to select the secret symbol from standard character set 0-7 and keep it undiscovered until the end of the experiment. During the automated experimental procedure above, mentioned characters was randomly displayed to subject on the computer monitor. Physiological tremor acquisition was implemented by 3-axial digital accelerometers, fixed on external side of index fingers.

The valid ( $p < 0.01$ ) tremor amplitude reduction in 8 – 12 Hz band was evolved on the first presentation of either concealed and unconcealed stimulus types comparing to successive ones in 310-330 ms interval after the onset. Moreover, deception-related leading hand physiological tremor changes in the 8-12 Hz band after first stimulus presentation were evidently more intensive keeping significance ( $p < 0.01$ ) on wider post-presentation interval (290 – 340 ms). Relative changes in driven hand tremor amplitude dynamics were not detected for both types of stimulus. The obtained results can be used for novel technique development in objective emotion recognition and deception detection.

**ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАБОЛИЗМА У КРЫС В ДИНАМИКЕ ПОСЛЕ ОСТРОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ВВЕДЕНИЯ ЛИПОПОЛИСАХАРИДА**  
**Алексеева И.В., Абрамова А.Ю., Козлов А.Ю., Коплик Е.В., Лядов Д.А., Перцов А.С., Никенина Е.В., Перцов С.С.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия; [kiv24irina@mail.ru](mailto:kiv24irina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m296.sudak.ns2019-15/58>

Колебания интенсивности метаболизма у млекопитающих являются одним из наиболее объективных критериев при оценке влияния экзогенных факторов на состояние гомеостаза. В наших предыдущих исследованиях выявлено, что острый эмоциональный стресс приводит к специфическим изменениям обмена веществ у животных. В доступной научной литературе имеются немногочисленные и зачастую противоречивые данные о взаимосвязи иммунных и метаболических процессов. Целью нашей работы явилось изучение динамики изменений метаболических показателей у крыс в разные временные периоды после острой стрессорной нагрузки на фоне введения липополисахарида (ЛПС).

Эксперименты выполнены на 56 крысах-самцах Вистар с массой тела  $330,6 \pm 5$  г. Было сформировано 7 групп по 8 особей в каждой. Интактные животные, не подвергавшиеся каким-либо воздействиям, служили контролем. Других крыс подвергали острой стрессорной нагрузке на модели 24-ч иммобилизации. Сразу после стрессорного воздействия животные получали однократную внутривентриальную инъекцию физиологического раствора (ФР, 1 мл; 3 группы) или ЛПС (Пирогенал, 100 мкг/кг; 3 группы). Метаболические показатели – объем потребления  $O_2$ , выделения  $CO_2$  и интенсивность тепловыделения – регистрировали у интактных особей, а также у стрессированных крыс – через 3 часа, 1 сутки или 8 суток после эмоциогенного воздействия. Достоверность межгрупповых различий выявляли с помощью непараметрического теста Вилкоксона (уровень статистической значимости –  $p < 0,05$ ).

Объем потребления  $O_2$  у крыс, получавших ФР, возрастал в 1-е сутки после стресса на 14,4% по сравнению с контролем ( $p < 0,05$ ). Увеличение уровня выделяемого  $CO_2$  выявлено на 1-е и 8-е сутки после 24-ч иммобилизации (на 10,6 и 13,3% соответственно;  $p < 0,05$ ). Повышение интенсивности теплообмена у этих особей наблюдалось в те же самые временные периоды – на 1-е и 8-е сутки наблюдений (на 14,2 и 11,8% соответственно;  $p < 0,05$  по сравнению с интактными животными). Иммобилизация с последующим введением ЛПС сопровождалась увеличением объема потребляемого крысами  $O_2$  и выдыхаемого  $CO_2$ , а также интенсивности тепловыделения только на 1-е сутки постстрессорного периода – на 27,3%, 17,6% и 26,7% – соответственно;  $p < 0,001$ ). К окончанию наблюдений на 8-е сутки после стресса и инъекции ЛПС показатели напряженности обменных процессов у крыс уменьшались и не отличались от таковых у интактных животных. Таким образом, иммунная стимуляция ЛПС способствует нормализации параметров, характеризующих интенсивность метаболизма, в поздние сроки после однократной длительной стрессорной нагрузки.

**METABOLIC PARAMETERS IN RATS AT VARIOUS STAGES AFTER ACUTE STRESS UNDER CONDITIONS OF LIPOPOLYSACCHARIDE TREATMENT**

**Alekseeva Irina V., Abramova Anastasia Yu., Kozlov Alexey Yu., Koplik Elena V., Lyadov Dmitri A., Pertsov Andrei S., Nikenina Ekaterina V., Pertsov Sergey S.**

Federal State Budgetary Scientific Institution «P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology», Moscow, Russia; [kiv24irina@mail.ru](mailto:kiv24irina@mail.ru)

Variations in the intensity of metabolism in mammals serve as one of the most reliable criteria in evaluating the effect of exogenous factors on homeostasis. Our previous studies showed that acute emotional stress is followed by specific metabolic changes in animals. In available literature, there are few and contradictory data on the relationship between immune and metabolic processes. This work was designed to study the dynamics of changes in metabolic parameters of rats in various periods after acute stress and administration of lipopolysaccharide (LPS).

Experiments were performed on 56 male Wistar rats weighing  $330.6 \pm 5$  g. The animals were divided into 7 groups of 8 specimens each. Intact animals were not exposed to any treatment and served as the control. Other rats were subjected to acute stress on the model of 24-h immobilization. Immediately after stress, the animals received a single intraperitoneal injection of physiological saline (PS, 1 ml; 3 groups) or LPS (Pyrogenal, 100  $\mu$ g/kg; 3 groups). Metabolic parameters (volume of  $O_2$  consumption,  $CO_2$  release, and heat emission) were recorded in intact specimens, as well as in stressed rats (3 h, 1 day, and 8 days after emotiogenic exposure). The significance of between-group differences was evaluated by nonparametric Wilcoxon test (level of statistical significance,  $p < 0.05$ ).

The volume of  $O_2$  consumption in PS-receiving rats was elevated on day 1 after stress (by 14.4% compared to the control,  $p < 0.05$ ). An increase in the level of  $CO_2$  release was observed on days 1 and 8 after 24-h immobilization (by 10.6 and 13.3%, respectively;  $p < 0.05$ ). An increase in the intensity of heat exchange in these specimens was revealed in the same periods, on days 1 and 8 (by 14.2 and 11.8%, respectively;  $p < 0.05$  compared to intact animals). Immobilization with the subsequent administration of LPS was accompanied by an increase in the volume of  $O_2$  consumption,  $CO_2$  release, and intensity of heat emission only on day 1 of the poststress period (by 27.3, 17.6, and 26.7%, respectively;  $p < 0.001$ ). By the end of observations (day 8 after stress and LPS injection), study parameters for the intensity of metabolic processes in rats decreased and did not differ from those in intact animals. Therefore, immune stimulation with LPS contributes to the normalization of metabolic parameters in the late stage after single prolonged stress.

## РЕГУЛЯЦИЯ РИАНОДИНОВОГО РЕЦЕПТОРА И ИОНЫ МАГНИЯ

Алексеева О.М., Жигачева И.В., Кременцова А.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Биохимической физики РАН им. Н.М. Эмануэля. Россия, 119334, Москва, ул. Косыгина д. 4, (495)939-74-09, факс (499)137-41-01, [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru)

Рианодинорный рецептор в клетках тканей животного происхождения играет роль лиганд-зависимого  $\text{Ca}^{2+}$ -освобождающего канала, встроенного в основное  $\text{Ca}^{2+}$ -депо – саркоплазматический ретикулум. Ретикулум смешанных скелетных мышц кролика был выбран как источник экспериментального объекта (везикулярных фрагментов ретикула) в связи с простотой получения стандартных препаратов, основные характеристики которых в значительной мере отражают свойства рианодинорных рецепторов в других тканях, в том числе и в нейрональных. Исследовано действие двухвалентных катионов  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , свободных жирных кислот и метилксантинов на освобождение ионов  $\text{Ca}^{2+}$  при активации рианодинорного рецептора и без активации. Одним из наиболее известных экзогенных активаторов  $\text{Ca}^{2+}$ -освобождающего канала рианодинорного рецептора является кофеин. Активную нагрузку везикул кальцием для измерения выхода  $\text{Ca}^{2+}$  из везикул проводили в стандартных условиях с АТФ при добавлении  $\text{CaCl}_2$  по мере поглощения (5мг белка + до 500 нмоль  $\text{Ca}$  на 1 мг белка). Образец охлаждали до  $4^\circ\text{C}$  и осаждали. Затем отмывали в среде без АТФ и суспендировали в среде хранения. Измерение выхода  $\text{Ca}$  из проводили методом pH-метрии в среде: 0,1М NaCl, 0,5 мМ имидазол pH 6,8,  $37^\circ\text{C}$ , при интенсивном перемешивании,  $\text{MgCl}_2$  варьировали от 0,1 мМ до 10 мМ. Показано, что при активном накоплении  $\text{Ca}^{2+}$  в депо ретикула в виде оксалата кальция происходит выход ионов  $\text{Ca}^{2+}$  наиболее интенсивно при концентрации ионов  $\text{Mg}^{2+}$  равной 2мМ в присутствии свободной жирной кислоты (20мкг линолевой кислоты на 1мг белка) в везикулах. Выход  $\text{Ca}^{2+}$  под действием кофеина увеличивался и существенно зависел от концентрации  $\text{Mg}^{2+}$  с максимумом (40%) при концентрации  $\text{Mg}^{2+}$  2мМ. Малые концентрации ионов  $\text{Mg}^{2+}$  от 0 до 0,5 мМ практически не влияли на скорость выхода ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в присутствии свободной жирной кислоты в мембранах везикул. При экстракции свободной жирной кислоты из везикул фрагментов ретикула зависимость выхода ионов  $\text{Ca}^{2+}$  увеличивалась с увеличением концентрации ионов  $\text{Mg}^{2+}$  и не зависела от присутствия кофеина. В исходных, не подвергавшихся экстракции или насыщению жирными кислотами везикулярных фрагментах, кофеин значительно усиливал выход  $\text{Ca}^{2+}$ . С увеличением концентрации  $\text{Mg}^{2+}$  выход  $\text{Ca}^{2+}$  усиливался. Активация выхода  $\text{Ca}^{2+}$  в присутствии кофеина свидетельствует об активации  $\text{Ca}^{2+}$ -освобождающего канала рианодинорного рецептора. Таким образом, наполнением ретикула ионами  $\text{Ca}^{2+}$ , изменением концентрации ионов  $\text{Mg}^{2+}$ , присутствием свободных жирных кислот в мембране ретикула возможно регулировать активность рианодинорного рецептора и, соответственно, активировать мышечное сокращение.

## RYANODINE RECEPTOR REGULATION AND $\text{Mg}^{2+}$ IONS

Alekseeva O.M., Zhigacheva I.V., Kremntsova A.V.

Federal state state-financed organization of science N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences, Russia, 119334, Moscow, Kosygin St. 4, +74959397409, [olgavek@yandex.ru](mailto:olgavek@yandex.ru)

The ryanodine receptor in cells of tissues of animal origin plays the role of ligand-dependent  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing channel that was built into the main  $\text{Ca}^{2+}$ -depot of the sarcoplasmic reticulum. The reticulum of the mixed the rabbit skeletal muscles was used as the source of experimental object (samples of vesicular fragments of reticulum) in connection with simplicity of obtaining of standard preparations. The main characteristics of this object are same of the properties of ryanodine receptors at other tissues, including the neuronal cells. At this work the action of divalent cations:  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Ca}^{2+}$ , free fatty acids and methylxanthines on release of ions  $\text{Ca}^{2+}$  when activating of ryanodine receptor and without activating had been examined. Caffeine is the one of the best known exogenous activator of  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing channel of ryanodine receptor The loading of vesicles by the calcium for determination of  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing from vesicles was held in standard conditions with ATP when addition of  $\text{CaCl}_2$  as absorption (5 mg of protein + up to 500 nmoles  $\text{Ca}$  by 1 mg protein). The samples have culled up to  $4^\circ\text{C}$  and then it was precipitated. After that it was washed out on medium without ATP and was suspended at storage medium. The measurement of  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing from vesicles were held by the pH-registration method on medium: 0,1M NaCl, 0,5 мМ имидазол pH 6,8,  $37^\circ\text{C}$ , when intense mixing,  $\text{MgCl}_2$  varied from 0,1 мМ up to 10 мМ.

It is shown that when active  $\text{Ca}^{2+}$ -loading into the lumen of reticulum was provided, as calcium oxalate accumulation, the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing occurs most actively when ion concentration of  $\text{Mg}^{2+}$  2mM in the presence of free fatty acid (20mkg linoleic acid/1mg protein) in vesicles. Under the action of caffeine the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing increased and essentially depended on  $\text{Mg}^{2+}$  concentration with maximum (40%) at  $\text{Mg}^{2+}$  2mM concentration. Under the low  $\text{Mg}^{2+}$  concentration (from 0 up to 0,5 мМ) in practice there were not any effects at  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing in the presence of free fatty acid at vesicle's membranes. When extraction of free fatty acid from fragments vesicles of reticulum was used, the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing increased with increasing of  $\text{Mg}^{2+}$  ion concentration, and at this case the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing was not depended on caffeine presence at experimental medium. The caffeine much was intensifying the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing from vesicular fragments of reticulum which were exposed extraction or saturation by fatty acids of vesicular membranes. With increasing of  $\text{Mg}^{2+}$  concentration the  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing had been increased. The activating of  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing in the presence of caffeine provides the evidence about activating of  $\text{Ca}^{2+}$ -releasing channel of ryanodine receptor. So that the next treatment: reticulum loading by  $\text{Ca}^{2+}$  ions; changes of  $\text{Mg}^{2+}$  ions concentrations, the saturating or extraction of free fatty acids in reticulum membrane, it is possible to regulate the activity of ryanodine receptor and respectively, to activate the muscle contraction.

## УЧАСТИЕ СФИНГОЛИПИДОВ В ПАТОГЕНЕЗЕ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Алесенко А.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля Российской академии наук, г. Москва, Россия, alicealessenko@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m297.sudak.ns2019-15/60>

Сфинголипиды (SL) особенно важны для функционирования центральной нервной системы (ЦНС), где они являются необходимым структурным компонентом мембран клеток мозга или сигнальными молекулами. Гомеостаз мембранных сфинголипидов в нейронах и миелине необходим для предотвращения потери синаптической пластичности, участвуют в индукции гибели клеток и нейродегенерации. Равновесие баланса между конкретными SLs имеет важное значение для нормальной функции нейронов. Даже незначительные изменения в балансе SL могут оказать существенное влияние на неврологические и поведенческие реакции. За последнее десятилетие было обнаружено, что относительно простые SL, такие как церамид, сфингозин, сфингозин-1-фосфат и глюкозилцерамид, играют важную роль в функциях нейронов, регулируя их темпы роста, дифференцировки и гибели. Индуцируемая дисфункция церамидного пути, который широко распространен в мозге, а также в периферических органах, может объяснять нейронные расстройства, поведенческие симптомы и, кроме того, способствовать воспалению и окислительному стрессу в клетках мозга.

Церамиды являются основным компонентом большинства сфинголипидов. Они могут быть получены в результате гидролиза сфингомиелина (SM) с помощью сфингомиелиназ (SMases) или синтезированы de novo из ацил-КоА и сфингозина. Церамиды выполняют функции вторичных мессенджеров, которые регулируют разнообразие клеточные процессы, включая рост, дифференцировку и апоптоз клеток. Уровни церамидов в ЦНС также увеличиваются в ответ на старение и различные возрастные стрессовые факторы. Поскольку церамиды настолько важны в качестве сигнальных молекул в ЦНС, изменения их уровней в мозгу в результате их повышенного или пониженного синтеза или метаболизма могут привести к гомеостатической дисрегуляции и, в конечном итоге, к нейродегенерации. Это чрезвычайно важно, потому что нейродегенерация является характерным компонентом всех деменций.

В докладе будут обсуждены возможные источники церамидов в ЦНС и представлены данные о значительных изменениях в уровнях церамидов в клетках головного мозга и плазме крови при развитии различных нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, рассеянный склероз, церебральная ишемия, болезни Гоше, болезни Фарбера и т. д., а также будет представлена информация о недавних доклинических и клинических испытаниях новых препаратов для коррекции метаболизма церамидов в мозге в процессе развития нейродегенераций.

## PARTICIPATION OF SPHINGOLIPIDS IN PATHOGENESIS OF NEURODEGENERATIVE DISEASES

Alessenko Alisa V.

Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences,  
Moscow, Russia; e-mail: alicealessenko@gmail.com

Sphingolipids (SLs) are especially important for the central nervous system (CNS) where they are necessary structural component of membranes of brain cells or signaling molecules. Homeostasis of membrane sphingolipids in neurons and myelin is essential to preventing the loss of synaptic plasticity, cell death and neurodegeneration. Equilibrium of balance between specific SLs is essential for normal neuronal function. Even minor changes in the SLs balance can have dramatic effect on neurological and behavioral deficiencies. Over the past decade, it was found that relatively simple SLs, such as ceramide, sphingosine, sphingosine-1-phosphate and glucosylceramide play important roles in neuronal functions by regulating rates of neuronal growth, differentiation and death. Inducible dysfunction of the ceramide pathway, which is abundant in the brain as well as in peripheral organs, may account for neuronal disorders, behavioral symptoms, and further promote inflammation and oxidative stress. Ceramides are the core constituent of most sphingolipids. They can be produced by hydrolysis of sphingomyelin (SM) via sphingomyelinases (SMases) or synthesized de novo from fatty acyl-CoA and sphingosine. Ceramides are important second messenger molecules that regulate diverse cellular processes including cell growth, differentiation, and apoptosis. Ceramide levels in CNS also increase in response to aging and various age-related stress factors and are directly involved in apoptotic signaling in various neuronal cells, including neurons. Because ceramides are so important as signalling components in the CNS, changes in brain ceramides levels due to their increased or decreased synthesis or metabolism may result in homeostatic dysregulation and ultimately neurodegeneration. This is extremely important because neurodegeneration is a characteristic component of all dementias.

In our report we will discuss the possible sources of ceramides in CNS summarize data about significant alteration in levels of ceramides in brain cells and blood plasma during development of different neurodegenerative diseases such as Alzheimer's disease, Parkinson disease, multiple sclerosis, cerebral ischemia, Gaucher's, Farber's diseases, and etc. and present information about recent preclinical and clinical trials of therapies targeting ceramide pathway in brain.

## ВЛИЯНИЕ ИМУНОФАНА НА АКТИВНОСТЬ ГДК И ГАМК-Т В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС ПРИ ЦИКЛОФОСФАМИДНОЙ ИММУНОСУПРЕССИИ

Алиева Н.Н.

Институт Физиологии им. Академика Абдуллы Караева, НАН Азербайджана, г.Баку;  
[nazaket-alieva@mail.ru](mailto:nazaket-alieva@mail.ru)

Целью настоящей работы было изучение влияния иммунофана на активность ГДК и ГАМК-Т в ткани различных структур головного мозга 3-месячных крыс при циклофосфамидной (ЦФА) иммуносупрессии.

Экспериментальное моделирование иммунологической недостаточности проводили классическим методом – путем интраперитонеального введения ЦФА в дозе 150 мг/кг массы тела. Ежедневно в течение 5 дней животным вводили внутримышечно имунофан в дозе 50 мкг/кг живого веса. Синтетический пептид имунофан представляет собой гексапептид Arg-alpha-Asp-Lys-Val-Tyr-Arg, который соответствует аминокислотной последовательности тимического пептида тимопоэтина в положениях 32-37.

Результаты экспериментов показали, что у 3-месячных контрольных крыс активность ГДК в ткани кора больших полушарий мозга составляет  $87,46 \pm 1,68$ , мозжечка  $94,83 \pm 2,87$ , ствола мозга –  $67,82 \pm 1,41$ , гипоталамуса –  $104,53 \pm 2,23$ , мкмоль ГАМК/ч на 1 г ткани. При этом активность фермента ГАМК-Т в ткани кора больших полушарий мозга составляет  $79,25 \pm 1,97$ , мозжечка –  $83,65 \pm 1,45$ , ствола мозга –  $72,12 \pm 1,35$ , гипоталамуса –  $95,75 \pm 2,72$ , мкмоль Глу/ч на 1 г ткани.

Установлено, что у 3-месячных крыс при ЦФА иммуносупрессии активность ГДК в ткани исследуемых структур головного мозга в сравнении с контрольной группой понижается и составляет: в ткани кора больших полушарий мозга  $55,11 \pm 2,35$ , мозжечка  $63,52 \pm 2,16$ , ствола мозга –  $43,42 \pm 1,74$ , гипоталамуса –  $54,38 \pm 1,65$  мкмоль ГАМК/ч на 1 г ткани. При этом активность фермента ГАМК-Т в ткани кора больших полушарий мозга составляет  $110,14 \pm 3,52$ , мозжечка –  $111,23 \pm 3,87$ , ствола мозга –  $64,95 \pm 2,21$ , гипоталамуса –  $114,56 \pm 3,76$  мкмоль Глу/ч на 1 г ткани.

У 3-месячных крыс после действия имунофана при ЦФА иммуносупрессии активность ГДК в ткани исследуемых структур головного мозга составляет: в ткани кора больших полушарий мозга  $71,75 \pm 2,74$ , мозжечка  $86,27 \pm 2,85$ , ствола мозга –  $59,05 \pm 1,80$ , гипоталамуса –  $80,45 \pm 2,16$  мкмоль ГАМК/ч на 1 г ткани. При этом активность ГАМК-Т в ткани исследуемых структур головного мозга составляет: в ткани кора больших полушарий мозга составляет  $98,25 \pm 3,35$ , мозжечка –  $96,16 \pm 3,62$ , ствола мозга –  $87,27 \pm 2,47$ , гипоталамуса –  $123,52 \pm 3,22$  мкмоль Глу/ч на 1 г ткани.

Результаты экспериментов показали, что имунофан различных структурах головного мозга 3-х месячных крыс корректирует активность фермента ГДК и ГАМК-Т при ЦФА иммунодепрессии.

### **INFLUENCE OF IMUNOFAN ON THE ACTIVITY GAD AND GABA-T IN THE BRAIN OF RATS IN CYCLOPHOSPHAMIDE IMMUNOSUPPRESSION**

Aliyeva N.N.

Institute of Physiology n. a. Academician Abdulla Garayev, NAS of Azerbaijan, Baku;  
[nazaket-alieva@mail.ru](mailto:nazaket-alieva@mail.ru)

The aim of this work was to study the effect of imunofan on the activity of GAD and GABA-T in the tissue of various brain structures of 3-month-old rats during cyclophosphamide (CPA) immunosuppression.

Experimental modeling of immunological deficiency was performed by the classical method – by intraperitoneal injection of CPA at a dose of 150 mg/kg body weight. Daily for 5 days, the animals were injected intramuscularly imunofan at a dose of 50 mcg/kg of live weight. The synthetic peptide imunofan is an Arg-alpha-Asp-Lys-Val-Tyr-Arg hexapeptide, which corresponds to the amino acid sequence of the thymic peptide thymopoietin at positions 32-37.

Experimental results showed that in 3-month control rats, the activity of GAD in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $87.46 \pm 1.68$ , in the cerebellum  $94.83 \pm 2.87$ , in the brain stem –  $67.82 \pm 1.41$ , in the hypothalamus –  $104.53 \pm 2.23$ ,  $\mu\text{mol GABA/h}$  per 1 g of tissue. At the same time, the activity of the enzyme GABA-T in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $79.25 \pm 1.97$ , in the cerebellum –  $83.65 \pm 1.45$ , in the brainstem –  $72.12 \pm 1.35$ , in the hypothalamus –  $95.75 \pm 2.72$   $\mu\text{mol Glu/h}$  per 1 g of tissue.

It was established that the activity of GAD decreased in the tissue in the studied brain structures of 3-month-old rats in CPA immunosuppression, in comparison with the control group and was: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex  $55.11 \pm 2.35$ , in the cerebellum  $63.52 \pm 2.16$ , in the brain stem –  $43.42 \pm 1.74$ , in the hypothalamus –  $54.38 \pm 1.65$   $\mu\text{mol GABA/h}$  per 1 g of tissue. At the same time, the activity of the enzyme GABA-T in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $110.14 \pm 3.52$ , in the cerebellum –  $111.23 \pm 3.87$ , in the brainstem –  $64.95 \pm 2.21$ , in the hypothalamus –  $114.56 \pm 3.76$   $\mu\text{mol Glu/h}$  per 1 g of tissue.

After the action of imunofan during CPA immunosuppression, the activity of GAD in the tissue of the studied brain structures of 3-month-old rats was: in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain  $71.75 \pm 2.74$ , in the cerebellum  $86.27 \pm 2.85$ , in the brain stem –  $59.05 \pm 1.80$ , in the hypothalamus –  $80.45 \pm 2.16$   $\mu\text{mol GABA/h}$  per 1 g of tissue. At the same time, the activity of the enzyme GABA-T in the tissue of the cerebral hemispheres cortex of the brain was  $98.25 \pm 3.35$ , in the cerebellum –  $96.16 \pm 3.62$ , in the brainstem –  $87.27 \pm 2.47$ , in the hypothalamus –  $123.52 \pm 3.22$   $\mu\text{mol Glu/h}$  per 1 g of tissue.

Results of experiments showed that the imunofan in various brain structures of 3-month-old rats corrects the activity of the enzyme GAD and GABA-T in CPA immunodepression.

### **ОБЩИЙ МЕХАНИЗМ ОРИЕНТИРОВОЧНОГО И ПРОИЗВОЛЬНОГО ТОРМОЖЕНИЯ МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ**

Аликовская Т.А., Фадеев К.А., Смирнов А.С., Тумялис А.В., Голохваст К.С.

Лаборатория педагогической психофизиологии, Дальневосточный региональный научный центр Российской академии образования, Владивосток, Россия, e-mail: [alikovskaia.ta@dvfu.ru](mailto:alikovskaia.ta@dvfu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m298.sudak.ns2019-15/61-62>

Торможение поведения актуально в повседневной жизни и при отклонении в поведении. Известны различные проявления поведенческого торможения в виде ориентировочной реакции, когнитивного конфликта или конфликта реакции, произвольного торможения реакции. Высказываются предположения о том, что в основе ориентировочного и произвольного торможения лежит один механизм. В настоящем исследовании 22 испытуемых выполняли модифицированный тест Go-NoGo. На экране монитора предъявлялись частый и две категории редких стимулов (геометрические фигуры). При появлении частого

и одной категории редкого стимула испытуемому необходимо было нажимать на две разные клавиши клавиатуры и воздержаться от моторного ответа при появлении второй категории редкого стимула (частый Go, редкий Go и NoGo стимулы). Анализировались время реакции и количество правильных ответов. Результаты показали, что время моторной реакции в ответ на редкий Go стимул значительно больше по сравнению с временем реакции в ответ на частый Go стимул ( $t(21)=12.26$ ,  $p<0.001$ ), что свидетельствует о наличии ориентировочной реакции. Количество правильных ответов при предъявлении NoGo стимула составляло 83,7%. Следовательно, наличие положительных связей между количеством правильных ответов на NoGo стимулы и количеством правильных ответов ( $r=0.89$ ,  $p<0.001$ ) в ответ на редкий Go стимул, временем моторной реакции ( $r=0.53$ ,  $p=0.012$ ) в ответ на редкий Go стимул и временем реакции в ответ на частый Go стимул ( $r=0.56$ ,  $p=0.006$ ). Также, количество правильных ответов на NoGo стимул не связан с приростом времени реакции в ответ на редкий Go по сравнению с частым Go ( $r=-0.01$ ,  $p=0.956$ ). При этом обнаружен перекоп порога моторного ответа в сторону частого стимула. Об этом свидетельствует наличие значимого эффекта категории ошибок ( $F(3,69)=20.36$ ,  $p<0.001$ ) свидетельствующий о большем количестве ошибочных нажатий на клавишу частого стимула при предъявлении обеих категорий редких стимулов ( $15.3\pm 2.5\%$  для редких Go и  $13.7\pm 2.6\%$  для NoGo) по сравнению с количеством ошибок между двумя категориями редких стимулов ( $1.1\pm 0.3\%$  для редких Go и  $2.5\pm 0.8\%$  для NoGo).

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о наличии общего механизма ориентировочной реакции и произвольного торможения, связанного с соотношением точности и скорости выполнения задачи. Также обнаружено, что основной причиной ошибок является смещение порога моторного ответа в сторону частого стимула.

### **COMMON MECHANISM FOR ORIENTING AND VOLUNTARY INHIBITION OF THE MOTOR RESPONSE**

**Alikovskaia Tatiana A., Fadeev Kirill A., Smirnov Alexey S., Tumialis Alexey V. Golokhvast Kirill S.**

Laboratory of educational psychophysiology, Far Eastern Regional Scientific Centre of Russian academy of education, Vladivostok, Russia, e-mail: [alikovskaia.ta@dvfu.ru](mailto:alikovskaia.ta@dvfu.ru)

Inhibition of behavior is important in everyday life and in cases of behavioral deviations. There are various manifestations of behavioral inhibition in the forms of an orienting reaction, a cognitive conflict or a conflict of reaction and a voluntary inhibition of the reaction. It is suggested that there is common mechanism that is responsible for both orienting and voluntary inhibition. In this study, 22 subjects performed a modified Go-NoGo test. One frequent and two rare stimuli (in the shape of geometric objects) were presented on the screen. The subjects were asked to press different keyboard buttons when a frequent or one of the rare stimuli appeared, and refrain from a motor response when another rare stimuli appeared (frequent Go, rare Go and NoGo stimuli). The subject's reaction time and the number of correct responses to the presented stimuli were analyzed. The results showed that the motor response time for the rare Go stimuli is significantly longer compared with the response time to the frequent Go stimuli ( $t(21)=12.26$ ,  $p<0.001$ ), which indicates the presence of an orienting reaction. The number of correct responses to the NoGo stimuli was 83.7%. Therefore, experimental manipulation was successful. The results of the study showed a positive relationship between the number of correct responses to NoGo stimuli and the number of correct answers ( $r=0.89$ ,  $p<0.001$ ) for the rare Go stimuli, the motor reaction time ( $r=0.53$ ,  $p=0.012$ ) for the rare Go stimuli and response time for the frequent Go stimuli ( $r=0.56$ ,  $p=0.006$ ). Also, the number of correct answers for NoGo stimuli is not associated with an increase in response time for a rare Go compared to a frequent Go ( $r=-0.01$ ,  $p=0.956$ ). At the same time, the shifted threshold of the motor response towards the frequent stimuli was detected. This is evidenced by the presence of a significant effect of the category of errors ( $F(3,69)=20.36$ ,  $p<0.001$ ) indicating a greater number of erroneous pressing of the frequent stimulus button upon presentation of both categories of rare stimuli ( $15.3\pm 2.5\%$  for rare Go and  $13.7\pm 2.6\%$  for NoGo) compared to the number of errors between the two categories of rare stimuli ( $1.1\pm 0.3\%$  for rare Go and  $2.5\pm 0.8\%$  for NoGo).

Thus, the results of the study indicate the presence of a common mechanism of the orienting reaction and voluntary inhibition associated with the ratio of accuracy and speed of the task. It was also found that the main cause of errors is the shift of the motor response threshold towards the frequent stimuli.

### **СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖЕНЩИН В ПРОЦЕССЕ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДНИ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕЛИОГЕОМАГНИТНОЙ ВОЗМУЩЕННОСТЬЮ**

**Аллахвердиева А.А.<sup>1</sup>, Аллахвердиев А.Р.<sup>1</sup>, Бабаев Э.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт физиологии им.акад.А.И.Караева Национальной Академии Наук, Баку, Азербайджан, [ali\\_doctor@mail.ru](mailto:ali_doctor@mail.ru). <sup>2</sup>Шемахинская Астрофизическая Обсерватория им.Н.Туси Национальной Академии Наук, Баку, Азербайджан [ebabayev@yahoo.com](mailto:ebabayev@yahoo.com).

В работе проведен персонифицированный анализ биоэлектрической активности головного мозга (ЭЭГ) практически здоровых лиц женского пола 50-60 лет в дни слабых геомагнитных возмущений ( $Kp=4$ ) и в геомагнитно-спокойные дни ( $Kp=1$ ). Регистрация ЭЭГ осуществлялась от лобных, центральных, теменных, затылочных передне-височных, средне-височных и задне-височных отделов правого и левого полушарий мозга на компьютерном энцефалографе «Нейрон-Спектр-5» по международной схеме 10-20%. ЭЭГ в состоянии расслабленного бодрствования и при счете в уме с закрытыми глазами анализировались по программам «Нейрон-Спектр-NET» (Россия). Анализу подвергались частотно-амплитудные и индексные показатели для дельта-, тета-, альфа-, бета-1 и бета-2 ритмов ЭЭГ. Значимыми различиями в структурной организации ЭЭГ при переходе из состояния покоя в состояние умственной деятельности, зависящими от степени геомагнитной возмущенности, были изменения в индексных и частотных характеристиках тета-, бета-1 и бета-2-ритмов. Наблюдаемая перестройка структуры ЭЭГ в процессе умственной деятельности,

свидетельствует о сдвиге сбалансированных в покое соотношений синхронизирующих и десинхронизирующих звеньев неспецифических систем в сторону усиления восходящих влияний активирующих механизмов. При этом на уровне корковых областей головного мозга в спокойные дни активационные процессы в диапазоне высокочастотного бета-спектра носят локальный характер, затрагивая преимущественно лобные и височные области, в дни же с возмущенной геомагнитной обстановкой активация диффузная и сопровождается сдвигами как низкочастотного, так и высокочастотного спектров бета-диапазона. Также в состоянии умственной деятельности, в отличие от диффузного увеличения индексных показателей тета-ритма в спокойные дни, в геомагнитно-возмущенные дни наблюдается снижение индекса и урежение частоты тета-ритма по всем областям. Полученные данные, с учетом особенностей распределения и функциональной значимости ритмов ЭЭГ, отражают в геомагнитно-возмущенные дни менее оптимальный вариант сложившейся структуры корковой активности, необходимый для реализации поставленной задачи.

### **STRUCTURAL ORGANIZATION OF THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE BRAIN OF ELDERLY WOMEN IN THE PROCESS OF MENTAL ACTIVITY IN CONDITIONS OF VARIOUS HELIOGEOMAGNETIC DISTURBANCES**

**Allakhverdieva A.A.<sup>1</sup>, Allakhverdiev A.R.<sup>1</sup>, Babaev E.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Physiology n. a. A.I.Karayev of the National Academy of Sciences Baku, Azerbaijan.  
ali\_doctor@mail.ru.<sup>2</sup> Shemakha Astrophysical Observatory. n.a N.Tusi National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan [ebabayev@yahoo.com](mailto:ebabayev@yahoo.com).

In this work, we carried out a personalized analysis of the bioelectrical activity of the brain (EEG) of practically healthy females 50–60 years on days of weak geomagnetic disturbances (KP=4) and on geomagnetic calm days (KP = 1) EEG recording was performed from the frontal, central, parietal, occipital anterior-temporal, mid-temporal, and posterior-temporal regions of the both hemispheres of the brain on the Neuron-Spectrum-5 computer encephalograph according to the international scheme of 10-20%. EEG in a state of relaxed wakefulness and with an account in the mind with closed eyes were analyzed according to the programs "Neuron-Spectrum-NET" (Russia). Frequency-amplitude and index indices for delta, teta, alpha, beta-1 and beta-2 EEG rhythms were analyzed. Significant differences in the structural organization of the EEG during the transition from a state of rest to a state of mental activity, which depend on the degree of geomagnetic disturbance, were changes in the index and frequency characteristics of theta, beta-1 and beta-2 rhythms. The observed restructuring of the EEG structure indicates a shift in the balanced at rest ratios of synchronizing and desynchronizing units of non-specific systems in the direction of increasing the upward effects of activating mechanisms. On quiet days at the level of the cortical regions of the brain, activation processes in the high-frequency beta-spectrum range are local, affecting mainly the frontal and temporal regions, on days with disturbed geomagnetic conditions, activation is diffuse and is accompanied by shifts in both the low-frequency and high-frequency of the beta range. Also in a state of mental activity, as opposed to a diffuse increase in the index of theta rhythm on quiet days, on geomagnetically disturbed days there is a decrease in the index and a decrease in the frequency of theta rhythm in all areas. The obtained data, taking into account the peculiarities of the distribution and functional significance of EEG rhythms, reflect in geomagnetically disturbed days a less optimal variant of the existing structure of cortical activity, which is necessary for the realization of the task.

### **АФФИНТЕТ МЕЖДУ СУБЪЕКТИВНЫМИ ОЦЕНКАМИ И МОЩНОСТЬЮ РИТМОВ ЭЭГ В РАЗЛИЧНЫХ ОТВЕДЕНИЯХ ПРИ ПРОСЛУШИВАНИИ АКУСТИЧЕСКИХ СТИМУЛОВ**

**Алмаев Н.А., Мурашева О.В., Скорик С.О.**

Институт психологии РАН, Москва, РФ, ул Ярославская 13/1, [almaev@mail.ru](mailto:almaev@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m299.sudak.ns2019-15/63-64>

Развитие музыкотерапии, совершенствование когнитивных технологий, связанных с биологической обратной связью и стимуляцией работы мозга, осмысление стихийной практики миллионов людей, слушающих музыку для приведения себя в то или иное состояние, учет их индивидуальных различий, – все это делает актуальной задачу поиска «интерфейса» между естественным языком, на котором формулируются субъективные переживания людей, и объективными показателями работы мозга. При этом акустические события, как и мозговые процессы их восприятия, и соответствующие им субъективные переживания, характеризуются постоянной изменчивостью. Такая специфика объекта делает необходимой особую методологию, предполагающую изменение всего лишь одного – двух параметров акустического стимула, при нивелировании всех остальных. В данном исследовании варьировались компоненты интенсивности сигнала (90 и 70 дБ) и темпа, – посылка длительностью 150 мсек, сменялась паузами в 100, 500 и 1200 мсек. Посылки представляли собой сгенерированный белый шум, с прямоугольной формой огибающей по интенсивности шириной в одну откаву с центром в А5 и длительностью всего стимула 33 с. Стимулы получили номера 1 (пауза 100 мс, 90 дБ), 2 (500 мс, 90 дБ), 3 (1200 мс, 90 дБ), 4 (100 мс, 70 дБ), 5 (500 мс, 70 дБ) и 6 (1200 мс, 70 дБ). ЭЭГ регистрировали с помощью энцефалографа Mitsar 202 по схеме 10-20. Испытуемые прослушивали сигналы с закрытыми глазами. Систематически регистрировалась мощность сигналов ЭЭГ на каждом электроде в течение всего воздействия звука. Субъективные оценки этих же стимулов (для минимизации артефактов) производились позже, также в квазислучайном порядке. Шкалы для субъективных оценок были напрямую заимствованы из Almayev and Skorik, (2015). Это лайкертовского типа шкалы с градациями от 1 до 7 по следующему характеристикам: «Напряжение», «Раздражение», «Приближение», «Ускорение», «Сосредоточение», «Желание что-то сделать», «Тревога», «Интерес», «Что-то произойдет» (ожидание), «Природный – индустриальный». Выборка 28 чел (12 мужчин и 16 женщин в основном от 20 до 30 лет, одна женщина 32 года и одна 48 лет). Между данными по мощности ритмов ЭЭГ и оценками стимулов по субъективным шкалам была обнаружена 271 значимая (на



уровне от  $p < 0,05$ ) корреляция. Наиболее интересной находкой представляется избирательность проявления значимых корреляций между отдельными шкалами, стимулами и параметрами ЭЭГ. Например, у шкалы «Тревога» обнаружилась 21 корреляция с параметрами ЭЭГ (в основном негативные с альфа ритмом в различных отведениях) при предъявлении стимула 2 и ни одной при предъявлении остальных стимулов (кроме стимула 5 – одна корреляция, темп тот же). У шкалы «Раздражение» из 32 значимых корреляций 22 (69%) приходится на стимул 3. Все значимые корреляции шкалы «Сосредоточение» приходится на стимулы 4, 5 и 6 («тихие»), с «громкими» стимулами корреляций нет даже отрицательных. В целом можно сказать, что темп и громкость действуют совместно, угнетая альфа ритм и усиливая высокочастотные ритмы. Это наблюдение согласуется с многочисленными данными психофизиологии, что не позволяет считать полученные результаты в целом артефактными. По-видимому, имеет место своеобразный процесс взаимного проявления субъективных оценок и мозговых ритмов специфическими темпово-интенсивными параметрами акустических пульсаций.

*Выполнено при поддержке гранта РФФИ № 16-06-00487.*

#### **ELECTIVE AFFINITY BETWEEN SUBJECTIVE EVALUATIONS AND POWER OF EEG RHYTHMS IN DIFFERENT LEADS WHILE HEARING OF ACOUSTIC STIMULI**

**Almayev Nikolay A., Murasheva Olga V., Skorik Stanislav O.**

Institute of Psychology, RAS, Moscow, Russia. Yaroslavskaya, 13/1, [almaev@mail.ru](mailto:almaev@mail.ru)

The development of music therapy, the improvement of cognitive technologies associated with biofeedback and stimulation of the brain, understanding the spontaneous practice of millions of people listening to music to bring themselves to a particular state, taking into account their individual differences – all this makes the actual task of finding an "interface" between natural language, through which the subjective experience of people is communicated and objective indicators of the brain activity. Acoustic events, as well as the brain processes of their perception, and the subjective experiences corresponding to them, are characterized by constant variability. This specificity of the object makes it necessary to use a special methodology, which involves changing only one or two parameters of the acoustic stimulus, while all the others are experimentally controlled. In this study, the components of the signal intensity (90 and 70 dB) and tempo were varied — active component with duration of 150 ms, followed by pauses of 100, 500, and 1200 ms. The active component of the stimuli was generated white noise, with rectangular shape of the intensity envelope with the center at A5 and the duration of the entire stimulus 33 s. The stimuli received numbers 1 (pause 100 ms, 90 dB), 2 (500 ms, 90 dB), 3 (1200 ms, 90 dB), 4 (100 ms, 70 dB), 5 (500 ms, 70 dB) and 6 (1200 ms, 70 dB). EEG was recorded using a Mitsar 202 encephalograph according to the 10-20 scheme. The subjects listened to the signals with their eyes closed. The power of EEG signals at each electrode was systematically recorded during the entire sound exposure. Subjective assessments of the same stimuli (in order to minimize artifacts) were made later, also in a quasi-random order. The scales for subjective assessments were directly borrowed from Almayev and Skorik, (2015). These are Likert-type scales with gradations from 1 to 7 according to the following characteristics: "Tension", "Irritation", "Approach", "Acceleration", "Concentration", "Desire to do something", "Alarm", "Interest", "Something will happen" (expectation), "Natural – industrial". A sample of 28 people (12 men and 16 women mostly from 20 to 30 years old, one woman 32 years old and one 48 years old). Between the data of the power of EEG rhythms and the evaluation of stimuli by subjective scales 271 significant correlations (at the level of  $p < 0,05$ ) were found. The most interesting finding is the selectivity of the manifestation of significant correlations between individual scales, stimuli and EEG parameters. For example, the "Anxiety" scale revealed 21 correlations with EEG parameters (mostly negative with alpha rhythm in different leads) upon presentation of stimulus 2 and none upon presentation of other stimuli (except stimulus 5 – one correlation, the tempo is the same). The "Irritation" scale out of 32 significant correlations 22 (69%) falls on stimulus 3. All significant correlations on the "Concentration" scale fall on stimuli 4, 5 and 6 ("silent"), with "loud" stimuli there were no even negative correlations. In general, we can say that the tempo and loudness act together, inhibiting the alpha rhythm and enhancing the high-frequency rhythms. This observation is consistent with numerous data of psychophysiology, which does not allow us to consider the obtained results as a whole as artifact. Apparently, there is a peculiar process of mutual elucidation of subjective assessments and brain rhythms by specific temporal and loudness parameters of acoustic pulsations.

*Completed with the support of the RFBR grant No. 16-06-00487.*

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМАНДНЫХ И СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРНЫХ НЕЙРОНОВ ПОСЛЕ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА НА ОБСТАНОВКУ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ**

**Андрианов В.В.<sup>1,2</sup>, Богодвид Т.Х.<sup>1,3</sup>, Дерябина И.Б.<sup>1</sup>, Муранова Л.Н.<sup>1</sup>, Силантьева Д.И.<sup>1</sup>,  
Гайнутдинов Х.Л.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Казанский федеральный университет (Институт фундаментальной медицины и биологии), Казань, Россия;

<sup>2</sup> Казанский физико-технический институт – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия; <sup>3</sup> Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия;  
[VVAndrianov@kpfu.ru](mailto:VVAndrianov@kpfu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m300.sudak.ns2019-15/64-65>

Экспериментально в условиях in-vitro на препаратах нервной системы были исследованы электрические характеристики командных нейронов оборонительного поведения виноградной улитки после выработки условного оборонительного рефлекса на обстановку. Процессы, лежащие в основе поведенческих реакций и их пластических изменений при обучении представляют большой интерес. Он связан с анализом нейронных механизмов поведения. Эффективность нейронных сетей меняется как за счет изменения синаптической силы, так и за счет изменения внутренней возбудимости нейрона. Нас интересует вопрос о том, как меняются характеристики нейронов виноградной улитки влияющие на

восприятие и передачу сигналов при выработке различных условных рефлексов, в данном случае – условного рефлекса на обстановку.

У животных вырабатывали обстановочный условный рефлекс – по контекстуальной парадигме – предъявлением электрического раздражения при нахождении животных в определенной ситуации. Животные находились на шаре, плавающем в воде с сохранением свободы передвижения по поверхности шара. При этом раковина улиток жестко крепилась к штативу. Анализ электрических характеристик проводили у командных нейронов оборонительного рефлекса LPa3 и RPa3, а также у серотонинсодержащих нейронов педального ганглия Pd4 и Pd2, которые задействованы в модуляторном выбросе серотонина при формировании данного рефлекса. Было показано, что после обучения у командных нейронов достоверно снижаются мембранный и пороговый потенциалы. У модуляторных нейронов мембранный потенциал снижается, а пороговый потенциал, наоборот, увеличивается, приводя к достоверному сдвигу критического уровня деполяризации. Сделан вывод о повышении возбудимости командных нейронов при выработке условного рефлекса на обстановку.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 18-015-00274\_а).*

#### **CHANGES OF ELECTRICAL PROPERTIES OF THE COMMAND NEURONS AND SEROTONINERGIC MODULATING NEURONS AFTER DEVELOPING OF SITUATIONAL CONDITIONING REFLEX IN TERRESTRIAL SNAIL**

**Andrianov Viatcheslav V.<sup>1,2</sup>, Bogodvid Tatiana Kh.<sup>1,3</sup>, Deryabina Irina B.<sup>1</sup>, Muranova Ludmila N.<sup>1</sup>, Silantjeva Dinara I.<sup>1</sup>, Gainutdinov Khalil L.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan, Russia; <sup>2</sup> Kazan E. K. Zavoisky Physical-Technical Institute of the KSC of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia; <sup>3</sup> Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia; [VVAndrianov@kpfu.ru](mailto:VVAndrianov@kpfu.ru)

The electrical characteristics of command neurons of the defensive behavior were investigated in in-vitro preparations of the nervous system of the terrestrial snail after the development of conditioning reflex to the situation. The processes underlying the behavioral reactions and their plastic changes during training are the great problem of the science of higher nervous activity. It is associated with the analysis of neural mechanisms of behavior. The effectiveness of neural networks varies both due to changes in synaptic power, and due to changes in the internal excitability of the neuron. The question of how the characteristics of neurons affect the perception and transmission of signals after developing of the various conditioned reflexes was interested for us, especially in a case of the conditioned reflex to the situation.

The conditioning reflex to the situation was developed according to the contextual paradigm. The electrical stimulation was presented to animal in a certain situation, such as placing attached to the tripod snails on the ball floating in the water which maintaining the freedom of movement on the curved surface. The electrical characteristics of command neurons of the defensive reflex LPa3 and RPa3, as well as the serotonin-containing neurons of the pedal ganglion Pd4 and Pd2, which are involved in the modulatory release of serotonin during the formation of this reflex were analyzed. It was shown that after this training, membrane and threshold potentials were significantly reduced in command neurons. The membrane potential of the modulatory neurons decreased, and the threshold potential, on the contrary, increased, led to a significant shift in the critical level of depolarization of modulatory neurons. It was concluded that the excitability of command neurons after development of situational conditioning was increased.

*This work was supported by the RFBR (Grant No. 18-015-00274\_а).*

#### **ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ВОСПРИНИМАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ОБЪЕКТИВНЫМ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ**

**<sup>1</sup>Анисимов В.Н., <sup>2</sup>Ковалева А.В., <sup>1</sup>Шеденко К.Ю., <sup>1</sup>Латанов А.В., <sup>3</sup>Галкина Н.В.**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [victor\\_anisimov@neurobiology.ru](mailto:victor_anisimov@neurobiology.ru), [shedenko.ksyu@gmail.com](mailto:shedenko.ksyu@gmail.com), [latanov.msu@gmail.com](mailto:latanov.msu@gmail.com)

<sup>2</sup>ФГБНУ НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Москва, Россия; [anastasia\\_kovaleva@hotmail.com](mailto:anastasia_kovaleva@hotmail.com)

<sup>3</sup>Акционерное общество «Нейротренд», Москва, Россия; [galkina@neurotrend.ru](mailto:galkina@neurotrend.ru)

**<https://doi.org/10.29003/m301.sudak.ns2019-15/65-66>**

В современном мире все большее значение приобретают междисциплинарные области знаний. Представления и методы психофизиологии находят свое применение в медицине, социологии, экономике и целом ряде других наук.

В настоящей работе исследовались психофизиологические корреляты привлекательности предложений при чтении текстов об экскурсионных турах. Участники исследования читали различные тексты о нескольких туристических местах в России, а после этого отвечали на вопросы, была ли прочитанная информация для них интересна, а также, какое бы предложение из нескольких туров они бы выбрали. В работе применялась мультимодальная регистрация физиологических показателей. Метод синхронной регистрации EEG, окуломоторной активности и вегетативных показателей был разработан авторами и успешно использовался в исследовании. Метод мультимодальной синхронной регистрации позволяет точно разделить массивы психофизиологических данных для периодов чтения, просмотра вопросов, выбора ответов.

Дополнительно для подтверждения гомогенности выборки респондентов в работе оценивался психологический статус и функциональная асимметрия респондентов. На первом этапе психофизиологические данные анализировали отдельно друг от друга: ЭЭГ, вегетативные показатели и движения глаз. На следующем этапе в работе строилась комплексная предсказательная модель, на основании которой выбирались ключевые для предсказания результата показатели.

Было показано, что в двух ситуациях (интересно/не интересно) некоторые показатели достоверно различались. Также ряд психофизиологических показателей оказался связан с процессом формирования предпочтения к тому или иному туру.

На последнем этапе работы большой массив данных (все показатели были собраны в единую базу) использовался для построения статистической модели. Был использован метод дискриминантного анализа для этой цели. Результаты подтвердили ключевую роль показателя межполушарной асимметрии в альфа-диапазоне, а также некоторых других показателей, для возможности предсказания возникновения интереса к информации, содержащейся в тексте, и привлекательности экскурсионного тура, о котором был читаемый текст.

Исследование обогащает взгляд на эффективные методы в прикладных исследованиях, позволяет по-новому взглянуть на проблему физиологических коррелятов ментальной активности человека. Предложенные методы и полученные результаты также расширяют представления о возможности предсказательного анализа (основанного на объективных численных показателях) в выявлении закономерностей поведенческих стратегий человека в условиях, приближенных к реальной жизни.

### **PHYSIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE ATTRACTIVENESS OF PERCEIVED INFORMATION**

**<sup>1</sup>Anisimov Victor N., <sup>2</sup>Kovaleva Anastasia V., <sup>1</sup>Shedenko Ksenia Y., <sup>1</sup>Latanov Alexander V., <sup>3</sup>Galkina Natalia V.**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; victor\_anisimov@neurobiology.ru, shedenko.ksyu@gmail.com, latanov.msu@gmail.com

<sup>2</sup>Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia; anastasia\_kovaleva@hotmail.com

<sup>3</sup>JSC Neurotrend, Moscow, Russia; galkina@neurotrend.ru

Interdisciplinary areas of knowledge are very actual in the modern world. Methods of psychophysiology start to be demanded in medicine, sociology, economics, and other sciences.

Psychophysiological correlates of interest and attractiveness in descriptions of travel tours were investigated in the study. Participants read different texts about some places of interest in Russia and then answered the questions about their interest in viewed examples (about each one). They also chose the example of the tour the most attractive for them. Multimodal registration was applied in the study. Method of synchronous registration of EEG, oculomotor and autonomic indices was developed by authors and was used in the study. The method of multimodal synchronous registration allowed directly separate different psychophysiological data for periods of text reading, viewing questions and choosing answers.

Additionally, psychological status and functional asymmetry were assessed. It was needed for homogeneity of participants' group confirmation. At the first stage, psychophysiological data were analyzed separately: EEG, autonomic measurements, eyes movements. In the second stage, the complex predictive model was built.

It was revealed that some eye-tracker characteristics (fixation durations and saccade amplitudes) and some autonomic indices (heart rate, finger temperature, breathing rate, and amplitude) significantly differ for two situations: interest and no interest. Also, several psychophysiological parameters were relevant to the process of choosing a tour and preference one tour versus another. After all, a large data array (all parameters in one table) was used for mathematical analysis based on the predictive statistical model. Discriminant analysis was applied to the data. Results confirm the crucial role of interhemispheric asymmetry of alpha-band power and reveal the possibility of interest assessment based on several crucial physiological indices.

The study widens view at the efficient methods in applied researches and reveals a new approach to the problem of physiological correlates of human mental activity. Suggested method and revealed results also widen concepts about the possibility of predictive analysis (based on numeric data) in human behavior strategy in conditions near natural.

### **НЕЙРОЭТИКА И ПСИХИЧЕСКОЕ ЗДОРОВЬЕ: ТОЧКИ СОПРИКОСНОВЕНИЯ**

**Антипов А.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук, Москва, Россия; [nelson02@yandex.ru](mailto:nelson02@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m302.sudak.ns2019-15/66-67>

В исследованиях, посвященных взаимодействию нейроэтики и (мирового) психического здоровья, (публикуемых, например, D. Stein и J. Giordano), указывается, что обе указанные области знания, несмотря на значимые различия, находятся в тесном соприкосновении между собой, которое раскрывается посредством использования общих подходов и охвата общего круга вопросов. В данном случае под (мировым) психическим здоровьем понимается область исследования, которая базируется на том, что психиатрическая помощь должна быть применима на всем земном шаре, т.е. преодоление культурных, социальных и иных различий между людьми, проживающими в любой точке планеты, в отношении психического здоровья. Нейроэтика же занимается двумя типами вопросов: взаимодействием между сознанием и мозгом и поднимает этические вопросы в контексте воздействия нейронаучных методов в медицинских исследованиях, а также воздействия нейротехнологических вмешательств.

В частности, выделяется четыре основные линии взаимодействия: во-первых, использование натуралистического и эмпирического подходов позволяет создать условия для применения нейротехнологий в различных культурных и социальных контекстах; во-вторых, как нейроэтика, так и (мировое) психическое здоровье заинтересованы в рассмотрении как болезни, так и здоровья, обращая отдельное внимание не только на механизмы болезни, но и на то, что находится за ними; в-третьих, обсуждаются вопросы, касающиеся прав человека и расширения возможностей пациентов, подчеркивается важность увеличения роли пациента в процессе лечения и сохранения автономии; в-четвертых, признается наличие разнообразия и различий между людьми, а также постулируется, что нейронауки, и нейроэтика в частности, фокусируются на биологическом разнообразии и уникальности каждого отдельного мозга, в то

время как проблемы мирового психического здоровья формируются вокруг культурных и социальных различий.

Таким образом, взаимодействие нейроэтики и (мирового) психического здоровья может рассматриваться в качестве перспективной области междисциплинарного сотрудничества, направленного не только на понимание способов функционирования мозга, но и на улучшение качества жизни человека.

### **NEUROETHICS AND MENTAL HEALTH: POINTS OF CONTACT**

**Antipov Aleksei V.**

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [nelson02@yandex.ru](mailto:nelson02@yandex.ru)

In studies on the relationship between neuroethics and (global) mental health (published, for example, by D. Stein and J. Giordano), it is stated that both these areas of knowledge, despite significant differences, are in close contact with each other, which is revealed through the use of common approaches and coverage of an overlapping range of issues. In this context, the (global) mental health is the area of research whose basis is that psychiatric care should be applicable throughout the world, i.e. overcoming cultural, social and other differences between people living anywhere on the planet in terms of mental health. Neuroethics deals with two types of questions: it studies the interaction between consciousness and the brain and raises ethical issues related to the impact of neuroscience methods in medical research, as well as the effect of neurotechnological interventions.

In particular, there are four main lines of interaction. Firstly, the use of naturalistic and empirical approaches creates conditions for the application of neurotechnologies in various cultural and social contexts. Secondly, both neuroethics and (global) mental health are interested in examining both illness and health, paying particular attention not only to the mechanisms of disease, but also to what lies behind them. Thirdly, issues related to human rights and patient empowerment are discussed, the importance of increasing the patient's role in the treatment process and preserving autonomy are emphasized. Fourthly, the existence of diversity and differences between people is recognized, and it is also postulated that neuroscience, and neuroethics in particular, focus on the biological diversity and uniqueness of each individual brain, while the problems of global mental health are shaped around cultural and social differences.

Thus, the interaction between neuroethics and (global) mental health can be considered a promising area of interdisciplinary cooperation aimed not only at understanding how the brain functions, but also at improving the human quality of life.

### **О ВЛИЯНИИ КОМПЬЮТЕРА НА ЦЕНТРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОЗГА**

**Антипов В.Н.<sup>1</sup>, Фазльяхматов М.Г.<sup>1</sup>, Мутагирова А.Р.<sup>1</sup>, Жегалло А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; <sup>2</sup>Институт психологии РАН, МГППУ, Москва, Россия; [Vladimir.Antipov@kpfu.ru](mailto:Vladimir.Antipov@kpfu.ru)

Изобретатель и художник Ч. Уэтстон (Wheatstone, 1838) показал, что, если в каждый глаз, с помощью стереоскопа направить изображения одной 2D сцены (зарисовка пейзажа), полученных с небольшим смещением, то возможно наблюдать объемное изображение. Это была первая стереограмма. Полагая, что с этого времени начинается развитие стереоиндустрии. Популяризатор науки Я. Перельман в начале XX века в одном из разделов книги «Занимательная физика» («Зрение одним и двумя глазами») для трехмерного восприятия стереограмм самостоятельного изготовления предложил использовать «собственный стереоскоп» («СС»). «СС» – это наблюдение стереограмм при фокусировке глаз вне ее плоскости расположения. С 1996 г. под торговой маркой Magic Eye начали выпускаться цветные автостереограммы, в которых эффект объема достигался за счет объединения в изображении регулярных полноцветных текстур.

Начиная с первого патента (№ 2264299.RU.2005), полученного нами, предполагалось, что именно применение «СС» метода наблюдения стереограмм инициирует развитие способности воспринимать плоскостные изображения с эффектами глубины, объема, пространственной перспективы (3D-феномен). Информация, представленная в трудах XIV Конгресса «Нейронаука для медицины и психологии» показывает (Антипов, 2018; Овчинникова, 2018), что наши предположения по условиям развития 3D-феномена следует скорректировать. А именно, регистрация движения глаз (на бинокулярном айтрекере) и построение гистограмм разности X-координат свидетельствуют, что процесс фокусировки глаз может происходить вне плоскости расположения экрана монитора айтрекера ВСЕГДА, когда на экране компьютера имеется текст или просто белый фон. Иными словами, для любого пользователя компьютера, когда он набирает (как минимум) текст, автоматически осуществляется процесс движения плоскостей фокусировки глаз вне плоскости экрана компьютера. В опросе записи движения глаз принимали участие 16 студентов (8 девушек). гистограммы 13 из них (или 81%) свидетельствуют, что они воспринимают текст на фоне белого листа между монитором и глазами. Тем самым происходит непрерывная адаптация (и тренинг) зрительной системы к условиям 3D-феномена. Возможно, выявление восприятия эффекта рельефности (начальная стадия 3D-феномена) на выборке более 2000 человек и результаты, представленные нами на XIV Конгрессе, подпадают под такой процесс.

### **ABOUT THE INFLUENCE OF THE COMPUTER ON THE BRAIN SPATIAL POSITIONING CENTERS**

**Antipov V.N.<sup>1</sup>, Fazlyyakhmatov M.G.<sup>1</sup>, Mutagirova A.R.<sup>1</sup>, Zhegallo A.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; <sup>2</sup>Institute of Psychology RAS, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia; [Vladimir.Antipov@kpfu.ru](mailto:Vladimir.Antipov@kpfu.ru)

The inventor and artist C. Wheatstone (1838) showed that it is possible to observe a three-dimensional image, if you send 2D images (sketch of the landscape) into each eye using a stereoscope, obtained with a slight offset. It was the first stereogram. It is believed that from this time begins the development of stereo industry. At the beginning of the 20th century, the popularizer of science, J. Perelman, in section of the book "Entertaining

Physics" ("Sight with One and Two Eyes"), suggested using a "own stereoscope" ("SS") for three-dimensional perception of self-produced stereograms. "SS" is the perception of stereograms when focusing the eyes outside its plane of location. Since 1996, under the trademark Magic Eye began to produce color autostereograms, in which the effect of volume is achieved by combining the image of regular full-color textures.

Starting from the first patent (No. 2264299 RU) obtained by us, it was assumed that the using of the SS method for perceiving stereograms initiates the development of the ability to perceive planar images with effects of depth, volume, spatial perspective (3D phenomenon). The information presented in the proceedings of the XIV Congress "Neuroscience for Medicine and Psychology" (Antipov, 2018; Ovchinnikova, 2018) shows that our assumptions on the conditions of the 3D phenomenon development should be corrected. Namely, the registration of eye movement (on a binocular eyetracker) indicates that the process of the eyes focusing can occur outside the plane of the eyetracker screen location ALWAYS when there is text or white background. In other words, for any computer user, when he types (at a minimum) text, the process of moving the eye focus planes outside the computer screen plane is automatically performed. 16 students (8 girls) took part in the survey of eye movement records. Histograms of 13 of them (or 81%) show that they perceive text on a white sheet between the monitor and the eyes. Thereby, continuous adaptation (and training) of the visual system to the conditions of the 3D phenomenon occurs. It is possible that the identification of the perception of the relief effect (the initial stage of the 3D phenomenon) on a sample of more than 2000 people and the results we presented at the XIV Congress fall under this process.

### **РЕГУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫМ $Ca^{2+}$ АКТИВНОСТИ NMDA РЕЦЕПТОРОВ В НЕЙРОНАХ КОРЫ И ЕЕ РОЛЬ В ЭКСАЙТОТОКСИЧЕСКОМ СТРЕССЕ**

**Антонов С.М., Нур М.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия,  
[antonov452002@yahoo.com](mailto:antonov452002@yahoo.com)

<https://doi.org/10.29003/m303.sudak.ns2019-15/68-69>

Длительное воздействие (4 ч) агонистов ионотропных рецепторов глутамата NMDA типа таких как: глутамат (Glu), *N*-метил-D-аспартат (NMDA), или гомоцистеин, – на первичную культуру нейронов коры большого мозга крыс сопровождается развитием апоптоза примерно в половине всей популяции нейронов. Предъявление агонистов совместно с 0,1 или 1 нМ убаина, являющегося селективным ингибитором ферментативной активности  $Na^+, K^+$ -АТФазы, не сопровождается развитием апоптоза. Вдобавок субнанолярные концентрации убаина предотвращают увеличение частоты спонтанных возбуждающих постсинаптических токов и накопление внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , наблюдаемые в условиях нейротоксического действия агонистов. Наши данные демонстрируют, что в условиях «эксайтотоксического» стресса убаин облегчает выведение  $Ca^{2+}$  из нейронов посредством  $Na^+, Ca^{2+}$ -обменника. Взаимодействие  $Na^+, K^+$ -АТФазы с  $Na^+, Ca^{2+}$ -обменником происходит в мембранных плотиках. Показано также модулирующее влияние  $Na^+, Ca^{2+}$ -обменника на  $Ca^{2+}$ -зависимую десенситизацию NMDAR. В частности ингибиторы этого обменника (литий и KB-R7943) вызывают значительное падение входящих токов через каналы NMDA рецепторов, усиливая их кальций-зависимую десенситизацию и, тем самым, уменьшая вход кальция в нейроны. В связи с этим ингибиторы  $Na^+, Ca^{2+}$ -обменника могут рассматриваться в качестве перспективных нейропротекторных веществ. Так как накопление внутриклеточного  $Ca^{2+}$ , вызываемое активацией NMDA рецепторов, представляет ключевой фактор, запускающий апоптоз, облегчение выведения  $Ca^{2+}$  из клеток, а также ограничение входа кальция через каналы NMDA рецепторов устраняет возможность его развития. Другой эндогенный фактор – «calcitonin gene-related peptide» (CGRP), являющийся «медиатором» мигрени, также способен предотвращать развитие апоптоза, вызванного гомоцистеином. Молекулы CGRP, связываясь со своим метаболитическим рецептором, активируют антиапоптотические внутриклеточные сигнальные каскады, включающие PKA и CaMKII.

Наши данные демонстрируют роль  $Na^+, K^+$ -АТФазы и  $Na^+, Ca^{2+}$ -обменника, убаина и CGRP в регуляции нейропротекции.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № АААА-А18-118012290427-7.*

### **THE REGULATION BY INTRACELLULAR $Ca^{2+}$ OF NMDARS IN CORTICAL NEURONS AND ITS ROLE IN EXCITOTOXIC STRESS**

**Antonov Sergei M., Nur Maria M.**

I.M. Sechenov institute of evolutionary physiology and biochemistry of the Russian academy of sciences, Saint-Petersburg, Russia, [antonov452002@yahoo.com](mailto:antonov452002@yahoo.com)

A long-lasting activation (4 h) of NMDA-type ionotropic glutamate receptors by agonists such as glutamate (Glu), *N*-methil-D-aspartate (NMDA) and homocysteine on primary cultures of rat cortical neurons is followed by the development of apoptosis approximately in a half of neuronal population. Apoptotic injury is completely prevented when the agonists are applied together with 0.1 or 1 nM ouabain, a selective ligand of the  $Na^+, K^+$ -ATPase cardiac glycoside binding site. In addition, subnanomolar concentrations of ouabain prevented the increase of spontaneous excitatory postsynaptic current's frequency and the intracellular  $Ca^{2+}$  overload induced by neurotoxic action of agonists. Our data suggest that during excitotoxic insults ouabain accelerates  $Ca^{2+}$  extrusion from neurons via the  $Na^+, Ca^{2+}$ -exchanger. Presumably the interaction between  $Na^+, K^+$ -ATPase and  $Na^+, Ca^{2+}$ -exchanger occurs in plasma membrane lipid rafts.  $Na^+, Ca^{2+}$ -exchanger in addition is involved in regulation of  $Ca^{2+}$ -dependent desensitization of NMDARs. In particular, inhibitors of this exchanger (lithium and KB-R7943) evoke a considerably decrease of inward currents through channels of NMDA receptors, strengthening their calcium-dependent desensitization and decreasing the calcium entry in neurons. The inhibitors of  $Na^+, Ca^{2+}$ -exchangers, therefore, could be considered as promising neuroprotective compounds. As the intracellular  $Ca^{2+}$  accumulation caused by

the activation of NMDA receptors represents a key factor in triggering neuronal apoptosis, up-regulation of  $Ca^{2+}$  extrusion from cells and/or the decrease of calcium entry through the channels of NMDA receptors abolish its development. Another endogenous factor, calcitonin gene-related peptide (CGRP), which is known as a migraine mediator, is able to prevent the development of apoptosis, evoked by homocysteine. CGRP molecule binding to their metabotropic receptors activates antiapoptotic intracellular signal cascades that include PKA and CaMKII.

Our data demonstrate a role for  $Na^+, K^+$ -ATPase and  $Na^+, Ca^{2+}$ -exchanger, ouabain and CGRP in neuroprotection. The work was supported by State Task no. AAAA-A18-118012290427-7.

## **ВЛИЯНИЕ ЛИЧНОСТНОЙ ТРЕВОЖНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ АДАПТАЦИИ**

**Антропова Л.К.<sup>1,2</sup>, Арчибасова Е.А.<sup>1</sup>, Куликов В.Ю.<sup>1</sup>, Кавун Л.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФБГОУ ВО Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, Новосибирск; <sup>2</sup>ФБГОУ ВО Новосибирский государственный технический университет, Россия, Новосибирск; [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru); [helen280776@rambler.ru](mailto:helen280776@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m304.sudak.ns2019-15/69-70>

В настоящее время, по данным отечественных и зарубежных исследователей, наблюдается рост числа тревожных людей. Тревожность принимает форму глубинной тревоги, психической неустойчивости, невротических реакций и плохо поддается психокоррекции.

Цель работы. Оценить влияние личностной тревожности (ЛТ) на вариабельность сердечного ритма (BCP) в условиях адаптации к когнитивной нагрузке студентов младших курсов.

Материал и методы. У 86 практически здоровых студентов НГМУ и НГТУ 18-22 лет измерялся уровень личностной (ЛТ) и ситуативной (СТ) тревожности по шкале Спилбергера-Ханина и записывалась кардиоинтервалограмма (КИГ) в 2 этапа: I этап – фоновая регистрация КИГ в покое (5 минут), II этап – запись КИГ в условиях когнитивной нагрузки (тест «семантическая вербальная беглость») в течение 1 минуты. Регистрация КИГ проводилась с использованием аппаратно-программного комплекса «Нейрософт» в положении сидя. Для анализа использованы показатели: число сердечных сокращений (ЧСС), стандартное отклонение RR-интервалов (SDNN), индекс напряжения (ИН) по Р.М. Баевскому и показатели общей спектральной мощности (PT), мощности в диапазоне низких частот (LF), мощности в диапазоне очень низких частот (VLF) и в диапазоне высоких частот (HF). Оценивалась динамика показателей у испытуемых с высоким уровнем ЛТ и низким уровнем ЛТ. Полученные результаты обрабатывались в программе «Statistica 12.0».

Результаты исследования. Выявлены повышенный фоновый и при когнитивной нагрузке уровни ЛТ ( $47,35 \pm 0,36$  и  $51,07 \pm 0,59$  балла соответственно). Установлено достоверное увеличение ЧСС ( $p < 0,001$ ) у всех испытуемых и обнаружены особенности динамики показателей BCP при когнитивной нагрузке, ассоциированные с уровнем ЛТ. У лиц с высоким уровнем ЛТ статистически значимо снижались вариативность RR-интервалов, SDNN и спектральная мощность показателей PT, VLF, LF, HF, одновременно повышался ИН ( $p < 0,000$ ). У низкотревожных индивидов – наоборот повышались вариативность, SDNN, общая спектральная мощность (TP,  $p < 0,002$ ), и VLF ( $p < 0,0001$ ), но снижался ИН ( $p < 0,041$ ). Такая динамика в регуляции сердечного ритма адаптировала студентов к когнитивным нагрузкам, но с большими энергетическими затратами испытуемых с низким уровнем тревожности.

## **INFLUENCE OF PERSONAL ANXIETY ON THE INDICATORS OF VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM IN STUDENTS IN THE CONDITION OF ADAPTATION**

**Antropova Lyudmila K.<sup>1,2</sup>, Archibasova Elena A.<sup>1</sup>, Kulikov V.Yu.<sup>1</sup>, Kavun Lyudmila V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Medical University, Russia, Novosibirsk;

<sup>2</sup>Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk; [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

At present, according to domestic and foreign researchers, an increase in the number of anxious people is observed, anxiety takes the form of deep anxiety, mental instability, neurotic reactions and is poorly amenable to psychocorrection.

Objective. To assess the impact of personal anxiety (LT) on heart rate variability (HRV) in terms of adaptation to the cognitive load of undergraduate students.

Material and methods. 86 practically healthy students at NGMU and NSTU, 18-22 years old, measured the level of personal (LT) and situational (ST) anxiety on the Spielberger-Khanin scale and recorded a cardiointervalogram (CIG) in 2 stages: Stage I – background registration of CIG alone (5 minutes), Stage II – recording CIG under cognitive load conditions ("semantic verbal fluency" test) for 1 minute. Registration of CIG was carried out using the Neurosoft software hardware and software, in the sitting position. For the analysis, the following indicators were used: the number of heartbeats (HR), the standard deviation of the RR-intervals (SDNN), the voltage index (IN) by R. Bayevsky and indicators of total spectral power (PT), power in the low frequency range (LF), power in the very low frequency range (VLF) and in the high frequency range (HF). The dynamics of indicators in subjects with high RT and low RT was evaluated. The obtained results were processed in the program "Statistica 12.0".

The results of the study. An increased background level and a cognitive load of RT ( $47,35 \pm 0,36$  and  $51,07 \pm 0,59$  points, respectively) were detected. A significant increase in heart rate ( $p < 0,001$ ) was found in all subjects and features of the dynamics of HRV indices under cognitive load, associated with the level of LT, were found. In individuals with high levels of RT, the variability of the RR intervals, SDNN and the spectral power of the PT, VLF, LF, and HF indices statistically significantly decreased, and the IN ( $p < 0,000$ ) simultaneously increased. In low-anxiety individuals, on the contrary, variability, SDNN, total spectral power (TP,  $p < 0,002$ ), and VLF ( $p < 0,0001$ ) increased, but IN decreased ( $p < 0,041$ ).

Such dynamics in the regulation of heart rhythm adapted students to cognitive loads, but with high energy costs of subjects with a low level of anxiety.

### **УСТОЙЧИВОСТЬ ПЕРЕДНЕГО ФРОНТА КОМПОНЕНТА P300 У АНАЛИТИЧЕСКИХ И ХОЛИСТИЧЕСКИХ СУБЪЕКТОВ ПРИ РАЗНЫХ ФОРМАХ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

**Апанович В.В.<sup>1,2,3</sup>, Дольникова М.С.<sup>2</sup>, Арамян Э.А.<sup>2</sup>, Александров Ю.И.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup> Институт психологии РАН; <sup>2</sup> Государственный академический университет гуманитарных наук, Московский Государственный психолого-педагогический университет. E-mail: [apanovitschvv@yandex.ru](mailto:apanovitschvv@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m305.sudak.ns2019-15/70-71>

В наших предыдущих исследованиях было показано, что мозговое обеспечение поведения у аналитических и холистических субъектов различается в зависимости от условий решения задачи. К таким условиям могут относиться тип решаемой задачи и формы социального взаимодействия. Нами было показано, что существуют как физиологические, так и поведенческие различия между аналитическими и холистическими субъектами, и эти различия опосредуются типом решаемой задачи (аналитической или холистической), формой социального взаимодействия (конкуренция, кооперация) и др. (Апанович и др., 2016; Apanovich et al., 2018; Jaaskelainen et al., 2016, 2018).

При решении т.н. простой задачи выбора наиболее устойчивым является компонент P300 связанного с событием потенциала. В литературе известно, что P300 связан со многими психологическими конструктами: памятью, вниманием и т.д. Мы интерпретируем системное значение P300, опираясь на эмпирически аргументированные представления о том, что амплитудные характеристики P300 связаны с относительным количеством актуализирующихся систем (элементов опыта), необходимых для принятия решения (Гаврилов, 1987).

Другим измерением P300 может выступать его относительная устойчивость в разных реализациях у одного и того же субъекта, которая оценивалась через дисперсионные показатели переднего фронта P300. Были проанализированы дисперсии переднего фронта P300 у аналитических и холистических субъектов, решавших задачу простого выбора в конкуренции, кооперации и индивидуально. Меньшая дисперсия интерпретировалась как устойчивость переднего фронта, что говорило о стабильно существующем способе достижения результата. Большая дисперсия говорила о большей вариативности способов решения задачи.

Было показано, что аналитические субъекты обладают большей вариативностью при индивидуальном решении, и наименьшей – при конкуренции ( $L = 252$ ,  $p < 0.05$ ). Холистические субъекты, напротив, обладают наибольшей вариативностью в конкуренции и наименьшей – при индивидуальном решении ( $L = 259.5$ ,  $p < 0.05$ ).

В качестве интерпретации предлагается подход (Александров, Кирдина, 2012; 2013), в котором аналитическая ментальность соотносится с конкурентными формами взаимодействия, а холистическая – с кооперативными. Аналитические субъекты проявляют большую вариативность в кооперативном решении по сравнению с конкурентным, а холистические – в конкурентном по сравнению с кооперативным. На основе этих результатов делается вывод о том, что наиболее стабильно процесс принятия решения происходит в тех ситуациях, для которых у субъектов существует больший опыт.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-313-20003 мол\_а\_вед*

### **STABILITY OF THE INITIAL DESCENDING SLOPE OF THE P300 COMPONENT IN ANALYTICAL AND HOLISTIC SUBJECTS WITH DIFFERENT FORMS OF SOCIAL INTERACTION**

**Apanovich Vladimir V.<sup>1,2,3</sup>, Dol'nikova Maria S.<sup>2</sup>, Aramyan Erik A.<sup>2</sup>, Alexandrov Yuri I.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Psychology of RAS; <sup>2</sup> State Academic University for the Humanities; <sup>3</sup> Moscow State University of Psychology & Education. E-mail: [apanovitschvv@yandex.ru](mailto:apanovitschvv@yandex.ru)

Our previous studies have shown, that the brain activity of analytical and holistic subjects differs depending on the conditions for solving problems. There are type of the task and forms of social interaction. We have shown that there are both physiological and behavioral differences between analytical and holistic subjects, and these differences are caused by analytical vs holistic type of the tasks, a form of social interaction (competition, cooperation), etc. (Apanovich et al., 2016 ; Apanovich et al., 2018; Jaskelainen et al., 2016, 2018).

The most stable component of event-related potential when solving the so-called choice-reaction time task is P300. According to the literature, it is known that P300 is associated with many psychological constructs: memory, attention, etc. We explain the system meaning of the P300, based on empirically reasoned concept that the P300 amplitude are related to the relative number of actualizing systems (elements of experience) necessary for decision-making (Gavrilov, 1987).

Another measure of the P300 can be its relative stability in different trial of the same subject. Variance of the initial descending slope of the P300 measures its stability. The variances of the initial descending slope of the P300 were analyzed for analytical and holistic subjects who solved the choice-reaction time task in competition, cooperation, and individually. The smaller variance was interpreted as the stability of the initial descending slope of the P300, which indicated a stably existing way of achieving the result. More wide variance indicated about the greater variability of ways to solve the problem.

It was shown that analytical subjects have bigger variability at the individual solution, and the least in competition ( $L = 252$ ,  $p < 0.05$ ). Holistic subjects, on the contrary, have the bigger variances in competition and the least in the individual solution ( $L = 259.5$ ,  $p < 0.05$ ).

We use for explanation an approach (Alexandrov, Kirdina, 2012; 2013), in which analytical mentality corresponds to competitive form of social interaction and holistic mentality corresponds to cooperative form of social interaction. Analytical subjects showed greater variability in a cooperative vs competitive condition and holistic subjects showed greater variability in a competitive vs cooperative condition. Based on these results, it is

concluded that the most stable decision-making process there are in situations for which subjects have more individual experience.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-313-20003 mol\_a\_ved*

## **ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КОГНИТИВНОЙ НАГРУЗКИ**

**Арчибасова Е.А., Антропова Л.К., Куликов В.Ю.**

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», Россия, Новосибирск;  
[helen280776@rambler.ru](mailto:helen280776@rambler.ru); [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m306.sudak.ns2019-15/71>

Вегетативная нервная система (ВНС) играет важную роль в адаптации организма. В настоящее время для оценки функциональных резервов вегетативной регуляции физиологических процессов достаточно широко используются методы спектрального анализа variability ритма сердца (BPC).

Цель работы. Оценить влияние вегетативной регуляции variability ритма сердца у студентов в условиях когнитивной нагрузки.

Материал и методы. Было обследовано 34 условно здоровых индивида мужского и женского пола в возрасте 18-19 лет. Исследование проводилось с использованием аппаратно-программного комплекса фирмы "Нейрософт", запись кардиоинтервалограммы в условиях контроля проводилась в течение 15 минут в положении сидя, без нагрузки. Запись с когнитивной нагрузкой (тест Амтхауэра) проводилась в идентичных условиях. Для анализа были использованы показатели *TP (Total Power)*,  $mc^2$  (общая мощность в диапазоне частот  $\leq 0,4$  Гц), *LF (Low Frequency)*,  $mc^2$  (мощность в диапазоне низких (0,04 – 0,15 Гц)), *VLF (Very Low Frequency)*,  $mc^2$  (мощность в диапазоне очень низких ( $\leq 0,04$  Гц)), *HF (High Frequency)*,  $mc^2$  (мощность в диапазоне высоких (0,15 – 0,4 Гц)), Полученные данные подвергались статистической обработке в программе «Statistica 7.0».

После когнитивной нагрузки показатель TP в условиях контроля составил  $4121 \pm 498 mc^2$ , после нагрузки  $4337 \pm 462 mc^2$ , отмечается тенденция к увеличению этого показателя, однако достоверных отличий нет. В общей группе исследуемых было выделено две подгруппы: подгруппа 1, в которой показатель TP достоверно увеличился после когнитивной нагрузки: TP при контрольном исследовании  $3363 \pm 798 mc^2$ , после нагрузки  $4802 \pm 798 mc^2$ ,  $p < 0,002$ , при этом достоверно увеличивались показатели LF и VLF, которые в контроле и опыте составили соответственно LF –  $1284 \pm 267 mc^2$  и  $1710 \pm 365 mc^2$ ,  $p < 0,01$ ; VLF –  $488 \pm 93 mc^2$  и  $698 \pm 87 mc^2$ ,  $p < 0,003$ . Подгруппа 2, в которой показатель TP достоверно уменьшается после когнитивной нагрузки – TP при контрольном исследовании  $4897 \pm 594 mc^2$ , после нагрузки  $3790 \pm 501 mc^2$ ,  $p < 0,003$ , при этом достоверно уменьшается показатель HF, который в контроле и опыте составил соответственно HF –  $1428 \pm 317 mc^2$  и  $811 \pm 220 mc^2$ ,  $p < 0,007$ . Показатели LF и VLF в этой подгруппе также снижаются, но без достоверных отличий.

Таким образом, когнитивная нагрузка выявляет различную активность функционирования отделов ВНС, что при неблагоприятных условиях может трансформироваться в ту или иную форму вегетативного расстройства.

## **FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF STUDENTS IN TERMS OF COGNITIVE LOAD**

**Archibasova Elena A., Antropova Lyudmila K., Kulikov Vyacheslav Yu.**

Novosibirsk state medical University, Russia, Novosibirsk;  
[helen280776@rambler.ru](mailto:helen280776@rambler.ru); [doc.alk@mail.ru](mailto:doc.alk@mail.ru)

The autonomic nervous system (ANS) plays an important role in the adaptation of the body. Currently, the methods of spectral analysis of heart rate variability (HRV) are widely used to assess the functional reserves of vegetative regulation of physiological processes.

Purpose of work. To evaluate the influence of vegetative regulation of heart rate variability in students under cognitive load.

Material and methods. Twenty-four healthy males and females aged 18-19 years were examined. The study was conducted using the hardware and software complex of the company "Neurosoft", recording cardiointervalogram under control was carried out for 15 minutes in a sitting position, without load. The recording with cognitive load (Amthauer test) was carried out under identical conditions. For the analysis, the indicators TP (Total Power), MS2 (total power in the frequency range  $\leq 0,4$  Hz), LF (Low Frequency), MS2 (power in the low range (0,04 – 0,15 Hz)), VLF (Very Low Frequency), MS2 (power in the very low range ( $\leq 0,04$  Hz)), HF (High Frequency), MS2 (power in the high range (0,15 – 0,4 Hz)), the data were statistically processed in the program "Statistica 7.0".

After cognitive load, the TR index under control was  $4121 \pm 498 MS2$ , after the load  $4337 \pm 462 MS2$ , there is a tendency to increase this indicator, but there are no significant differences. In the total study group was divided into two subgroups: subgroup 1, in which the indicator of TP significantly increased after cognitive load – TP in the control study  $3363 \pm 798 mc^2$ , after load  $4802 \pm 798 mc^2$ ,  $p < 0,002$ , thus significantly increases the indices LF and VLF that are in control and experience were, respectively, LF –  $1284 \pm 267 mc^2$  and  $1710 \pm 365 mc^2$ ,  $p < 0,01$ ; VLF –  $488 \pm 93 MS2$  and  $698 \pm 87 ms^2$ ,  $p < 0,003$ . Subgroup 2, in which the indicator of TP significantly decreased after cognitive load – TP in the control study  $4897 \pm 594 MS2$ , after load  $3790 \pm 501 MS2$ ,  $p < 0,003$ , with significantly reduced rate of HF, which is in control and experiences amounted to, respectively, HF –  $1428 \pm 317 mc^2$  and  $811 \pm 220 mc^2$ ,  $p < 0,007$ . The LF and VLF values in this subgroup are also decreasing, but without significant differences. Thus, the cognitive load reveals a different activity of the functioning of the departments of VNS, which under unfavorable conditions can be transformed into a particular form of autonomic disorder.



## РЕГУЛЯЦИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ИНСУЛЬТЕ

Аточин Д. Н.

Бостон, Главный Госпиталь Массачусеттса, Депаратмент Медицины,  
Отделение Кардиологии, Сердечно-сосудистый исследовательский Центр,  
Гарвардская Медицинская Школа, США;  
Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m307.sudak.ns2019-15/72>

Экспериментальные исследования механизмов регуляции мозгового кровообращения при инсульте проводятся нами с помощью трансгенных мышей с модификацией функционирования генов, отвечающих за работу белков, синтезирующих оксид азота в эндотелиальных и нервных клетках. Нами показано, что эндотелиальная и нейрональная синтазы, отвечающие за выработку оксида азота, играют важную роль при ишемических и реперфузионных поражениях мозга.

Нейрональный оксид азота, вырабатываемый нейрональной синтазой оксида азота (нНОС) в нейронах и нервных окончаниях, отягощает инсультное состояние мозга, ухудшая нейротоксичное действие ишемии на ткани мозга. Нами установлено, что закупорка средней мозговой артерии, вызывает менее развитое поражение головного мозга после экспериментального инсульта у трансгенных мышей с генетически удалённым нНОС, по сравнению с контрольными животными.

Генетически вызванный дефицит белка, ответственного за синтез оксида азота в эндотелии (эндотелиальной синтазы оксида азота (эНОС)), приводит к нарушению функции эндотелия, связанной с регуляцией тонуса сосудов. Нами показано, что у мышей с отсутствием эНОС ухудшается инсультное поражение мозга и увеличиваются неврологические расстройства по сравнению с контрольными животными. Оксид азота, продуцируемый эНОС, также участвует в подавлении агрегации тромбоцитов и адгезии нейтрофилов к эндотелиальным клеткам, предотвращая нарушение проходимости микрососудов на поздних стадиях нарушения мозгового кровообращения. эНОС также участвует в отдалённых последствиях инсульта, обеспечивая приток крови к гипоперфузионным участкам поражённого мозга, сохраняя функции ЦНС.

Нами созданы линии мышей с неактивной формой эНОС, а также мыши с более активной формой эНОС. Замещение серина 1176 на аспартат или аланин в этих линиях мышей приводит, соответственно, к устойчивости животных к инсультному поражению (активная форма эНОС), либо, наоборот, к более выраженному нарушению мозгового кровообращения и более тяжёлому инсульту (неактивная форма эНОС). Мы показали, что увеличенная активность эНОС с помощью фосфорилирования серина 1176 приводит к менее выраженным нарушениям после экспериментального инсульта на фоне диабета и метаболических расстройств. Наши исследования позволяют определять мишени для создания адресной терапии расстройств головного мозга. Нами разрабатываются фармацевтические вещества и изучаются способы их направленной доставки в специфически нуждающиеся ткани и органы.

## CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION DURING STROKE

Atochin Dmitry N.

Charlestown, Massachusetts General Hospital, Department of Medicine, Cardiology Division, Cardiovascular  
Research Center, Harvard Medical School, USA;  
Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia  
atochin@cvrc.mgh.harvard.edu

## НОВЫЕ КОГНИТИВНЫЕ СВОЙСТВА ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕЙ

Афаневич К.А., Хвостов Д.Ю., Часовский А.В., Чертищев А.А.

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [k.afanevich@mail.ru](mailto:k.afanevich@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m308.sudak.ns2019-15/72-73>

Последние годы в психологии, в науках о мозге, в теории нейросетей мозга идет активное изучение возможностей моделирования с помощью искусственных нейросетей мыслительной деятельности человека, его когнитивной и эвристической деятельности. Особенно эта проблема актуальна в медицине, где многократно производились попытки построения экспертных систем в диагностике заболеваний. Еще более актуальна эта проблема в оценке эффективности проводимых лечебных мероприятий. При этом, главная проблема: как оценить эффект от лечения, если статистика (по изучаемым выборкам гомеостаза, например, *сердечно-сосудистой системы* (ССС)) не показывает различий до и после лечения?

Такая ситуация в медицине получила название неопределенности 1-го типа (когда выборки параметров гомеостаза  $x_i$  существенно статистически не различаются, но гомеостазы все-таки различны). Одновременно, в медицине существует и неопределенность 2-го типа, когда подряд получаемые выборки для одного испытуемого (в неизменном гомеостазе) или группы испытуемых демонстрируют неоднородность выборок  $x_i$ . Выборки  $x_i$  в этом случае различаются, а гомеостазы – нет.

В таких случаях, когда статистика не работает, мы предлагаем использовать *искусственные нейросети* (ИНС), но в двух, особых режимах их работы. Речь идет о создании искусственного хаоса в ИНС, когда на каждой процедуре диагностических различий в выборках  $x_i$  мы задаем из равномерного распределения начальные весовые коэффициенты  $W_{j0} \in (0,1)$ . Эта процедура постройки многократно повторяется ( $N \geq 1000$ ), и по полученным выборкам итоговых весов признаков  $W_{j0}$  мы находим их средние значения весов.

В этом случае мы имеем не менее 1000-чи значений  $W_{j0}$ , и они в итоге различаются. Такая процедура была нами использована для сравнения групп девочек ХМАО-Югры, находящихся в условиях проведения

оздоровительных мероприятий на Юге РФ. При этом мы оценивали и широтные перемещения, и лечебные мероприятия. Однако, с позиций стохастики, все в параметрах  $x_i$  для ССС этих же девочек демонстрировало наличие неопределенности 1-го типа. Вместе с тем, ИНС четко давали различия в значениях величин диагностических признаков  $x_i$  и различали гомеостазы во всех других состояниях исследуемой группы (до отъезда, после перелета на Юг, после лечения и по возвращению в г. Сургут).

Статистика имеет крайне низкую эффективность в оценке гомеостаза и поэтому очень часто говорят об искусстве врача при постановке диагноза и при оценке качества проведенных лечебных мероприятий. Именно такая деятельность врача сейчас оценивается как эвристическая, и эта деятельность нами сейчас оценивается как модель ИНС в режиме идентификации параметров порядка (главных диагностических признаков). Когнитивная деятельность врача сейчас оценивается в рамках новой теории хаоса-самоорганизации.

### NEW COGNITIVE PROPERTIES OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**Afanevich Ksenia A., Hvostov Dmitry Yu., Chasovsky Andrey V., Chertishchev Anton A.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [k.afanevich@mail.ru](mailto:k.afanevich@mail.ru)

In recent years, in psychology, in brain sciences, in the theory of neural networks of the brain, the possibilities of modeling human mental activity, its cognitive and heuristic activity with the help of artificial neural networks have been actively studied. This fact is of particular relevance for medicine, where attempts to build expert systems in the diagnosis of diseases have been repeatedly made. This problem is even more relevant in assessing the effectiveness of therapeutic procedures. It is difficult to assess the effect of treatment in the case when the statistics (from the point of view of the studied samples of homeostasis, for example, the cardiovascular system), do not show differences before and after treatment.

In medicine, this situation is called type 1 uncertainty, when samples of homeostasis parameters  $x_i$  are not significantly different in terms of statistics, but homeostasis are different. At the same time, in medicine there is a type 2 uncertainty, when the resulting samples for one test subject (in unchanged homeostasis) or for a group of test subjects demonstrate the heterogeneity of samples  $x_i$ . In this case, the  $x_i$  samples are different, and homeostasis does not have differences.

In such cases, we suggest using *artificial neural networks* (ANN) in special regimes of operation. We are talking about the creation of artificial chaos in artificial neural networks, when for each procedure of diagnostic differences in samples  $x_i$  we define from a uniform distribution the initial weights  $W_{i0} \in (0,1)$ . This construction procedure is repeated many times ( $N \geq 1000$ ). Next, we find the average values of the weights of attributes based on the obtained samples of the total  $W_{i0}$  weights.

In this case, we have at least 1000 (one thousand) values of  $W_i$ , which are different. We used this procedure to compare groups of girls from the Khanty-Mansiysk Autonomous District-Yugra in terms of recreational activities in the South of Russia. At the same time, we evaluated both latitudinal movements and therapeutic measures. However, from the standpoint of stochastics, the parameters ( $x_i$ ) for the cardiovascular system of this group of girls demonstrate type 1 uncertainty. At the same time, artificial neural networks show obvious differences in the values of the diagnostic signs  $x_i$ . Consequently, differences in homeostasis were obtained in all other conditions of this group of girls (before departure, after the flight to the South, after treatment, returning to Surgut).

Statistics has extremely low efficiency in assessing homeostasis. Therefore, very often people talk about the art of a doctor when making a diagnosis and when assessing the quality of medical measures performed. At the moment, it is precisely such a physician's activity that is considered as heuristic and is evaluated as a model of artificial neural networks in the mode of identifying order parameters (main diagnostic features). Now the cognitive activity of the physician is estimated in the framework of the new theory of chaos-self-organization.

### ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ У БАСКЕТБОЛИСТОВ ДО И ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

**Багирова Р.М.**

Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта, кафедра «Медицинские и биологические науки» Баку, Азербайджан; [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

Целью настоящей работы явилось исследование изменения состава периферической крови у спортсменов до и после физической нагрузки.

Показано, что количество эритроцитов у спортсменов-баскетболистов после физической нагрузки увеличивается с  $4,83 \pm 0,34$  по  $6 \pm 0,34 \times 10^{12}$  клеток/л, что превышает их количество по сравнению с состоянием покоя на 24%. Прирост эритроцитов составил 10% от нормы. При исследовании показателей гемоглобина также было выявлено его повышение с  $127,4 \pm 5,8$  до  $158,2 \text{ г/л} \pm 5,7$  г/л, что соответствовало превышению его количества после физической нагрузки по сравнению с фоном на 24,2%. Прирост гемоглобина составил 32% от нормы. Нами также было выявлено повышение количественного значения лейкоцитов – с  $6,19 \pm 1,27$  по  $9,08 \pm 0,27 \times 10^9$  клеток/л, что превышало фоновый показатель на 47%. Прирост составил 25% от нормы. Усредненные показатели скорости оседания эритроцитов у баскетболистов в состоянии покоя составили  $5,2 \pm 2$  мм/ч, а после физической нагрузки эти параметры доходили до  $16,8 \pm 1,3$  мм/ч. Как видно из полученных данных повышение этого показателя после физической нагрузки наблюдалось в 3 раза, что соответствовало 123% прироста от нормы. В наших исследованиях также отмечалось повышение числа тромбоцитов. Так, в состоянии покоя у баскетболистов сборной команды средние показатели количества тромбоцитов составили  $226,7 \pm 45,6 \times 10^9$  клеток/л, а после выполнения физической нагрузки их величина значительно повышалась и составляла в среднем  $300,3 \pm 27,7 \times 10^9$  клеток/л. Помимо вышеуказанных показателей наши наблюдения выявили повышение сахара и гематокрита в крови у баскетболистов после произведенной физической нагрузки. Так, в

спокойном состоянии средние показатели количества сахара в крови по команде составляли  $91,3 \pm 14,8$  мг%, а после произведенной работы этот показатель достигал уровня  $122 \pm 1,85$  мг%, что соответствовало повышению этого показателя на 34%. Прирост от нормы составил 22%. При анализе картины крови у баскетболистов также было выявлено повышение гематокрита, средние значения которого в состоянии покоя составили  $43,5 \pm 2,3\%$ , а после физической нагрузки эти величины составляли  $49,5 \pm 1,36\%$ , что соответствовало повышению этого показателя на 14%. Прирост от нормы находился в пределах 10%.

Таким образом, под влиянием физической нагрузки в периферической крови спортсменов наблюдаются эритро-, тромбо- и лейкоцитоз, изменение лейкоцитарной формулы, степень выраженности которых зависит от мощности и интенсивности нагрузки.

### **PHYSIOLOGICAL CHANGES OF THE BLOOD SYSTEM IN BASKETBALL PLAYERS BEFORE AND AFTER THE PHYSICAL LOAD**

**Bagirova R.M.**

Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sport, Department "Medical and Biological Sciences" Baku, Azerbaijan

The purpose of this work was to study changes in the composition of peripheral blood in athletes before and after physical load.

It has been shown that the number of red blood cells in basketball athletes after physical load increases from  $4.83 \pm 0.34$  to  $6 \pm 0.34$   $\times 10^{12}$  cells/l, which exceeds their number in comparison with the state of rest by 24%. The growth of red blood cells amounted to 10% of the norm. In the study of hemoglobin indices it was also its increase is revealed from  $127.4 \pm 5.8$  to  $158.2$  g/l  $\pm 5.7$  g/l, which corresponded to the physical load of its quantity after exercise compared with the background by 24.2%. Hemoglobin increment was 32% of the norm. We also identified increase the quantitative value of leukocytes – from  $6.19 \pm 1.27$  to  $9.08 \pm 0.27$   $\times 10^9$  cells/l, which exceeded the background rate of 47%. The increase amounted to 25% of normal. Average indicators erythrocyte sedimentation rate for basketball players at rest was  $5.2 \pm 2$  mm/h, and after physical load, these parameters reached  $16.8 \pm 1.3$  mm/h. As can be seen from the obtained data, an increase in this indicator after physical load was observed 3 times, which corresponded to 123% increase from the norm. In our research also noted increase in the number of platelets. In our research also showed an increase the number of platelets. Thus, in a state of rest in basketball players of national team quantities platelet count amounted to  $226.7 \pm 45.6$   $\times 10^9$  cells/l, and after performing physical activity, their value increased significantly and averaged  $300.3 \pm 27.7$   $\times 10^9$  cells/l. In addition to the above indicators our observations revealed increase of sugar and hematocrit in the blood of basketball players after the physical load. So, in a calm state the average indicators of the amount of sugar in the blood on the team was  $91.3 \pm 14.8$  mg%, and after the work performed, this indicator reached a level of  $122 \pm 1.85$  mg%, which corresponded to a 34% increase in this indicator. The gain from the norm was 22%. When analyzing the blood picture of basketball players it was also revealed the increase in hematocrit, the average values of which at rest were  $43.5 \pm 2.3\%$ , and after physical load, these values were  $49.5 \pm 1.36\%$ , which corresponded to an increase of this indicator by 14%. Gain from the norm was within 10%.

Thus, under the influence of physical activity in the peripheral blood of athletes, erythro-, thrombotic and leukocytosis, changes in the leukocyte formula, the severity of which depends on the power and intensity of the load, are observed.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА**

**Багирова Р.М., Мамедова Г.Р., Гусейнова Г.Г., Гасанова М.А.**

Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта, кафедра «Медицинские и биологические науки» Баку, Азербайджан; [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

Целью настоящей работы явилось исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов-спортсменов игровых видов спорта на основании Гарвардского степ-теста.

На основании полученных данных всех испытуемых можно разделить на 4 группы. В первую группу вошли 23 спортсменов с высоким уровнем функционального состояния системы кровообращения при значениях ИГСТ  $94,74 \pm 3,55$ , что составило 23% от общего числа испытуемых. ЧСС в покое у них равнялась 32,5 уд/30с. После выполнения работы, частота пульса на 2, 3 и 4-ой минутах отдыха увеличилась соответственно на 65%, 42% и 16%. Эту группу составили 19 КМС и 4 имели 1 разряд. Вторую группу составили 45 спортсменов, у которых отмечался уровень функционального состояния выше среднего при значениях ИГСТ  $84,77 \pm 0,17$ , что составляло 45% от общего числа испытуемых. Уровню выше среднего соответствовала также реакция сердечно-сосудистой системы. Так, при среднем значении ЧСС в покое 32 уд/30с., прирост этого показателя на 2, 3 и 4-ой минутах отдыха увеличилась соответственно на 84,4%, 50%, и 15,6%. Представители этой группы имели 1 разряд и 10 были КМС. Третью группу со средним уровнем функционального состояния при значениях ИГСТ  $76,33 \pm 0,18$  составили 30 испытуемых, что составляло 30% от общего числа исследуемых спортсменов. Среднему уровню также соответствовала реакция сердечно-сосудистой системы. ЧСС в состоянии покоя у этой группы составляло 35 уд/30с. После выполнения степ-теста прирост этого показателя на 2, 3 и 4-ой минутах отдыха составил 123,5%, 105,9% и 88,2%. Эту группу составили спортсмены, имеющие 1 разряд. И лишь у 3 спортсменов отмечался низкий уровень функционального состояния при значениях ИГСТ равный  $69,33 \pm 0,03$  (3% от общего числа исследуемых спортсменов). Они и составили четвертую группу исследуемых спортсменов. ЧСС в состоянии покоя у них составляла 37 уд/30с. Прирост пульса на 2, 3 и 4-ой минутах отдыха составил 150%, 120%, 95%. Время восстановления затягивалось. В эту группу вошли студенты, занимающиеся спортом нерегулярно или с большими перерывами.

Таким образом выявлено, что функциональная работоспособность студентов-спортсменов игровых видов спорта варьировала от высокого до ниже среднего уровня, однако наибольшее число принадлежит

высокому ее уровню. Результаты тестирования позволили оценить анаэробную работоспособность как высокую. На хорошем уровне была способность системы кровообращения восстанавливаться.

#### **RESEARCH OF FUNCTIONAL OPERABILITY AT STUDENTS-SPORTSMEN GAME SPECIES OF SPORTS**

**Bagirova R.M., Mamedova G.R., Guseynova G.G., Gasanova M.A.**

Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sport, Department "Medical and Biological Sciences" Baku,  
Azerbaijan; [rafiga\\_bagirova1@mail.ru](mailto:rafiga_bagirova1@mail.ru)

The purpose of this work was to study the functional state of the cardiovascular system of student-athletes of game sports based on the Harvard step test.

Based on the data obtained, all subjects can be divided into 4 groups. The first group included 23 athletes with a high level of the functional state of the system blood circulation with IGST values of  $94.74 \pm 3.55$ , which accounted for 23% of the total number of subjects. The heart rate at rest was 32.5 beats/30s. After fulfillment of work, pulse rate at 2, 3 and 4 minutes of rest increased respectively 65%, 42% and 16%. This group consisted of 19 CMS and 4 have had 1 rank. The second group consisted of 45 athletes who had a higher than average functional state with IGST values of  $84.77 \pm 0.17$ , which accounted for 45% of the total number of subjects. The cardiovascular response also corresponded to a level above the average. So, with an average HR at rest 32 beats / 30s., The increase in this indicator by 2, 3 and 4 minutes of rest increased by 84.4%, 50%, and 15.6%, respectively. Representatives of this group had 1 rank and 10 were CCM.

The third group with an average level of functional status with IGST values of  $76.33 \pm 0.18$  was 30 subjects, which accounted for 30% of the total number of studied athletes. The reaction of the cardiovascular system also corresponded to the average level. The resting heart rate in this group was 35 beats/30 s. After fulfillment the step test, the increase in this indicator at the 2nd, 3rd and 4th minutes of rest was 123.5%, 105.9% and 88.2%. This group consisted of athletes with 1 discharge. And only 3 athletes had a low level of functional status with IHST values of  $69.33 \pm 0.03$  (3% of the total number of athletes studied). They formed the fourth group of athletes studied. Their resting heart rate was 37 beats/30s. The pulse increase at the 2nd, 3rd and 4th minutes of rest was 150%, 120%, 95%. Recovery time dragged on. This group includes students involved in sports irregularly or with long breaks.

Thus it is revealed that functional operability students-sportsmen of game sports varied from high to below average level, however the greatest number belongs to its high level. The test results allowed anaerobic evaluation performance as high. On good level was the ability of the circulatory system to recover.

#### **СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ДЕПРЕССИВНОЙ ПСИХОМОТОРНОЙ РЕТАРДАЦИИ И РУМИНАЦИИ**

**Базанова О.М., Афтанас Л.И., Новожилова Н.В.**

Лаборатория Когнитивной, Аффективной и Трансляционной нейронауки, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия; [bazanovaom@physiol.ru](mailto:bazanovaom@physiol.ru)

<https://doi.org/10.29003/m309.sudak.ns2019-15/75-76>

**ВВЕДЕНИЕ:** Сочетание различных экспериментальных методов для измерения депрессивной психомоторной ретардации (PMR) может предложить более глубокое понимание депрессии, оптимизировать вмешательства, предсказать терапевтический ответ или риск депрессии. Мы исследовали взаимосвязь между тяжестью депрессии, депрессивной руминацией и энергией, затрачиваемой на отклонения центра давления (CoPD) в условиях решения двойных пострурально-моторной и пострурально-идеомоторной задач.

**МЕТОД:** 26 пациентов с МДД в сравнении с 24 здоровыми испытуемыми (НС), сопоставимыми по индексу массы тела и возрасту, последовательно выполнили три экспериментальных задания: (1) задача только поддерживать равновесие в состоянии покоя (ST), (2) двойная задача выполнение движения пальцев при поддержании равновесия (AMT); (3) воображаемая пострурально-моторная задача (ММТ). Первичной зависимой переменной было количество кинетической энергии (E), затраченной на поддержание баланса, тогда как затраты E на двойные задачи рассчитывались по формуле:  $\Delta E = (E_{\text{Dual-task}} - E_{\text{Single-task}})$ ,

**РЕЗУЛЬТАТЫ:** На наличие PMR в группе с МДД указывали следующие признаки: недостаточный поструральный контроль при закрытых глазах, замедление мелкой моторики и идеомоторной активности. Дефицит пострурального контроля, проявляющийся в состоянии ST, был значительно нивелирован выполнением двойных задач. Множественный линейный регрессионный анализ подтвердил далее, что затраты энергии с двумя задачами (то есть,  $\Delta E$ ) значительно предсказывают клинические оценки тяжести депрессии и руминации.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Полученные данные позволяют предположить, что выполнение двойных пострурально-моторной или идеомоторной задачи с закрытым визуальным входом высвобождает ресурсы внимания от неадаптивной депрессивной размышления, тем самым снижая энергетические затраты на поддержание баланса у пациентов с МДД.

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00317А.*

## STABILOMETRIC INDICES OF DEPRESSION-RELATED PSYCHOMOTOR RETARDATION AND RUMINATION

**Bazanova Olga M., Aftanas Lyubomir I., Novozhilova Natalia V.**

Lab. of Affective, Cognitive & Translational Neuroscience, Federal State Budgetary Scientific Institution "Scientific Research Institute of Physiology & Basic Medicine" Novosibirsk, Russian Federation  
[bazanovaom@physiol.ru](mailto:bazanovaom@physiol.ru)

Background: Combination of different experimental techniques for measuring depression-related psychomotor retardation (PMR) with clinical assessments could offer an increased understanding of depression, optimize interventions, predict therapeutic response or depression risk. We aimed at investigating the interplay between the severity of depression, depressive rumination and the energy expended for the center of pressure deviations (CoPD) under the single- and dual-tasking posture conditions.

Method: Compared with 24 age- and body mass index-matched healthy controls (HC), 26 patients with MDD sequentially executed three experimental tasks: (1) single posture task of maintaining a quiet stance (ST), (2) actual posture-motor dual-task (AMT); (3) mental/ imaginary posture-motor dual-task (MMT). All the tasks were performed in the eyes open (EO) and the eyes closed (EC) conditions. The primary dependent variable was the amount of kinetic energy (E) expended for balance maintenance, whereas energy cost to the dual-tasking vs. the single posture task was calculated according to the formula:  $\Delta E = (E_{\text{Dual-task}} - E_{\text{Single-task}})$ .

**RESULTS:** The signs of PMR in the MDD group were objectively indexed by deficient posture control in the eyes closed condition along with overall slowness of fine motor and ideomotor activity. The posture deficit manifested in the ST condition was significantly attenuated in the MMT and AMT performance dual-tasking activity. A multiple linear regression analysis evidenced further that the dual-tasking energy cost (i.e.,  $\Delta E$ ) significantly predicted clinical scores of severity of depression and depressive rumination.

**Conclusion:** The findings allow to suggest that execution of concurrent actual or imaginary motor task with closed visual input deallocates attentional resources from compelling maladaptive depressive rumination thereby attenuating severity of energy costs for balance maintenance in patients with MDD.

*RFBR partly funded the reported study according to the research project № 19-013-00317A.*

## АЛЬФА-АКТИВНОСТЬ ЭЭГ И ДЕПРЕССИЯ

**Базанова О.М.**

Лаборатория Когнитивной, Аффективной и Трансляционной нейронауки, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия; [bazanovaom@physiol.ru](mailto:bazanovaom@physiol.ru)

<https://doi.org/10.29003/m310.sudak.ns2019-15/76-77>

### ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени в литературе представлено достаточно большое количество доказательств участия альфа-колебаний ЭЭГ к механизмам когнитивного контроля нейрональной активации. Следовательно, знание активности альфа-волн ЭЭГ может играть существенную роль в прогнозировании нарушений сенсомоторной интеграции и восприятия эмоций у пациентов с большим депрессивным расстройством MDD. Однако, результаты большинства исследований, представленных в литературе, получены на основе неиндивидуализированного анализа альфа-активности и, потому противоречивы. Среди других причин этих противоречивости результатов может быть использование различных методологических подходов к оценке альфа-активности ЭЭГ. Так, например, анализ ЭЭГ не учитывает эффект Бергера; а также электрофизиологические «загрязнения» в низко- частотными низкоамплитудными колебаниями ЭМГ; игнорирует нейрогуморальные состояния у женщин и т. д.

С целью изучения возможности ЭЭГ прогнозирования MDD в этом обзоре рассматриваются потенциальные альфа-биомаркеры в индивидуально определенных альфа частотных ЭЭГ диапазонах.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ литературы (323 источника) и собственных данных позволил выделить, как наиболее перспективные в диагностике MDD, следующие признаки: частота нижней и верхней границ альфа-диапазона, индивидуальная частота альфа-пика, величина и продолжительность альфа-супрессии, то есть те признаки, которые влияют на эффективность прогнозирования и терапии MDD.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индивидуальный анализ альфа-активности ЭЭГ позволяет не только дифференцировать MDD пациентов от здоровых людей, но также позволяет получить информацию об индивидуальных подходах к терапии и может быть использован для прогнозирования результатов лечения MDD..

*Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00317A*

## EEG ALPHA ACTIVITY AND DEPRESSION

**Bazanova Olga M.**

Lab. of Affective, Cognitive & Translational Neuroscience, Federal State Budgetary Scientific Institution "Scientific Research Institute of Physiology & Basic Medicine" Novosibirsk, Russian Federation  
[bazanovaom@physiol.ru](mailto:bazanovaom@physiol.ru)

**OBJECTIVE:** During the past decades, much research has been directed to elucidate the neural underpinnings of major depressive disorder (MDD), with the ultimate goal of identifying biomarkers that can aid in the diagnosis and development of effective therapeutic interventions. Meanwhile, a prevailing theory has emerged that alpha oscillations reflect as an essential top-down mechanism of neuronal inhibition and thus may play a prominent role in the prediction of the destroyed sensorimotor integration and impairment of emotions perception in patients with an MDD.

However, results from the list of studies used non-individualized analysis of alpha-activity in the standard alpha range are contradictory. According to some authors, MDD associated with an increase, and other researchers demonstrate equal or decrease in alpha-activity compared with healthy control (HC). Among the possible causes of these contrasting results, could be the use of different methodological approaches to EEG alpha-activity assessment. Often, in particular, measuring does not address the Berger effect; disregards to the EMG contaminations in the low frequency; ignores the neurohumoral conditions in women, performance task or rest condition. All of them may lead to misinterpretation of the results of the alpha EEG measurements.

With the aim to highlight the probable individually determined alpha EEG predictors of MDD this review covers potential biomarkers from individualized EEG alpha activity indices within the EEG personally identified alpha frequency bands.

**RESULTS:** An analysis of the literature and own data allowed us to single out the following signs as the most promising in the diagnosis of MDD: the frequency of the low and upper alpha band limits, individual alpha peak frequency, magnitude and duration of alpha suppression that is, those signs that affect the effectiveness of the prediction and therapy of MDD.

**CONCLUSION:** Individualized analysis of EEG alpha activity could be used to discriminate patients from healthy subjects, and, also, for the prediction of treatment outcome in MDD, yielding information about tailored therapy approaches for an individual.

*RFBR partly funded the reported study according to the research project № 19-013-00317A.*

### **ВОЗМОЖНОЕ ОПОСРЕДОВАННОЕ ОПИСАНИЕ СОЗНАНИЯ И ПРОЦЕССЫ МОЗГА**

**Базян Ара Саакович**

ФГБУН Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [bazyan@mail.ru](mailto:bazyan@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m311.sudak.ns2019-15/77-78>

Для описания перехода объективных процессов в субъективные явления мы использовали четыре последовательных процесса: 1) описание объективных процессов – молекулярно-генетические, квантово – химические и нейрофизиологические; 2) "черный ящик" – известно что на входе (объективные процессы) и что на выходе (субъективные явления), а что творится внутри не известно или не интересно (виртуальный скачок); 3) субъективные явления – системы субъективных восприятий (свет, звук, осязание, обоняние, и др., психика, интеллект, духовность; 4) сознание. Сознание трансцендентально, что означает выходящие за все пределы и поэтому не познаваемо. Трансцендентальное сознание это философская категория и не применима к анализу реальных научных данных. Поэтому нужен его аналог который можно применить и которое обладает теми же свойствами. Я полагаю, что таким аналогом является информационная среда, созданное человечеством в течение более чем 200000 лет существования Homo Sapiens. В этой информационной среде мы живем до сих пор. Информация это закодированное сообщение, через специфический канал связи, например, азбука Морзе. Информацией, в нашем случае, является все творчество человечества, записанное и нарисованное на носителях: камнях, бумаге, в интернете. Эту информацию мы воспринимаем с помощью наших органов чувств, запоминаем, осознав эту информацию, превращаем ее в знания и личное сознание. Информационная среда настолько большая, что ни один человек не в состоянии познать ее до конца. Это аналог трансцендентального сознания. Информация воспринимается с помощью наших шести чувств: зрение, слух, равновесие, осязание, обоняние, вкус. Формирует восходящие иерархические сети в соответствующих областях подкорки и коры. Кора входит в состав эмоционально насыщенной когнитивной коры мозга, функцией которого является восприятие окружающего мира нашим "Я". Центром когнитивной карты мозга являются нейроны места, времени, ориентации в пространства и мониторинга гиппокампа, которые связаны с восходящими иерархическими сетями мозга. Осознание своего "Я" и окружающего мира осуществляется взаимодействием сигналов Dawn Up из восходящих иерархических сетей и Top Dawn сигналом из префронтальной коры. Dawn Up сигнал формирует образы "Я" и окружающего мира в коре, а Top Dawn сигнал из префронтальной коры накрывает этот сигнал и вызывает само-осознание или само-идентификацию. Эти результаты были получены с помощью теста зеркала и в экспериментах с разглядыванием собственного изображения в fMRI.

*Работа выполнена при поддержке программ РАН и РФФИ, проект № 17-29-01005-офи\_м.*

### **POSSIBLE INDIRECT DESCRIPTION OF CONSCIOUSNESS AND BRAIN PROCESSES**

**Bazyan Ara**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology Russian Academy of Science, Moscow, Russia.  
[bazyan@mail.ru](mailto:bazyan@mail.ru)

To describe the transition of objective processes into subjective phenomena, we used four successive processes: 1) a description of objective processes — molecular genetic, quantum chemical, and neurophysiological; 2) "black box" – it is known what is at the entrance (objective processes) and what is at the output (subjective phenomena), and what is happening inside is not known or not interesting (virtual jumping); 3) subjective phenomena – systems of subjective perceptions (light, sound, touch, smell, etc., psyche, intellect, spirituality; 4) consciousness. Consciousness is transcendental, which means going beyond all limits and therefore not knowable. Transcendental consciousness is a philosophical category and is not applicable to the analysis of real scientific data. Therefore, we need an analogue of which can be applied and which has the same properties. I believe that this analogue is the information environment created by mankind for more than 200,000 years of existence of Homo Sapiens. In this information environment, we still live. Information is a coded message, through a specific communication channel, for example, Morse code. Information, in our case, is all the creativity of humanity, recorded and drawn on the media: stones, paper, on the Internet. We perceive this information with the help of our senses, we remember, having realized this information, we turn it into knowledge and personal consciousness. The information environment is so large that no one is able to know it to the end. This is an

analogue of transcendental consciousness. Information is perceived with the help of our six senses: sight, hearing, equilibration, touch, smell, taste. Forms ascending hierarchical networks in the corresponding areas of the sub-cortex and the cortex. The cortex is a part of the emotionally saturated cognitive map of the brain, the function of which is the perception of the surrounding world or environment by our "I am". The center of the cognitive map of the brain are the place cells, time cells, cells of orientation, and cells of monitoring into the hippocampus, which are connected with the ascending hierarchical networks of the brain. Awareness of the "I am" and the environment is carried out by the interaction of Dawn Up signals from ascending hierarchical networks and the Top Dawn signal from the prefrontal cortex. The Dawn Up signal forms the images of the "I am" and the surrounding world in the cortex, and the Top Dawn signal from the prefrontal cortex covers this signal and causes self-recognition or self-identification. These results were obtained using a mirror test and in experiments with looking at your own image in the fMRI.

*The study was supported by the RFBR grant № 17-29-01005-ofi\_m.*

## КОГНИТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ Баксанский О.Е.

РНИМУ им. Н.П. Пирогова, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m312.sudak.ns2019-15/78-79>

### **Аннотация:**

В статье рассматриваются когнитивные процессы головного мозга во взаимосвязи с наиболее распространенными теориями обучения. В статье представлена краткая история науки о головном мозге, сведения о составе, структуре и функциях головного мозга и его частей, локализация высших психических функций, рассмотрена взаимосвязь процессов обучения с качеством его работы. Отдельно рассматриваются механизмы протекания сложных когнитивных процессов восприятия, памяти, мышления, осмысленной речи, творческого воображения, озарения, формирования идей и усвоения знаний с точки зрения особенностей работы головного мозга.

### **Ключевые слова**

*головной мозг, структура головного мозга, строение головного мозга, функции головного мозга, высшая нервная деятельность, когнитивные процессы, теории обучения, высшие психические функции.*

В течение длительного времени считалось, что нервные клетки не восстанавливаются. Исследования последнего времени показали, однако, что это ошибочное мнение. Головной мозг нуждается в непрерывной нагрузке информацией, так как в противном случае под действием неизбежных флуктуаций возникает процесс ослабления связей. Те нейроны, количество связей которых снижается ниже нормы, или их связи сформировались неправильно, перестают перерабатывать информацию и уничтожаются организмом за ненужностью или во избежание помех и неоправданных энергетических затрат. В случае поступления в процессе обучения в мозг достаточного большого количества информации функции погибших нейронов берут на себя оставшиеся клетки, которые увеличиваются в размерах и образуют новые связи. Одновременно с этим под воздействием нейрогенеза рождаются новые нейроны, восстанавливающие недостающие связи, причем каждый новый нейрон заменяет 9 погибших. Так, например, при рождении ребенка, мозг которого практически свободен от информации, огромный избыток нейронов (до 70%), возникающий в процессе развития эмбриона, погибает. Это создает благоприятные условия для обучения ребенка с прогрессирующим увеличением вводимой в его мозг информации, ускоренным наращиванием числа нейронов и увеличением числа связей. Ребенок рождается, таким образом, с большим интеллектуальным потенциалом. Но его потенциал надо правильно использовать. Чем раньше начинается его обучение, чем интенсивнее оно проводится, чем в большей степени оно соответствует ментальности, полученной им по наследству, тем больше шансов на его успешное развитие. Не случайно дети композиторов, художников, артистов, ученых наследуют способности своих родителей, так как с момента своего рождения они соответственно живут в мире музыки, красок, игры.

Если в пожилом возрасте человек снижает интенсивность своего обучения, то возникает большое количество незагруженных или недогруженных нейронов, которые отмирают, не восстанавливаясь. В результате происходит резкое ослабление памяти и интеллекта человека с последующим возможным переходом в болезнь Альцгеймера. Этого, однако, не происходит, если, выйдя на пенсию, человек, меняет свои занятия и продолжает учиться, ведет интеллектуальный образ жизни. Это может быть изучение иностранных языков, познавательные экскурсии и путешествия, посещение музеев и выставок и т.д. Очень полезна в этом возрасте творческая активность, в том числе занятия наукой, публикация статей и книг, занятия музыкой, изобразительным искусством, литературой, шахматами, другими интеллектуальными играми, решение математических и других логических задач и пр.

В результате эволюции головной мозг претерпел целый ряд скачкообразных изменений. Один из этих качественных скачков заключается в том, что он научился синтезировать разрозненную информацию, поступающую извне, в определенные образы, создающие в совокупности субъективную картину действительности. В этом смысле мозг проявляет себя, как высокоорганизованный механизм, с помощью которого природа решает важнейшую задачу экономного восприятия, хранения, переработки и использования информации.

*Восприятие* – это своеобразный способ кодирования поступающей в мозг информации. Оно отличается огромным разнообразием по способам своей реализации как для разных особей одного и того же вида, так и для особей разных видов, отличающихся между собой уровнем своей организации. Так, например, даже два разных человека по-разному воспринимают окружающий мир. Эти восприятия различны у художественных и рационально мыслящих натур, у мужчин и женщин, у психически здоровых людей и страдающих той или иной патологией, у зрячих и слепых людей, у слышащих и глухонемых и т.д. У людей ведущую роль в образном «видении» окружающего мира играют визуальные восприятия; у многих

высших животных и у некоторых насекомых (пчелы и др.) – запахи; у птиц – звуковые образы; у низших животных – ощущения и реакции.

1. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивный образ мира: Прологомены к философии образования. М., 2010.
2. Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Личностно ориентированный подход к обучению физике. \\ Физика в школе. 2003. № 4.
3. Баксанский О.Е., Чистова М.В. Проблемное обучение: обоснование и реализация. \\ Наука и школа. 2000. № 1.
4. Бергер П., Лукман Т. Социальное конструирование реальности. Трактат по социологии знания. М.: Медиум, 1995.
5. Глинский Б.А., Баксанский О.Е. Моделирование и когнитивные репрезентации. М.: Альтекс, 2000.

### COGNITIVE PROCESSES OF EDUCATION Baksanskiy Oleg E.

Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia

#### **Abstract:**

In article cognitive processes of a brain in interrelation with the most widespread theories of training are considered. The short story of science about a brain, the information about structure, structure and functions of a brain and its parts is presented in article, localization of the highest mental functions, is considered interrelation of processes of training with quality of its work. Separately mechanisms of course of difficult cognitive processes of perception, memory, thinking, the intelligent speech, creative imagination, inspiration, formation of the ideas and assimilation of knowledge in terms of features of work of a brain are considered.

#### **Keywords:**

brain, structure of a brain, function of a brain, higher nervous activity, cognitive processes, theories of training, the highest mental functions.

### РЕТРОГРАДНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ В ХИМИЧЕСКИХ СИНАПСАХ О.П. Балезина

Московский Государственный Университет им.М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [balezina@mail.ru](mailto:balezina@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m313.sudak.ns2019-15/79-80>

Общепризнанный постулат синаптической физиологии об одностороннем действии медиаторов в химических синапсах в настоящее время пересмотрен. Обнаружились многочисленные регуляторные контуры обратной связи с вовлечением сигнализаторов, образующихся в постсинаптических структурах, способных высвобождаться и ретроградно регулировать синаптическую передачу. Явление получило название *ретроградной сигнализации* в синапсах. Первыми ретроградными регуляторами, обнаруженными в синапсах ЦНС, стали т.н. эндоканнабиноиды, к которым со временем добавились газообразные медиаторы (NO, CO, H<sub>2</sub>S), активные формы кислорода (АФК), нейротрофины (BDNF, NT3/4, TGFβ), пурины и другие (Castillo et al., 2012).

Несмотря на возрастающий интерес к явлению ретроградной сигнализации как полноправному и эффективному регулятору процессов синаптической передачи, важнейшие аспекты этого явления, как правило, остаются не изученными. До сих пор мало известно о специфических механизмах образования разных ретроградных сигналов в постсинаптических структурах синапсов, как и о механизмах их дальнейшего высвобождения и регуляторного воздействия на терминали и секрецию медиатора в синапсах. Это, в особенности, касается периферических нервно-мышечных синапсов, где возможность ретроградного регулирования передачи с помощью факторов, выделяющихся из мышечных волокон, хотя и выглядит очевидной (учитывая мощный синтетический потенциал мышечной ткани) и уже обсуждается в литературе (Ouanounou et al., 2016; Wang et al., 2018), но остается крайне малоизученной.

В лекции будет дан обзор современных достижений в изучении эволюции, биологической роли и специфики ретроградной сигнализации в центральных и периферических синапсах. Будут представлены собственные и литературные данные о ранее неизвестных механизмах действия таких краткосрочных ретроградных сигнализаторов как эндоканнабиноиды, нейротрофины (BDNF) и пурины (АТФ) в центральных и периферических синапсах.

*Работа поддержана грантом РФФИ, N 19-04-00616A*

### RETROGRADE SIGNALLING IN CHEMICAL SYNAPSES O.P. Balezina

Moscow State University, Moscow, Russia; [balezina@mail.ru](mailto:balezina@mail.ru)

The generally accepted postulate of synaptic physiology on the unidirectional action of mediators in chemical synapses is currently being revised. Numerous regulatory feedback loops have been discovered with the involvement of signaling agents formed in postsynaptic structures that can be released and retrogradely regulate synaptic transmission. The phenomenon is called *retrograde signaling* at synapses. The first retrograde regulators found in the CNS synapses were the so-called endocannabinoids, to which gaseous mediators (NO, CO, H<sub>2</sub>S), reactive oxygen species (ROS), neurotrophins (BDNF, NT3/4, TGFβ), purines (ATP) and others have been added over time (Castillo et al., 2012).

Despite the growing interest in the phenomenon of retrograde signaling as a full and effective regulator of synaptic transmission processes, the most important aspects of this phenomenon, as a rule, remain unexplored. So far, little is known about the specific mechanisms of formation of different retrograde signals in postsynaptic



structures of synapses, as well as about the mechanisms of their further release and regulatory impact on the terminals and the secretion of the mediator in synapses. This is particularly true of peripheral neuromuscular synapses, where the possibility of retrograde regulation of transmission by factors released from muscle fibers, although it seems obvious (given the powerful synthetic potential of muscle tissue) and is already discussed in the literature (Ouanounou et al., 2016; Wang et al., 2018), but remains extremely poorly studied.

The lecture will give an overview of modern achievements in the field of evolution, specificity and biological role of retrograde signaling in central and peripheral synapses. We will present our own and literature data on previously unknown mechanisms of action of such short-term retrograde signaling messengers as endocannabinoids, neurotrophins (BDNF) and purines (ATP) in central and peripheral synapses.

*The work is supported by RFBR, grant N 19-04-00616A*

### **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕВОЧЕК-ПОДРОСТКОВ АБОРИГЕННОЙ ПОПУЛЯЦИИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

**Бартош Т. П., Бартош О. П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский центр «Арктика»  
ДВО РАН, Магадан, Россия; [tabart@rambler.ru](mailto:tabart@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m314.sudak.ns2019-15/80-81>

В подростковом периоде с 12–13 до 15–17 лет отмечается повышенная возбудимость центральной нервной системы, ослабление процесса торможения, нестабильность нервных процессов. Наше исследование посвящено изучению особенностей нейродинамических показателей девочек-подростков из числа коренных малочисленных народов Севера в процессе онтогенеза. Всего обследовано 120 девочек (коряки и эвены), возрастом 12–17 лет отдаленного п. Эвенск Магаданской области, расположенного в 535 км от г. Магадана.

Девочки были разделены на 3 возрастные группы: I группа: 12–13 лет (средний возраст  $12,9 \pm 0,06$ ); 2-я группа: 14–15 лет ( $14,8 \pm 0,1$ ); 3 группа: 16–17 лет ( $16,7 \pm 0,1$ ).

Нейродинамические свойства определяли по параметрам времени сенсомоторных реакций с помощью АПК «НС-ПсихоТест», фирма «НейроСофт» г. Иваново. Оценка результатов сенсомоторных реакций производилась на основании среднего значения (M), отражающего среднюю скорость зрительно-моторных реакций, и стандартного отклонения (СКО), которое является показателем стабильности сенсомоторного реагирования. Статистическая обработка данных проведена с использованием пакета прикладных программ Excel-97 и Statistica-6.

Данные показали наличие возрастной динамики в сторону укорочения времени простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и СКО ПЗМР. Средний показатель ПЗМР был на уровне  $365 \pm 22$  мс в 1-й группе девочек;  $335 \pm 11$  мс во 2 группе и  $304 \pm 9,8$  мс в 3-й, при среднеширотном лимите нормы 205–273 мс (Мантрова, 2007). Средний показатель СКО ПЗМР составил  $121 \pm 11, 109 \pm 5,6$  и  $90 \pm 5,3$  соответственно, для групп (лимиты 32–98 мс). Средние показатели времени реакции трех групп девочек превышали среднеширотные возрастные нормы. В 1 и 2 группах отмечали низкую скорость ПЗМР. Прослеживается возрастное уменьшение среднегруппового значения времени сложной сенсомоторной реакции выбора к 14–15 годам на 40 мс ( $p < 0,05$ ) и его стабилизация к 16–17 годам. В данный период уже наблюдается тенденция к улучшению показателя точности выполнения задания ( $p < 0,05$ ) и снижение ошибочных реакций на дифференцировку.

С возрастом, у девочек происходит естественное совершенствование нейродинамических функций, увеличивается подвижность и уравновешенность нервных процессов, увеличивается стабильность сенсомоторного реагирования. Однако, по сравнению со среднеширотными нормами, девочки-аборигенки в возрастном периоде 12–17 лет характеризуются более низкой подвижностью и неуравновешенностью нервной системы. Возможно некоторое запаздывание сроков созревания нервных процессов.

### **AGE-RELATED PECULIARITIES OF NEURODYNAMIC INDICATORS OF ADOLESCENT GIRLS OF THE ABORIGINAL POPULATION OF RUSSIA'S NORTHEAST**

**Bartosh Tatiana P., Bartosh Olga P.**

Scientific Research Center "Arktika" FEB RAS, Magadan, Russia, [tabart@rambler.ru](mailto:tabart@rambler.ru)

In the adolescent period from 12–13 to 15–17 year old age, there is an increased excitability of the central nervous system, a weakening of the inhibition process, and instability of the nervous processes. Our study is devoted to the study of the neurodynamic characteristics of adolescent girls from among the indigenous peoples of the North in the process of ontogenesis. A total of 120 girls aged 12-17 years were surveyed (Koryaks and Evens) from a distant settlement of Evensk located 535 km from the city of Magadan.

The girls were divided into 3 groups: Group I: 12–13 year old age (average age  $12.9 \pm 0.06$ ); Group 2: 14–15 year old age ( $14.8 \pm 0.1$ ); Group 3: 16–17 year old age ( $16.7 \pm 0.1$ ).

Neurodynamic properties were determined by the time parameters of sensorimotor reactions using "NS-PsychoTest" by "NeuroSoft", Ivanovo. Evaluation of the results of sensorimotor reactions was carried out based on the average value (M) which reflects the average rate of visual motor reactions, and the standard deviation (SD) which is an indicator of the stability of the sensorimotor response. Statistical processing of data was carried out using the Excel-97 and Statistica-6 application software package.

The data showed the presence of age-related dynamics in shortening of the time of a simple visual motor reaction (SVMR) and SD for SVMR. The average SVMR was at  $365 \pm 22$  ms in the 1<sup>st</sup> group;  $335 \pm 11$  ms in the 2<sup>nd</sup> group, and  $304 \pm 9.8$  ms in the 3<sup>rd</sup> one, with a mid-latitude limit of the norm of 205–273 ms (Mantrova, 2007). The average value of the standard deviation of equipotential magnetic resonance equipments was  $121 \pm 11, 109 \pm 5.6$  and  $90 \pm 5.3$ , respectively, for groups (limits of 32–98 ms). The average reaction time of the three groups of the

examined girls exceeded the mid-latitude age norms. In groups 1 and 2, low SVMR rates were noted. The age-related decrease in the mean group time of the complex sensorimotor reaction of selection by 14–15 years by 40 ms ( $p < 0.05$ ) and its stabilization by the age of 16–17 can be traced. In this period, there is a tendency to an improvement in the accuracy of the task performance ( $p < 0.05$ ) and a decrease in erroneous reactions to differentiation.

With age, girls naturally improve their neurodynamic functions, increase mobility and balance of nervous processes, and increase the stability of the sensorimotor response. However, compared to mid-latitude norms, Aboriginal girls in the age period of 12–17 years old are characterized by lower mobility and an imbalance of the nervous system. Perhaps some delay in the maturation of nerve processes can happen.

### **ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ЭКСТРАКТА ШАФРАНА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕПРЕССИИ** **Бахшалиева А.Я.**

Институт Физиологии им. академика Абдуллы Караева, НАН Азербайджана, г. Баку. [afetfarm@mail.ru](mailto:afetfarm@mail.ru)

Как известно, в последние годы старинные лечебные методы врачей народной медицины привлекают к себе пристальное внимание медицинской общественности, а также большой интерес ученых вызывает исследование свойства природных веществ и создание натуральных препаратов. С этих позиций весьма целесообразно изучение шафрана (*Crocus sativus*), лечебное многообразие которого подтверждено в народной медицине и требующее научное доказательство эффективности лечения экспериментальным путем. Интерес исследований в психопатологии этого вещества связан, во-первых, с его выраженной нейротропной активностью, проявляющейся успокоительным, тонизирующим, противосудорожным эффектом; во-вторых, возможность профилактики и лечения депрессии алиментарным путем.

Целью данной работы было изучение профилактического действия экстракта шафрана на показатели поведения у предварительно отобранных депрессивоподобных крыс. Депрессивное состояние сформировалось в течение 20 дней с применением метода «сенсорного контакта», в котором стресс индуцировался агрессивными особями. Подопытные животные были подразделены на 2 группы: контрольные и опытные. Опытным крысам ежедневно вводили экстракт шафрана перорально в дозе 250 мг/кг веса (2мл) в течение 21 дня и на 7-й, 14-й и 21-й дни опыта исследовали поведение животных обеих групп в «Открытом поле» и в ситуации вынужденного плавания теста «Persolt»а. А также, изучали восстановление функционального состояния животных после прекращения (спустя 1 неделю) стресс воздействия. Длительность каждого из тестов составляла 300 секунд.

Изучение обоих поведенческих тестов при развитии депрессивных состояний показывает, что крысы контрольной и опытной групп по-разному реагируют на один и тот же фактор стресса, а поведенческие показатели значительно отличаются друг от друга и в конце эксперимента животные находятся в различном психоэмоциональном состоянии. При этом, высокий уровень реакции страха и эмоционального напряжения в открытом поле сопровождается низкой двигательной активностью и быстрой утомляемостью в тесте вынужденного плавания. В отличие от контрольной группы, у животных, получавших экстракт шафрана в конце хронического психоэмоционального стрессорного воздействия, не обнаружено выраженного депрессивного поведения крыс. Действие экстракта шафрана проявилось в меньшем сокращении двигательной активности и умеренном эмоциональном состоянии по сравнению с контрольными крысами. После прекращения стрессорного воздействия у животных, получавших экстракт шафрана обнаружено увеличение двигательной активности почти до контрольного уровня. Полученные данные свидетельствуют о том, что депрессивное состояние скорректировано введением экстракта шафрана в процессе реализации депрессивного состояния, а также ускорено восстановление функционального состояния животных после прекращения психоэмоционального стресс-воздействия. Возможно, это связано с увеличением физической выносливости животных под воздействием антиоксидантного эффекта шафрана.

### **THE PROPHYLACTIC EFFECT OF SAFFRON EXTRACT ON THE DEPRESSIVE STATE** **Bakhshaliyeva A.Y.**

Institute of Physiology n.a. academician Abdulla Garayev, Azerbaijan NAS, Baku.  
[afetfarm@mail.ru](mailto:afetfarm@mail.ru)

The preventive effect of saffron extract in the development of depression in rats prone to depression was studied. In contrast to the control group, in animals treated with saffron extract at the end of chronic psycho-emotional stress effects, not found pronounced depressive behavior of rats.

After the termination of stress exposure in animals treated with saffron extract, the restoration of behavioral parameters to almost the control level was found. The data obtained indicate that the depressive state is corrected by the introduction of saffron extract in the process of realization of the depressive state. It is assumed that during zoo-social stress saffron extract has a stimulating effect on the protective and compensatory systems. Perhaps this is due to the antioxidant properties of saffron.

### **ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ПАРАМЕТРЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ**

**Башкатова Ю.В., Нувальцева Я.Н., Фадюшина С.И., Воробей О.А.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m315.sudak.ns2019-15/81-82>

На здоровье человека могут оказывать негативное воздействие не только неблагоприятные климатические условия проживания, но факторы производственной среды на рабочем месте. Одним из них

является электромагнитное поле (ЭМП) промышленной частоты (ПЧ). Всемирная организация здравоохранения рассматривает ЭМП ПЧ техногенного происхождения как один из опасных и значимых для здоровья населения факторов, характеризующихся активным биологическим действием. В этой связи нами исследовались параметры  $x_i$  состояния сердечно-сосудистой системы (ССС), а именно кардиоинтервалов (КИ) четырех групп женщин, работающих на Сургутском заводе стабилизации конденсата. Средний возраст всех обследуемых составил 34,6 года.

Рассчитывались площади  $S$  квазиаттракторов (КА) для КИ в двумерном фазовом пространстве состояний (ФПС), где вектор  $x^2 = (x_1, x_2)^T$  образовывали:  $x_1^k(t)$  – величина КИ (как функция времени  $t$ ) и  $x_2^k = dx_1^k/dt$  – скорость изменения  $x_1(t)$ . Тогда площадь  $S = \Delta x_1^k \times \Delta x_2^k$  (здесь  $\Delta x_1^k$  – вариационный размах по КИ и  $\Delta x_2^k$  – по его скорости  $x_2^k$ ). Эти площади  $S$  КА определялись для женщин разных возрастных групп, подверженных (3-й  $\langle T_3 \rangle = 26,4$  и 4-й группы  $\langle T_4 \rangle = 42,8$  года) и не подверженных (1-й  $\langle T_1 \rangle = 26,2$  и 2-й группы  $\langle T_2 \rangle = 42,2$  года) влиянию ЭМП ПЧ на рабочих местах.

Сравнение площадей  $S$  КА позволило установить принципиальные различия в динамике работы ССС разных групп обследуемых в то время как в рамках статистики различия не достоверны по ряду параметров  $x_i$  всего вектора состояния организма  $x(f)$  человека, проживающего в особых северных условиях.

Площади КА показывают диаметрально противоположную динамику. Наблюдается выраженная возрастная динамика. Старшая возрастная группа демонстрирует резкое уменьшение  $S_4$  КА, что можно трактовать как преждевременное старение по параметрам КИ (и соотношению SIM и PAR). Такая динамика характерна для нормального физиологического старения у жителей старше 50 лет (но без воздействия ЭМП). Более того, отсутствие различий по КИ между 2-й и 3-й группой является весьма тревожным симптомом (можно трактовать, что по этим параметрам младшая группа с ЭМП уже эквивалентна старшей возрастной группе, но без действия ЭМП). Это тревожные симптомы, демонстрирующие начало возрастных изменений (старения) женщин до 35 лет, но находящихся в условиях действия ЭМП, при их сравнении со старшей группой (без ЭМП).

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-07-00162 А и мол\_а 18-37-00113*

### INFLUENCE OF INDUSTRIAL ELECTROMAGNETIC FIELDS ON THE PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

**Bashkatova Yulia V., Nuvaltseva Yana N., Fadyushina Svetlana I., Vorobey Olesya A.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [yuliya-bashkatova@yandex.ru](mailto:yuliya-bashkatova@yandex.ru)

Not only adverse climatic living conditions, but also factors of the working environment in the workplace can have a negative impact on human health. One of the factors is the *electromagnetic field* (EMF) of the *industrial frequency* (IF). From the point of view of the World Health Organization, the electromagnetic field of the industrial frequency of anthropogenic origin is one of the most dangerous and significant factors for people health. This factor is characterized by an active biological action. Therefore, we investigated the parameters  $x_i$  of the state of the cardiovascular system, namely *cardiointervals* (CI) in four groups of women working at the Surgut condensate stabilization plant. The average age of the subjects was 34,6 years.

The areas  $S$  of *quasi-attractors* (qa) for cardiointervals in the two-dimensional *phase space of states* (PSS) were calculated, where the vector  $x_2 = (x_1, x_2)^T$  formed:  $x_1^k(t)$  – value of cardiointervals (as a function of time  $t$ ) and  $x_2^k = dx_1^k/dt$  – rate of change  $x_1(t)$ . Then the area is  $S = \Delta x_1^k \times \Delta x_2^k$  (here  $\Delta x_1^k$  is the variational range of cardiointervals and  $\Delta x_2^k$  is its speed  $x_2^k$ ). These areas  $S$  for QA were determined for women of different age groups, under the influence (3-rd  $\langle T_3 \rangle = 26,4$  and 4-th groups  $\langle T_4 \rangle = 42,8$  years) and without the influence (1-st  $\langle T_1 \rangle = 26$ , and groups 2  $\langle T_2 \rangle = 42,2$  years) of the electromagnetic field pulse of the industrial frequency at workplaces.

We compared the  $S$  areas for QA and established fundamental differences in the dynamics of the cardiovascular system of different groups of subjects. However, within the framework of statistics, the differences are not reliable with respect to a number of parameters  $x_i$  of the whole vector of the state of the body  $x(f)$  of a human living in special northern conditions.

The area values show diametrically opposite dynamics. There is a pronounced age dynamics. The older age group shows a sharp decrease in  $S_4$  for QA. This fact can be considered as premature aging according to the parameters of cardiointervals (and the ratio of SIM and PAR). Such dynamics is characteristic of normal physiological aging in residents over 50 years old (but without exposure to electromagnetic fields). Moreover, the lack of differences in cardiointervals between the 2-nd and 3-rd group is a very disturbing symptom (we suppose that by these parameters the younger group with exposure to electromagnetic fields is equivalent to the older age group, but without the action of electromagnetic fields). These are alarming symptoms that demonstrate the onset of age-related changes (aging) of women under 35 years old under the action of electromagnetic fields, when compared with the older group (without exposure to electromagnetic fields).

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-07-00162 А, № 18-37-00113*

### ВЛИЯНИЕ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА НА ЭКСПРЕССИЮ ГЕНОВ ТРАНСКРИПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ БИОГЕНЕЗА МИТОХОНДРИЙ В КЛЕТКАХ РС12 В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

**Баюнова Л. В., Захарова И. О., Аврова Н. Ф.**

Учреждение Российской академии наук Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [bayunoval@mail.ru](mailto:bayunoval@mail.ru)

Чрезмерная активация образования свободных радикалов в нервных клетках является одной из основных причин их гибели при поражениях мозга различного генеза. Митохондрии являются центрами регуляции продукции активных форм кислорода (АФК). Нарушения функциональной активности митохондрий приводят к клеточной гибели в результате некроза, апоптоза или аутофагии. Следует отметить, что причиной развития многих нейродегенеративных заболеваний могут также служить нарушения в ходе биогенеза митохондрий нервных клеток. Важную роль среди транскрипционных факторов

– регуляторов биогенеза митохондрий – играют ядерный респираторный фактор-1 (NRF-1), ядерный респираторный фактор-2 (NRF-2), митохондриальный транскрипционный фактор А (TFAM). Альфа-токоферол (альфа-Т), являющийся наиболее активным компонентом витамина Е, обладает защитным и антиоксидантным действием на нервные клетки, при этом важную роль в его защитном эффекте играет модуляция им активности сигнальных путей и уровня экспрессии ряда генов. Мы изучали влияние альфа-Т на экспрессию генов TFAM, NRF-1 и NRF-2 и одного из ферментов антиоксидантной защиты – митохондриальной супероксиддисмутазы 2 (SOD2) – в клетках нейрональной линии PC12 (ATCC) в условиях окислительного стресса, индуцированного перекисью водорода (ПВ). Определение относительного уровня мРНК выбранных генов выполнялось с помощью количественной ПЦР-РВ. Экспрессию гена в пробах выражали в условных единицах, принимая его экспрессию в контрольных клетках за 1.0. При проведении опытов клетки PC12 преинкубировали в течение 24 ч со 100 нМ и 100 мкМ альфа-Т, а затем подвергали действию 0.3 мМ ПВ в течение 2, 4, 6 и 9 ч. Преинкубация со 100 нМ альфа-Т привела к статистически достоверному увеличению уровня мРНК факторов транскрипции TFAM, NRF-1, NRF-2, а также SOD2 в клетках PC12 через 6 ч инкубации с ПВ, а через 9 ч инкубации с ПВ эти показатели достоверно снизились. Преинкубация со 100 мкМ альфа-Т не оказала влияния на изменение уровня экспрессии исследованных генов в клетках PC12, также как и действие одной ПВ на эти клетки. Полученные результаты способствуют более глубокому пониманию механизма нейропротекторного действия альфа-Т, в частности, модуляции им активности ряда сигнальных путей. Работа выполнена по Госзаданию ФАНО России ИЭФБ РАН по направлению 4 (AAAA-A18-118012290427-7), руководитель д.б.н. А. О. Шпаков.

### **THE EFFECT OF ALPHA-TOCOPHEROL ON THE GENE EXPRESSION OF MITOCHONDRIAL BIOGENESIS TRANSCRIPTION FACTORS IN PC12 CELLS UNDER OXIDATIVE STRESS CONDITIONS**

**Bayunova L. V., Zakharova I. O., Avrova N. F.**

I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russian Federation; bayunoval@mail.ru

Excessive activation of the formation of free radicals in nerve cells is known to be one of the main causes of their death in brain damages of various injuries. Mitochondria are the regulatory centers of the reactive oxygen species (ROS) production and violations of their activity lead to cell death as a result of necrosis, apoptosis or autophagy. It should be noted that the disturbances of mitochondrial biogenesis in nerve cells can also result in the development of neurodegenerative diseases. The nuclear respiratory factor-1 (NRF-1), nuclear respiratory factor-2 (NRF-2) and mitochondrial transcription factor A (TFAM) are main transcription factors of mitochondrial biogenesis. Alpha-tocopherol (alpha-T) to be the most active component of vitamin E possesses a protective and antioxidant effect in nerve cells, and these effects depend on the modulation of signaling pathways and the expression level of a number of genes. We studied the effect of alpha-T on the expression of TFAM, NRF-1 and NRF-2 genes and gene of one of the enzymes of antioxidative defense – mitochondrial Superoxide dismutase 2 (SOD2) in PC12 neuronal line cells (ATCC) under oxidative stress conditions induced by hydrogen peroxide (HP). The estimation of the relative mRNA level of selected genes was performed using quantitative PCR-RT. The expression of the studied gene in the samples was presented in arbitrary units, taking the mean in control cells as 1.0. PC12 cells were pre-incubated for 24 hours with 100 nM and 100 μM alpha-T, and then exposed to 0.3 mM HP for 2, 4, 6 and 9 hours. Cells treated with 100 nM alpha-T revealed the statistically significant increase of mRNA levels of transcription factors TFAM, NRF-1, NRF-2 and SOD2 in PC12 cells in 6 hours after HP application, then these levels were decreased by 9 hours of incubation with HP. 100 μM alpha-T perhaps because of limited solubility in water solutions did not affect the expression level of the studied genes in PC12 cells, as well as the effect of HP alone in these cells. The results obtained contribute to a better understanding of the mechanism of the alpha-T neuroprotective action which may include modulation of the activity of a number of signaling pathways. The work was performed according to the state assignment of the FASO of Russia to IEPHb RAS in the direction 4 (AAAA-A18-118012290427-7), the head of the direction is the doctor of biological sciences A. O. Shpakov.

### **К ВОПРОСУ О ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ САМООПРЕДЕЛЕНИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ 7-Х КЛАССОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ**

**Беданоква А.К.**

ФГБНУ "Психологический институт Российской академии образования", Москва, Россия; [asieta@mail.ru](mailto:asieta@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m316.sudak.ns2019-15/83-84>

Реалии сегодняшнего дня ставят перед школьниками непростую задачу: с одной стороны, все более ранняя профилизация требует от них выбора профиля обучения (учитывая собственные представления о будущей предполагаемой профессии), с другой – сложность этого выбора в условиях стремительных изменений, связанных с технологическими инновациями, нестабильностью в экономической сфере, ростом требований к уровню подготовки кадров в разных отраслях профессиональной деятельности.

О том, насколько сложно определиться с выбором профессионального пути, свидетельствуют результаты опроса, проведенного на портале «Работа в России», согласно которым лишь 27 процентов россиян работают по специальности, указанной в дипломе (данные Федеральной службы по труду и занятости (Роструд, 2017)). В Соединенных Штатах согласно Национальному центру статистики образования около 80 процентов студентов меняют свою специальность по крайней мере один раз. В среднем, студенты колледжа меняют свою специальность по крайней мере три раза.

В 7-м классе проблема выбора осложняется значительными изменениями в структуре личности подростка, сменой интересов; в том, как он воспринимает себя в окружающем мире. Прежде чем школьники начнут планировать свой следующий шаг в выборе профиля, им нужно будет узнать больше о себе. Каковы их интересы? Каковы их навыки? Каковы их личностные качества, особенности темперамента?

При диагностике профессиональных предпочтений, проводимой нами в 7-х классах общеобразовательной школы с использованием методики Осницкого А. К. «Субъектно-ориентированная адаптация дифференциально-диагностического опросника», мы определяли интересы детей в разных видах профессиональной деятельности; соответствующие им умения; предполагаемую или фактическую оценку затрачиваемых усилий при выполнении различных профессиональных действий; положительное или отрицательное отношение к выполнению этих действий в вынужденных условиях (когда хочешь не хочешь, а выполнять должен). Учитывалась динамика развития интересов в сравнении с более ранним возрастом. На основе ответов учеников определялись склонности в определенных сферах деятельности. Дополнительно рассматривались такие особенности, которые помогают определиться с выбором: это рефлексия, нацеленность на достижение успеха или избегание неудачи в деятельности; критичность (уровень самооценки); коммуникативные умения; логические, образные или смешанные средства познания и регуляции деятельности.

### **HOW TO HELP SCHOOLCHILDREN TO CHOOSE AN OCCUPATION Bedanokova Asiet K.**

Psychological Institute of Russian Academy of Education, Moscow, Russia; [asieta@mail.ru](mailto:asieta@mail.ru)

Nowdays profiling is a difficult issue for schoolchildren. On the one hand, increasingly early profiling requires them choosing an educational profile (taking into account their own ideas about the future prospective profession); on the other, the complexity of this choice in context of rapid changes associated with technological innovation, instability in the economic sphere and shifting staffing demands of companies across industries.

The results of the survey conducted on the portal "Work in Russia", according to which only 27 percent of Russians work in the specialty (The Federal service for labor and employment (Rostrud, 2017) show how difficult it is to choose a professional path. In the United States, according to the National center for education statistics, about 80 percent of students end up changing their specialty at least once. On average, College students change their specialty at least three times during their College career.

In the 7th grade, the problem of choice becomes more complicated due to significant changes in self-perception, self-awareness. Before schoolchildren begin to plan their next step in choosing a profession, and they will need to learn more about their own interests.

In the diagnosis of professional preferences, conducted by us in the 7th grade of secondary school using the method of vocational choice (by Osnitsky A.K.), we determine the interests of children in various areas of professional activity and skills; estimated or actual assessment of the effort expended in performing various professional activities; positive or negative attitude to the implementation of these actions when they work under pressure. We took into account the dynamics of the development of interests in comparison with earlier age. Certain spheres of activity determined were based on answers. We considered such features that help to make the right choice: reflection, focus on achieving success or avoiding failure; self-rating; communication skills; logical, figurative or mixed means of knowledge.

### **СОСТОЯНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО И ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТДЕЛОВ ОБОНЯТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА В УСЛОВИЯХ ОСТРОЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ Безгачева Е.А., Бигдай Е.В., Самойлов В.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия; [Bezgachevaea@infran.ru](mailto:Bezgachevaea@infran.ru)

<https://doi.org/10.29003/m317.sudak.ns2019-15/84-85>

Обоняние играет важную роль в жизни человека. Оно информирует о присутствии в окружающей среде полезных и вредных химических соединений, выполняет пищевую, половую, охранительную, ориентировочную функции. В экстремальных условиях обоняние может предупредить человека об опасностях, поэтому сохранение обонятельной функции необходимо для безопасности и выживания. Обоняние страдает при различных заболеваниях, которые сопровождаются развитием гипоксии головного мозга. Однако исследований влияния гипоксической гипоксии на обоняние недостаточно.

Некоторыми авторами показано, что в условиях длительной гипоксической гипоксии изменяется состояние периферического и центрального отделов обонятельного анализатора. Однако исследований обонятельной функции в условиях кратковременной гипоксической гипоксии не проводилось. Поэтому целью нашей работы являлось изучение состояния периферического и центрального отделов обонятельного анализатора в условиях острой гипоксической гипоксии.

Исследования проводились в комфортном, хорошо проветриваемом помещении под контролем врача на добровольцах мужского пола в возрасте 18-20 лет без ЛОР-заболеваний, малоустойчивых к гипоксии. Состояние периферического отдела обонятельного анализатора оценивалось по обонятельным порогам обнаружения н-бутанола, а состояние центрального отдела – по способности идентифицировать запахи. Для этого мы в наших экспериментах адаптировали для россиян стандартную тест-систему UPSIT (University of Pennsylvania Smell Identification Test). Эти показатели получали сначала при дыхании атмосферным воздухом, а затем при дыхании гипоксической газовой смесью, создаваемую с помощью прибора Эверест АНТ (ООО «фирма КЛИМБИ», Россия), который позволял поддерживать постоянный уровень O<sub>2</sub> (10,5%) во вдыхаемой газовой смеси. Время наступления гипоксии определялось по уровню насыщения гемоглобина кислородом (SpO<sub>2</sub>=90%).

Результаты наших исследований показали, что при дыхании гипоксической газовой смесью у 85% испытуемых обонятельный порог обнаружения н-бутанола возрастал. При этом в 40% случаях пороговая концентрация одоранта увеличивалась в 3 раза, в 40% – в 9 раз и у одного человека – на 2 порядка. Это свидетельствует о том, что при индуцировании острой гипоксической гипоксии обонятельная

чувствительность снижалась, а, следовательно, ухудшалось функциональное состояние рецепторного аппарата обонятельного анализатора человека. Можно предположить, что недостаточное снабжение кислородом, поступающим из обонятельной слизи в условиях острой гипоксической гипоксии, обуславливало нарушение митохондриальной функции обонятельных клеток, приводя к ослаблению клеточного дыхания и снижению синтеза макроэргов. Недостаток макроэргов, в свою очередь, обуславливал нарушение механизмов обонятельной трансдукции, чем, вероятно, можно объяснить ослабление обонятельной чувствительности.

При исследовании способности испытуемых идентифицировать запахи было показано, что в условиях кратковременной гипоксической гипоксии у 75% испытуемых снижалось количество правильных ответов. Это свидетельствует об уменьшении способности идентифицировать запахи при низком содержании кислорода во вдыхаемой газовой смеси, а, следовательно, об ослаблении обонятельной памяти. Таким образом, ухудшение когнитивной функции мозга, полученное в наших исследованиях, указывает на влияние острой гипоксической гипоксии на состояние центрального аппарата обонятельного анализатора. Наблюдаемые нами изменения в способности идентифицировать запахи, вероятно, могут быть объяснены несколькими причинами, одной из которых является функциональная уязвимость к гипоксической гипоксии нейронов, участвующих в обработке обонятельной информации. Ослабление метаболизма в них, падение градиента напряжения кислорода при гипоксии, снижающее эффективность диффузии O<sub>2</sub> к нейронам, что ослабляет их функциональные возможности, нарушение синаптической передачи в гломерулах обонятельной луковицы также вызывают ухудшение состояния центрального аппарата обонятельного анализатора. Нами показано также, что уменьшение идентификационной способности в условиях острой гипоксической гипоксии коррелировало с понижением обонятельной чувствительности. Можно предположить, что испытуемые, которые ощущали одоранты из теста UPSIT как надпороговые, в условиях гипоксической гипоксии были не способны их обнаруживать в связи с понижением обонятельной чувствительности к ним. По-видимому, изменение функционального состояния периферического отдела обонятельного анализатора, вызванное вдыханием гипоксической газовой смеси, влияло на состояние его центрального отдела, что проявлялось в ослаблении обонятельной памяти.

Таким образом, из результатов, полученных в нашей работе, следует, что в условиях острой гипоксической гипоксии ухудшается состояние периферического и центрального отделов обонятельного анализатора.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2014–2020 годы (ГП-14, раздел 63).*

#### **PERIPHERAL AND CENTRAL PARTS OF THE OLFATORY ANALYZER STATE IN THE ACUTE HYPOXIC HYPOXIA CONDITIONS**

**Bezgacheva Ekaterina A., Bigday Elena V., Samoilov Vladimir O.**

St. Petersburg, Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia;

[Bezgachevaea@infran.ru](mailto:Bezgachevaea@infran.ru)

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ**

**Безденежных Б.Н.<sup>1</sup>, Гулина Е.М.<sup>1</sup>, Пальцев А.Б.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Россия, Москва, [bezbornik@mail.ru](mailto:bezbornik@mail.ru). <sup>2</sup>Государственный академический университет гуманитарных наук

<https://doi.org/10.29003/m318.sudak.ns2019-15/85-86>

Закономерности, наблюдаемые при реализации последовательных действий поведения, это – перекрытие действий, эффект последовательности, влияние на каждое действие контекста всего поведения и другие – указывают на то, что нейронные системы, обеспечивающие каждое действие поведения, объединены в единый домен и тесно взаимодействуют друг с другом. Для доказательства данного предположения в экспериментах испытуемым на монитор многократно предъявляли световую полосу в ответ на которую они быстро нажимал клавишу А – простой ответ. Затем этот простой ответ, вставляли в задачу категоризации, в которой в случайной последовательности на монитор предъявляли контуры организмов или артефактов, в ответ на которые нужно было быстро нажать соответствующую предъявленной категории контуров клавишу А или Б. Этот простой ответ встраивали после категории, которая сопровождалась нажатием клавиши А, и эта категория являлась праймом для простого ответа. В результате характеристики первоначально простого ответа (время ответа и связанный с ним электрический потенциал мозга) изменились и стали достоверно сходными с характеристиками действий категоризации, а именно у него увеличилось время ответа, а в электрическом потенциале появился устойчивый компонент Р300 вместо Р100. Следовательно, нейронные системы простого действия сформировали связи с системами действий категоризации, т.е. встроились в домен нейронных систем для выполнения задачи категоризации. После повторного проведения серий с простым действием восстановление его исходных характеристик происходило в течение нескольких десятков реализаций. То есть имел место эффект последовательности. Предполагается, что нейронные системы, обеспечивающие простое действие включались в набор активных систем (домен), обеспечивающих выполнение задачи категоризации, причем реализация каждого действия категоризации и простого ответа начиналась с вычленения из домена нужного для этого действия набора нейронных систем и сохранением связей этого набора со всем доменом. Домен нейронных систем поведения остается активным некоторое время после завершения поведения, оказывая последствие в виде интерференции на другое поведение.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-013-00472 и темы НИР № 0159-2019-0001*

## THE STUDY OF THE MECHANISMS OF BEHAVIORAL CONSEQUENCES

Bezdenezhnykh Boris N.<sup>1</sup>, Gulina Elena M.<sup>1</sup>, Paltcev Alexander B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Psychology RAS (Moscow, Russia) [bezbornik@mail.ru](mailto:bezbornik@mail.ru)

<sup>2</sup>State Academic University of Humanitarian Sciences

The patterns observed in the implementation of sequential actions of behavior — overlapping actions, the effect of a sequence, the effect on each action of the context of all behavior, and others — indicate that the neural systems that provide each action of behavior are combined into a single domain and closely interact with each other. To prove this assumption in the experiments, subjects were repeatedly shown a light strip on the monitor in response to which they quickly pressed the A key — a simple answer. Then this simple answer was inserted into the categorization task, in which the contours of organisms or artifacts were presented to the monitor in a random order, in response to which one had to quickly press the A or B key of the corresponding category of contours presented. This simple response was embedded after the category, which was followed by pressing the A key, and this category was the prime for a simple answer. As a result, the characteristics of the initially simple response (response time and the related electrical potential of the brain) changed and became significantly similar to the characteristics of the categorization actions, namely, the response time increased, and a stable P300 component appeared in the electrical potential instead of P100. Consequently, simple action neural systems have formed links with categorization action systems, i.e. embedded in the domain of neural systems to perform the task of categorization. After the series was repeated with a simple action, the restoration of its initial characteristics took place over several dozen implementations. That is, there was an after-effect. It is assumed that neural systems providing a simple action were included in the set of active systems (domain) that ensure the performance of the categorization task, and the implementation of each categorization action and simple response began with isolating from the domain the set of neural systems required for this action and domain name. The domain of the neural systems of behavior remains active for some time after the completion of the behavior, providing an after-effect in the form of interference to other behavior.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-013-00472 and SEW № 0159-2019-0001*

## ИЗМЕНЕНИЯ МОЩНОСТИ РИТМОВ ЭЭГ ПРИ ВОСПРИЯТИИ РЕЧЕВЫХ И РЕЧЕПОДОБНЫХ СТИМУЛОВ ДЕТЬМИ В ВОЗРАСТЕ ОТ ДВУХ ДО ТРЕХ С ПОЛОВИНОЙ ЛЕТ

Белалов В.В., Михайлова А.А., Дягилева Ю.О., Павленко В.Б.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь, Россия; [vadim.belalov@mail.ru](mailto:vadim.belalov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m319.sudak.ns2019-15/86-87>

Целью исследования явился нейрофизиологический анализ особенностей изменения мощности ритмов ЭЭГ при восприятии речевых стимулов детьми раннего возраста в зависимости от условий воспитания и жизненного опыта.

Регистрировали электроэнцефалограмму (ЭЭГ) в 12 отведениях в условиях относительного покоя (фон), при предъявлении записи речи (нативная речь) и реверсированной записи того же сигнала детям-сиротам (основная группа, n = 57) и детям из семей (контрольная группа, n = 53) в возрасте от двух до трех с половиной лет. ЭЭГ регистрировали 16-канальным электроэнцефалографом фирмы «Тредекс». Значения мощностей ритмов ЭЭГ рассчитывали исходя из индивидуального частотного диапазона альфа-ритма, и подвергли логарифмированию. Для выявления различий в показателях мощности ЭЭГ был применен дисперсионный анализ (ANOVA with repeated measures). Оценивалось влияние факторов: принадлежность к группе (Группа; 2), вид воспринимаемого сигнала (Стимул; 2) и ЭЭГ отведения (Локус; 12).

Восприятие нативной речи детьми, воспитывающимися в семьях, сопровождалось разнонаправленными изменениями мощности тета-ритма по сравнению с фоновым уровнем и преимущественно увеличением мощности альфа- и бета-ритмов ЭЭГ. При этом зоны значимого прироста альфа-ритма окружали центральную область коры левого полушария. В отличие от детей контрольной группы у детей-сирот значимые изменения мощности ЭЭГ выявляются реже, а в диапазонах альфа- и бета-ритмов представлены только снижением мощности. В контрольной группе испытуемых восприятие реверсированного сигнала по сравнению с нативной речью отличалось большей выраженностью реакций усиления бета-ритма ЭЭГ. Наблюдался большой прирост мощности ритмов в лобных отведениях обоих полушарий, теменных и задневисочных отведениях левого полушария. У детей основной группы предъявление данного сигнала приводило к противоположным изменениям — снижению мощности бета-ритма. Таким образом, показано, что реверсированный речевой сигнал не является для детей индифферентным, а вызывает весьма специфические реакции, зависящие от условий воспитания и жизненного опыта ребенка.

*Исследование выполнено в рамках поддержанного федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» гранта № ВГ12/2018.*

## POWER MODULATIONS OF THE EEG RHYTHMS DURING PERCEPTION OF SPEECH AND SPEECH-LIKE STIMULI IN CHILDREN AGED 2-3.5 YEARS

Bielalov Vadym V., Mikhailova Anna A., Diagileva Yulia O., Pavlenko Vladimir B.

V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

The paper presents the results of a neurophysiological analysis of the patterns of EEG power modulations when perceiving speech related stimuli in early childhood, depending on their living experience and nurture conditions.

The electroencephalogram (EEG) was registered at 12 electrodes under conditions of a relative rest (background condition), and when exposing children to the recorded native and reversed speech stimuli. Two groups of children aged from two to three and a half years participated in the study: institution reared children (main group,  $n = 57$ ) and family reared children (control group,  $n = 53$ ). The EEG was recorded with the 16-channel electroencephalograph "Tredex". The EEG rhythm frequency ranges were determined individually, and their power indices were log-transformed for further statistical analysis. Repeated measures ANOVA was implemented to assess the EEG power changes. Three main factors were used: group of children (Group; 2), stimuli type (Stimulus; 2) and EEG leads (Locus; 12).

The perception of the native speech in family reared children was accompanied by multidirectional changes of the theta rhythm powers and a major increase of alpha and beta rhythm powers, in comparison with the background condition. The alpha power significant increase was observed in the central area of the left hemisphere. In contrast to the control group, the institution reared children had less prominent EEG power modulations, with alpha and beta rhythms only decreasing in power. The control group, when attending to the reversed speech, had more cases of the beta rhythm power increase response if compared to the condition of the native speech stimuli. The highest EEG power increase was observed in the frontal area of the both hemispheres, and in the parietal and posterior temporal leads in the left hemisphere. The control group, when exposed to the reversed speech stimuli, demonstrated the opposite direction of changes in the beta rhythm powers which tended to decrease. To sum up, the obtained results managed to show that in early childhood the reversed speech stimuli provoke specific EEG responses which depend on their living experience and nurture conditions.

*This work was partially supported by the V.I. Vernadsky Crimean Federal University Development Program for 2015 – 2024*

### **О МЕХАНИЗМАХ ФОРМИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ ЭНГРАММЫ ПАМЯТИ**

**Белов О.В.<sup>1,2</sup>, Белокопытова К.В.<sup>1,3</sup>, Базян А.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>2</sup>Государственный университет «Дубна», Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>3</sup>Молдавский государственный университет, Кишинев, Молдова;

<sup>4</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m320.sudak.ns2019-15/87-88>

Несмотря на интенсивное изучение вопросов радиационно-индуцированного нарушения функций центральной нервной системы неясными остаются многие молекулярные и клеточные механизмы ответа мозга на облучение. В частности, практически не изучено влияние ионизирующих излучений на работу инотропных рецепторов. Вместе с тем расчеты, выполненные нами с применением методов моделирования микродозиметрических характеристик взаимодействия корпускулярных излучений с нейронами, свидетельствуют о возможности радиационного повреждения синапсов и молекул рецепторов. Так, на примере взаимодействия протонов, ионов  $^{12}\text{C}$  и  $^{56}\text{Fe}$  с молекулами инотропных рецепторов NMDA и AMPA была показана возможность повреждения молекулярной структуры глутаматных рецепторов, что может препятствовать их нормальному функционированию. Компьютерное моделирование радиационного воздействия на нейроны с использованием трехмерных проекций клеток в сочетании с треками ускоренных тяжелых ионов показало, что частота возникновения структурных нарушений этих нейронов сравнительно невелика. В то же время в наших экспериментах по влиянию ионов углерода на концентрацию моноаминов в мезо-кортико-лимбических структурах мозга выявлено нарастающее усиление радиационного эффекта, связанное с уменьшением концентрации моноаминов в зависимости от времени.

В настоящее время синаптическая пластичность описывается системой уравнений, основанных на представлениях о протонии синапса при обучении, которые характеризуют синаптическую пластичность как двоичную систему. Уравнения включают в себя компоненты, описывающие интеграцию ГАМК<sub>A</sub>, глутаматергические рецепторы нейрона, функционирующие как алгебраический сумматор, а также кластеризацию и декластеризацию рецепторов, модификацию субъединичной композиции рецепторов и формирование сплайс-вариантов или редактирование рецепторов.

На основании этих уравнений нами была описана энграмма памяти для двух средних звездчатых нейронов дорзального стриатума. Соотнесение описанных механизмов с полученными нами экспериментальными данными свидетельствует об изменении активности глутаматных рецепторов при радиационном воздействии, что в последствии приводит к нарушениям энграммы памяти и ухудшению когнитивных функций.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-01005-офи-м.*

### **ON THE MECHANISMS OF RADIATION-INDUCED DISORDER IN THE MEMORY ENGRAM**

**Oleg Belov<sup>1,2</sup>, Ksenia Belokopytova<sup>1,3</sup>, Ara Bazyan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>2</sup>Dubna State University, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>3</sup>Moldova State University, Chisinau, Moldova;

<sup>4</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia

Although the studies of radiation-induced disorders in the central nervous system are being intensive performed, molecular and cellular mechanisms of the brain response to irradiation remain mostly unclear. In particular, the effect of ionizing radiation on the inotropic receptors' functioning has not been studied yet. At the same time, our modeling of microdosimetric characteristics of the particle radiation interaction with neurons indicates a possibility of radiation damage to synapses and receptor molecules. Simulating the interaction of protons,  $^{12}\text{C}$  and  $^{56}\text{Fe}$  ions with ionotropic NMDA and AMPA receptors, we demonstrated a possibility of damage to



the molecular structure of glutamate receptors, which can affect their normal functioning. Computer simulation of radiation transport in neurons via combining the three-dimensional projections of cells with tracks of accelerated heavy ions showed that the frequency of structural damage of these neurons is relatively low. At the same time, our experiments on the carbon ion irradiation effect on levels of monoamines in brain meso-cortico-limbic structures showed a progressing decrease in the concentration of monoamines as a function of time.

The synaptic plasticity is currently described as a system of equations based on the concept of synapse clearance in learning, which characterizes synaptic plasticity as a binary system. The equations include components that describe the integration of GABA<sub>A</sub>, the neuron's glutamatergic receptors functioning as an algebraic adder, as well as clustering and declustering the receptors, modifying the subunit composition of the receptors and forming the splice variants or editing the receptors.

Based on these equations, we have described the memory engram for two medium stellate cells of the dorsal striatum. Juxtaposition of the described mechanisms with our experimental data indicates a change in the activity of glutamate receptors under the radiation exposure, which leads to impairment in the memory engram and in the cognitive functions. *This study was supported by the RFBR grant # 17-29-01005-ofi-m.*

## **ИЕРАРХИЧЕСКИЕ СЕТИ МОЗГА И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫХ НАРУШЕНИЙ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Белокопытова К.В.<sup>1,2</sup>, Белов О.В.<sup>1,3</sup>, Базян А.С.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>2</sup>Молдавский государственный университет, Кишинев, Молдова;

<sup>3</sup>Государственный университет «Дубна», Дубна, Московская обл., Россия;

<sup>4</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m321.sudak.ns2019-15/88-89>

В работе рассматривается возможный механизм участия иерархических сетей мозга в формировании функциональных нарушений в работе центральной нервной системы после радиационного воздействия. Иерархические сети реализуют целенаправленное эмоционально мотивированное поведение. В основе этого процесса лежит соматотопия — строго специфический контроль мышечных реакций мозгом. Соматотопией обладает двигательная кора и экстрапирамидная система мозга, базальные ганглии. Сигнал из всех областей коры спускается к дорзальному стриатуму, затем к ядрам бледного шара и далее идет к черной субстанции. В черной субстанции сигнал делится на три части. Первая часть сигнала запускает таламокортикальные сети, возвращая сигнал в кору и стриатум. Вторая часть сигнала из черной субстанции активирует ретикулярные ядра и индуцирует соматотопическое поведение наряду с двигательной корой. Третья часть сигнала через моноаминергические системы запускает мезо-кортико-лимбические структуры мозга и индуцирует эмоционально мотивационный контроль нейронных сетей и поведения. Это непрерывно функционирующие системы циклических ревербиционных сигналов, контролируемых эмоционально насыщенной когнитивной картой мозга, которая реализуется интеграцией нейронов места, времени, мониторинга и координатной сетки гиппокампа с нейронами зрительной, слуховой и периферической коры и формирует контекст окружающей среды, связывая внешние воздействия с внутримозговыми процессами.

Исследования радиационного воздействия на нейроны с использованием методов компьютерного моделирования трехмерной проекции клеток гиппокампа крыс в сочетании с треками ионов углерода (<sup>12</sup>C) показали, что частота возникновения структурных нарушений этих нейронов невелика. В то же время, в наших экспериментах по влиянию ионов <sup>12</sup>C на концентрацию моноаминов в мезо-кортико-лимбических структурах мозга выявлено нарастающее усиление радиационного эффекта, связанное с уменьшением концентрации моноаминов в зависимости от времени в гиппокампе и гипоталамусе облученных крыс. Эти результаты можно объяснить непрерывно функционирующими системами циклических ревербирующих сигналов, которые контролируются эмоционально насыщенной когнитивной картой мозга. Исходно слабые нарушения при циклическом ревербирующем процессе постепенно накапливаются и усиливаются, приводя с течением времени к глобальным нарушениям.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-01005-офи-м.*

## **HIERARCHICAL BRAIN NETWORKS AND THEIR ROLE IN RADIATION-INDUCED COGNITIVE IMPAIRMENT**

**Ksenia Belokopytova<sup>1,2</sup>, Oleg Belov<sup>1,3</sup>, Ara Bazyan<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>2</sup>Moldova State University, Chisinau, Moldova;

<sup>3</sup>Dubna State University, Dubna, Moscow Region, Russia;

<sup>4</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia

The study is focused on possible ways of involving the hierarchical brain networks into the central nervous system disorders after radiation exposure. Hierarchical networks implement the targeted emotionally motivated behavior. The basis of this process is the somatotopy, a strictly specific control of muscle responses by the brain. Somatotopy is the property of the motor cortex, brain extrapyramidal system, and basal ganglia. The signal from all areas of the cortex descends to the dorsal striatum, then to the globus pallidus and then goes to the substantia nigra. In the substantia nigra, the signal is divided into three parts. The first part of the signal runs thalamocortical networks, returning the signal to the cortex and striatum. The second part activates the reticular nuclei and induces the somatotopic behavior along with the motor cortex. The third part runs the meso-cortico-limbic brain structures through the monoaminergic systems and induces emotionally motivational control of neural networks and behavior. These are the continuously functioning systems of cyclic reverberation signals controlled by an emotionally saturated cognitive brain map. This map is implemented via integrating the site, time, monitoring, and grid neurons of the hippocampus with the visual, auditory, and periformal cortex neurons and forms the context of the environment, linking external stimuli with the intra-brain processes.

Our computer simulation of the radiation transport in neurons via combination of 3D-projections of rat hippocampal cells with carbon ( $^{12}\text{C}$ ) ion tracks showed that the frequency of structural disorders in these neurons is relatively low. At the same time, our experiments on the effect of carbon ion irradiation on levels of monoamines in brain meso-cortico-limbic structures showed a progressing decrease in the concentration of monoamines as a function of time. These results can be explained through the continuously functioning systems of cyclical reverberation signals, which are controlled by an emotionally saturated cognitive brain map. Initially weak disturbances are gradually accumulated and increased during a cyclical reverberation process, leading to global disturbances over the time.

*This study was supported by the RFBR grant # 17-29-01005-ofi-m.*

### **РОЛЬ ПАЛЬМИТАТ/ $\text{Ca}^{2+}$ -ИНДУЦИРОВАННОЙ ПОРЫ В МЕХАНИЗМАХ ВЫХОДА $\text{Ca}^{2+}$ И $\text{K}^+$ ИЗ МИТОХОНДРИИ В ОБМЕН НА $\text{H}^+$**

**Белослудцева Н.В.<sup>1</sup>, Белослудцев К.Н.<sup>1,2</sup>, Миронова Г.Д.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино, Московская обл., Россия; <sup>2</sup>Мариинский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия; [nata.imagination@gmail.com](mailto:nata.imagination@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m322.sudak.ns2019-15/89-90>

Ранее нами было обнаружено, что добавление небольших концентраций  $\text{Ca}^{2+}$  или  $\text{Sr}^{2+}$  в присутствии ненасыщенных длинноцепочечных жирных кислот к митохондриям приводит к образованию в них неселективной короткоживущей временной поры "неклассического" типа, не чувствительной к циклоспорино А. На основании экспериментов, проведенных на искусственных липидных мембранах, было сделано предположение о том, что механизм образования этой поры связан с хемотропным фазовым переходом, возникающим в результате формирования твердых комплексов ионов двухвалентных металлов с анионами жирных кислот и возникновению дисбаланса сил латерального давления/натяжения в липидном бислое. Предполагается, что липидная пора такого типа может быть вовлечена в ряд патофизиологических состояний. В митохондриях, образование подобной поры может происходить в условиях избыточной аккумуляции  $\text{Ca}^{2+}$  в митохондриальном матриксе, что может приводить к активации фосфолипазы  $\text{A}_2$  и накоплению свободных жирных кислот.

В настоящей работе был воспроизведен осцилляторный режим функционирования митохондрий печени крысы, при котором наблюдаются спонтанные продолжительные колебательные изменения мембранного потенциала, потоков ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Sr}^{2+}$ , а также скорости дыхания, скорости образования  $\text{H}_2\text{O}_2$  и объема матрикса митохондрий. Показано, что целый ряд ингибиторов  $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Sr}^{2+}$ )-зависимой фосфолипазы  $\text{A}_2$  (аристолохиевая кислота,  $\text{AACOCF}_3$ , трифторперазин, бромфеноцил бромид) подавляют развитие спонтанных  $\text{Sr}^{2+}$ -индуцированных циклических изменений проницаемости митохондриальной мембраны. В тоже время, ингибитор  $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Sr}^{2+}$ )-независимой фосфолипазы  $\text{A}_2$  ( $\text{PACOCF}_3$ ) не оказывал подобного эффекта. При добавлении пальмитиновой кислоты к суспензии митохондрий, колебания потоков ионов стронция, вновь возобновляются. На основании полученных данных выдвинуто предположение о том, что в изучаемых условиях наблюдается активация гидролиза мембранных фосфолипидов фосфолипазой  $\text{A}_2$  и образование  $\text{Sr}^{2+}$ / $\text{Ca}^{2+}$ -зависимой поры, индуцируемой эндогенными жирными кислотами. Через образовавшиеся короткоживущие поры может происходить выравнивание ионных градиентов, а после их самопроизвольного закрытия осуществляться дальнейшая аккумуляция  $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Sr}^{2+}$ ) и  $\text{K}^+$  в обмен на  $\text{H}^+$ . Таким образом, липидные поры могут функционировать в митохондриях в качестве системы выброса ионов, обеспечивая, в том числе,  $\text{K}^+$ / $\text{H}^+$  обмен и поддержание ионного гомеостаза.

*Работа поддержана грантами РФФИ №18-34-00297 мол\_а (ингибиторный анализ) и №19-015-00117а (содержание животных).*

### **THE INVOLVEMENT OF THE PALMITATE/ $\text{Ca}^{2+}$ -INDUCED PORE IN THE MECHANISMS OF OUTPUT OF $\text{Ca}^{2+}$ AND $\text{K}^+$ FROM MITOCHONDRIA IN EXCHANGE FOR $\text{H}^+$**

**Belosludtseva Natalia V.<sup>1</sup>, Belosludtsev Konstantin N.<sup>1,2</sup>, Mironova Galina D.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia; <sup>2</sup>Mari State University, Yoshkar-Ola, Mari El Republic, Russia; [nata.imagination@gmail.com](mailto:nata.imagination@gmail.com)

Previously, we found that the addition of small concentrations of  $\text{Ca}^{2+}$  or  $\text{Sr}^{2+}$  in the presence of long-chain unsaturated fatty acids to mitochondria leads to the formation of non-selective short-living transient pores of a "non-classical" type, which is not sensitive to cyclosporin A. Based on the results of experiments on artificial lipid membranes, it was suggested that the mechanism of opening of this pore is related to the chemotropic phase transition resulting from the formation of solid complexes of divalent metal ions with anions of fatty acids and the occurrence of interlayer disbalance of lateral pressure/tension forces in the lipid bilayer. It was assumed that pores of this type are involved in a number of pathophysiological conditions. In mitochondria, the formation of the lipid pore can occur under conditions of excessive accumulation of  $\text{Ca}^{2+}$  ions in the mitochondrial matrix, which can lead to the activation of phospholipase  $\text{A}_2$  and the accumulation of free fatty acids.

In this work, the oscillatory mode of functioning of rat liver mitochondria was studied, in which continuous spontaneous periodic changes in the membrane potential,  $\text{K}^+$  and  $\text{Sr}^{2+}$  ion fluxes, respiration rate, rate of  $\text{H}_2\text{O}_2$  formation, and mitochondrial matrix volume were observed. A number of inhibitors of  $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Sr}^{2+}$ )-dependent phospholipase  $\text{A}_2$  (aristolochic acid,  $\text{AACOCF}_3$ , trifluoroperazine, bromophenocyl bromide, etc.) was found to suppress the development of spontaneous  $\text{Sr}^{2+}$ -induced oscillatory changes in the mitochondrial membrane permeability. At the same time, the  $\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{Sr}^{2+}$ )-independent phospholipase  $\text{A}_2$  inhibitor,  $\text{PACOCF}_3$  had no effects. When palmitic acid was added to the mitochondrial suspension, the fluctuations in the  $\text{Sr}^{2+}$  ion fluxes were resumed. Based on the data obtained, it was suggested that under the conditions studied, the activation of hydrolysis of membrane phospholipids by phospholipase  $\text{A}_2$  and the formation of  $\text{Sr}^{2+}$ / $\text{Ca}^{2+}$ -dependent pores

induced by endogenous fatty acids are observed. The equalization of ion gradients can occur through the short-living lipid pore, and after its spontaneous closure, further accumulation of  $Ca^{2+}$  ( $Sr^{2+}$ ) and  $K^+$  in exchange for  $H^+$  can take place. Thus, in the mitochondria, the lipid pores can function as an ion efflux system, providing  $K^+/H^+$  exchange and maintenance of ion homeostasis.

*This work was supported by grants from RFBR (№18-34-00297mol\_a (inhibitory assay) and №19-015-00117a (laboratory animals' care)).*

### **ЭФФЕКТ ЕСКОВА-ФИЛАТОВОЙ В ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ**

**Белощенко Д.В., Поросинин О.И., Ерега И.Р., Гумарова О.А.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [d.beloshhenko@mail.ru](mailto:d.beloshhenko@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m323.sudak.ns2019-15/90-91>

На особую динамику живых систем еще в 1948г. (см. Science and complexity) обращал внимание *W. Weaver*, когда вводил понятие *система третьего типа*, как об организованной сложности. В 2017 году это стало предметом особого обсуждения в публикациях *I.R. Prigogine* и в публикациях *Г.Р. Иваницкого* по проблеме моделирования биосистем с эволюцией и неустойчивостью (в динамике поведения различных живых систем). Однако, статистическая неустойчивость параметров *нервно-мышечной системы* – НМС (*треморграмм* – ТМГ и *теппинграмм*) у одного и того же испытуемого не является главным парадоксом (эффект Еськова-Зинченко), который завершает эпоху детерминизма и стохастики в биомеханике и биофизике мышечного сокращения. Сейчас мы говорим об *эффекте Еськова-Филатовой* (ЭЕФ), который представляет особый парадокс всей биомедицины и биофизики, в частности.

В рамках этого эффекта, для НМС была доказана статистическая неустойчивость для подряд получаемых выборок параметров ТМГ, которая одновременно доказывает и отсутствие однородности выборок  $x_i$  как у одного человека (в неизменном гомеостазе), так и у группы разных испытуемых.

Были составлены матрицы (15×15) парных сравнений выборок параметров ТМГ (всего 225 пар сравнения, из которых независимых 105) для группы испытуемых с помощью непараметрического критерия Вилкоксона  $P$  (критичное  $P \leq 0,05$ ). Устанавливалась закономерность изменения числа пар «совпадений»  $k$  выборок ТМГ как у группы испытуемых, так и у каждого человека отдельно в спокойном состоянии (без какого-либо воздействия).

Многочисленное построение таких матриц парных сравнений выборок ТМГ показало, что обычно число  $k_1$  не превышает 10% от всех 105 пар сравнений в этих матрицах для одного испытуемого в спокойном состоянии ( $k_1=4$ ). Однако, при сравнении 15 выборок ТМГ уже для 15 разных испытуемых, находящихся приблизительно в одинаковых физиологических и психических состояниях (испытуемые были одного возраста и пола), число пар совпадений выборок  $k$  всегда было гораздо выше  $k_2=16$ . Это демонстрирует необычный статистический результат для систем регуляции НМС у всех людей, если они физиологически (статистически) различаются менее значимо, чем один человек в режиме 15 повторов регистрации ТМГ.

В этом случае мы можем говорить об исходном (подобном) гомеостазе одного человека или группы людей. Получается, что разные люди стохастически более близки ( $k_2=16$ ), чем один человек самому себе ( $k_1=4$ ). Этот результат мы обозначаем сейчас как ЭЕФ в экологии человека. Подчеркнем, что такие случаи не единичны, они часто встречаются в оценке теппинграмм, электроэнцефалограмм, электромиограмм и кардиоинтервалов.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-07-00162 А и мол\_а 18-37-00113.*

### **THE EFFECT OF ESKOV-FILATOVA IN THE ORGANIZATION OF MOVEMENTS**

**Beloshchenko Daria V., Porosinin Oleg I., Ereга Irina R., Gumarova Olga A.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [d.beloshhenko@mail.ru](mailto:d.beloshhenko@mail.ru)

In 1948 *W. Weaver* introduced the concept of systems of the third type (organized complexity) to study the special dynamics of living systems (see «Science and complexity»). In 2017, this fact was the subject of particular discussion in the publications of *I.R. Prigogine* and in the publications of *G.R. Ivanitsky* on the problem of modeling biosystems with evolution and instability (in the dynamics of the behavior of various living systems). However, the statistical instability of the parameters of the *neuromuscular system* – NMS (*tremorogram* – ТМГ and *tapinggramm* – ТПГ) for the same test subject (the effect of *Eskov-Zinchenko*) is not the main paradox that completes the era of determinism and stochastics in biomechanics and biophysics of muscle contraction. Now we are talking about the *effect of Eskov-Filatova* (EEF), which is a special paradox of all biomedicine and biophysics, in particular.

Within this effect, statistical instability was proved for the NMS for the successively obtained samples of ТМГ parameters. Also, this statistical instability at the same time proves the lack of homogeneity of the  $x_i$  samples both in one human (in unchanged homeostasis) and in a group of different subjects.

Matrices (15×15) of paired comparisons of samples of ТМГ parameters (a total of 225 pairs of comparison, of which 105 are independent) were made for a group of subjects. The nonparametric Wilcoxon  $P$  test was used for comparison (critical level  $P \leq 0,05$ ). A pattern was established for changing the number of pairs of «coincidences»  $k$  of ТМГ samples both in the group of subjects and in each human separately in a calm state (without any impact).

Repeated construction of such matrices of pairwise comparisons of ТМГ samples showed that, usually, the number  $k_1$  does not exceed 10% of all 105 pairs of comparisons in these matrices for one test subject in a calm state ( $k_1=4$ ). However, when comparing 15 samples of ТМГ for 15 different subjects in the same physiological and mental states (the subjects were the same age and sex), the number of pairs of coincidences of samples  $k$  was always much higher, namely  $k_2=16$ . This demonstrates an unusual statistical result for NMS regulation systems in all people in a group. People in the group differ less significantly than one human in the mode of 15 repetitions of ТМГ registration.

In this case, we can talk about the initial (similar) homeostasis of one human or group. It turns out that different people are stochastically closer ( $k_2=16$ ) than one human in relation to himself ( $k_1=4$ ). At the moment, we denote this result as EEF in human ecology. We emphasize that such cases are numerous. This fact is often found in the evaluation of tappinggrams, electroencephalograms, electromyograms and cardiointervals.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-07-00162 A, № 18-37-00113*

### **МИЕЛОПЕПТИДЫ МП1 И МП2 УСКОРЯЮТ ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ДИФФЕРЕНЦИРОВКУ КЛЕТОК НЕЙРОБЛАСТОМЫ C-1300**

**Береговой Н.А., Панкова Т.М., Старостина М.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины", Новосибирск, Россия; ber@niimbb.ru

<https://doi.org/10.29003/m324.sudak.ns2019-15/91>

Ранее в экспериментах на нейробластоме C-1300 были обнаружены нейритогенные и нейропротекторные эффекты миелопептидов [1]. Культивирование в присутствии миелопептидов достоверно увеличивало количество морфологически дифференцированных клеток. Морфологические признаки являются необходимыми, но недостаточными свидетельствами для заключения о дифференцирующих свойствах веществ, поэтому при продолжении работы мы изучили влияние миелопептидов на функциональное созревание клеток нейробластомы. Миелопептиды 1 и 2 (МП1 и МП2) были синтезированы в ФГБУН Институте биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук и любезно предоставлены профессором А.М. Сапожниковым. Для проведения электрофизиологических экспериментов клетки высаживали в 6-луночные культуральные платы с помещенными в них покровные стеклами. Через 24 часа среду заменяли на среду со сниженным содержанием сыворотки (3%) и МП1 или МП2 (0,1 мкг/мл). В контрольные культуры в среду со сниженным содержанием сыворотки вносили соответствующий объем физиологического раствора.

Электрофизиологическое исследование проводили на 4-7 дни культивирования с миелопептидами. Трансмембранные ионные токи регистрировали в клетках нейробластомы C-1300 при ступенчатом смещении мембранного потенциала от -90 мВ в положительную сторону с шагом 10 мВ, длительностью 100 мсек (метод Patch-clamp в конфигурации Whole-cell), удерживаемый потенциал -70 мВ, интервал между «ступеньками» 2 сек. До подачи тестового напряжения с шагом 10 мВ потенциал на мембране в течение 300 мсек удерживался при -90 мВ. В клетках нейробластомы при длительном культивировании удалось зарегистрировать как входящие, так и выходящие токи, что свидетельствует о функциональности полученных нейронов. Обнаружено, что в отличие от контроля входящие натриевые токи с быстрой кинетикой появляются после 5-7 дней культивирования с МП1 и не ранее чем через 5 дней инкубации с МП2. Нужно отметить, что применение миелопептидов МП1 и МП2 ускоряет процесс функционального созревания клеток в культуре нейробластомы C-1300, что хорошо демонстрируется способностью этих клеток генерировать потенциалы действия.

1. Панкова Т.М., Сапожников А.М., Старостина М.В. Протекторные эффекты миелопептидов в культуре нейробластомы C-1300. //Биоорг. хим. – 2015. – Т.41. – № 3. – С. 375-379.

### **MYELOPEPTIDES MP1 AND MP2 ACCELERATE FUNCTIONAL DIFFERENTIATION OF NEUROBLASTOMA C-1300 CELL CULTURE**

**Beregovoy Nikolay A., Pankova Tatiana M., Starostina Marina V.**

Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russian Federation;  
ber@niimbb.ru

Earlier in experiments on C-1300 neuroblastoma, the neuritogenic and neuroprotective effects of myelopeptides were detected [1]. Cultivation in the presence of myelopeptides significantly increased the number of morphologically differentiated cells. Morphological features are necessary, but insufficient evidence to conclude on the differentiating properties of substances, therefore, with continued work, we studied the effect of myelopeptides on the functional maturation of neuroblastoma cells. Myelopeptides 1 and 2 (MP1 and MP2) were synthesized at Shemyakin-Ovchinnikov Institute of Bioorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences and kindly provided by Professor A.M. Sapozhnikov. For electrophysiological experiments, cells were planted in 6-well culture plates with coverslips. After 24 hours, the culture medium was replaced with a medium containing reduced serum (3%) and MP1 or MP2 (0.1 µg / ml). An appropriate volume of saline was added to the control cultures, where serum content was also reduced. Electrophysiological study was performed on 4-7 days of cultivation with myelopeptides. Transmembrane ion currents were recorded in C-1300 neuroblastoma cells with a stepwise displacement of the membrane potential from -90 mV to the positive side with a step of 10 mV, a duration of 100 msec (Patch-clamp method in the Whole-cell configuration), the potential held -70 mV, the interval between "Steps" 2 sec. Before applying the test voltage with a step of 10 mV, the potential on the membrane was held at -90 mV for 300 ms. In the cells of neuroblastoma after prolonged cultivation, it was possible to register both incoming and outgoing currents, which indicates the functionality of the neurons obtained. It was found that, in contrast to control, incoming sodium currents with fast kinetics appear after 5–7 days of cultivation with MP1 and no earlier than after 5 days of incubation with MP2. It should be noted that the use of MP1 and MP2 myelopeptides accelerates functional maturation of neuroblastoma C-1300 culture cells, which is well demonstrated by the ability of these cells to generate action potentials.

1. Pankova T.M., Sapozhnikov A.M., Starostina M.V. Protective Effects of Myelopeptides in Neuroblastoma C-1300 Cell Culture. Russian journal of bioorganic chemistry. 2015 May-Jun;41(3):375-379.

## ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА АМИНОКИСЛОТ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМ ВИРУСНЫМ ГЕПАТИТОМ HBV ЭТИОЛОГИИ

**Березовская Е. С.<sup>1,2</sup>, Лупашко Ю. А.<sup>2</sup>, Гараева С. Н.<sup>1</sup>, Постолати Г. В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова; <sup>2</sup> Государственный университет медицины и фармации им. Николае Тестемитану, лаборатория Гастроэнтерологии, Кишинэу, Республика Молдова; [berezovskaia69@mail.ru](mailto:berezovskaia69@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m325.sudak.ns2019-15/92>

Хронический вирусный гепатит (ХВГ) является одной из важнейших проблем современной гепатологии. Республика Молдова занимает одно из лидирующих мест в мировых рейтингах по заболеваемости и смертности от патологии печени. Статистические данные о распространенности ХВГ в стране показывают устойчивую тенденцию к росту. Известно, что заболевания печени вызывают различные виды нарушений обмена веществ и, соответственно, влияют на изменение аминокислотного состава организма.

Целью данного исследования была оценка содержания серина и глицина в сыворотке крови пациентов с хроническим вирусным гепатитом.

Для реализации поставленной цели были определены уровни глицина и серина в сыворотке крови 10 пациентов с ХВГ HBV этиологии и у 10 здоровых людей. Количественное определение аминокислот осуществлялось методами жидкостной хроматографии. При обработке статистических данных использовался пакет анализа данных Excel 2010. Полученные данные представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – среднее значение, а  $m$  – стандартная ошибка средней. Для определения уровня значимости различий ( $p$ ) применен метод Манна-Уитни.

В результате проведенного исследования было выявлено, что содержание серина и глицина у пациентов с ХВГ HBV этиологии значительно ниже, чем у здоровых субъектов, и составляло: серина –  $0,074 \pm 0,006$  ммоль/л, против  $0,124 \pm 0,028$  ( $p < 0,05$ ), глицина –  $0,165 \pm 0,014$  ммоль/л, против  $0,218 \pm 0,018$  ( $p < 0,05$ ). Учитывая, что серин и глицин это незаменимые протеиногенные аминокислоты, которые участвуют в синтезе углеводов, белков и других видах обмена веществ, а помимо этого, глицин является одним из нейромедиаторов и нейротрансмиттеров центральной нервной системы (ЦНС), снижение уровня серина и глицина, может указывать на нарушения обмена веществ и является косвенным подтверждением расстройства функционального состояния как печени, так и ЦНС.

Таким образом, можно заключить, что у пациентов с ХВГ HBV этиологии наблюдаются метаболические расстройства и снижение некоторых нейромедиаторов и нейротрансмиттеров ЦНС. Тем не менее, необходимо продолжить данное исследование на большей выборке и провести оценку содержания других аминокислот у пациентов с ХВГ.

*Работа выполнена в рамках следующих проектов: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстернизация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации» и 15.817.04.38 А «Хронические диффузные заболевания печени — внепеченочные проявления».*

## PARTICULARITIES OF AMINO ACID METABOLISM IN PATIENTS WITH CHRONIC VIRAL HEPATITIS HBV ETIOLOGY

**Berezovskaia Elena S.<sup>1,2</sup>, Lupasco Iulia A.<sup>2</sup>, Garaeva Svetlana N.<sup>1</sup>, Postolati Galina V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova;

<sup>2</sup> State University of Medicine and Pharmacy „Nicolae Testemitanu”, Laboratory of Gastroenterology, Chisinau, the Republic of Moldova; [berezovskaia69@mail.ru](mailto:berezovskaia69@mail.ru)

Chronic viral hepatitis (CVH) is one of the most important problems of modern hepatology. The Republic of Moldova occupies one of the leading places in the world rankings on morbidity and mortality from liver pathology. Statistics on the prevalence of CVH in the country show a steady upward trend. It is known that liver diseases cause various types of metabolic disorders and, accordingly, affect the change in the amino acid composition of the body.

The purpose of this study was to estimate the amount of serine and glycine in the serum of a patient with chronic viral hepatitis.

To achieve this goal, serum levels of glycine and serine were determined in 10 patients with CVH HBV etiology and in 10 healthy people. Liquid chromatography was used to quantify amino acids. The Excel 2010 data analysis package was used to process statistical data. The data obtained are presented as  $M \pm m$ , where  $M$  is the mean and  $m$  is the standard error of the mean. The Mann-Whitney method was used to determine the level of significance of differences ( $p$ ).

As a result of the study, it was found that the amount of serine and glycine in patients with CVH HBV etiology is significantly lower than in healthy subjects, and it was: serine —  $0.074 \pm 0.006$  mmol/l vs  $0.124 \pm 0.028$  ( $p < 0.05$ ), glycine —  $0.165 \pm 0.014$  mmol/l vs  $0.218 \pm 0.018$  ( $p < 0.05$ ). Considering that serine and glycine are essential proteinogenic amino acids that are involved in the synthesis of carbohydrates, proteins and other types of metabolism, and glycine is one of the neuromediators and neurotransmitters of the central nervous system (CNS), a decrease in serine and glycine, may indicate metabolic disorders and is an indirect confirmation of functional disorders as the liver as the CNS.

Thus, it can be concluded that patients with CVH HBV etiology have metabolic disorders and a decrease in some neuromediators and neurotransmitters of the CNS. However, it is necessary to continue this study on a larger sample size and assess the content of other amino acids in patients with CVH.

*The study was carried out within the framework of projects: 15.817.04.01 F „Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acesteia” and 15.817.04.38 A „Bolile cronice difuze ale ficatului – manifestări extrahepatice”.*

### ГИПОТЕРМИЯ И ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ГРУПП

**Берестин Д.К., Афаневич И.А., Игнатенко Ю.С., Лупынина Е.Ю.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [bdk0720@gmail.com](mailto:bdk0720@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m326.sudak.ns2019-15/93>

В работе изучалось влияние локального холодого воздействия на параметры нервно – мышечной системы человека (*треморограммы* – ТМГ). К данному исследованию была привлечена группа испытуемых мужчин в возрасте от 21 до 27 лет, число испытуемых 18 человек. Регистрация треморограмм происходила с периодом квантования  $\Delta t = 10$  мсек. В результате были получены некоторые выборки  $x_i = x_i(t)$ , которые представляли положение пальца с металлической пластиной в пространстве по отношению к датчику регистрации координаты  $x_i$  (положение пальца в пространстве) в виде выборок треморограмм  $x_i$ . Далее, сигнал  $x_i(t)$  дифференцировался, и строились фазовые траектории вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$ . Для каждого испытуемого регистрировались параметры ТМГ до и после локального холодого воздействия, в итоге получалось 15-ть различных выборок в двух различных состояниях. Испытуемый погружал кисть в емкость с холодной водой (температурой  $T \approx 4$  °C), после чего производилась регистрация ТМГ повторно, после локального холодого воздействия.

В итоге эксперимента были построены фазовые траектории для всех 15-ти выборок ( $N$ ) из 15-ти серий ( $n$ ) экспериментов для каждого испытуемого до и после локального холодого воздействия. Для фазовых портретов КА были рассчитаны площади  $S$ , которые находились как произведение двух вариационных размахов фазовых координат  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$ , т.е.  $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$ . Расчет значений площадей  $S$  для КА для каждого испытуемого при 15-ти повторях эксперимента (до и после локального холодого воздействия) показал существенные статистические различия между выборками 15-ти  $S$  КА до локального холодого воздействия и после воздействия. Например, значения  $S$  выборок ТМГ испытуемого БАН для одной из серий эксперимента (до локального холодого воздействия) находились в диапазоне от  $0,1 \times 10^{-6}$  до  $3,05 \times 10^{-6}$  у.е., и от  $0,21 \times 10^{-6}$  до  $6,35 \times 10^{-6}$  у.е. после локального холодого воздействия. Уже в первом приближении  $S$  для КА демонстрировали существенное различие значений до и после локального холодого воздействия. При расчете среднего значения площадей ( $\langle S \rangle$ ) были получены следующие данные: среднее значение площади КА  $\langle S_1 \rangle$  до холодого воздействия равно:  $\langle S_1 \rangle = 0,86 \times 10^{-6}$  у.е.;  $\langle S_2 \rangle$  в условиях после локального холодого воздействия равно:  $\langle S_2 \rangle = 3,13 \times 10^{-6}$  у.е. Эти данные свидетельствуют о том, что после локального холодого воздействия у испытуемого БАН происходит увеличение площади КА в 3,64 раза. Таким образом, площади  $S$  для КА выборок ТМГ изменяются однонаправленно в сторону увеличения  $S$  в зависимости от степени физической подготовленности. В целом, такая динамика наблюдается у всех испытуемых, которые не имеют адаптации к холодому воздействию. Расчет площадей КА является альтернативной для стохастики.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 18-07-00161 А, № 18-47-860001 р\_а*

### HYPOTHERMIA AND THE PROBLEM OF HOMOGENEITY OF GROUPS

**Berestin Dmitriy K., Afanevich Ivan A., Ignatenko Yuliya S., Lupynina Yekaterina Yu.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [bdk0720@gmail.com](mailto:bdk0720@gmail.com)

The scientific work is devoted to studying the effect of local cold exposure on the parameters of the human neuromuscular system (*tremorograms* – TMG). The study involved one group of test men aged 21 to 27 years, the number of subjects was 18 people. Tremorograms had a quantization period  $\Delta t = 10$  ms. As a result, samples  $x_i = x_i(t)$  were obtained, which represented the position of a finger with a metal plate in space with respect to the sensor for recording coordinates  $x_i$  (finger position in space) in the form of samples of tremorograms  $x_i$ . Further, the signal  $x_i(t)$  was differentiated, and the phase trajectories of the vector  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  were built. TMG parameters were recorded for each subject before and after local cold exposure. In the end, we got fifteen different samples in two different states. The subject immersed the brush in a container of cold water (temperature  $T \approx 4$  °C). Further, registration of TMG was repeated after local cold exposure.

As a result of the experiment, phase trajectories were constructed for all 15 samples ( $N$ ) from 15 series of experiments ( $n$ ) for each subject before and after the local cold exposure. For phase portraits of *quasi-attractors* (QA), the areas  $S$  were calculated in the form of the product of two variational range of phase coordinates  $\Delta x_1$  and  $\Delta x_2$ , i.e.  $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$ . The calculation of the values of areas  $S$  for QA for each subject with 15 repetitions of the experiment (before and after local cold exposure) showed significant statistical differences between samples of 15 QA areas before exposure and after exposure.

For example, the  $S$  values of the TMG samples for the tested BAN in one of the experimental series (before the local cold exposure) ranged from  $0,1 \times 10^{-6}$  to  $3,05 \times 10^{-6}$  c.u., and from  $0,21 \times 10^{-6}$  to  $6,35 \times 10^{-6}$  c.u. after local cold exposure. In the first approximation, the area  $S$  for QA demonstrated a significant difference in the values before and after local cold exposure. The following data were obtained when calculating the average value of areas ( $\langle S \rangle$ ): the average value of area for QA  $\langle S_1 \rangle$  before cold exposure was  $\langle S_1 \rangle = 0,86 \times 10^{-6}$  c.u.;  $\langle S_2 \rangle$  in conditions after local cold exposure was  $\langle S_2 \rangle = 3,13 \times 10^{-6}$  c.u. These data indicate that the increase in area for the QA of the tested BAN after local cold exposure occurs 3,64 times.

Thus, the areas for QA for TMG samples unidirectionally change in the direction of increasing the area depending on the degree of physical training. In general, such dynamics is observed in all subjects who do not have adaptation to cold exposure. Calculation of areas for QA is an alternative method with respect to stochastics.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-07-00161 А, № 18-47-860001 r.a.*

## НОВЫЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО АНАЛИЗУ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦА В ТЕРАГЕРЦОВОМ ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ

Берловская Е. Е.<sup>1</sup>, Черкасова О. П.<sup>2,3</sup>, Ожередов И. А.<sup>1,4</sup>, Адамович Т. В.<sup>5</sup>, Исайчев Е. С.<sup>5</sup>,  
Исайчев С. А.<sup>5</sup>, Макуренков А. М.<sup>1</sup>, Вараксин А. Н.<sup>6</sup>, Гатилов С. Б.<sup>6</sup>, Куренков Н. И.<sup>6</sup>, Черноризов А. М.<sup>5</sup>,  
Шкуринов А. П.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Физический факультет и Международный лазерный центр, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, berlovskaya.elena@mail.ru; <sup>2</sup>Институт лазерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия, <sup>3</sup>Новосибирский технический университет, Новосибирск, Россия, o.p.cherkasova@gmail.com; <sup>4</sup>Институт проблем лазерных информационных технологий РАН (ИПЛИТ РАН) – Филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Шатура, Московская область, Россия; <sup>5</sup>Факультет психологии, МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>6</sup>Научно-исследовательский центр распознавания образов (ЗАО), Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m327.sudak.ns2019-15/94>

В работе предложен новый подход дистанционной диагностики психоэмоционального состояния человека, основанный на одновременной регистрации инфракрасного (ИК) и терагерцового (ТГц) излучений лица человека. Разработанный нами алгоритм обработки изображений позволяет выделить из полного сигнала, воспринимаемого системой регистрации, информативный вклад, определяемый ТГц излучением. Одновременная регистрация ИК-ТГц изображений лица испытуемого и его психофизиологических показателей проводилась в ситуациях «физического стресса» (приседания), электростимуляции и когнитивной нагрузки (арифметические вычисления «в уме»). В ходе дальнейшего анализа получаемые данные сравнивались с данными аналогичных измерений в спокойном состоянии. Предлагаемая методика обработки изображений позволяет бесконтактно получать информацию о физиологических характеристиках испытуемого: о частоте сердечных сокращений и ритме дыхания. В работе показано, что в результате кластерного анализа ИК–ТГц изображений, можно разделять испытуемых по типу реакций кровеносной системы в стрессовых состояниях: у некоторых испытуемых стресс вызывает прилив крови, у других вызывает спазм сосудов и, как следствие, снижение интенсивности кровообращения.

*Исследование выполнено при частичной поддержке гранта РФФИ (проект № 17-29-02487) с использованием оборудования, приобретенного за счет средств «Программы развития Московского университета имени М.В. Ломоносова до 2020 года».*

## NEW REMOTE METHOD FOR DIAGNOSTICS OF HUMAN PSYCHOEMOTIONAL STATES BY ANALYSIS OF TERAHERTZ IMAGES

Berlovskaya Elena E.<sup>1</sup>, Cherkasova Olga P.<sup>2,3</sup>, Ozheredov Ilya A.<sup>1,4</sup>, Adamovich Timofey V.<sup>5</sup>, Isaychev Eugene S.<sup>5</sup>, Isaychev Sergei A.<sup>5</sup>, Makurenkov Alexander M.<sup>1</sup>, Varaksin Alexander N.<sup>6</sup>, Gatilov Sergei B.<sup>6</sup>,  
Kurenkov Nikolai I.<sup>6</sup>, Chernorizov Alexander M.<sup>5</sup>, Shkurinov Alexander P.<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Physics and International Laser Centre, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, berlovskaya.elena@mail.ru; <sup>2</sup>Institute of Laser Physics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia, <sup>3</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia, o.p.cherkasova@gmail.com; <sup>4</sup>Institute on Laser and Information Technologies, Federal Scientific Research Centre "Crystallography and Photonics", Russian Academy of Sciences, Shatura, Moscow Region, Russia; <sup>5</sup>Faculty of Psychology, M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>6</sup>CJSC Pattern Recognition Research Company, Moscow, Russia

A new approach to remote diagnostics of the human psychoemotional state is proposed, based on simultaneously recording the infrared (IR) and terahertz (THz) emissions from the human face (the IR – THz image). The developed image processing algorithm allows extraction of the informative contribution determined by the THz radiation from the total signal perceived by the recording system. Simultaneous registration of the IR – THz images of the human face and the psychophysiological indicators are carried out in situations of physical stress (squats), electrical stimulation, and cognitive load – simple arithmetic mental calculations). The proposed image processing technique allows non-contact information, including information about the physiological characteristics of the subject, e.g., heart rate and respiration. The obtained data are compared with those of similar measurements at rest. It is shown that using cluster analysis of IR – THz images it is possible to divide the test subjects into classes according to the type of reaction of the circulatory system under stressful conditions. In some people stress enhances the blood flow, while in others it causes vasospasm and, as a result, a decrease in blood circulation intensity.

*The work was partially supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 17-29-02487) and performed using the equipment purchased at the expense of the Development Programme of the M.V. Lomonosov Moscow State University until 2020.*

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРЕДИКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ Бессонова Ю.В., Обознов А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии РАН, Москва, Россия;  
farandi@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m328.sudak.ns2019-15/94-95>

Исследования психологического благополучия, начатые в рамках парадигмы счастья, в последнее время все теснее подчеркивают зависимость благополучия, в том числе профессионального, от функционального статуса человека, работоспособности и здоровья (Sirois, Puchyl, 2016; Costa et al., 2006; Devlin, 2018; Fleming, Roberts, 2019; Massey, 2019). Установлена и обратная связь – повышение уровня благополучия применяется как метод психотерапии (Abdurachman, Herawati, 2018; Blanc et al., 2018). При

изучении психологического благополучия человека в профессиональной сфере необходимо различать: 1) психологическое благополучие профессионала как стабильное состояние его личности, характеризующееся балансом связанных с профессией положительных и отрицательных переживаний с преобладанием первых над вторыми; 2) ведущий смысловой фактор стабильного психологического благополучия – осознанность «двойного» смысла профессии «работая на других, работаешь на себя»; 3) поддержание оптимума функциональных систем организма как условие стабильного психологического благополучия профессионала. Методики эмпирического исследования: «Дифференцированная оценка работоспособности» (Леонова, Величковская, 2002); Шкала психологического благополучия К.Рифф (Шевеленкова, Фесенко, 2005); Опросник доминирующего состояния (Куликов, 1997); оценка здоровья. Респонденты: спасатели (285 чел.), машинисты (415 чел.). Сравнительный анализ групп с высокими и низкими показателями психологического благополучия свидетельствует о достоверно более высоком уровне стресса, утомления, пресыщения у лиц с пониженным уровнем благополучия. Выявлены двусторонние взаимоотношения функционального статуса и благополучия. С одной стороны, высокий уровень благополучия, особенно «осмысленности жизни», играет значимую роль в профилактике функциональных расстройств. С другой, на показатель психологического благополучия оказывает влияние соматический статус. Наличие диагноза ведет к снижению показателей благополучия по шкалам «самопринятие» и «автономия», а любой диагноз, являющийся противопоказанием к профессиональной деятельности, вызывает резкое снижение уровня психологического благополучия по всем шкалам. Кардиологические заболевания проявляются в снижении благополучия по шкалам «управление средой» и «осмысленность жизни». Наличие травмы в медицинском анамнезе ассоциируется с более низкими показателями благополучия по шкалам «личностный рост» и «позитивные отношения с окружающими». Профессиональная деятельность зачастую сопровождается неблагоприятными переживаниями вследствие рабочей нагрузки, стрессогенности, монотонности и других отрицательных воздействий рабочей среды, что нарушает баланс позитивных-негативных аффектов. Поддержание оптимума функциональных систем организма, отсутствие или компенсация неприятных и болезненных ощущений является необходимым ресурсом стабильности психологического благополучия профессионала.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, грант № 18-013-01021.*

#### **FUNCTIONAL PREDICTORS OF OCCUPATIONAL WELL-BEING**

**Yulia V. Bessonova, Alexander A. Obznov**

Institute of Psychology, RAS, Moscow, Russia; [farandi@mail.ru](mailto:farandi@mail.ru)

The researches of psychological well-being that have been initiated based on the paradigm of happiness, have recently increasingly emphasized the dependence of well-being, including professional, on the functional status, health and workability (Sirois, Pychyl, 2016; Costa et al., 2006; Devlin, 2018; Fleming, Roberts, 2019; Massey, 2019). Backward linkage is also established – increasing the level of well-being is used as a method of psychotherapy (Abdurachman, Herawati, 2018; Blanc et al., 2018). Studies of the occupational well-being should be based on: 1) occupational well-being is a stable personality trait as well as a balance of positive and negative experiences associated with the worklife; 2) the awareness of the work double meaning “working for others, you work for yourself” is the main semantic factor of stable psychological well-being; 3) maintaining the optimum functional state is the condition for a stable psychological well-being. Methods of empirical research: "Differentiated measurement of workability" (Leonova, Velichkovskaya, 2002); The scale of psychological well-being K. Ryff (ad. by Shevelenkova, Fesenko, 2005); Questionnaire of the dominant state (Kulikov, 1997); health assessment. Respondents: rescuers (285), train drivers (415). A comparative analysis of high and low levels of psychological well-being groups indicates a significantly higher level of stress, fatigue, and surfeit in group with a low level of well-being. Bilateral relationship between functional status and well-being is found: on the one hand, a high level of well-being, especially “Purpose in Life” plays a significant role in the prevention of functional disorders. On the other hand, somatic status affects all structural components of well-being. Any diagnosis are associated with vulnerabilities and leads to lower “Self-Acceptance” and “Autonomy”. Cardiovascular disease also is a factor closely associated with the lower “Environmental Mastery” and “Purpose in Life”; endocrine diseases correlated with lower “Purpose in Life” and “Positive Relations with Others”; trauma in medical history increases the probability of reduced “Personal Growth” and “Positive Relations with Others”, and health problem associated with contraindications for work caused sharp declines in occupational well-being. Work is often accompanied by negative affects due to workload, stress, monotony and other factors of the job environment, which reinforce the work-associated negative affects and disrupt the its positive/negative balance. Optimum functional state of the body, the absence or compensation of negative and painful affects is the necessary resource for the well-being stability.

*Research was sponsored by grant from the Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project № 18-013-01021.*

#### **МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ТОЧЕЧНЫХ НЕЙРОННЫХ И АКУСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**Бибиков Н.Г.<sup>1</sup> Иванов М.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Акционерное общество Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева, Москва, Россия; [nbibikov1@yandex.ru](mailto:nbibikov1@yandex.ru) <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m328.sudak.ns2019-15/95-96>

Внеклеточно регистрируемые спайки отдельных нейронов представляют собой развивающийся во времени точечный процесс, полностью характеризующийся регистрируемой последовательностью межимпульсных интервалов. В случае, если этот процесс не обладает памятью, а вероятность



возникновения события случайна, процесс описывается экспоненциальным распределением интервалов, в котором один параметр характеризует среднее значение частоты следования пульсов. Если вероятность возникновения события зависит только от времени, прошедшего после предыдущего события, процесс называется процессом восстановления и его можно полностью описать, точно зная распределение межимпульсных интервалов. К сожалению, импульсация одиночных нейронов как спонтанная, так и вызванная является нестационарной, изменяясь в зависимости от внешних и внутренних условий. Как недавно выяснилось, она не является и процессом восстановления, как правило, обладая памятью, длительность которой превышает значение межимпульсного интервала. Для создания адекватной модели системы, генерирующей точечный процесс, будь то одиночный нейрон или, например идентичные звуковые щелчки, статистика этих точечных событий должна быть внимательно изучена. Наши основные экспериментальные данные были получены при регистрации спонтанной и вызванной активности одиночных нейронов слуховой системы травяной лягушки и некоторых щелчков. Наиболее явные отступления от процесса восстановления в нейронной активности наблюдались при анализе больших и малых интервалов времени. При интервалах между импульсами, составляющих менее 0.1с, во многих нейронах проявляется эффект памяти, заключающийся в снижении вероятности генерации спайка в течение определенного времени после не только одного, но и нескольких предыдущих событий. На больших интервалах времени выявляется не стационарность процесса, обусловленная ростом амплитуды изменений при снижении их частоты, что ведет к проявлению свойств самоподобия или фрактальности. Для исследования этих особенностей в нейронах слуховой системы нами использовались несколько методик. Наличие взаимозависимости соседних межимпульсных интервалов, как на больших, так и на малых интервалах, наблюдающееся в большинстве исследованных клеток свидетельствовало о несправедливости широко распространенного описания нейронной импульсации как процесса восстановления. Оценка зависимости от исследуемых интервалов времени значений факторов Фано и Аллана практически во всех случаях демонстрировала фрактальные свойства регистрируемого процесса. Используемые методы анализа точечных процессов применимы и в других ситуациях, например при изучении звуковой импульсной активности раков-щелкунов или эхолокационных щелчков зубатых китов.

*Работа поддерживалась грантами РФФИ №16-04-010066 и РФФИ-абх №19-52-40007.*

#### **METHODS OF ANALYSIS OF POINT PROCESSES (NEURAL AND ACOUSTIC)**

**Bibikov Nikolay G.<sup>1</sup>, Ivanov Mikhail P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Joint-stock company N.N. Andreev Acoustic Institute, Moscow, Russia; [nbibikov1@yandex.ru](mailto:nbibikov1@yandex.ru)

<sup>2</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

The extracellularly recorded spikes of individual neurons are a point process that develops over time, fully characterized by a true recorded sequence of interpulse intervals. If this process does not have memory, and the probability of an event occurring is random, the process is described by an exponential distribution of intervals, in which one parameter characterizes the average value of the pulse repetition rate. If the probability of an event depends only on the time elapsed after the previous event, the process is called a recovery process and can be fully described by knowing the distribution of interpulse intervals. Unfortunately, both spontaneous and evoked neuronal impulsionation is non-stationary, changing depending on external and internal conditions. Moreover as it turned out recently, usually is not a renewal process, because its memory is longer than the interval between pulses. To create an adequate model of a system that generates a point process, be it a single neuron or, for example, identical sound clicks, the statistics of these point events should be carefully studied. Our main experimental data were obtained during the registration of the spontaneous and induced activity of single neurons of the auditory system of the common frog. The most obvious deviations from the renewal process in neural activity were observed when analyzing large and small time intervals. When the intervals between pulses are less than 0.1, in many neurons the memory effect is manifested, which consists in reducing the probability of spike generation during a certain time after not only one, but also several previous events. At large time intervals, the non-stationarity of the process is revealed, due to an increase in the amplitude of changes with a decrease in their frequency, which leads to the manifestation of the properties of self-similarity or fractality. To study these features in the neurons of the auditory system, we used several techniques. The presence of the interdependence of neighboring interpulse intervals, both at large and at small intervals, observed in the majority of the studied cells testified to the injustice of the widespread description of neural impulses as a recovery process. The evaluation of the dependence the Fano and Allan factors on the studied time intervals of the values of in almost all cases demonstrated the fractal properties of the recorded process. Note that the methods used for analyzing point processes are applicable in other situations, for example, when studying the sound pulse activity of snapping shrimps or echolocation clicks of toothed whales.

*The work was supported by grants RFBR №16-04-010066 and RFBR-abh №19-52-40007*

#### **МЕХАНИЗМЫ СЕНСИБИЛИЗАЦИИ ОБОНЯНИЯ ПРИ МЕХАНО- И ХИМИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ В ОБОНЯТЕЛЬНЫХ ЖГУТИКАХ**

**Бигдай Е.В., Самойлов В.О.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия; [bigday50@mail.ru](mailto:bigday50@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m330.sudak.ns2019-15/96-97>

Обонятельные жгутики проявляют хемосенсорные свойства. Именно с ними связан процесс обонятельного восприятия, который начинается с взаимодействия пахучей молекулы (одоранта) со специфическим рецептором, локализованным в мембране дистального отдела обонятельных жгутиков (ОЖ). Вслед за этим запускается каскад внутриклеточных посредников, обеспечивающих биофизические механизмы обонятельной трансдукции. Благодаря химической чувствительности на ОЖ формируется

информация о запахе, поступающая в обонятельную луковицу, из которой прямые проекции посылаются в переднее обонятельное ядро, энторинальную кору, обонятельный бугорок, грушевидную извилину и амигдаллярный комплекс. Каскад вторичных мессенджеров обеспечивает усиление и интеграцию одорант-связывающих процессов.

Однако наряду с хемосенсорной ОЖ обладают механической функцией. Результаты наших исследований посредством прижизненной световой микроскопии показали, что у различных позвоночных животных, включая млекопитающих и человека, в отсутствие одоранта они совершают движения в режиме рыскания. Полагают, что рыскающие движения представляют собой один из механизмов высокой чувствительности обонятельного анализатора, способствуя этим самым более острой химической чувствительности обонятельных клеток.

Нами показано, что движения ОЖ нуждаются в ионах  $Ca^{2+}$ , проникающих в цитозоль из внеклеточной среды. Потоки этих ионов осуществляются через три типа ионных каналов в мембране жгутиков: механочувствительные, циклонуклеотид-зависимые и потенциал-зависимые. Особый интерес вызывают  $Ca^{2+}$ -каналы, регулируемые цАМФ. Концентрация этого циклонуклеотида в цитозоле ОЖ в отсутствие одоранта («в покое») колеблется в пределах 0.1 — 0.3 мкмоль. То есть в обонятельных клетках поддерживается стационарный уровень цАМФ. Он определяется соотношением активностей аденилатциклазы и фосфодиэстеразы в нестимулируемых ОЖ.

Полагают, что, в покое цАМФ образуется в той области ОЖ, где сосредоточена АЦ III. Благодаря базальной активности этого фермента АТФ превращается в цАМФ, который затем активирует CNG-каналы. Что является фактором одорант-независимой активации АЦ III при отсутствии адекватного раздражителя в окружающей среде? Зарубежными авторами показано, что в мембранах ОЖ экспрессируется АЦ III, которая необходима для обнаружения как запахов, так и механических стимулов. Результаты наших исследований позволили показать, что АЦ III активируется двигательной активностью обонятельных жгутиков.

В результате этого обонятельные клетки, содержащие 0.1 – 0.3 мкМ цАМФ в покое, обладают более высокой чувствительностью. Полагают, что при таком содержании цАМФ в обонятельном жгутике может возникать достаточно большая деполяризация в ответ на очень небольшой обонятельный стимул. При такой концентрации цАМФ значительно увеличивается рецепторный ток, генерируемый в результате увеличения этой концентрации.

Возможно, двигательная активность ОЖ способствует превращению АТФ в цАМФ посредством активации АЦ III, чувствительной к механическому воздействию, что, в свою очередь, повышает чувствительность к слабому обонятельному стимулу. Движения обонятельных жгутиков увеличивают вероятность встречи молекулы пахучего стимула с мембранным рецептором, локализованным в цилиарной мембране, также повышая чувствительность обонятельного анализатора. Таким образом, сочетание химическое и механическое взаимодействие в обонятельных жгутиках обеспечивает высокую чувствительность обонятельного анализатора к одорантам.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2014–2020 годы (ГП-14, раздел 63).*

#### **PERIPHERAL AND CENTRAL PARTS OF THE OLFATORY ANALYZER STATE IN THE ACUTE HYPOXIC HYPOXIA CONDITIONS**

**Bigday Elena V., Samoilov Vladimir O.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; bigday50@mail.ru

#### **ВЛИЯНИЕ ГАЛОПЕРИДОЛА НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА НЕПОЛОВОЗРЕЛЫХ КРЫС**

**Билалова Г.А., Доценко А.В., Дикопольская Н.Б., Шайхелисламова М.В.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет", Казань, Россия; [g.bilalova@mail.ru](mailto:g.bilalova@mail.ru)

Галоперидол – нейролептик с выраженным антипсихотическим физиологическим действием. Известен как блокатор D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> дофаминовых рецепторов, снижая тем самым патологически повышенный тонус дофаминергической системы мозга. Взаимодействие галоперидола с дофаминергическими структурами базальных ганглиев приводит к экстрапирамидным нарушениям (в основном паркинсонизм). При дефиците дофаминергических нейронов при болезни Паркинсона нарушается регуляция внутренних органов, в том числе и сердца. Цель работы изучение влияния галоперидола разной концентрации на сократимость миокарда правого предсердия 21-суточных крыс. Эксперименты проводились на белых лабораторных крысах *in vitro*, с соблюдением биоэтических правил. Изометрическое сокращение полосок миокарда правого предсердия регистрировали на установке «Power Lab» (ADInstruments, Австралия) с датчиком силы MLT 050/D (ADInstruments, Австралия). Запись кривой регистрировалась на персональном компьютере при помощи программного обеспечения «Chart 5.0». Силу сокращения (F) выражали в граммах (g). В экспериментальной группе 21-суточных крыс исходная сила сокращения изолированных полосок миокарда предсердий до добавления в рабочий раствор галоперидола в концентрации  $10^{-6}$  М равнялась  $0,096 \pm 0,016$  g. На 1-й минуте сила сокращения составила  $0,097 \pm 0,017$  g, а к заключительной минуте эксперимента снижается до  $0,088 \pm 0,014$ g. Сила сокращения изолированных полосок миокарда предсердий при введении в рабочий раствор галоперидола в концентрации  $10^{-5}$  М также снижается с  $0,133 \pm 0,007$  g до  $0,122 \pm 0,013$  g. Ранее проведенных экспериментах у 100-суточных крыс галоперидол в концентрации  $10^{-6}$  и  $10^{-5}$  М вызывал увеличение силы сокращения полосок миокарда предсердий, то у 21-суточных животных регистрировали наоборот снижение силы сокращения полосок миокарда предсердий. Следовательно, влияние неселективного антагониста дофаминергических рецепторов галоперидола на сократимость миокарда крыс зависит от возраста животных и с созреванием в данный период симпатической регуляции сердечной деятельности.

## THE EFFECT OF HALOPERIDOL ON MYOCARDIAL CONTRACTILITY OF IMMATURE RATS

Bilalova G. A., Dotsenko A. V., Dikopolskaya N. B., Shaykheislamova M. V.

Kazan Federal University, Kazan, Russia, [g.bilalova@mail.ru](mailto:g.bilalova@mail.ru)

Haloperidol is a neuroleptic with a pronounced antipsychotic physiological effect. Known as a blocker D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub> dopamine receptors, thereby reducing the pathologically increased tone of the dopaminergic system of the brain. The interaction of haloperidol with dopaminergic structures of the basal ganglia leads to extrapyramidal disorders (mainly parkinsonism). With a deficit of dopaminergic neurons in Parkinson's disease, the regulation of a number of internal organs, including the heart, is disturbed. The aim of the work is to study the effect of haloperidol of different concentrations on the contractility of the myocardium of the right atrium of 21-day-old rats. The experiments were performed on white laboratory rats *in vitro*, in compliance with bioethical rules. An isometric contraction of the right atrial myocardial strips was recorded on a Power Lab installation (ADInstruments, Australia) with a MLT 050 / D force sensor (ADInstruments, Australia). The curve recording was recorded on a personal computer using the software "Chart 5.0". The force of contraction (F) was expressed in grams (g). In the experimental group of 21-day-old rats, the initial strength of contraction of isolated atrial myocardial strips before adding haloperidol to a 10<sup>-6</sup> M working solution was 0.096 ± 0.016 g. At the 1st minute, the contraction force was 0.097 ± 0.017 g, and by the final minute of the experiment, it decreased to 0.088 ± 0.014g. The contraction force of isolated atrial myocardial strips, when haloperidol is introduced into the working solution at a concentration of 10<sup>-5</sup> M, also decreases from 0.133 ± 0.007 g to 0.122 ± 0.013 g. Previously performed experimentation in 100-day-old rats with haloperidol at a concentration of 10<sup>-6</sup> and 10<sup>-5</sup> M caused an increase in the force of contraction of the atrial myocardium strips, whereas in 21-day-old animals the contraction of the contraction of the atrial myocardial strips was recorded. Consequently, the effect of the non-selective antagonist of dopaminergic haloperidol receptors on the contractility of rat myocardium depends on the age of the animals and the sympathetic regulation of cardiac activity during this period.

## МЕТОД АСМ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИИ МИТОХОНДРИЙ В СТРЕССОВЫХ УСЛОВИЯХ И ПРИ ДЕЙСТВИИ АО

Бинюков В.И.<sup>1</sup>, Жигачева И.В.<sup>1</sup>, Миль Е.М.<sup>1</sup>, Албантова А.А.<sup>1</sup>, Генерозова И.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Россия, Москва, [bin707@mail.ru](mailto:bin707@mail.ru)

<sup>2</sup>ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Россия, Москва

<https://doi.org/10.29003/m331.sudak.ns2019-15/98-99>

Жизнедеятельность клеток и всего организма определяется функциональной активностью митохондрий. Важным морфологическим признаком повреждения является набухание митохондрий при многих патологических процессах. Хотя выработка АТФ и считается основной функцией митохондрий, установлено, что маленькие митохондрии в аксонах, поддерживают концентрацию ионов кальция в цитоплазме, регулируя передачу сигналов в синапсах и усиливают взаимодействие между нейронами. Методом АСМ изучали морфологические характеристики митохондрий (6 дневные проростки гороха (*Pisum Sativum* L.), сорт Флора 2, при инкубации их в гипотонической среде и введении в среду инкубации этих органелл различных концентраций препарата ресвератрол. Ресвератрол – (3,5,4'-тригидрокси-транс-стильбен) – мощный природный антиоксидант, обладающий иммуномодулирующим действием и мембранотропным действием. Митохондрии фиксировали 2% глутаровым альдегидом и регистрировали на АСМ (атомно-силовая микроскопия). Статистическая обработка Image Analysis MTDТ. В эксперименте *in vitro* в контроле в среде 1 (0,4 М сахароза) обнаружено две фракции митохондрий. При изменении осмотической активности и переводе в гипотоническую среду (0,2 М сахароза) наблюдали увеличение объема в этих фракциях в 1,4 раза. Ресвератрол (10<sup>-6</sup>М) в гипотонической среде приводил к снижению пассивного набухания, а также предотвращал активацию перекисного окисления липидов (ПОЛ). В экспериментах *in vivo* в контроле (при 24<sup>0</sup>С) наблюдали, в основном, митохондрии малого (V=0,017мкм<sup>3</sup>) и среднего размера (V=0,025мкм<sup>3</sup>), в равных количествах. В условиях дефицита влаги, обнаруживаются только митохондрии среднего размера (55%), а также появляются набухшие митохондрии (45%). Отсутствие маленьких митохондрий в условиях стресса, вероятно, связано с процессом их слияния друг с другом, которое обусловлено действием белков-регуляторов. Обнаружено, что обработка семян ресвератролом (3×10<sup>-4</sup>М) в условиях недостатка влаги приводила к снижению количества набухших митохондрий (на 15%), а также к появлению маленьких митохондрий (0,014мкм<sup>3</sup> (38%)). Следует отметить, что при действии нитропурсида натрия их образование (0,015 мкм<sup>3</sup>) составило 95%. Делается предположение, что защитный эффект препарата ресвератрол обусловлен его антиоксидантными свойствами и влиянием на АТФ-зависимые калиевые каналы (мито К АТФ), регулирующих объем митохондрий.

## ACM METHOD FOR STUDYING MORPHOLOGICAL CHANGES OF MITOCHONDRIA IN STRESS CONDITIONS AND ADDING ANTIOXIDANTS

Binyukov Vladimir I<sup>1</sup>, Zhigacheva Irina V<sup>1</sup>, Mil Elena M<sup>1</sup>, Albantova Anastasia A<sup>1</sup>, Generozova Inna P<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FGBUN Institute of Biochemical Physics. N.M. Emanuel RAS, Russia, Moscow, [bin707@mail.ru](mailto:bin707@mail.ru)

<sup>2</sup>FGBUN Institute of Plant Physiology. K.A. Timiryazev RAS

The vital activity of cells and the whole organism is determined by the functional activity of mitochondria. An important morphological sign of damage is swelling of mitochondria in many pathological processes. Although ATP production is considered the main function of mitochondria, it has been established that small mitochondria in axons support the concentration of calcium ions in the cytoplasm, regulating the transmission of signals in synapses and enhance the interaction between neurons. The AFM method was used to study the morphological characteristics of mitochondria (6 day old pea seedlings (*Pisum Sativum*L.), Flora 2, by incubating them in a

hypotonic medium and introducing various concentrations of the resveratrol drug into the incubation medium. Resveratrol – (3,5,4'-trihydroxy-trans-stilbene) is a powerful natural antioxidant with immunomodulating and membranotropic action. Mitochondria were fixed with 2% glutaraldehyde and recorded on AFM (atomic force microscopy). Statistical processing of Image Analysis MTD. In an *in vitro* experiment, two mitochondrial fractions were detected in the control in (0.4M sucrose) medium. When the osmotic activity was changed and transferred to the hypotonic medium (0.2 M sucrose), an increase 1.4 times in these fractions was observed. Resveratrol ( $10^{-6}$ M) in a hypotonic medium led to a decrease in passive swelling, and also prevented the activation of lipid peroxidation (LPO). In the experiments *in vivo* in the control (at 24°C), mitochondria of small ( $V=0.017\mu\text{m}^3$ ) and medium size ( $V=0.025\mu\text{m}^3$ ) were observed in equal amounts. Under conditions of moisture deficiency, only medium-sized mitochondria are detected (55%), and swollen mitochondria appear (45%). The absence of small mitochondria under stress is probably due to the process of their fusion with each other, which is caused by the action of regulator proteins. It was found that seed treatment with resveratrol ( $3 \times 10^{-4}$ M) under conditions of moisture deficiency led to a decrease in the number of swollen mitochondria (by 15%), as well as to the appearance of small mitochondria ( $V=0.014\mu\text{m}^3$  (38%)). It should be noted that under the action of sodium nitropursid, their formation ( $V=0.015\mu\text{m}^3$ ) was 95%. It is suggested that the protective effect of resveratrol is due to its antioxidant properties and its effect on ATP-dependent potassium channels (mito K ATP) regulating the volume of mitochondria.

The AFM method allows one to obtain the geometric parameters of individual mitochondria of pea seedlings and carry out further mathematical processing. It can also be used to study the effects of biologically active compounds on mitochondria.

### **ВЛИЯНИЕ ТРЕНИНГОВ С БИОУПРАВЛЕНИЕМ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА ВОЛОНТЕРОВ**

**Бирюкова Е.А., Чуян Е.Н., Джелдубаева Э.Р., Непритимова Е.А.**

ФГАОУ ВО "Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского", Таврическая академия,  
Симферополь, Россия; [biotema@rambler.ru](mailto:biotema@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m332.sudak.ns2019-15/99-100>

Цель исследования: изучение изменений функционального состояния условно-здоровых волонтеров под влиянием биоуправления виртуальным объектом в системе с биологической обратной связью по опорной реакции.

План экспериментальной работы включал неинвазивное наблюдение на 20 условно-здоровых волонтерах женского пола в возрасте 20-25 лет, разделенных на 2 группы: контрольную и экспериментальную. Со всеми испытуемыми в 1-е сутки исследования проводили психофизиологическое тестирование на компьютерном комплексе НС – Психотест (ООО "Нейрософт" г. Иваново, тесты: «Простая зрительно-моторная реакция», «Оценка внимания», «таблицы Шульце-Платонова», методика Мюнстерберга и «Числовой квадрат»); стабилметрическое исследование в модификации «тест Ромберга» (в течение 30 секунд с открытыми и в течение 30 секунды с закрытыми глазами) с помощью стабилметрической платформы «ST-150» (ООО Мера-ТСП, г. Москва); оценку вегетативного статуса волонтеров методом вариабельности сердечного ритма (ВСР) с помощью программно-аппаратного комплекса оценки вариабельности сердечного ритма «Омега-М» (ООО «Динамика», Санкт Петербург).

Испытуемые экспериментальной группы ежедневно в течение 10-ти дней проходили 5-минутные сеансы тренировок с биоуправлением на стабилметрической платформе. Суть тренировок заключалась в следующем: испытуемому в положении стоя на стабилметрической платформе предлагалось перемещать метку центра давления на стабилметрическую платформу в различных направлениях, сохраняя равновесие в соответствии с алгоритмом, заданным на экране монитора. После проведения тренировок на 10-е сутки исследования у волонтеров обеих групп повторно были зарегистрированы показатели психофизиологического тестирования, ВСР, компьютерной стабилметрии.

Показано, что 10-тидневный БОС-тренинг по опорной реакции оказывает положительное влияние на функциональное состояние здоровых волонтеров, о чем свидетельствует изменение состояния системы поддержания равновесия, вегетативного статуса и когнитивных процессов волонтеров. У здоровых волонтеров под влиянием 10-тидневного курса БОС-тренингов по опорной реакции зарегистрированы изменения показателей вариабельности сердечного ритма по сравнению с данными, полученными у волонтеров контрольной группы: снижение частоты сердечных сокращений, индекса напряженности регуляторных систем, увеличение статистических и спектральных характеристик, что свидетельствует о снижении напряжения регуляторных систем и увеличении адаптационного потенциала организма испытуемых под влиянием курсового применения биоуправления по опорной реакции. Применение 10-тидневного курса БОС-тренингов на стабилметрической платформе привело к увеличению контроля заданной позы, что выразилось в снижении значений изученных показателей пробы Ромберга. 10-тидневный курс сеансов биоуправления по опорной реакции оказал направленное действие на когнитивные процессы волонтеров, что выразилось в увеличении скорости сенсомоторной реакции, объема и концентрации внимания в ответ на данное воздействие.

*Исследование проведено на базе Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» Таврической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». Поддержано Грантом Государственного совета Республики Крым для молодых ученых на 2019 год. Руководитель Бирюкова Е.А.*

## THE INFLUENCE OF THE SUPPORTIVE REACTION BIOFEEDBACK TRAININGS ON VOLUNTEERS ORGANISM FUNCTIONAL STATE

**Birukova Elena Aleksandrovna, Chuyan Elena Nikolaevna, Dzeldubaeva Elviza Rashidovna, Nepretimova Elena Andreevna**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, E-mail: [biotema@rambler.ru](mailto:biotema@rambler.ru)

The change of the functional state of 20 healthy volunteers under the support reaction biofeedback influence was studied. The two groups of the volunteers' were compared: biofeedback (BFB) group (n=10) and control group (n=10).

Before and after trainings background physiological values (psychophysiological, heart rate variability and stabilometric parameters) were recorded in both groups.

BFB group subjects after preliminary instruction and physiological values registration, daily were exposed of 5-minute biofeedback trainings of support reaction influence.

The research is aimed at studying a 10-day course of 5-minute biofeedback trainings of support reaction influence on healthy volunteers' postural control, heart rate variability and psychophysiological characteristics.

All subjects of the BFB group changed the body position in response to the mark shifting on the screen.

The results of this study indicate a significant effect of biofeedback supportive reaction trainings on the stabilometric platform on volunteers' postural control, heart rate variability, speed and latent period of sensorimotor reaction. The results can be implemented to improve postural control and psychophysiological reaction of professional athletes and social groups with balance disfunction.

*Supported by Crimea Republic State Council grant for young scientists for 2019. Head Birukova E.A.*

## АКТИВНОСТЬ МОЗГА ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР: СЛУЧАЙ ПАЦИЕНТА С ТЯЖЕЛЫМ ПОРАЖЕНИЕМ

**Бобров П.Д.<sup>1,2</sup>, Фролов А.А.<sup>1,2</sup>, Бирюкова Е.В.<sup>1,2</sup>, Сильченко А.В.<sup>1,3</sup>, Кондур А.А.<sup>4</sup>, Джалагония И.З.<sup>1</sup>**  
1 ИВНД и НФ РАН, 2 РНИМУ им. Н.И. Пирогова, 3 МГУ им. М.В. Ломоносова, 4 ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m333.sudak.ns2019-15/100-101>

В работе приводятся результаты комплексного анализа электрической и гемодинамической мозга, а также двигательной активности в ходе реабилитации двигательных нарушений у пациентки с обширным поражением мозговых структур в результате инсульта. Пациентка проходила курс стандартной восстановительной терапии, дополненной тренировками управления экзоскелетом кисти при помощи интерфейса мозг — компьютер, основанного на распознавании паттернов ЭЭГ, соответствующих кинестетическому воображению движений. Были проанализированы данные, полученные после 3 двухнедельных госпитализаций с интервалами 4 и 8 месяцев. Изменение двигательной функции было оценено при помощи клинических шкал Fugl-Meyer и ARAT, а также при помощи биомеханического анализа движений, зарегистрированных электромагнитной системой пространственного позиционирования. Как шкалы, так и биомеханический анализ показали значимые улучшения двигательной функции паретичной руки в ходе каждой госпитализации. Уровень двигательной активности несколько снижался в начале каждой следующей госпитализации по сравнению с результатами предыдущей, однако общее улучшение двигательной функции росло от госпитализации к госпитализации.

Анализ активности мозга дал три основных результата. Во-первых, паттерны ЭЭГ, наиболее специфичные для воображения движений, источники которых были найдены в сохранных областях мозга, оказались идентичны таковым паттернам, выделенным для здоровых испытуемых пациентов с нетяжелыми подкорковыми поражениями. Во-вторых, два источника ЭЭГ, демонстрирующих активность, специфичную для воображения движений, были локализованы в первичных сенсомоторных областях пораженного полушария на границе очага поражения. Эти источники демонстрировали типичную реакцию десинхронизации мю-ритма, но их основная частота оказалась значительно ниже чем у здоровых испытуемых (нижний альфа-диапазон). В-третьих, анализ данных фМРТ показал значительное уменьшение объема активации при представлении движения паретичной руки и увеличение объема активации при воображении сохранной руки в сторону выравнивания указанных объемов активации, что можно считать одним из признаков двигательного восстановления.

Таким образом, комбинированный анализ ЭЭГ, фМРТ и двигательной активности позволяет выявить пластические изменения и реорганизацию на различных уровнях двигательной системы. Такой анализ является основой для объективной и точной оценки двигательного восстановления при применении реабилитационного комплекса «Экзоскелет+ИМК».

*Работа поддержана грантом РФФИ 16-29-08206 ОФИ-м.*

## BRAIN ACTIVITY RELEVANT TO CONTROLLING BRAIN COMPUTER INTERFACE: CASE OF A PATIENT WITH SEVERE LESION

**Bobrov Pavel D.<sup>1,2</sup>, Frolov Alexander A.<sup>1,2</sup>, Biryukova Elena V.<sup>1,2</sup>, Sil'chenko Anna V.<sup>1,3</sup>, Kondur Anna A.<sup>4</sup>, Dzhhalagoniya Indiko Z<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Science, Moscow, Russia,

<sup>2</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia,

<sup>3</sup> Moscow State University, Moscow, Russia,

<sup>4</sup> Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia.

The scope of investigation lies with the properties of functional Magnetic Resonance Imagery (fMRI) and Electroencephalographic (EEG) activity accompanying the motor function recovery with a patient having an extensive cortical lesion. The patient in question underwent a course of neurorehabilitation assisted with the hand

exoskeleton controlled by brain computer interface (BCI) based on kinesthetic motor imagery (MI). The clinical data from three successive two-week hospitalizations with 4 and 8 month intervals respectively were under analysis. Both Fugl-Meyer (FM) scale and biomechanical analysis indicate prominent improvement of the motor functions of the paretic arm after each hospitalization. The fMRI data processing showed significant reduction in size of areas with activation specific to the paretic hand movement imagery, which might be regarded as the general index of the motor recovery. Analyzing the EEG data with Independent Component Analysis (ICA) and solving the inverse EEG problem made it possible to reveal four sources of brain electrical activity which were the most relevant for the BCI performance. Two sources were localized in the intact brain areas and were similar to the sources found earlier for both healthy subjects and patients with subcortical lesions. Two other sources were localized at the posterior border of the damaged area, close to the central sulcus. Presumably they represent the activity of the two intact parts of the common neural network in the primary somatosensory area of the lesioned hemisphere, that is the main source of mu-rhythm activity. They demonstrate typical mu-rhythm desynchronization during the motor imagery as the sources in the intact hemisphere but with significantly reduced peak frequency.

The analysis of EEG, fMRI, and motor activity allows to take into account the reorganizations of different levels of the motor system and to provide a comprehensive basis for adequate efficiency assessment of the BCI+exoskeleton rehabilitation.

*The work was supported by RFBR, grant 16-29-08206.*

### УСПЕШНОСТЬ ВООБРАЖЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДИВИДУМА

**Боброва Е.В.<sup>1</sup>, Решетникова В.В.<sup>1</sup>, Вершинина Е.А.<sup>1</sup>, Гришин А.А.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>2,3</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>1</sup>**  
<sup>1</sup>ФГБУН Институт физиологии РАН им. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); <sup>2</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия); <sup>3</sup>Институт трансляционной медицины ГБОУ ВПО Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия); [eabobrov@yandex.ru](mailto:eabobrov@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m334.sudak.ns2019-15/101-102>

Известно, что успешность управления системами интерфейс мозг-компьютер (ИМК), основанных на различении сигналов ЭЭГ при воображении движений, зависит от способности пользователя ИМК концентрировать и удерживать внимание на задаче воображения движения, от когнитивных факторов. В данной работе оценивали личностные особенности пользователей ИМК с помощью батареи тестов: тест Айзенка на темперамент, тест Спилбергера-Ханина ситуативной и личностной тревожности, личностный опросник Кетела, опросник осознанности MAAS, а также способность к концентрации внимания тестами Струпа и тестом оборачиваемости куба Неккера. Сопоставление результатов тестирования с показателями точности классификации сигналов мозга при воображении движений правой и левой руки свидетельствует о том, что факторы тревожности/нейротизма и экстра/интроверсивности влияют на успешность воображения движений правой и левой руки по-разному. Так, при воображении движений левой руки выявлена достоверная корреляция между успешностью этих представлений (точностью классификации сигналов мозга при представлении этих движений и в покое) и степенью экстраверсивности пользователя: экстраверты более успешно воображают движения левой (но не правой) руки, чем интроверты. Фактор нейротизма/тревожности влияет на успешность воображения правой (но не левой) руки: она выше у менее тревожных пользователей. Обучение с помощью тренинга воображения движений приводит к ухудшению воображения движений правой руки у экстравертов. Изменения в концентрации внимания после тренинга наблюдаются лишь в группе пользователей с низким нейротизмом. Выявлены различия в обучении воображению движений в зависимости от типа темперамента: оно наиболее успешно у флегматиков, наименее – у сангвиников. Таким образом, успешность воображения движений определяется личностными характеристиками, и их влияние различно при воображении движений правой и левой руки.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 годы (ГП-14, раздел 63), Программы ПРАН ПИ.43 «Фундаментальные основы технологии физиологических адаптаций» № 0134-2018-0005 и гранта РФФИ 16-29-08247 офу-м.*

### THE SUCCESS OF MOVEMENT IMAGINATION AND PSYCHO-PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE INDIVIDUUM

**Bobrova Elena V.<sup>1</sup>, Reshetnikova Varvara V.<sup>1,2</sup>, Vershinina Elena A.<sup>1</sup>, Grishin Alexander A.<sup>1</sup>, Frolov Alexander A.<sup>3,4</sup>, Gerasimenko Yury P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology (St. Petersburg, Russia); <sup>2</sup> Saint-Petersburg State University (St. Petersburg, Russia); <sup>3</sup> Institute of Higher Nervous Activity of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia); <sup>4</sup> Institute of Translational Medicine of Pirogov of Russian National Research Medical University (Moscow, Russia); [eabobrov@yandex.ru](mailto:eabobrov@yandex.ru)

It is known that the success in control of brain-computer interface (BCI), based on the distinction of EEG signals during imagination of movements, depends on the ability of the user to concentrate and keep attention on the task to imagine movement, on cognitive factors. In this work, we evaluated the personal characteristics of BCI users by means of a battery of tests: Eysenck personality questionnaire, Spielberger-Hanin anxiety test, personal Kettell test, questionnaire of mindfulness MAAS, and the ability to concentrate attention by Stroop test and test of Necker cube turnover. A comparison of the test results with the accuracy of the classification of brain signals during imagination of hand movements indicates that the factors of anxiety/neuroticism and extra/introversion affect the success of the imagination of the movements of the right and left hands in different ways. When the subject imagines the movements of the left hand, a significant correlation between the success of this imagination and the degree of extroversion is revealed: extroverts more successfully imagine the movement of the left (but not the right

hand) than introverts. The neuroticism / anxiety factors affect the success of the imagination of the right (but not left) hand: it is higher in less anxious users. The learning through training of movement imagination leads to a deterioration of the imagination of movements of the right hand in extraverts. Changes in the concentration of attention after the training are observed only in the group of users with low neuroticism. The differences in the training depending on the type of temperament: it is most successful the phlegmatic, the least – in sanguine. Thus, the success of the imagination of movements is determined by personal characteristics, and their influence is different for imagination of the movements of the right and the left hand.

*Supported by the Program of fundamental scientific research of state academies for 2013-2020 (GP-14, section 63), the Program of PRAN Pl.43 "Fundamentals of the technology of physiological adaptations" No. 0134-2018-0005 and grant RFBR 16-29-08247 off-m.*

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФАРМАКОКИНЕТИКИ НООПЕПТА И ЕГО АКТИВНОГО МЕТАБОЛИТА – ЦИКЛОПРОЛИЛГЛИЦИНА В СРАВНЕНИИ С ПИРАЦЕТАМОМ**

**Бойко С.С., Жердев В.П., Шевченко Р.В., Колясникова К.Н.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "НИИ фармакологии имени В.В. Закусова",  
Москва, Россия, svboyko@gmail.com

В связи с большим ростом заболеваний, сопровождающихся нарушением когнитивных функций (гипоксия, ишемия, травмы головного мозга, нарушение мозгового кровообращения, инсульты, инфекционные и возрастные заболевания) актуальной является разработка и внедрение в медицинскую практику новых ноотропных лекарственных средств. Длительное время для терапии этих нарушений наиболее востребованным был пирацетам и другие производные этого ряда. Но они применялись в высоких дозах, были неэкономичны, не всегда были эффективны и вызывали привыкание. В ФГБНУ "НИИ фармакологии им. В.В.Закусова" разработан и внедрен в медицинскую практику в качестве ноотропного средства ноопепт – этиловый эфир фенилацетилпролил-глицина, при изучении фармакокинетики которого у крыс было показано, что препарат интенсивно метаболизируется с образованием активного метаболита – циклопролилглицина (ЦПГ), который более длительное время обнаруживался в крови и мозге крыс в более высокой концентрации по сравнению с ноопептом. При сравнении фармакокинетических параметров ноопепта, ЦПГ и пирацетама было показано, что ЦПГ более устойчив к энзиматическому воздействию ферментов ЖКТ, что сближает его с пирацетамом, который также не подвергается метаболизму. В то же время ЦПГ быстрее и в значительно большей степени проникает через ГЭБ по сравнению с пирацетамом: максимальная концентрация ЦПГ в мозге крыс определяется в течение 30-45 мин после перорального введения перкуратора – ноопепта и коэффициент распределения  $K_{\text{мозг/плазма}}$  был равен 135%, в то время, как максимальная концентрация пирацетама достигается в течение 2-3 часов после введения крысам и  $K_{\text{мозг/плазма}}$  значительно меньше по сравнению с этим параметром ЦПГ, близок к 1 и составляет 0,996. Несмотря на установленные различия фармакокинетических параметров исследуемых соединений, при изучении фармакологических эффектов ноопепта, ЦПГ и пирацетама было установлено сходство по основным эффектам фармакологической активности этих соединений (ноотропному, нейропротективному, анксиолитическому, антигипоксическому, анальгетическому и положительному влиянию на гемореологические показатели крови, которые улучшали мозговое кровообращение, которое способствовало улучшению когнитивных функций мозга. Учитывая значительные различия в эффективных дозах (в 100 раз) исследуемых соединений, перспективным является создание нового ноотропного препарата на основе ЦПГ.

### **EXPERIMENTAL STUDY OF PHARMACOKINETICS OF NOOPEPT AND ITS ACTIVE METABOLITE – CYCLOPROLYLGLYCINE IN COMPARABLE WITH PIRACETAM**

**Boyko Svetlana S., Zherdev Vladimir P., Shevchenko Roman V., Gribakina Oxana G.**

Federal State Budgetary Institution "Zakusov Research Institute of Pharmacology", Moscow, Russia,  
svboyko@gmail.com

Due to the large increase in diseases associated with impaired cognitive functions (hypoxia, ischemia, brain injuries, cerebral circulation disorders, strokes, infectious and age-related diseases), the development and introduction of new nootropic drugs into medical practice is actual. For a long time for the treatment of these disorders, piracetam and other derivatives of this series were most in demand. But they were used in high doses, were uneconomical, were not always effective and were addictive. In the "Research Zakusov Institute of Pharmacology" was developed and introduced into medical practice as nootropic drug noopept – phenyl-acetyl-prolyl-glycine ethyl ester, in the study of the pharmacokinetics in rats was shown that the drug was extensively metabolized to form the active metabolite cycloprolyl-glycine (CPG), which was found in the blood and brain of rats more for a longer time at a higher concentration than noopept. When comparing the pharmacokinetic parameters of noopept, CPG and piracetam, it was shown that the CPG is more resistant to the enzymatic effects of GIT enzymes, brings it closer to piracetam, which is also not metabolized. At the same time, the CPG penetrates faster and to a much greater extent through the BBB compared to piracetam: the maximum concentration of CPG in the brain of rats is determined within 30-45 minutes after oral administration of the precursor – noopept and coefficient of distribution  $K_{\text{brain/plasma}}$  was 135%. While the maximum concentration of piracetam is reached within 2-3 hours after administration to rats and the  $K_{\text{brain/plasma}}$  is significantly lower compared to this parameter of the CPG is close to 1 and is 0.996. Despite established differences in the pharmacokinetic parameters of the studied compounds, the study of the pharmacological effects of noopept, CPG and piracetam revealed similarities in the main effects of the pharmacological activity of these compounds (nootropic, neuroprotective, anxiolytic, antihypoxic, analgesic and positive effects on blood hemorheological parameters, which improved cerebral circulation, which has improved the cognitive functions of the brain. Considering significant differences in effective doses (100 times) promising is the creation of a new nootropic drug based on CPG.

**ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНЫЙ МИКРОИОНОФОРЕЗ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ЭКСТРАПИРАМИДНЫМИ РАССТРОЙСТВАМИ**  
**Бондарчук В.И.<sup>1</sup>, Щербинин К.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия; V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

<sup>2</sup>Международный центр восстановительной медицины «Альтера», Москва, Россия  
КОНТАКТНОЕ ЛИЦО: Бондарчук Владимир Иванович.

**Цель исследования.** Разработка и совершенствование более эффективных методов электропунктурной диагностики и электропунктурного микроионофореза в комплексной реабилитации пациентов с экстрапирамидными расстройствами и внедрения их в широкую амбулаторную и стационарную клиническую практику представляется весьма актуальной.

**Материалы и методы.** Проведены исследования диагностического и реабилитационного характера у группы пациентов с экстрапирамидными расстройствами. Нами успешно совершенствован, апробирован и внедрён в широкую амбулаторную и стационарную клиническую практику более физиологичный метод электропунктурной диагностики и электропунктурного микроионофореза аппаратным компьютерным комплексом "POINTS". Для курса микроионофореза 1% раствором амизила использовали акупунктурные точки: VG 20, TR 5, VB 41, VG 14, VB 20, PC 3, GI 15, E 36, VG 19, GI 11, V 40, AP 28, AP 29, AP 51, AP 55, AP 67, «дрожательную зону» скальпа и др. Сеансы проводили ежедневно, в основном, в утренние часы. Время воздействия на одну акупунктурную точку составляло в среднем от 2 до 5 мин. На курс реабилитации проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых пациентов, при необходимости, проводили повторные 1-2 курса реабилитации.

**Результаты.** При анализе клинических, параклинических и данных электропунктурной диагностики отмечено, что улучшение у большинства пациентов отмечалось на 2-3 процедуре микроионофореза. Значительное улучшение к концу курса реабилитации отмечено у 71 % пациентов, улучшение – у 24 % пациентов. У 5 % пациентов была необходимость в проведении повторных 1-2 курсов реабилитации. При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе пациентов и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки реабилитации. Проведение сеансов электропунктурного микроионофореза осуществляется асептично, атравматично, безболезненно, является высокоэффективным, переносится всеми пациентами хорошо.

**Заключение.** Использование метода электропунктурной диагностики и электропунктурного микроионофореза является высокоэффективным в комплексной реабилитации пациентов с экстрапирамидными расстройствами. Метод соответствует своему медицинскому назначению. Простота, высокая эффективность и конкурентоспособность позволяет широко использовать его в амбулаторных и стационарных клинических условиях.

**ELECTROPUNCTURE DIAGNOSTICS AND ELECTROPUNCTURE MICROIONOPHORESIS IN COMPLEX REHABILITATION OF PATIENTS WITH EXTRAPIRAMIDALE DISORDERS**

**Bondarchuk V.I.<sup>1</sup>, Scherbinin K.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Neurology with the course of reflexology and manual therapy FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia; <sup>2</sup> International Center of Restorative Medicine "Altera", Moscow, Russia.

**The purpose of the study.** Development and improvement of more effective methods of electropuncture diagnostics and electropuncture microionophoresis in complex rehabilitation of patients with extrapiramidale disorders and their introduction into wide outpatient and stationary Clinical practice seems to be very relevant.

**Materials and methods.** The research of diagnostic and rehabilitative character in the group of patients with Extrapiramidale disorders has been carried out. We have successfully perfected, tested and implemented in a wide outpatient and stationary clinical practice more physiological method of electropuncture diagnostics and electropuncture microionophoresis hardware computer complex "POINTS". For the course of Microionophoresis 1% solution of Amizila used acupuncture points: VG 20, TR 5, VB 41, VG 14, VB 20, PC 3, GI 15, E 36, VG 19, GI 11, V 40, AP 28, AP 29, AP 51, AP 55, AP 67, "Yeast zone" scalp, etc. The sessions were held daily, mainly in the morning hours. The time of influence on one acupuncture point averaged from 2 to 5 minutes. The rehabilitation course was conducted from 5 to 10 sessions. In some patients, if necessary, repeated 1-2 rehabilitation courses were conducted.

**Results.** In the analysis of clinical, paraclinical and data electropuncture Diagnostics It is noted that the improvement of the majority of patients was noted on 2-3 procedure of Microionophoresis. A significant improvement towards the end of the rehabilitation course was noted in 71% of patients, improvement – in 24% of patients. In 5% of patients there was a need to carry out repeated 1-2 rehabilitation courses. At the same time regression of pathological symptomatiki in the control group of patients and improvement of their clinical condition occurred in later terms of rehabilitation. The sessions of Electropuncture Microionophoresis are carried out aseptically, Atravmatino, painless, is highly effective, tolerated by all patients well.

**Conclusion.** The use of Electropuncture diagnostic method and Electropuncture microionophoresis is highly effective in the complex rehabilitation of patients with extrapiramidale disorders. The method corresponds to its medical purpose. Simplicity, high efficiency and competitiveness allow to use it widely in outpatient and stationary clinical conditions.



## **ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ДИАГНОСТИКА И ЭЛЕКТРОПУНКТУРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ СНА**

**Бондарчук В.И.**

Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация, [V.I.Bondarchuk@Mail.Ru](mailto:V.I.Bondarchuk@Mail.Ru)

Цель исследования. Разработка новых, более эффективных, физиологических методов электропунктурной диагностики (ЭПД) и электропунктурной терапии (ЭПТ) в реабилитации (Р) пациент (П) с нарушениями сна (НС) и внедрения их в широкую амбулаторную (А) и стационарную (С) клиническую практику (КП) представляется весьма актуальной.

Материалы и методы. Проведены исследования диагностического (Д) и реабилитационного (Р) характера у группы П с НС. Всем П проводилось клиническое (КЛ), параклиническое (ПКЛ) обследование, ЭПД. Нами совершенствован, успешно апробирован и внедрён в широкую А и С КП более физиологичный, высокоэффективный и экономичный метод ЭПД и ЭПТ аппаратным компьютерным комплексом "POINTS". Для ЭПД и при выявлении гиперфункции или гипофункции в том или ином меридиане для ЭПТ использовали соответствующие пособия, седативные или тонизирующие КАТ. Выбор КАТ, аурикулярных акупунктурных точек (ААТ), для ЭПТ П с НС и при курсовой Р обычно использовали следующие КАТ: Р 5, 7, 9; С 3, 7; R 3, 6, 7; F 2, 3; RP 1, 3, 4, 6, 9; MC 6; VC 3, 4, 6, 13, 14; V 11, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 54, 62; VG 14, 20; VB 14, 20, 21, 39, 41; IG 3; TR 5; GI 4; E 36; PC 3 и др.; ААТ: 26, 26а, 28, 33, 37, 55, 82, 87, 95, 100 и др. Сеансы обследования и Р П проводили, в основном, в вечерние часы. Во время одной процедуры использовали от 5 до 24 КАТ и ААТ. На курс Р проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых П, при необходимости, проводили повторные 1-2 курса Р с перерывом в 1-4 недели. Результаты. При анализе КЛ, ПКЛ данных, показателей ЭПД отмечено, что нормализация сна у большинства П отмечалась на 1-2 процедуре ЭПТ. Полностью исчезновение патологической симптоматики к концу курса Р отмечено у 85 % П, улучшение – у 14 % П. У 1 % П была необходимость в проведении 1-2 курсов Р. При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе П и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки Р. Проведение сеансов ЭПД и ЭПТ осуществляется асептично, безболезненно, является эффективным, переносится П хорошо. Побочных отрицательных реакций у всех П отмечено не было.

Заключение. Метод ЭПД и ЭПТ в Р П с НС является высокоэффективной. Метод ЭПД и ЭПТ соответствует своему медицинскому назначению. Простота, высокая эффективность, удобство в эксплуатации и конкурентоспособность позволяет широко использовать его в широкой А и С КП. Представляется перспективным дальнейшее использование метода ЭПД и ЭПТ в Р П с различными формами НС.

## **ELECTROPUNCTURE DIAGNOSTICS AND ELECTROPUNCTURE THERAPY IN REHABILITATION OF PATIENTS WITH SLEEP DISORDERS**

**Bondarchuk V.I.**

Department of neurology with the course of reflexology and manual therapy FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" Ministry Russia, Moscow, Russian Federation

The Purpose of the study. Development of new, more effective, physiological methods of electropuncture diagnostics (EPD) and electropuncture therapy (EPT) in rehabilitation (R) patient (P) with sleep disorders (SD) and their introduction into wide outpatient (A) and Stationary (C) clinical Practice (KP) seems very relevant.

Materials and methods. The research of Diagnostic (D) and rehabilitation (R) character of group P with the SD. All P was conducted clinical (CL), paraclinical (PKL) examination, EPD. We have perfected, successfully tested and implemented in the wide A and C KP more physiological, highly efficient and economical method of EPD and EPT hardware computer complex "POINTS". For EPD and for the detection of hyperfunction or hypofunction in a particular meridian for EPT used appropriate helpers, sedatives or toning CAT. The Choice of CAT, auricular acupuncture points (AAT), for EPT P with SD and in the course R usually used the following CAT: P 5, 7, 9; C 3, 7; R 3, 6, 7; F 2, 3; RP 1, 3, 4, 6, 9; MC 6; VC 3, 4, 6, 13, 14; V 11, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 54, 62; VG 14, 20; VB 14, 20, 21, 39, 41; IG 3; TR 5; GI 4; E 36; PC 3 etc.; ААТ: 26, 26а, 28, 33, 37, 55, 82, 87, 95, 100 etc. The examinations and R P were conducted mainly in the evening hours. During one procedure used from 5 to 24 CAT and ААТ. The course of the R was conducted from 5 to 10 sessions. Some P, if necessary, conducted repeated 1-2 courses of R with a break in 1-4 weeks.

Results. In the analysis of CL, PKL data, indicators EPD noted that the normalization of sleep in the majority of the P noted on 1-2 procedure EPT. Completely disappearance of pathological symptoms by the end of the course R noted in 85% P, improvement-at 14% P. U 1% P was the need to conduct 1-2 courses R. At the same time regression of pathological symptoms in the control group P and improvement of their clinical condition occurred at a later date R. Conduction of sessions of EPD and EPT is carried out aseptically, painless, is effective, is transferred P well. No Adverse reactions were observed in all P.

Conclusion. The Method of EPD and EPT in R P with SD is highly effective. The EPD and EPT Method corresponds to their medical purpose. Simplicity, high efficiency, ease of operation and competitive ability allows to use it widely in wide A and C KP. It seems promising to further use the method of EPD and EPT in R P with various forms of SD.

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ УЛЬТРАВЫСОКОЧАСТОТНАЯ РЕФЛЕКСОТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С НЕВРАЛГИЕЙ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА**

**Бондарчук В.И.**

Кафедра неврологии с курсом рефлексологии и мануальной терапии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация, V.I.Bondarchuk@Mail.Ru

Цель исследования. Реабилитация пациентов с тригеминальной болью (ТБ), разработка и внедрение в клиническую практику более эффективных и физиологичных методов, технических средств их обеспечения является одной из актуальных задач неврологии.

Материалы и методы. Нами предложен, успешно апробирован и внедрён в клиническую практику новый физиологичный, высокоэффективный, удобный и экономичный метод электромагнитной ультравысокочастотной рефлексотерапии (ЭМП УВЧ РТ) оригинальным, не имеющим аналогов в мире многофункциональным аппаратом «РЭЛИТ». Проведены исследования диагностического и реабилитационного характера у группы пациентов неврологического профиля. Сеансы проводили, в основном, в утренние часы. Во время одной процедуры использовали от 4 до 10 акупунктурных точек. Время воздействия на одну корпоральную и аурикулярную точку акупунктуры составляло в среднем от 0,1 до 2 мин. На один курс лечения проводили от 5 до 10 сеансов. У некоторых пациентов проводили повторные 1-2 курса лечения с перерывом в 1-4 недели.

Результаты. При анализе клинических и параклинических данных отмечено, что купирование ТБ у большинства пациентов отмечалось на 1 – 3 процедуре ЭМП УВЧ РТ. Частота случаев выздоровления, значительного улучшения и улучшения при ЭМП УВЧ РТ статистически достоверно значительно выше, чем при классической акупунктуре и составляет 91,7% (10,1% + 45,5% + 36,1%). При классической акупунктуре соответственно – 65,8% (6,0% + 36,3% + 23,5%). При этом регресс патологической симптоматики в контрольной группе пациентов и улучшение их клинического состояния происходило в более поздние сроки реабилитации. Проведении сеансов ЭМП УВЧ РТ осуществляется безболезненно, атравматично, асептично, является эффективным, переносится всеми пациентами хорошо, без побочных отрицательных реакций.

Заключение. Метод ЭМП УВЧ РТ является высокоэффективным. Аппарат для ЭМП УВЧ РТ «РЭЛИТ» соответствует своему медицинскому назначению. Простота, высокая эффективность, портативность, многофункциональность и удобство в эксплуатации позволяет широко использовать его в амбулаторных и стационарных условиях. Представляется целесообразным проведение дальнейших отечественных фундаментальных разработок и внедрения в широкую практику отечественного и зарубежного здравоохранения этих новых, приоритетных, высокоэффективных, портативных, дешёвых и конкурентоспособных аппаратных медицинских технологий.

## **ELECTROMAGNETIC ULTRAHIGH-FREQUENCY REFLEX THERAPY IN THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH NEURALGIA TRIGEMINAL NERVE**

**Bondarchuk V.I.**

Department of neurology with the course of reflexology and manual therapy FSEI APE "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" Ministry Russia, Moscow, Russian Federation.

The Purpose of the study. Rehabilitation of patients with triheminal pain (TP), development and introduction into clinical practice of more effective and physiological methods, technical means of their provision is one of the topical problems of neurology.

Materials and methods. We have proposed, successfully tested and implemented in clinical practice a new physiological, highly effective, convenient and economical method of electromagnetic ultrahigh-frequency reflex therapy (EMF UHF RT) original, unparalleled in the world Multifunctional apparatus "RELITE". The research of diagnostic and rehabilitative character in a group of patients of neurological profile is Carried out. The Sessions were conducted mainly in the morning hours. During one procedure used from 4 to 10 acupuncture points. The exposure Time for one corporate and auricular acupuncture point averaged from 0.1 to 2 minutes. One course of treatment was conducted from 5 to 10 sessions. Some patients Had repeated 1-2 treatment courses with a break of 1-4 weeks.

Results. In the analysis of clinical and paraporical data It is noted that the edema of TP in the majority of patients was noted on 1-3 procedure of EMF UHF RT. The incidence of recovery, significant improvement and improvement in the EMF of UHF RT is statistically significantly higher than in classical acupuncture and is 91.7% (10.1% + 45.5% + 36.1%). With Classical Acupuncture respectively – 65.8% (6.0 % + 36.3% + 23.5%). At the same time regression of pathological symptomatiki in the control group of patients and improvement of their clinical condition occurred in later terms of rehabilitation. Conduction of sessions of EMF of UHF RT is carried out painlessly, atrawmatino, aseptiс, is effective, is tolerated by all patients well, without adverse reactions.

Conclusion. The EMF Method of UHF RT is highly effective. The Apparatus for EMC UHF RT "RELITE" corresponds to its medical purpose. Simplicity, high efficiency, portability, versatility and ease of use makes it widely available in outpatient and stationary environments. It Seems expedient to carry out further domestic fundamental development and introduction into the wide practice of domestic and foreign health of these new, priority, high-performance, portable, cheap and Competitive hardware medical technology.

**ФАЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СЕКРЕТОРНОЙ АКТИВНОСТИ В ПРИЛЕЖАЮЩЕМ ЯДРЕ МОЗГА КРЫС В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ  $\beta$ -АМИЛОИДА**

**Боровец И. Р., Мухин В. Н., Сизов В. В., Павлов К. И., Клименко В. М.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины»,  
Физиологический отдел им. И. П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия; [1330ib@gmail.com](mailto:1330ib@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m335.sudak.ns2019-15/106>

Мезолимбический дофаминовый путь (МДП) является неотъемлемой частью системы внутреннего подкрепления, в немалой степени определяя функционирование эмоциональной, мотивационной сфер, памяти и прочих когнитивных процессов. Считается, что патогенетические механизмы болезни Альцгеймера (БА) включают в себя дисфункцию МДП, что проявляется в комплексе поведенческих и психологических симптомов деменции.

Поскольку патогенез БА ассоциирован с избыточным накоплением бета-амилоида ( $A\beta$ ), и существуют доказательства изменения дофаминовой (Д) нейротрансмиссии в результате повышения уровня  $A\beta$  в мозге, мы предполагаем, что дисфункция Д систем при БА, включая МДП, может вызываться нарушением физиологического метаболизма данного пептида. Мы провели два исследования, целью которых являлось восполнение пробела в описании острого влияния раствора  $A\beta$  на субсекундные (фазические) изменения секреторной активности (СА) в компонентах прилежащего ядра прозрачной перегородки (ПЯ), непосредственно входящего в МДП. Кроме того, в каждом из исследований мы пытались оценить вклад фермента GSK-3 в формирование возможных эффектов, используя его ингибитор — хлорид лития (LiCl), поскольку через указанный фермент, по данным литературы,  $A\beta$  реализует часть своих эффектов. Каждое из исследований выполнено в соответствии с директивой 2010/63/EU на четырёх случайно отобранных группах самцов крыс Вистар ( $n_1 = 34$ ,  $n_2 = 28$ ) в возрасте 6-7 мес. В начале эксперимента наркотизированным уретаном крысам интрацеребровентрикулярно вводили физраствор хлорида натрия (ФР) или раствор  $A\beta$ , а интраперитонеально вводили ФР или LiCl. Далее каждые 3 мин в течение 1,5 ч в ПЯ методом быстросканирующей циклической вольтамперометрии регистрировали значения амплитуд выброса Д, вызванные электростимуляцией ventральной области покрышки (тел нейронов МДП). В оболочке ПЯ и введение  $A\beta$ , и введение LiCl значительно ( $p < 0,05$ ) увеличивало стимулированный выброс Д с 9 мин, однако в присутствии LiCl эффект  $A\beta$  был менее выражен. В сердцевине ПЯ введение  $A\beta$  значительно ( $p < 0,05$ ) подавляло стимулированные выбросы Д (на 3, 9 и 12 мин), что также было менее выражено в присутствии LiCl. Также мы отмечаем значимое ( $p < 0,05$ ) снижение Д в группе « $A\beta + LiCl$ » с 33 мин. Для обеих структур ПЯ показано: — острое повышение уровня  $A\beta$  приводит к фазическим изменениям Д СА; — эффект  $A\beta$  развивается в зависимости от времени и продолжается как минимум 1,5 ч; — направление подавляющего эффект  $A\beta$  действия LiCl не совпадает с изолированным действием последнего; — LiCl подавляет эффект  $A\beta$  независимо от направления последнего; — наблюдаемые на 3-12 мин эффекты могут быть опосредованы участием GSK-3.

**PHASIC VARIATIONS IN SECRETORY ACTIVITY IN RAT NUCLEUS ACCUMBENS IN THE PRESENCE OF INCREASED AMYLOID BETA PEPTIDE LEVEL**

**Ivan R. Borovets, Valery N. Mukhin, Vadim V. Sizov, Konstantin I. Pavlov, Viktor M. Klimenko**

Institute of Experimental Medicine, Ivan P. Pavlov Department of Physiology. St. Petersburg, Russia;  
[1330ib@gmail.com](mailto:1330ib@gmail.com)

Mesolimbic dopamine pathway (MDP) is an essential part of the brain reward network, which largely determines affection, motivation, memory among other cognitive processes. It is considered that Alzheimer's disease (AD) pathogenetic mechanisms include MDP dysfunction, which manifests itself in a complex of behavioural and psychological symptoms of dementia. Since AD pathogenesis is associated with amyloid- $\beta$  peptide ( $A\beta$ ) excessive accumulation, and there is evidence of changes in dopamine neurotransmission with an experimental increase of  $A\beta$ , we assume that dysfunction of dopamine systems in AD, including MDP, may be caused by impaired  $A\beta$  physiological metabolism. We conducted 2 studies focused on the filling in a gap in the description of acute in vivo  $A\beta$  influence on the subsecond (phasic) secretory activity changes in the nucleus accumbens (NAcc) components, which is directly included in MDP. In addition, in each of the studies we tried to assess the role of GSK3 in the formation of possible effects by using its inhibitor — lithium chloride (LiCl), since, according to the literature, it contributes to some  $A\beta$  effects. Each of the studies was carried out in accordance with EU Directive 2010/63/EU in 4 randomly assigned groups of male Wistar rats ( $n_1 = 34$ ;  $n_2 = 28$ ) aged 6-7 months. Prior to the experiment, urethane-anaesthetised rats received normal saline (NS) or  $A\beta$  (25-35) solution intracerebroventricularly, and NS or LiCl solution intraperitoneally. Then, in every 3 min for 1.5 h, by use of fast-scan cyclic voltammetry, we recorded amplitude values of dopamine release in NAcc, that were evoked by ventral tegmental area electrostimulation (MDP neuronal cell bodies). In the NAcc shell, both the introduction of  $A\beta$  and the introduction of LiCl significantly ( $p < 0.05$ ) increased stimulated dopamine release from 9 min, however, in the presence of LiCl the effect of  $A\beta$  was less pronounced. In the NAcc core, the introduction of  $A\beta$  significantly ( $p < 0.05$ ) suppressed stimulated dopamine release (at 3, 9 and 12 min), which was also less pronounced in the presence of LiCl. We also note a significant ( $p < 0.05$ ) decrease in stimulated dopamine release in the " $A\beta + LiCl$ " group from 33 min. For the both structures of NAcc, it is shown that: — an acute increase of  $A\beta$  leads to phasic changes of dopamine secretory activity; — the effect of  $A\beta$  develops depending on time and lasts at least 1.5 h; — the direction of the LiCl action that inhibits  $A\beta$  effect does not coincide with the isolated LiCl action; — LiCl suppresses the effect of  $A\beta$  regardless of the direction of the latter; — GSK-3 could mediate effects observed at 3-12 min.

## ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ВО ВРЕМЯ ПОИСКА СИНТАКСИЧЕСКИХ ОШИБОК У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ С РАЗНОЙ ВЫРАЖЕННОСТЬЮ СИМПТОМОВ ДЕПРЕССИИ

Бочаров А.В.<sup>1,2</sup>, Таможников С.С.<sup>1</sup>, Савостьянов А.Н.<sup>1,2</sup>, Меркулова Е.А.<sup>1,2</sup>, Прошина Е.А.<sup>1</sup>, Сапрыгин А.Е.<sup>1</sup>, Князев Г.Г.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт Физиологии и Фундаментальной Медицины», Россия, Новосибирск

<sup>2</sup>Новосибирский Государственный Университет, Россия, Новосибирск,  
[bocharov@physiol.ru](mailto:bocharov@physiol.ru)

Целью исследования было сравнение осцилляторной динамики, сопровождающей восприятие эмоциональных предложений, в группах испытуемых с разной выраженностью депрессивной симптоматики во время поиска синтаксических ошибок.

В исследовании приняли участие 34 человека (28 женщин) в возрасте от 19 до 22 лет. В имплицитной задаче поиска синтаксических ошибок в предложениях участникам исследования требовалось быстро определить содержит ли предложение ошибку или нет. Предложения были трех видов позитивные, негативные и нейтральные. Для выделения групп с высокой и низкой выраженностью депрессивных симптомов применили разбиение по медиане суммарной шкалы опросника Бека (BDI II) для мужчин и женщин отдельно.

ЭЭГ записывали от 128 отведений. Используя метод независимых компонент и функцию DIPFIT в пакете ЭЭГЛАБ (Delorme, Makeig, 2004) производили разделение ЭЭГ на компоненты и их локализацию. В результате для каждого участника и каждого экспериментального условия была построена модель локализации эквивалентных диполей. Для оценки индуцированных ответов были рассчитаны связанные с событием спектральные пертурбации. Достоверность межгрупповых различий во временно – частотном плане была оценена с использованием непараметрического метода permutation с учетом поправки на множественные сравнения Контроль Ложных Эффектов на уровне  $p < 0.01$ .

Восприятие эмоциональных предложений сопровождалось большей тета синхронизацией в группе с низкой выраженностью депрессивных симптомов (НВДС) по сравнению с группой с высокой выраженностью депрессивных симптомов (ВВДС). Только в группе с НВДС эмоциональные предложения вызывали большую тета синхронизацию по сравнению с нейтральными. В группе с НВДС альфа десинхронизация на позитивные и нейтральные предложения была больше выражена по сравнению с негативными предложениями. В группе с ВВДС осцилляторная динамика не различалась между позитивными, негативными и нейтральными предложениями. Описанные эффекты локализовались в предклинье, которое входит в состав заднего узла дефолт системы мозга.

*Исследование было выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-313-00174.*

## НЕЙРОПСИХОЛОГИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗЛИЧИЙ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СОПРОВОЖДЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Будыка Е.В.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия,  
[ev-mgu@yandex.ru](mailto:ev-mgu@yandex.ru)

**Введение.** Современный уровень развития спорта обуславливает необходимость индивидуализированного сопровождения спортивной деятельности. Одним из подходов, позволяющим выявлять индивидуальные особенности не только двигательной, но и познавательной, эмоциональной сфер, является нейропсихологический, направленный, кроме того, на исследование мозговых механизмов индивидуальной вариабельности. Нейропсихология индивидуальных различий к факторам, обуславливающим индивидуальные различия, относит межполушарную функциональную асимметрию. При проведении исследований делается допущение, что асимметрия отражается в латеральной организации анализаторных систем, включая двигательную. Практическое применение данных, накопленных в нейропсихологии индивидуальных различий, может состоять, в частности, в их использовании при решении разнообразных задач сопровождения спортивной деятельности. Это может касаться как рекомендаций по выбору предпочтительного вида спортивной специализации, так и последующего индивидуализированного обеспечения тренировочного и соревновательного этапов спортивной подготовки.

**Материалы и методы.** В нескольких сериях проведенных исследований участвовали студенты МГУ, занимающиеся в группах спортивного совершенствования различных специализаций (волейбол, плавание, единоборства). Анализировали уровень их спортивной квалификации, успешность занятий спортом, показатели физической подготовленности, особенности латеральной организации моторных и сенсорных функций, ряд характеристик двигательных, познавательных и эмоциональных процессов.

**Результаты.** Были охарактеризованы особенности латеральной организации моторных и сенсорных функций, способствующие успешным занятиям проанализированными видами спорта, а также связанные с ними индивидуально-психологические характеристики, в том числе познавательной и эмоциональной сфер, к которым рассмотренные виды предъявляют определенные требования. У представителей таких видов, как волейбол и айкидо было выявлено «рассогласование» между латеральной организацией анализаторных систем, предпочтительной для успешных занятий конкретным видом спорта, с одной стороны, и латеральной организацией, определяющей оптимальные для вида особенности двигательных и познавательных процессов, с другой.

## NEUROPSYCHOLOGY OF INDIVIDUAL DIFFERENCES AND SOLVING PROBLEMS OF SPORTS ACTIVITY SUPPORT Budyka E.V.

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, ev-mgu@yandex.ru

To individualize the support of sports activities it is proposed to use a neuropsychological approach. He considers the lateral organization of motor and sensory functions as a factor determining individual differences. MSU students engaged in groups with a specialization in volleyball, swimming and martial arts participated in several series of studies. Investigated the level of sports qualifications, the success of classes in this sport, indicators of physical fitness, and features of the lateral organization of motor and sensory functions, characteristics of motor, cognitive and emotional processes. Representatives of volleyball and aikido revealed a «discrepancy» between the lateral organization of analyzer systems, preferred for successful practice by this type, on the one hand, and the lateral organization, which determines the optimal features of the motor and cognitive processes for the type, on the other.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИИ ПОТЕРИ ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СУБЪЕКТИВНО ЗНАЧИМОГО ПОВЕДЕНИЯ

Булава А.И.<sup>1</sup>, Михайлова Н.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт психологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУВО Государственный академический университет гуманитарных наук, Москва, Россия; [ai.bulava@mail.ru](mailto:ai.bulava@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m336.sudak.ns2019-15/108-109>

Экспериментальные модели с обучением животных навыкам достижения полезного результата широко используются исследовательскими коллективами во всем мире. Но если, в таких исследованиях как, например, доклинические и психофармакологические принято использовать стандартизированные батареи поведенческих тестов для лабораторных животных, цель которых выявить поведенческие эффекты вмешательств, в том числе фармакотерапии, и провести сравнительный анализ, то для психофизиологического эксперимента требуется разработка новых методик, способных смоделировать многоаспектную когнитивную деятельность. Разработанная в нашей лаборатории оригинальная методика обучения животных циклическому инструментальному пищедобывательному поведению хорошо зарекомендовала себя при решении задач в многочисленных исследованиях процессов консолидации и реконсолидации памяти. Набранный материал является базой, позволяющей получить нормативные показатели для существующей выборки животных и создавать оригинальные условия, являющиеся адекватными моделями разных психических состояний человека и исследовать особенности формирования нового опыта в этих состояниях. Для выявления общих закономерностей системной организации поведения человека и животных (Анохин, 1974; Швырков, 2006) исследуются процессы системогенеза на разных уровнях (от социального до молекулярно-генетического) и в разных ситуациях (реализация дефинитивного поведения, научение, острый/хронический стресс, психотравма, алкогольная интоксикация и т.д.). Результаты многочисленных исследований, в том числе наших, свидетельствуют о том, что системная организация поведения, направленного на избегание, отличается от поведения достижения (на поведенческом, организменном и нейрональном уровнях) как у людей (Sozinov et al., 2006, 2012; Alexandrov, 1999, 2015; и др.), так и у животных (Bulava et al., 2016; Александров и др., 2017; и др.). Для реализации исследования, направленного на выявление особенностей процесса формирования новых поведенческих адаптаций в ситуации потери возможности реализовать значимое для индивида поведение (ситуация «запрета», приводящая к стрессу и фрустрации), с учетом вышесказанного, был разработан экспериментальный комплекс, позволяющий моделировать ситуацию «запрета», контролируя и минимизируя различия в пространственных параметрах методик, обеспечивающих формирование поведения достижения и избегания. В основе методик лежит обучение животных циклическому инструментальным навыкам достижения (пищи) и избегания (электроболевого раздражения). Установка представляет собой бокс, снабженный педалью, нажатие на которую приводит к получению подкрепления на противоположной стороне от инструмента. Подкреплением является либо кормушка (в пищедобывательном поведении), либо «безопасная» платформа (в избегательном поведении). Поведение животных групп избегания и достижения формируется при одних и тех же параметрах (расстояния, освещение, предметное оснащение), меняется только результат при нажатии на педаль: подача кормушки или платформы. После приобретения навыка и тестирования его в течение 5 дней педаль – инструмент достижения результата – изымается, тем самым формируется ситуация потери возможности реализации субъективно значимого поведения. Значимость поведения нажатия на педаль обусловливается мотивацией (пищевая депривация/электроболевое раздражение). Методика разработана для психофизиологического эксперимента, сопоставимого с исследованием «запрета» в экспериментах с хронической регистрацией импульсной активности нейронов (Чистова и др., 2017; 2018). Количество дней обучения и длительность каждой сессии рассчитана с учетом особенностей методик, связанных с выявлением маркеров вовлечения нейронов в обеспечение формируемого поведения, в данном случае планируется выявление белка c-Fos.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00922.*

### EXPERIMENTAL MODEL OF THE "BAN" OF SIGNIFICANT BEHAVIOR REALIZATION

Bulava Alexandra I.<sup>1</sup>, Mikhaylova Nataliia P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Psychology RAS; <sup>2</sup>State Academic University for the Humanities, Moscow, Russia; [ai.bulava@mail.ru](mailto:ai.bulava@mail.ru)

Experimental animal models are used by researchers all over the world. A psychophysiological experiment requires the development of new techniques capable of modeling multidimensional cognitive activity. To identify the general patterns of system organization of human and animal behavior (Anokhin, 1974; Shvyrkov, 2006),

processes of system genesis are studied at different levels (from social to molecular genetic) and in different situations (realization of definitive behavior, learning, acute/chronic stress, psychotrauma, alcohol intoxication, etc.). A method was developed to creating study the "prohibition (ban)" situation, to identify the peculiarities of the process of formation of new behavioral adaptations in a situation where it is impossible to realize behavior that is meaningful for an individual (the "ban" situation, stress and frustration). The method is based on training animals the cyclic instrumental skills of approach (food) and avoidance (footshocks). Bar-pressing results in reinforcement (the feeder – in food-acquisition task, the platform – in avoidance task). After acquiring the skill and testing it for 5 days, the bar is removed – "ban" situation – the situation of the impossibility of significant behavior realization.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 19-013-00922.*

### **ПРОЦЕССЫ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ МОЗГА ПРИ МНОГОКРАТНЫХ СЕАНСАХ ГИПЕРБАРИЧЕСКОЙ ОКСИГЕНАЦИИ**

**Булгакова Я. В.<sup>1</sup>, Яковлев В. Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), Москва, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия; [yaroslava.v.bulgakova@mail.ru](mailto:yaroslava.v.bulgakova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m337.sudak.ns2019-15/109>

Многократное воздействие кислорода под повышенным давлением (гипербарическая оксигенация) широко используется в практике подводной, авиационной и спортивной медицины, как мощное средство повышения работоспособности организма и когнитивной функции головного мозга в условиях экстремальных нагрузок. При этом важную роль играют процессы свободнорадикального окисления, протекающие в головном мозге. Целью настоящей работы стало изучение влияния многократных сеансов ГБО в терапевтическом режиме (202.6 кПа, 50 мин изопрессии, 1 сеанс в сутки) на активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в больших полушариях мозга.

В экспериментах на 43 половозрелых нелинейных белых крысах изучено содержание ранних и промежуточных продуктов ПОЛ: диеновых конъюгатов (ДК), кетодиенов и сопряженных триенов в фосфолипидных фракциях и фракциях нейтральных липидов; общее содержание вторичных продуктов ПОЛ – малонового диальдегида (МДА) после 1-го, 5-ти, 10-ти и 18-ти сеансов ГБО. Обнаружено, что 1 сеанс вызывал в липидных фракциях больших полушарий уменьшение содержания ДК на 49% в фосфолипидах, на 61% в нейтральных липидах ( $p < 0.05$ ) и рост уровня МДА на 64% ( $p < 0.001$ ) по отношению к контролю. После 5 сеансов в нейтральных липидах содержание ДК, кетодиенов и сопряженных триенов было ниже контроля на 64% и 59%, уровень МДА двукратно превышал значения контроля. После 10 сеансов в обеих фракциях содержание ДК увеличилось на 70% по сравнению с животными после 1 сеанса ( $p < 0.05$ ) и не отличалось от уровня контроля, как и содержание МДА. В больших полушариях содержание ДК увеличилось на 70% по сравнению с животными после 1 сеанса и не отличалось от уровня контроля. После 18 сеансов уровень продуктов ПОЛ не отличался от контрольных показателей.

### **PROCESSES OF PEROXIDAL OXIDATION OF BRAIN LIPIDS AT MULTIPLE SESSIONS OF HYPERBARIC OXYGENATION**

**Bulgakova Yaroslava V.<sup>1</sup>, Yakovlev Viktor N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University under the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia, <sup>2</sup>Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko, Voronezh, Russia

Repeated exposures to oxygen under high pressure (hyperbaric oxygenation) is widely used in the practice of underwater, aviation and sports medicine, as a powerful means of improving the health of the body and the cognitive function of the brain under extreme loads. In this case, an important role is played by the processes of free radical oxidation occurring in the brain. The purpose of this work was to study the effect of multiple sessions of HBO in the therapeutic mode (202.6 kPa, 50 min of isopression, 1 session per day) on the activity of lipid peroxidation (LP) in the cerebral hemispheres.

In experiments on 43 mature nonlinear white rats, the content of early and intermediate LP products was studied: diene conjugates (DC), ketodienes and conjugated trienes in phospholipid and neutral lipid fractions; the total content of secondary PL products – the malonic dialdehyde (MDA) after the 1st, 5th, 10th and 18th sessions of HBO. It was found that 1 session in lipid fractions of the major hemispheres caused a decrease in DC content by 49% in phospholipids, by 61% in neutral lipids ( $p < 0.05$ ) and increase in MDA level by 64% ( $p < 0.001$ ) with respect to the control level. After 5 sessions in neutral lipids, the content of DC, ketodienes, and conjugated trienes was lower than the control by 64% and 59%, the level of MDA was twice high than the control values. After 10 sessions in both fractions, the content of DC increased by 70% compared with animals after 1 session ( $p < 0.05$ ) and did not differ from the control level as well as the MDA content. In the major hemispheres, the DC content increased by 70% compared with animals after 1 session and did not differ from the level of control. After 18 sessions, the level of PL products did not differ from the intact animals' rate.

## РОЛЬ ГАП-КОНТАКТОВ В РЕГУЛЯЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ Кальциевой АКТИВНОСТИ МОНОАСТРОЦИТАРНЫХ КУЛЬТУР КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШИ

**Д.Е. Бурмистров<sup>1</sup>, Т.А. Мищенко<sup>1,2</sup>, М.В. Ведунова<sup>1</sup>, Е.В. Митрошина<sup>1,2</sup>**

- 1 - ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского" (ННГУ), 603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23
- 2 - ФГБОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Минздрава России, 603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского. д.10/1

В настоящее время для нейробиологии большой интерес представляет дискуссионный вопрос о существовании астроцитарных сетей и о роли щелевых межклеточных контактов (gap-junctions) между астроцитами. Особое внимание уделяется исследованиям, посвященным изучению межклеточных взаимодействий как в норме, так и при моделировании различных патологий нервной системы, например при ишемическом повреждении. Целью данного исследования являлось исследование роли gap-контактов в регуляции функциональной кальциевой активности в норме и при гипоксическом повреждении, как одном из факторов ишемии. В ходе исследования использовались первичные культуры астроцитов коры головного мозга новорожденных мышей. Моделирование гипоксии осуществлялось путем замены нормобарической среды на гипоксическую на 10 минут. Оценка функциональной кальциевой активности проводилась с применением флуоресцентного кальциевого зонда Oregon Green 488. Для регистрации использовался конфокальный микроскоп Zeiss LSM 510. Для блокады gap-контактов применялся неселективный блокатор карбенексолон (CBX) (50 мкМ) и селективный к Cx43 блокатор Gap19 (10 мкМ). Для активации пуриноэргических рецепторов P2Y и P2X использовался раствор АТФ (10 мкМ). Исследование показало, что блокада щелевых контактов с помощью неселективного блокатора CBX в нормальных условиях приводит к угнетению кальциевой активности, что проявляется в снижении частоты кальциевых осцилляций. Блокада щелевых контактов с помощью CBX при моделировании гипоксии приводит к снижению кальциевой активности по параметрам доли активных клеток и длительности  $Ca^{2+}$  осцилляций. Применение Gap19, селективного ингибитора Cx43, при моделировании гипоксии приводило к достоверному снижению процента осциллирующих клеток ( $21,66 \pm 8,58\%$ ), как по сравнению с интактной группой ( $55, \pm 3,79\%$ ), так и по сравнению с группой "Гипоксия" ( $40,33 \pm 2\%$ ). Установлено, что активация пуриноэргических рецепторов стимулировала спонтанную кальциевую активность, что проявлялось в достоверном увеличении частоты (с  $0,24 \pm 0,01$  до  $0,9 \pm 0,05$  осц/мин) и снижении длительности кальциевых осцилляций (с  $10,28 \pm 0,19$  до  $9,58 \pm 0,1$  с).

*Исследование выполнено при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проекты № 18-015-00391, 17-04-01128, 18-315-20003).*

## THE ROLE OF GAP-JUNCTIONS IN REGULATION OF THE FUNCTIONAL CALCIUM ACTIVITY IN PRIMARY ASTROCYTE CULTURES OF MICE BRAIN CORTEX

**D.E. Burmistrov<sup>1</sup>, T.A. Mishchenko<sup>1,2</sup>, M.V. Vedunova<sup>1</sup>, E.V. Mitroshina<sup>1,2</sup>**

- 1 – Nizhny Novgorod N.I. Lobachevsky State University (UNN) 603950, Nizhny Novgorod, Russia, Gagarin Avenue, 23
- 2 – Privolzhsky Research Medical University, 603005, Nizhny Novgorod, Russia, Minin and Pozharsky sq., 10/1

Nowadays a controversial question about existence of astrocytic networks and the role of gap-junctions between astrocytes is of great interest in neurobiology. Special attention is given to studies on features of cell-cell interactions in normal conditions and in modeling of various pathologies of the nervous system, including ischemic lesions. The purpose of this study was to investigate a role of gap-junctions in regulation of functional calcium activity in primary astrocyte cultures of mice brain cortex in normal conditions and in hypoxia model, as one of the main ischemic factors. Primary astrocyte cultures were obtained from brain cortex of newborn mice. Hypoxia was modeled by replacing the normoxic medium with a medium containing low oxygen for 10 minutes. Functional calcium activity evaluation was performed by using an OregonGreen 488 fluorescent calcium dye and a Zeiss LSM 510 confocal laser-scanning microscope. A non-selective blocker carbenoxolone (CBX) (50  $\mu$ M) and a Cx43 selective blocker (Gap19) (10  $\mu$ M) were used to block the gap-junctions. ATP solution (10  $\mu$ M) was used to activate P2Y and P2X purinoergic receptors. The study revealed that blockade of gap-junctions using a non-selective blocker CBX in normal conditions leads to inhibition of calcium activity, manifested in a decrease of calcium oscillations frequency. In hypoxic state the blockade of gap-junctions by CBX led to decrease the number of cells that exhibited  $Ca^{2+}$  activity and the duration of  $Ca^{2+}$  oscillations. Cx43 inhibition by a selective inhibitor Gap19 in hypoxia model decreased significantly the percentage of oscillating cells ( $21.66 \pm 8.58\%$ ) in comparison with the sham ( $55 \pm 3.79\%$ ) and the "Hypoxia" ( $40.33 \pm 2\%$ ) groups of cultures. It was also shown that activation of purinoergic receptors by ATP stimulated spontaneous calcium activity characterized by a significant increase the frequency of  $Ca^{2+}$  oscillations (from  $0,24 \pm 0,01$  to  $0.9 \pm 0.05$  osc / min) and a decrease in the duration of  $Ca^{2+}$  events (from  $10,28 \pm 0,19$  to  $9,58 \pm 0.1$  s). *The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects No. 18-015-00391, 17-04-01128, 18-315-20003).*

## ЗНАЧЕНИЕ СОННЫХ ВЕРЕТЕН ЭЭГ ПРИ ОСТРОЙ ГИПОКСИИ Бурых Э.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН, С-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m338.sudak.ns2019-15/110-111>

Изменения ЭЭГ при острой гипоксии обычно рассматривают с точки зрения последовательного «замедления» ритмов. Природа этих изменений является объектом для дискуссии. Являются ли они

отражением дезорганизации электрогенеза головного мозга, вызываемой гипоксией или проявлением регуляторных механизмов, оптимизирующих работу мозга? Учитывая взаимосвязь медленных волн ЭЭГ во время сна с механизмами генерации веретен сигма-диапазона (13-16 Гц), с определенной вероятностью можно ожидать и наличия данного вида волн при гипоксии. Однако в литературе этот феномен не описан. В настоящей работе исследованы изменения ЭЭГ при острой гипоксии у человека. Гипоксическое воздействие осуществлялось при помощи дыхания кислородо-азотной смесью с 9% содержанием кислорода в течение 40 минут. Запись ЭЭГ производилась непрерывно. Последующая обработка заключалась в разделении ЭЭГ на односекундные отрезки и их спектральном анализе. Временной индекс доминирования ритмов дельта-, тета-, альфа- и сигма- диапазонов оценивался в каждом минутном отрезке записи как  $N_R/N$ , где  $N_R$  – количество односекундных отрезков, в которых в соответствующем диапазоне выявляется максимальный пик спектра, а  $N$  – количество безартефактных отрезков. Было обнаружено, что временной индекс сигма-диапазона (диапазона сонных веретен ЭЭГ) при гипоксии значительно увеличивается в лобных, центральных и передне-височных отведениях. В постгипоксическом периоде наблюдается восстановление данного показателя до предгипоксического уровня. Наличие сонных веретен ЭЭГ отмечается и при визуальном анализе. Обнаруженные факты рассматриваются с точки зрения регуляторной природы изменений ЭЭГ при гипоксии, а также общности механизмов регуляции функциональной активности мозга во сне и при гипоксии. Отдельное внимание уделено рассмотрению концепции «energy allocation» (Schmidt M.H., 2014), которая применима не только к состоянию естественного сна, но и гипоксии.

*Исследование выполнено при поддержке Программы Президиума I.42П (AAAA-A18-118013190226-4)*

### SIGNIFICATION OF EEG SLEEP SPINDLES DURING ACUTE HYPOXIA

**Eduard Burykh**

Federal state budget institution of science I. M. Sechenov Institute of evolutionary physiology and biochemistry  
RAS, St-Petersburg, Russia

EEG changes during acute hypoxia are usually considered from the point of view of sequential "slowing" of EEG rhythms. Nature of these changes remains an object for discussion. Do they reflect disorganization of the brain electrogenic mechanisms or do they manifest regulatory mechanisms optimizing the brain functioning. Taking into account close relation between mechanisms of slow waves and sleep spindles (13-16 Hz), one may expect this type of waves during hypoxia. Meanwhile this phenomenon is not described in scientific papers. In this work EEG changes during acute hypoxia in human are investigated. Hypoxic action was provided with oxygen-nitrogen mixture with 9% oxygen content during 40 min. EEG registration was performed incessantly. Following signal processing consisted in EEG 1-s fragmentation and spectral analysis. Time dominance index of delta-, theta-, alpha- and sigma- band was evaluated in every 1-min fragment as  $N_R/N$ , where  $N_R$  – number of 1-s fragments in which main peak of spectrogram was revealed in corresponding band,  $N$  – number of 1-s fragments free of artifacts. It was revealed that time dominance index of sigma-band during hypoxia significantly increases in frontal, central and anterior temporal EEG leads compare to background level. In posthypoxic period this parameter returns to prehypoxic level. Presence of sleep spindles is also revealed during visual analysis. Discovered facts are considered from the point of view of regulatory nature of EEG changes during hypoxia and commonality of regulatory mechanisms during sleep and during hypoxia. Special attention is paid to consideration of «energy allocation» concept of M.H.Schmidt (2014), which is applicable not only to sleep but also to hypoxia.

*The work was supported by the Program of Basic Research of the Presidium of RAS I.42П (AAAA-A18-118013190226-4)*

### ВОСПАЛИТЕЛЬНАЯ БОЛЬ НОВОРОЖДЕННЫХ КРЫСЯТ НИВЕЛИРУЕТ У НИХ В ПРЕПУБЕРТАТНОМ ВОЗРАСТЕ АНАЛЬГЕЗИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ АНТИДЕПРЕССАНТОВ, ВВЕДЕННЫХ ДЕПРЕССИВНЫМ МАТЕРЯМ В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ

**Буткевич И.П.<sup>1,2</sup>, Михайленко В.А.<sup>1</sup>, Вершинина Е.А.<sup>1</sup>, Шимараева Т.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия; Irinabutkevich@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m339.sudak.ns2019-15/111-112>

Цель работы состояла в исследовании влияния воспалительной боли новорожденных пренатально стрессированных крысят на действие препаратов (флуоксетин, буспирон и их комбинация), которым были подвергнуты их депрессивные матери во время беременности с целью коррекции адаптивного поведения потомства в препубертатном периоде развития. Самок крыс линии Вистар с 9-х по 20-е сут гестации подвергали внутрибрюшинному введению комбинации ингибитора обратного захвата серотонина флуоксетина (10 мг/кг) и агониста 5-HT<sub>1A</sub> рецептора буспилона (3.5 мг/кг) и каждого препарата в отдельности, а с 15-х по 21-е сут – иммобилизационному стрессу (контрольные животные: физиологический раствор и стресс, только стресс). Новорожденное потомство обоего пола в первый и повторно во второй день после рождения было подвергнуто периферической воспалительной боли (подкожная инъекция формалина в подошву задней конечности). С 25-дневного возраста у крыс обоего пола исследовали болевой ответ в формалиновом тесте. Для подтверждения действия препаратов на отдельной группе крыс с подобными пренатальными воздействиями исследовали базальный уровень кортикостерона в плазме крови и реактивность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы в ответ на принудительное плавание. Обнаружено, что воспалительная боль у новорожденных крыс, не подвергнутых никаким воздействиям в пренатальном периоде, вызвала усиление болевой реакции, организованного на спинальном уровне в обеих фазах формалинового теста у 25-дневного потомства. У пренатально не стрессированных крыс пренатальное введение препаратов не изменило болевую чувствительность.



Пренатальный стресс вызвал повышение уровня кортикостерона и усиление болевого ответа в формалиновом тесте, а пренатальное введение исследованных нами препаратов пренатально стрессированным крысам вызвало снижение уровня кортикостерона и ослабление двухфазного продолжительного болевого ответа, в характеристиках которого (острая и тоническая фазы, спинальный и супраспинальный уровень) выявлена зависимость от пола. Таким образом, установлено, что у пренатально стрессированных крыс, не подвергнутых воспалительной боли в новорожденном возрасте, все пренатально введенные препараты вызвали антиноцицептивный эффект, тогда как воспалительная боль новорожденных нейтрализовала действие этих препаратов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 17-04-00214а.*

### **INFLAMMATORY PAIN OF NEWBORN RATS NEUTRALIZES IN THEM IN THE PREPUBERTAL AGE ANALGESIC EFFECT OF ANTIDEPRESSANTS INJECTED TO THE DEPRESSIVE DAM RATS IN THE PERIOD OF PREGNANCY**

**Butkevich Irina P.<sup>1,2</sup>, Mikhailenko Viktor A.<sup>1</sup>, Vershinina Elena A.<sup>1</sup>, Shimaraeva Tatyana N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>I.P. Pavlov Institute of Physiology RAS, Saint Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Russia; irinabutkevich@yandex.ru

The aim of the work was to study the effect of inflammatory pain in newborn prenatally stressed rats on the effect of drugs (fluoxetine, buspirone and their combination) to which their depressive mothers were subjected during pregnancy in order to correct the adaptive behavior of the offspring in the prepubertal period of development. Wistar dam rats from days 9 to 20 of gestation were subjected to intraperitoneal administration of a combination of serotonin reuptake inhibitor fluoxetine (10 mg / kg) and agonist of 5-HT<sub>1A</sub> receptor buspirone (3.5 mg/kg), and each drug alone, and from the 15th to the 21st day immobilization stress (control animals: saline and stress, only stress). Newborn offspring of both sexes on the first and the second day after birth was subjected to peripheral inflammatory pain (subcutaneous injection of formalin into the sole of the hind limb). From 25 days of age in rats of both sexes, the pain response in the formalin test was investigated. To confirm the effect of the drugs, on a separate group of rats with similar prenatal effects, the basal level of corticosterone in the blood plasma and the reactivity of the hypothalamic-pituitary-adrenal system in response to forced swimming were examined. It was found that inflammatory pain in newborn rats that were not exposed to any effects in the prenatal period caused an increase in pain response organized at the spinal level in both phases of the formalin test in 25-day offspring. In prenatally non-stressed rats, prenatal administration of the drugs failed to alter the pain sensitivity. Prenatal stress caused an increase in the level of corticosterone and strengthening the pain response in the formalin test, and the prenatal administration of the drugs studied by us to prenatally stressed rats caused a decrease in the level of corticosterone and attenuation of the biphasic prolonged pain response, the characteristics of which (acute and tonic phases, spinal and supraspinal levels) revealed sex dimorphism. Thus, it was established that in prenatally stressed rats not subjected to inflammatory pain in the newborn age, all prenatal drugs caused an antinociceptive effect, whereas inflammatory pain in newborn rats neutralized the effect of these drugs.

*The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of project No. 17-04-00214a.*

### **ЗЕРКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И ВОСПРИЯТИЕ ВРЕМЕНИ**

**Бушов Ю.В.<sup>1</sup>, Ушаков В.Л.<sup>2</sup>, Светлик М.В.<sup>1</sup>, Есипенко Е.А.<sup>1</sup>, Карташов С.И.<sup>2</sup>, Орлов В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; [bushov@bio.tsu.ru](mailto:bushov@bio.tsu.ru)

<sup>2</sup>НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m340.sudak.ns2019-15/112-113>

Изучение роли зеркальных нейронов в когнитивных процессах является актуальной проблемой современной психофизиологии. Целью настоящего исследования явилось изучение активности зеркальных нейронов у человека при наблюдении и восприятии коротких интервалов времени в зависимости от латеральной организации мозга. В исследованиях участвовали добровольцы, юноши в возрасте 18-27 лет. В ходе предварительного обследования исследовали особенности латеральной организации мозга с определением ведущей руки (методом анкетирования) и речевого полушария (дихотический тест). При наблюдении за восприятием времени, при репродукции ритма и отмеривании коротких интервалов времени регистрировали ЭЭГ в лобных, центральных, височных, теменных и затылочных отведениях по системе 10-20%.

С целью пространственной локализации зеркальных нейронов в части опытов в покое, при наблюдении и восприятии времени исследовали активность мозга с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ). В качестве ЭЭГ-маркеров активации зеркальных нейронов использовали депрессию мю-ритма и корковые взаимодействия на частоте этого ритма между центральными и другими зонами коры. При статистической обработке ЭЭГ-данных использовали пакет "MatLab v6.5", корреляционно-спектральный анализ, непараметрический дисперсионный анализ и критерий Вилкоксона для связанных выборок. Обработка фМРТ-данных проводилась с помощью пакета SPM8. В рамках каждой из парадигм были проведены попарные сравнения на основе статистики Стьюдента и получены индивидуальные и групповые статистические карты с уровнем значимости  $p < 0.001$ .

Установлено, что наблюдение и выполнение деятельности, связанной с восприятием времени, сопровождается депрессией мю-ритма ЭЭГ и, чаще всего, усилением уровней корковых связей на частоте этого ритма. Характер этих изменений зависит от частоты мю-ритма, латеральной организации мозга, от этапа и вида выполняемой деятельности. Показано, что при наблюдении за восприятием времени активируются зоны премоторной, моторной, сенсомоторной и дополнительной моторной коры, области скорлупы, хвостатого ядра, супрамедиальной извилины и височные отделы мозга, которые, вероятно, относятся к системе зеркальных нейронов, а при восприятии времени активируются области поясной

извилины, левого таламуса, височные отделы мозга, зрительная кора, области предклинья и области мозжечка, которые, по-видимому, относятся к системе отсчета времени.

*Настоящее исследование поддержано грантом РФФИ № 18-013-00758.*

### MIRROR NEURONS AND TIME PERCEPTION

**Bushov Yuri V. <sup>1</sup>, Ushakov Vadim L. <sup>2</sup>, Svetlik Mikhael V. <sup>1</sup>, Esipenko Elena A. <sup>1</sup>, Kartashov Sergey I. <sup>2</sup>, Orlov Vyatcheslav A. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Tomsk State University, Tomsk, Russia; bushov@bio.tsu.ru

<sup>2</sup> National Research Center "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

Study of the role of mirror neurons in cognitive processes is an actual problem of modern psychophysiology. The purpose of this study was to study the activity of the mirror neurons in humans in the observation and perception of short time intervals depending on the lateral organization of the brain. The research involved volunteers, young men aged 18-27 years. During the preliminary survey, the features of the lateral organization of the brain with the definition of the leading arm (questionnaire method) and the speech hemisphere (dichotic test) were investigated. When observing the perception of time and during the reproduction of rhythm and measuring short time intervals, EEG was recorded in the frontal, central, temporal, parietal and occipital leads using the 10-20% system.

With aim the spatial localization of the mirror neurons in part of the experiments at rest, with the observation and perception of time, brain activity was investigated using functional magnetic resonance imaging (fMRI). Depression of the mu rhythm and cortical interactions at the frequency of this rhythm between the central and other areas of the cortex were used as EEG markers of activation of mirror neurons. In the statistical processing of EEG data, the MatLab v6.5 package, correlation and spectral analysis, nonparametric analysis of variance, and the Wilcoxon criterion for related samples were used. The fMRI data processing was performed using the SPM8 package. Within each of the paradigms, pair-wise comparisons were made on the basis of Student's statistics, and individual and group statistical maps were obtained with a significance level of  $p < 0.001$ .

It has been established that the supervision and execution of activities related to the perception of time, accompanied by depression mu wave EEG and, often, increased levels of cortical connections in the frequency of the rhythm. The nature of these changes depends on the frequency of the mu rhythm, the lateral organization of the brain, the stage and the type of activity performed. It has been shown that when observing the perception of time, the zones of the premotor, main motor, supplementary motor area, putamen region, caudate nucleus, supramarginal gyrus and temporal brain regions are activated, which probably belong to the system of mirror neurons; and with the perception of time, the region of the cingulate gyrus, the left thalamus, the temporal regions of the brain, the visual cortex, the precuneus zone and the cerebellum, which appear to belong to the time reference system, are activated.

*This study was supported by the RFBR grant No. 18-013-00758.*

### ПРОБЛЕМА ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ АЛЬЦГЕЙМЕРА

**Варламова А.Г., Языков К.Г., Дуйбанова Ю.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия; [21anastasia07@rambler.ru](mailto:21anastasia07@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m341.sudak.ns2019-15/113-114>

Болезнь Альцгеймера (БА) является наиболее распространённой формой слабоумия и ведущей причиной развития деменции, сопровождающейся прогрессирующими когнитивными нарушениями, которые делают человека недееспособным и полностью зависящим от окружающих.

Исследователями доказано, что депрессивные состояния, которые возникают в пожилом и старческом возрасте, не только сильно влияют на качество жизни представителей данных возрастных категорий, но и утяжеляют протекание уже имеющихся заболеваний, а также являются ведущей причиной повышенного риска смертности. В связи с этим, прослеживается особый интерес исследователей к изучению вопроса возникновения и протекания депрессий у пациентов, страдающих БА. Актуальность изучения данного вопроса также обусловлена и тем, что у 32% пациентов с диагнозом БА наблюдается развитие депрессии. Депрессивные расстройства встречаются на разных этапах развития БА и при разных клинических типах течения заболевания, при этом имеется ряд работ, свидетельствующих о том, что у больных пресенильным типом БА, депрессия чаще возникает на стадии умеренной деменции, а в старческом варианте — на стадии мягкой деменции.

Результаты недавних исследований показали, что у людей с БА возможно развитие одного из перечисленных вариантов депрессий: тревожная, апатическая, ипохондрическая, тоскливая или депрессия с бредом. При более детальном анализе причин, которые могут стать предшественниками развития депрессивных состояний при БА, было выявлено 3 основных варианта: 1. депрессии, обусловленные преимущественно реактивно-ситуационными механизмами; 2. депрессии, возникающие спонтанно, т.е. вне связи с психотравмирующими факторами; 3. промежуточные между этими двумя вариантами депрессивные расстройства (у данного типа пациентов прослеживается отчетливо выраженный аффект тоски или тревоги и первичное чувство вины).

В последние годы предпринимались попытки определения травмирующих событий, которые могут выступать триггерами развития депрессии у пациентов с БА. Чаще всего это — утрата близких родственников, переживание собственной несостоятельности в профессиональной деятельности или повседневной жизни, значительно реже — конфликтная ситуация в социальном окружении, потеря работы, утрата здоровья и госпитализация в стационар.

## PROBLEM OF DEPRESSIVE CONDITIONS IN PATIENTS WITH ALZHEIMER'S DISEASE

Varlamova Anastasia G., Yazikov Konstantin G., Duibanova Yuliya V.

Federal state budgetary educational institution of higher education "Siberian state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Tomsk, Russia; [21anastasia07@rambler.ru](mailto:21anastasia07@rambler.ru)

Alzheimer's disease (AD) is the most common form of dementia and the leading cause of dementia, accompanied by progressive cognitive impairment that makes a person incompetent and completely dependent on others.

Researchers have shown that depression that occur in middle and old age, not only greatly affect the quality of life of the representatives of these age categories, but also aggravate the course of already existing diseases, as well as the leading cause of increased mortality risk. In this regard, there is a special interest of researchers to the study the question of the origin and course of depression in patients with AD. The relevance of studying this issue is also due to the fact that 32% of patients with a diagnosis of AD develop depression. Depressive disorders occur at different stages of the development of AD and in different clinical types of the course of the disease, and there are a number of works indicating that in patients with presenil type of AD, depression often occurs at the stage of mild dementia, and in the old version at the stage of mild dementia.

The results of recent studies have shown that people with AD may develop one of the following types of depression: anxious, apathetic, hypochondriac, dreary, or depressed with delusions. In a more detailed analysis of the reasons that may become the precursors of the development of depressive states in AD, 3 main options were identified: 1. depression, mainly due to reactive-situational mechanisms; 2. depression arising spontaneously, i.e. out of touch with stressful factors; 3. intermediate depressive disorders between these two options (in this type of patient, there is a pronounced affect of anguish or anxiety and a primary feeling of guilt).

In recent years, attempts have been made to identify traumatic events that can act as triggers for the development of depression in patients with AD. Most often – the loss of close relatives, the experience of their own insolvency in their professional activities or everyday life, much less often – a conflict situation in the social environment, loss of work, loss of health and hospitalization.

## МУЗЫКАЛЬНЫЙ СЛУХ: АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ПСИХО-АКУСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ Вартанян И.А.

ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург

<https://doi.org/10.29003/m342.sudak.ns2019-15/114-115>

До настоящего времени наличие музыкальных способностей и музыкального слуха не имеют достаточно физиологически обоснованных и экспериментально подтвержденных количественных критериев оценки. Задача исследования: рассмотрение трех аспектов музыкального слуха. 1. анатомический: структурные особенности; 2. физиологический: диапазон, пороги и особенности частотного слуха; 3. психологический: координация слуха и голоса. Сравнивали показатели слуха у детей с музыкальными способностями и без таковых. Объект исследования: 1. учащиеся 2-3 класса музыкальной школы 7.5-9.5 лет (основная группа 8 человек); 2. учащиеся гимназии аналогичного возраста без музыкальной подготовки (первая контрольная группа 8 человек); 3. дети 7-9 лет с минимальным (15-20 дБ) снижением слуха (вторая контрольная группа 4 человека). Методы исследования. 1. Осмотр и заключение врача отоларинголога. 2. Стандартная аудиометрия в диапазоне аудиометрических частот по воздушному и костному каналам в диапазоне стандартных аудиометрических частот 20Гц – 8000 Гц. 3. Аудиометрия по воздушному каналу с малым частотным шагом в диапазоне частот 200-2000 Гц. 4. Аудиометрия по костному каналу с малым частотным шагом в диапазоне частот 2000Гц-8500 Гц. 5. Имитация звуков с аудиторской оценкой точности имитации. 6. Способность повторения музыкального ритма (выстукивание ритма музыкального фрагмента на барабане). 7. Повторение и оценка ребенком интонаций речи. Результаты исследования. 1. По заключению врача и оценке все обследованные не имели структурных особенностей органов слуха. 2. Стандартная тональная аудиометрия не выявила особенностей восприятия частот у испытуемых разных групп. 3. Воздушная аудиометрия с малым частотным шагом (20-50Гц) в диапазоне частот 400-2000 Гц показала «гладкие» ЧПК с небольшими различиями порогов (3-5дБ) на близких (соседних) частотах у детей, обладающих музыкальным слухом и более выраженную неравномерность (до 10 дБ) у детей без выраженных музыкальных способностей. 4. Однако костно-канальная аудиометрия с малым частотным шагом в диапазоне более высоких частот (2000-8500 Гц) показала неравномерность величин порогов на близко расположенные частоты у музыкально одаренных детей и менее выраженные колебания порогов высокочастотных звуков близко расположенных по частотной шкале у детей без музыкальных способностей. Для детей с небольшим снижением слуха после перенесенных простудных заболеваний определенных закономерностей не выявлено. 5. Голосовая имитация звуков музыкального инструмента (фортепьяно) показала различия в точности их имитации детьми с музыкальными способностями и без таковых. 6. Воспроизведение ритма музыкального фрагмента детьми с музыкальными способностями осуществлялось с одного прослушивания в 9 случаях из 10. Дети без очевидных музыкальных способностей также правильно воспроизводили ритмическую структуру музыкального фрагмента в 6 из 10 прослушиваний, а дети с минимальным снижением слуха в 4-5 из 10 прослушиваний. Выказано предположение, что неравномерность чувствительности к звукам высокочастотного диапазона может играть определенную роль в развитии механизмов музыкального слуха.

## **MUSICAL EAR: ANATOMICAL, PHYSIOLOGICAL AND PSYCHO-ACOUSTIC ASPECTS**

**Vartanyan Inna A.**

Institute of evolutionary physiology and biochemistry, I. M. Sechenov RAS, Saint Petersburg

Until now, the presence of musical abilities and musical hearing do not have enough physiologically sound and experimentally confirmed quantitative evaluation criteria. Normally, the range of frequencies perceived by a person is 16 Hz-20000 Hz (7 octaves), the differential threshold in the frequency zone of the best hearing sensitivity is 1 – 3 Hz, and the intensity is 1 dB. Each frequency corresponds to a feeling of a certain height. If the sound emitter is located on the skull bone, acoustic vibrations of high frequency (more than 12-14 kHz) are perceived not as sounds, but as pressure having a timbre color. Timbre is created by overtones as "addition" to the main tone and gives it volume. Earlier we have considered some features of hearing of children studying music and children without musical training (Vartanyan, 2011). The aim of this study is to find and clarify the previously considered acoustic and physiological characteristics of the three main aspects of musical hearing. Is 1. anatomical: structural features; 2. physiological: range, thresholds and features of frequency-threshold parameters (PPC), as well as differential sensitivity in the zone of minimum hearing thresholds; 3. psychological: coordination of hearing and voice. Compared the indicators of hearing loss among children with musical ability and those without. Object of study: 1. students 2-3 grade music school 7.5-9.5 years (the main group of 8 people); 2. high school students of the same age without musical training (the first control group of 8 people); 3. children 7-9 years with minimal (15-20 dB) hearing loss (second control group 4 people). Method of research. 1. Examination and conclusion of the doctor otolaryngologist. 2. Standard audiometry in the range of audiometric frequencies on air and bone channels in the frequency range 20Hz-8000 Hz. 3. Air channel audiometry with low frequency step in the frequency range 400-2000 Hz. 4. Audiometry via the bone channel with a small frequency step in the frequency range 2000 Hz-8500 Hz. 5. Imitation of the sounds with the auditor's assessment of the accuracy of the simulation. 6. The ability to repeat the musical rhythm (tapping the rhythm of the musical fragment on the drum). 7. Repetition and evaluation of the child's various intonations of speech.

Research result. 1. The doctor and evaluation of a music teacher, all patients had pathology of hearing. 2. Standard pure-tone audiometry did not reveal a perception of the frequency of subjects from different groups. 3. Air audiometry with a small frequency step (20-50Hz) in the frequency range 400-2000 Hz showed "smooth" NPC's with small differences in thresholds (3-5dB) at close (neighboring) frequencies in children with musical hearing and more pronounced irregularity (up to 10 dB) in children without expressed musical abilities. 4. However, bone-tissue audiometry with a small frequency step in the range of higher frequencies (2000-8500 Hz) showed the irregularity of the values of thresholds at closely spaced frequencies have musically talented children and little fluctuating thresholds of high-frequency sounds closely spaced in the frequency scale in children with no musical abilities. For children with a slight decrease in hearing after suffering from colds, certain patterns were not revealed. 5. The voice imitation of the sounds of a musical instrument (piano) showed differences in the accuracy of their imitation by children with and without musical abilities. 6. The rhythm of the musical fragment was played by children with musical abilities from one listening and they accurately reproduced the rhythm in 9 cases out of 10. Children without obvious musical abilities in 6 out of 10 auditions also correctly reproduced the rhythmic structure of the musical fragment, and children with minimal hearing loss in 4-5 out of 10 auditions. It is suggested that the unevenness of sensitivity to high-frequency sounds can play a role in the development of mechanisms of musical hearing.

## **ЦИТОАРХИТЕКТОНИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ И ЗАДНЕЙ АССОЦИАТИВНОЙ ОБЛАСТЕЙ КОРЫ ЮНОШЕЙ**

**Васильева В.А., Шумейко Н.С.**

Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Институт возрастной физиологии РАО»,  
Москва, Россия, [VAVASILEVA@mail.ru](mailto:VAVASILEVA@mail.ru), [Shumejko-nina@yandex.ru](mailto:Shumejko-nina@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m343.sudak.ns2019-15/115-116>

Для выявления возрастных особенностей юношеского периода необходимо изучение специфики функционирования физиологических систем и, в частности, особенностей структурно-функциональной организации центральной нервной системы.

Задачей нашей работы было изучение особенностей цитоархитектоники двигательной и задней ассоциативной областей коры большого мозга юношей от 17 до 20 лет.

По нашим данным поля 4р, 6 и 6р двигательной области коры мозга юношей незначительно различаются по ширине коры, соотношению слоёв и подслоёв, но отличаются по вертикальной упорядоченности клеток и цитоархитектонике. Абсолютная ширина отдельных слоёв двигательной коры в период от 17 до 20 лет почти не изменяется в полях 4р и 6 и немного увеличивается в поле 6р. Отличительной чертой двигательной коры является отсутствие ясно выраженного слоя IV и слабое развитие слоя II. Во всех полях двигательной области наиболее широкими являются III и V слои. В период от 17 до 20 лет в исследуемых полях размеры нейронов всех типов почти не изменяются. Пирамидные нейроны V слоя отличаются от правильных пирамид III слоя более широким основанием. Необходимо отметить, что в двигательной коре к 18-20 годам высокого уровня развития достигают непиримидные нейроны, принимающие участие в процессах коркового торможения.

В полях 37ас, 37а и 37d задней ассоциативной области, осуществляющей анализ и синтез зрительной информации, в период от 17 до 20 лет расширяется диапазон индивидуальной изменчивости ширины коры, ее слоев и подслоев. Наиболее вариабельным по ширине во всех полях является III слой, а в полях 37а и 37d еще и I слой. Основными кортикофугальными элементами коры являются пирамидные нейроны III и V слоев. В подслое III<sup>3</sup> во всех изучаемых полях отмечается больший диапазон размерных классов нейронов, чем в V слое. При этом в поле 37ас в III<sup>3</sup> подслое к 20 годам увеличивается количество крупноклеточных классов нейронов. Клеточный состав полей задней ассоциативной области в юношеском

возрасте характеризуется значительной гетероморфностью, свидетельствующей о функциональной специализации в коре.

Таким образом, приведённые выше результаты исследования цитоархитектоники двигательной и задней ассоциативной коры большого мозга юношей 17-20 лет свидетельствуют о приближении к дефинитивному уровню развития.

### **CYTOARCHITECTONICS OF THE MOTOR AND THE POSTERIOR ASSOCIATIVE ZONES OF THE HUMAN CEREBRAL CORTEX IN YOUTH**

**Vasilyeva Valentina A., Shumejko Nina S.**

"Institute of Age Physiology, Russian Academy of Education", Moscow, Russia.

[VAVASILEVA@mail.ru](mailto:VAVASILEVA@mail.ru), [Shumejko-nina@yandex.ru](mailto:Shumejko-nina@yandex.ru)

To identify the age-related features of the youth period, it is necessary to study the specifics of the functioning of physiological systems and, in particular, the structural and functional organization of the Central nervous system.

The aim of our work was to study the features of the cytoarchitectonics of the motor and posterior associative areas of the cerebral cortex of young men from 17 to 20 years.

According to our data, the fields 4p, 6 and 6op of the motor cortex of young men differ slightly in the width of the cortex, the ratio of layers and sublayers, but differ in the vertical ordering of cells and cytoarchitectonics. The absolute width of the individual layers of the motor cortex in the period from 17 to 20 years is almost unchanged in the fields 4p and 6 and slightly increases in the field 6op. A distinctive feature of the motor cortex is the absence of a clearly defined layer IV and the weak development of layer II. In all fields of the motor area, the III and V layers are the widest. In the period from 17 to 20 years in the studied fields the sizes of neurons of all types are almost unchanged. Pyramidal neurons of the V layer differ from regular pyramids of the III layer by a wider base. It should be noted that in the motor cortex to 18-20 years of high level of development reach non-pyramidal neurons involved in the processes of cortical inhibition.

In the fields 37ac, 37a and 37d of the posterior associative areas engaged in the analysis and synthesis of visual information, in the period from 17 to 20 years, expanding the range of individual variability of the width of the cortex, its layers and sublayers. The most variable width in all fields is the III layer, and in the fields 37a and 37d and even I layer. The main corticofugal elements of the cortex are pyramidal neurons of the III and V layers. In the sublayer III<sup>3</sup> in all studied fields there is a greater range of size classes of neurons than in the V layer. While in 37ac in the sublayer III<sup>3</sup> to 20 years are increasing number of large classes of neurons. The cellular composition of the fields of the posterior associative region in youth is characterized by significant heteromorphism, indicating functional specialization in the cortex.

Thus, the above results of the study of the cytoarchitectonics of the motor and posterior associative cortex of the large brain of young men 17-20 years indicate an approach to the definitive level of development.

### **ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ У ДЕТЕЙ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ВИРТУАЛЬНЫХ СТЕРЕООБЪЕКТОВ**

**Васильева Н.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; [vasnadya@rambler.ru](mailto:vasnadya@rambler.ru)

В связи с развитием и использованием стереотехнологий разными категориями пользователей, представляет интерес изучение особенностей функционирования и взаимодействия различных модулей зрительной сенсорной, аккомодационной и глазодвигательной систем в процессе восприятия виртуальных стереообъектов. С этой целью было проведено исследование, в котором приняли участие 87 детей 7-17 лет, обучающиеся ГБОУ «Школа № 1501» г. Москвы. Критерием отбора для участия в эксперименте было наличие у испытуемых нормальных механизмов бинокулярного стереопсиса. Моделируемый эксперимент был основан на процедуре измерения конвергентных фузионных резервов с использованием интерактивной компьютерной программы «Фузия», разработанной в ИППИ РАН (Свидетельство о государственной регистрации программы № 2013610975). В качестве стимулов использовали динамические случайно-точечные стереограммы. Был применен поляризационный способ сепарации левого и правого изображений. Задача испытуемых состояла в оценке воспринимаемой позиции по глубине и величине стереообразов, формирующихся при искусственном увеличении угла конвергенции зрительных осей.

Результаты исследования позволили выделить различия в характере стереоскопического восприятия. 37% детей воспринимали виртуальные стереообъекты как движущиеся от экрана к наблюдателю и меняющие свои размеры, т.е. стереообъекты воспринимались ими в соответствии с правилами стереографии. 58% детей не наблюдали выхода объектов из экрана или отмечали их движение лишь вблизи экрана, причем как в сторону испытуемого, так и за экран. У 5% испытуемых стереообраз подвергался более сложным трансформациям: на начальном этапе восприятия стереообъект приближался к испытуемому, а затем движение либо останавливалось, либо объект возвращался на место, т.е. к экрану. Таким образом, в идентичных моделируемых условиях восприятия виртуальных стереообъектов установлены принципиальные индивидуальные различия во взаимодействии зрительных механизмов, вовлекаемых в интерпретацию сетчаточных изображений и формирование видимого образа в зависимости от их зрелости и доминирования у разных испытуемых. Можно предположить, что особенности взаимодействия различных модулей анализа зрительной информации при восприятии стереообъектов являются фактором, определяющим возникновение и выраженность «чувства присутствия» при работе в виртуальной среде.

## INTERACTION OF VISUAL MECHANISMS AND ITS PECULIARITIES IN CHILDREN DURING PERCEPTION OF VIRTUAL STEREO OBJECTS

N.N. Vasilyeva

Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) RAS, Moscow, Russia;  
vasnadya@rambler.ru

The study of functioning and interaction of various modules of the visual sensory, accommodative and ocular-motor systems in the process of perceiving virtual stereo objects appears to be of great interest, first and foremost in connection with the development of stereotechnologies. For this purpose, a research involving 87 children of 7–17 years from the State Budgetary Educational Institution "School No. 1501" (Moscow) was conducted. The selection criterion for participants in the experiment was normal mechanisms of binocular stereopsis. The modulated experiment was based on measuring convergent fusional reserves using the interactive computer program Fusia, developed at the IITP RAS. A polarization method was used to separate the left and right images. Dynamic random-dot stereograms were used as stimuli. The task of the subjects was to assess the position by depth and size of stereo images that were formed by artificially increasing angle of convergence of the visual axes.

The results of the study allowed us to distinguish differences in the character of stereoscopic perception. 37% of children perceived virtual stereo objects as moving from screen to observer and changing their dimensions, i.e. stereo objects were perceived by them in accordance with the rules of stereography. 58% of children did not observe objects coming out of the screen or noted their movement only close the screen, both towards the subject and beyond the screen. In 5% of the subjects, the stereotypes underwent more complex transformations: at the initial stage of perception, a stereo object approached the subject, and then the movement either stopped or the object returned to its place, i.e. to the screen. Thus, in identical simulated conditions of perception of virtual stereo objects, we establish some fundamental differences in the interaction of visual mechanisms involved in the interpretation of retinal images and the formation of a visible image depending on their maturity and dominance in different subjects. It can be assumed that the interaction of various modules of visual information analysis in the perception of stereo objects is the factor that determines emerging and a strong "sense of presence" when working in a virtual environment.

### КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У РЕЦИПРОКНЫХ ГИБРИДОВ *DROSOPHILA MELANOGASTER* ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕССА: РОЛЬ ГЕНА *LIMK1*

Васильева С.А.<sup>1</sup>, Никитина Е.А.<sup>1,2</sup>, Медведева А.В.<sup>1</sup>, Журавлев А.В.<sup>1</sup>, Савватеева-Попова Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» Санкт-Петербург, Россия; [swetlana.gorohowa@yandex.ru](mailto:swetlana.gorohowa@yandex.ru)

Магнитное поле Земли обладает огромной проникающей способностью во все биологические системы; именно в этом поле происходит генезис всех биологических объектов. Вопросы, связанные с обучением и памятью в слабом статическом магнитном поле (ССМП), актуальны. Конформационная организация пространства ядра, хромосом, генов является фактором лабильности, определяющим процессы детерминации и адаптации, в том числе высшей формы — обучения и памяти. В связи с этим особое значение приобретает изучение роли генетических и эпигенетических факторов в формировании пространственной структуры ядра.

Исследования роли родительских геномов в экспрессии генов потомства показали необходимость учитывать материнский и отцовский эффект в построении прогностических моделей. Показано, что организация ядра закладывается на ранних этапах эмбриогенеза, совпадающих с формированием гетерохроматиновых районов хромосом. Актин непосредственно связывается с белками транскрипционного аппарата и осуществляет активацию «молчащих» генов, участвуя в репрограммировании геномов. Баланс мономерного и полимерного актина является триггером комплекса цитоплазматических и внутриядерных процессов, включая регуляцию транскрипции и ремоделирование хроматина. *LIMK1* — ключевой фермент ремоделирования актина.

Было предпринято изучение роли гена *limk1* в родительском эффекте при обучении и формировании памятного следа. При исследовании влияния ССМП на обучение и память у *Dr. melanogaster* были использованы реципрокные гибриды *Canton-S* × *agn<sup>ts3</sup>*; *agn<sup>ts3</sup>* × *Canton-S*; *Berlin* × *agn<sup>ts3</sup>*; *agn<sup>ts3</sup>* × *Berlin*. Для получения реципрокных гибридов были использованы линии дикого типа *Canton-S* и *Berlin*, а также линия *agn<sup>ts3</sup>*, несущая температуро-чувствительную (*ts*) мутацию по гену *limk1*. Ранее мы выявили нарушения среднесрочной памяти при действии ССМП у линии дикого типа *Canton-S*. Напротив, у мутанта *agn<sup>ts3</sup>* данное стрессорное воздействие приводит к восстановлению способности к обучению и формированию памяти. Результаты изучения обучения и памяти у реципрокных гибридов показали, что формирование памятного следа демонстрирует патроклинное наследование.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг. (ГП-14, раздел 63).*

### COGNITIVE IMPAIRMENT IN RECIPROCH HYBRIDES OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* UNDER STRESS: THE ROLE OF THE *LIMK1* GENE

Vasileva S.A.<sup>1</sup>, Nikitina E.A.<sup>1,2</sup>, Medvedeva A.V.<sup>1</sup>, Zhuravlev A.V.<sup>1</sup>, Savvateeva-Popova E.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology RAS, Saint Petersburg, Russia; <sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University, Saint – Petersburg, Russia, [swetlana.gorohowa@yandex.ru](mailto:swetlana.gorohowa@yandex.ru)

Previously it was believed that weak electromagnetic fields that do not cause heating of biological tissues are safe. However, in recent years a large amount of data has accumulated, showing the potential danger of such

fields. The World Health Organization has recognized that the long-term exposure to a low-frequency magnetic field with an intensity of 300 nT and more has a possible carcinogenic effect. The magnetic field (MF) of the Earth has an enormous penetrating power in all biological systems; It is in this field that the genesis of all biological objects occurs. Therefore, issues related to learning and memory in the weak static magnetic field (WSMF) of the Earth is particularly relevant. The conformational organization of the space of the nucleus, chromosomes, genes is a factor of lability, which determines the processes of determination and adaptation, including the highest form – learning and memory. In this regard, the study of the role of genetic and epigenetic factors in the formation of the spatial structure of the nucleus is of particular importance.

Studies of the role of parental genomes in the expression of progeny genes have shown the need to take into account the maternal and paternal effect in the construction of prognostic models. It has been shown that the organization of the nucleus is laid in the early stages of embryogenesis, which coincides with the formation of heterochromatic regions of chromosomes. Actin directly binds to the proteins of the transcriptional apparatus and activates "silent" genes, participating in the reprogramming of the genomes. The balance of monomeric and polymeric actin is a trigger for a whole complex of cytoplasmic and intranuclear processes, including transcription regulation and chromatin remodeling. LIMK1 is a key enzyme in actin remodeling.

We have undertaken a study of the role of the *limk1* gene in the parent effect in learning and in the formation of a memorable trace. In the study of the influence of the WSMF on learning and memory in *Dr. melanogaster* *Canton-S* × *agn<sup>ts3</sup>* reciprocal hybrids were used; *agn<sup>ts3</sup>* × *Canton-S*; *Berlin* × *agn<sup>ts3</sup>*; *agn<sup>ts3</sup>* × *Berlin*. To obtain reciprocal hybrids, the wild-type stocks *Canton-S* and *Berlin*, as well as the *agn<sup>ts3</sup>* stocks (mutation for the gene *limk1*), carrying a temperature-sensitive (ts) mutation in the *limk1* gene, were used. Earlier, we identified violations of medium-term memory under the action of the WSMF at the wild-type *Canton-S* stocks. In contrast, in the mutant *agn<sup>ts3</sup>*, this stressful effect leads to the restoration of learning ability and memory formation. The results of studying learning and memory in reciprocal hybrids showed that the formation of a memorial trail demonstrates patroclinal inheritance.

*This work was supported by the Program for Fundamental scientific research of state academies for 2013-2020. (GP-14, section 63).*

### **ВЛИЯНИЕ САНАТОРНЫХ ФАКТОРОВ ЕВПАТОРИЙСКОГО КУОРТА НА СОСТОЯНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ТОНЗИЛОГЕННОЙ КАРДИОПАТИЕЙ**

**Васильева В.В.<sup>1</sup>, Абдурахманова А.А.<sup>2</sup>, Мороз Г.А.<sup>3</sup>**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Медицинская академия имени С.И. Георгиевского, Симферополь, Республика Крым, Россия, [azime-a@yandex.ru](mailto:azime-a@yandex.ru)

Особое место среди патологии детского возраста принадлежит хроническому тонзиллиту, приводящим к ранней потере работоспособности, нарушению социальной адаптации детей. Разработанные преемственные лечебно-профилактические мероприятия на этапах стационар-санаторий-поликлиника позволяют получить высокий терапевтический и реабилитационный эффект только у 46,2–65 % детей с хронической рецидивирующей патологией ЛОР-органов (М.В. Иванова, В.Л. Зубарев).

Цель настоящего исследования оценить эффективность комплексного санаторно-курортного лечения 55 больных в возрасте от 7 до 14 лет с хроническим тонзиллитом в кардиоревматологическом отделении Республиканского детского клинического санатория «Чайка», включающего наряду с использованием рапы-электрофореза и грязелечения на подчелюстную область, дозированные в зависимости от функционального состояния и возраста средства немедикаментозной стимуляции функций (климатические процедуры, физические упражнения, лечебное плавание закаливание, точечный и сегментарный массаж, рефлексотерапия, ультрафиолетовое облучение, а также психорегулирующие воздействия).

Комплекс санаторно-курортного лечения назначался под контролем ЛОР-врача, функции сердечно-сосудистой системы (ЭКГ, ФКГ, кардиогемодинамики, велоэргометрии), общепринятых иммунологических исследований, а также количественного определения функциональных белков сыворотки крови (системы комплемента, «острой фазы воспаления», белков-опсоинов) в сочетании с метаболической активностью нейтрофильных гранулоцитов. Так эффективность лечения в санатории «Чайка» с учетом и изучаемых нами показателей была оценена: «значительное улучшение»-11%; «улучшение» – в 83%.

Высокая эффективность немедикаментозной реабилитации связана с повышением энергетического уровня жизнедеятельности растущего организма и улучшением его биологической организации.

### **INFLUENCE OF SANATORIUM-RESORT FACTORS OF THE EVPAPORIAL RESORT ON THE CONDITION OF PATIENTS WITH TONSILOGENIC CARDIOPATHY**

**Vasilyeva V.V.<sup>1</sup>, Abdurakhmanova A.A.<sup>2</sup>, Moroz G.A.<sup>3</sup>**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Crimean Federal University, named after V.I. Vernadsky ", Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Simferopol, Republic of Crimea, Russia, [azime-a@yandex.ru](mailto:azime-a@yandex.ru)

A special place among the pathology of childhood belongs to chronic tonsillitis, leading to early loss of working capacity, disruption of children's social adaptation. Developed successive treatment-and-prophylactic measures at the inpatient-sanatorium-polyclinic stages make it possible to obtain a high therapeutic and rehabilitation effect in only 46.2–65% of children with chronic recurrent pathology of upper respiratory tract (M.V. Ivanova, V.L. Zubarev).

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of a comprehensive spa treatment of 55 patients aged from 7 to 14 years with chronic tonsillitis in the cardio-rheumatology department of the Chayka Republican Children's Clinical Sanatorium, which includes, along with the use of brine electrophoresis and mud cure on the submandibular region, depending on the functional state and age of the means of non-drug stimulation of functions

(climatic procedures, exercise, therapeutic swimming, hardened acupressure, segmental massage, reflexology, ultraviolet radiation, as well as psycho-regulatory effects).

The complex of spa treatment was administered under the supervision of the doctor, the function of the cardiovascular system (ECG, PCG, cardiohemodynamics, bicycle ergometry), standard immunological studies, as well as quantitative determination of functional serum proteins (the complement system, the acute phase of inflammation, proteins – opsonins) in combination with the metabolic activity of neutrophilic granulocytes.

Thus, the effectiveness of treatment in the sanatorium "Chayka", taking into account the indicators we studied, was evaluated: "significant improvement" – 11%; "Improvement" – in 83%. The high effectiveness of non-pharmacological rehabilitation is associated with an increase in the energy level of the vital activity of a growing organism and the improvement of its biological organization.

### **ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ ПАРАДОКСАЛЬНОЙ АГРЕССИИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НЕЙРОАКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ В МАЛЫХ И СВЕРХМАЛЫХ ДОЗАХ**

**Вахвийнен М.С., Юдин М.А., Кряжевских А.А., Быкова А.Ф., Колесников А.М.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны Российской Федерации»,  
Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m344.sudak.ns2019-15/119-120>

В современных условиях при высоком ритме жизни человек испытывает хронический умеренный стресс, который формирует субстрат для развития психических расстройств эмоциональной сферы. На сегодняшний день существенно возросла доля импульсивных реакций и депрессивных расстройств в структуре психических заболеваний среди различных групп населения. По этой причине наблюдается рост количества публикаций, посвященных исследованию и разработке способов фармакологической коррекции агрессивного поведения на экспериментальных моделях у животных. Агрессию чаще рассматривают в качестве симптома широкого спектра психических расстройств, поэтому в доклинических исследованиях для тестирования нейроактивных препаратов с антиагрессивными свойствами используют методические подходы с формированием высокой, стабильной и патологической агрессии. Однако, в клинической практике существует проблема непредсказуемости проявления парадоксальной агрессии, в особенности, при однократном применении нейроактивных препаратов в малых и сверхмалых дозах. Наиболее распространенным и широко известным парадоксальным эффектом, описанным в клинических обзорах, является бензодиазепин-индуцированная агрессия. Кроме того, парадоксальная агрессия зафиксирована при применении лекарственных препаратов с миорелаксирующим, антидепрессантным и противосудорожным спектрами действия.

Многолетний опыт скрининга нейроактивных препаратов позволяет сделать вывод о необходимости использования моделей естественной агрессии, в которых особое внимание следует уделить исследованию их противо- или проагрессивных свойств при введении в малых и сверхмалых дозах. Наиболее информативным и простым методом оценки провокации естественной агрессии является тест «резидент-интродер» с использованием нелинейных мышей, подвергнутых недельной изоляции. Нами было установлено, что недельная изоляция позволяет сформировать у животных чувство территориальной принадлежности без развития психических патологий (депрессии). При введении резидентам различных нейроактивных препаратов (L-DOPA, ламотриджин, тофизолам, коразол, ондансетрон) в пороговых дозах, не вызывающих развитие целевого эффекта, мыши-резиденты демонстрировали как эскалацию, так и деэскалацию агрессии по отношению к мышам-интродерам. Зависимостей «доза-эффект» при увеличении доз препаратов, провоцирующих парадоксальную агрессию, установлено не было, а отмеченное бимодальное действие отдельных служит предметом дальнейших исследований.

### **THE PROBLEM OF STUDYING PARADOXICAL AGGRESSION ON THE APPLICATION OF NEUROACTIVE PREPARATIONS IN SMALL AND ULTRA-LOW DOSES**

**Vakhviyaynen Mariya S., Yudin Mikhail A., Kryazhevskikh Aleksey A., Bykova Anna F., Kolesnikov Aleksandr M.**

Federal State Budgetary Institution «State Research Testing Institute of Military Medicine» Ministry of Defense of the Russian Federation, Saint-Petersburg, Russian Federation

In modern conditions with a high rhythm of life a person experiences chronic moderate stress, which forms a substrate for the development of mental disorders of the emotional sphere. Today, the proportion of impulsive reactions and depressive disorders in the structure of mental illness among various groups of the population has significantly increased. For this reason, there has been an increase in number of publications devoted to the research and development of methods for pharmacological correction of aggressive behavior in experimental models of animals. Aggression is more often considered to be a symptom of a wide range of mental disorders, therefore, in preclinical studies, methodological approaches with the formation of high, stable and pathological aggression are used to test neuroactive drugs with anti-aggressive properties.

However, in clinical practice there is a problem of unpredictability of manifestations of paradoxical aggression, in particular, with a single use of neuroactive drugs in small and ultra-low doses. The most common and widely known paradoxical effect described in clinical reviews is benzodiazepine-induced aggression. In addition, paradoxical aggression was recorded following administration of drugs with muscle relaxant, antidepressant and antiepileptic spectra of action.

Years of experience in screening of neuroactive drugs suggest that it is necessary to use models of natural aggression, in which particular attention should be paid to the study of their anti- or pro-aggressive properties when administered in small and ultra-low doses. The most informative and simple method of assessing the provocation



of natural aggression is the "resident intruder" test using nonlinear mice subjected to weekly isolation. We have established that weekly isolation allows animals to form a sense of territorial belonging without developing mental pathologies (depression). When various neuroactive drugs (L-DOPA, lamotrigine, tofisopam, corazol, ondansetron) were administered to residents in threshold doses that do not induce the development of the target effect, the resident mice demonstrated both escalation and de-escalation of aggression towards intruder mice. The dose-effect dependencies with increasing doses of drugs provoking paradoxical aggression have not been established, and the noted bimodal effect of the individual is the subject for further research.

### **ВЛИЯНИЕ ПРОСЛУШИВАНИЯ МУЗЫКИ РАЗНОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У СТУДЕНТОВ**

**Вербенко П.С., Залата О.А.**

ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»,  
Медицинская академия им. С.И. Георгиевского, Симферополь, Российская Федерация

Целью работы был сравнительный анализ состояния кратковременной памяти в группах студентов до и после курса прослушивания музыки, – классической и «любимой».

В исследовании принимали участие студенты-добровольцы 19-20 лет, учащиеся Медицинской академии им. С.И. Георгиевского. С целью выявления музыкальных предпочтений сначала провели анкетирование среди 180 студентов-медиков. Далее респондентам 1-й группы (n=27) было предложено ежедневно, вечером на протяжении недели, в течение 30 минут прослушивать только классическую музыку; респондентам 2-й группы (n=27) – так называемую «любимую», а респондентам 3-й группы (n=27), контрольной, предложили избегать прослушивания музыки в течение семи дней. Для определения объема кратковременной памяти у всех студентов был использован Метод удержания членов ряда. Статистический анализ данных выполняли, используя методы непараметрической статистики: медианы (Me) перцентили (p25/p75), критерий Манна-Уитни (U), критерий Вилкоксона (W), программа Statistica 8.0.

Межгрупповое сравнение исходного объема кратковременной памяти (количество слов в первом повторе) было лучше в группе контроля по сравнению с 1-й и 2-й группами (U-критерий, p=0,04).

В 1-й группе после недельного курса прослушивания классической музыки имела место тенденция к увеличению количества повтора слов во всех 3-х попытках (W-критерий, p>0,05). Такая же положительная динамика наблюдалась и у респондентов 3-й контрольной группы (W-критерий, p>0,05). Студенты 2-й группы, слушавшие только «любимую» музыку несколько ухудшили свои показатели по объему кратковременной памяти.

Межгрупповое сравнение объема кратковременной памяти после недельного курса прослушивания музыки обнаружило, что по сравнению со 2-й группой, к третьему повтору слов достоверно лучшим показателем кратковременной памяти был у студентов 1-й группы (U, p=0,008) и у группы контроля (U, p=0,01).

Установили, что ежедневное прослушивание классической музыки приводит к положительным изменениям объема кратковременной памяти у студентов-медиков. Прослушивание так называемой «любимой» музыки не вызывает улучшения состояния кратковременной памяти респондентов.

### **INFLUENCE OF LISTENING TO MUSIC OF DIFFERENT STYLES TO CONDITION OF SHORT TERM MEMORY MEDICAL STUDENTS**

**Verbenko Polina S., Zalata Olga A.**

Federal University named after V.I. Vernadsky", Medical Academy. S.I. Georgievsky, Simferopol, Russian Federation

Purpose of the study was comparative analysis of short term memory condition before and after music course listening – classic and «favorite».

Exam the 180 medical students volunteers (19-20 years old) for to discover musical preference. We suggest to respondents of the first group (n=27) to listen to classical music every day, during the week evening within 30 min. The respondents of the second group (n=27) – of «favorite» music. But we proposed to respondents of third group (reference group) to avoid of listening to music during the week. Volume of short term memory of everyone students was defined with the help of the method of retention members of a number. We made statistical analysis of results by means of methods nonparametric statistics: median (Me), percentile (p25/p75), criterion of Mann-Whitney (U), criterion of Wilcoxon (W), program Statistica 8.0.

We established, that inter-group comparison of source volume of short term memory (number in the first repetition) was better in the reference group, compared to the first and the second groups (U, p=0,04).

In the first group after music course of classical music we observed, that the number of repetition of words increased in every third attempts (W, p>0,05). Positive dynamics was fixated by respondents of the third, reference, group (W, p>0,05). Students of the second group, which listened to «favorite» music, worsen their indicator of volume of short term memory.

Inter-group comparison of volume of short term memory after music course during the week showed, that significantly better indicator of short term memory to the third repetition of words was by the first group, compared to the second group, (U, p=0,008) and by the reference group, also compared to the second group, (U, p=0,01).

We established, that daily listening of classical music leads to positive changes of volume of short term memory by medical-students. And listening of «favorite» music not leads to improvement of short term memory status.

## МЕТИЛИРОВАНИЕ ДНК НЕОБХОДИМО ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У ВИНОГРАДНЫХ УЛИТОК

Винарская А.Х., Зюзина А.Б., Балабан П.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [aliusha1976@mail.ru](mailto:aliusha1976@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m345.sudak.ns2019-15/121>

Согласно последним исследованиям, изменения в структуре хроматина и метилировании ДНК могут регулировать клеточные и молекулярные механизмы, лежащие в основе процессов консолидации и реконсолидации оборонительной памяти у улиток. В настоящей работе мы исследовали, влияет ли ингибирование активности ДНК-метилтрансферазы на поддержание обстановочной оборонительной памяти у улиток. Мы использовали методику выработки долговременной ассоциативной обстановочной аверзивной памяти у улиток. Для обучения животных помещали в контекст обучения (на шар) и воздействовали электрошоком в течение 10 дней. Для тестирования мы оценивали процент максимального сокращения щупальца в двух контекстах: на шаре – контекст, в котором животные получали удары током («опасный» контекст), и на плоском стекле («безопасный» контекст). Ингибитор ДНК-метилтрансферазы RG108 разводили в стерильном физиологическом растворе до концентрации 2 мкМ. Во всех сериях животным вводили 0,1 мл RG108. В первых экспериментах мы обнаружили, что после введения RG108 без напоминания обученным животным, при тестировании 24 часа спустя амплитуда сокращения щупальца достоверно не отличалась между «опасным» и «безопасным» контекстами. Последующие тестирования спустя еще 24 часа показали, что память, поврежденная введением RG108, была восстановлена. Так как реактивация памяти оказала восстанавливающее влияние на обстановочную память, мы решили исследовать совместное действие ингибитора DNMTs RG108 и напоминания. Применение RG108 за 1 час до напоминания не повлияло на амплитуду сокращения щупальца в ответ на тактильное раздражение у обученных улиток. Таким образом, ингибитор активности DNMT нарушает поддержание обстановочной оборонительной памяти зависимым от реактивации образом – эффект не проявляется, когда ингибирование DNMT происходит при наличии реактивации памяти. Результаты подтверждают идею участия метилирования ДНК в поддержании долговременной оборонительной памяти виноградной улитки.

*Работа поддержана грантом РФФИ 17-00-00216.*

## DNA CYTOSINE METHYLATION CONTRIBUTES TO LONG-TERM MEMORY MAINTENANCE IN SNAILS

Vinarskaya Aliya Kh., Zuzina Alena B., Balaban Pavel M.

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia; [aliusha1976@mail.ru](mailto:aliusha1976@mail.ru)

According to recent studies, alterations in chromatin structure and DNA methylation can regulate the cellular and molecular mechanisms underlying fear memory consolidation and reconsolidation processes in snails. In the present study, we investigated whether inhibition of DNA methyltransferase activity affects the contextual fear memory maintenance in snails. We used a contextual fear memory model. For training, animals were placed in the training context (on the ball) and shocked 2-5 times per day for 10 days. For testing, we estimated the percentage of maximal tentacle withdrawal in two contexts: on the ball – context in which animals were shocked ("dangerous" context), and on the flat glass ("safe" context). The DNA methyltransferase inhibitor RG108 was diluted in a sterile saline to the concentration of 2 μM. In all series, 0,1 ml RG108 was injected into the animals. In the first experiments, we found that after training the RG108 treatment without the reminder reduced withdrawal amplitude almost to the non-trained values. Testing session next days demonstrated that memory impaired by RG108 injection was reinstated. Since memory reactivation had a rescue effect on contextual memory, we decided to investigate the joint action of DNMTs inhibitor RG108 and the reminder. Application of RG108 1 hour before the reminder didn't affect the withdrawal response amplitudes. Thus, inhibitor of DNMTs activity impairs the maintenance of contextual fear memory in retrieval-dependent manner – there is no effect when DNMTs inhibition occurs in the presence of memory reactivation. Results support the idea of DNA methylation involvement in maintenance of long-term contextual memory of Helix.

*Supported by RFBR grant 17-00-00216, Programs of Russian Academy of Sciences.*

## ВЛИЯНИЕ ИНФЕКЦИИ *OPISTHORCHIS FELINEUS* НА ПОВЕДЕНИЕ И МЕТАБОЛИТЫ МОЗГА У ХОМЯЧКОВ

Вишневская Г.Б., Максимова Г.А., Ефимов В.М., Катохин А.В., Завьялов Е.Л., Концевая Г.В., Шевелев О.Б., Мордвинов В.А., Августинович Д.Ф.

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m346.sudak.ns2019-15/121-122>

Описторхоз, вызываемый трематодой *Opisthorchis felineus*, не только приводит к патологическим изменениям в гепатобилиарной системе, но и влияет на состояние нервной системы. Целью данного исследования было изучение реакции головного мозга на хроническую инфекцию у животных при экспериментальном описторхозе. Для этого были использованы *in vivo* магнитно-резонансная спектроскопия по водороду (1HMR) метаболитов в трех структурах мозга у сирийских хомячков и поведенческое тестирование. Интегративные показатели: внешний вид животных, прирост массы тела, потребление воды и пищи, двигательные реакции оценивали в течение 6 месяцев после инфицирования. 1HMR мозга, анализ крови и взвешивание печени и селезенки были проведены в конце эксперимента.

Анализ комплекса полученных данных с помощью методов многомерной статистики позволил разделить всех животных на 4 группы, различающиеся по полу и по воздействию (инфекция), и выявить группы признаков, связанных с реакцией организма на инфекцию. Были выделены те параметры, которые

значительно коррелируют с инфекцией (АЛТ в крови, потребление корма в течение первого месяца, длительность нахождения в открытом пространстве в тесте открытого поля, масса печени и селезенки, уровни мио-инозитола, глицина и N-ацетил-аспартата в гиппокампе, уровни аланина и ГАМК в префронтальной коре мозга), и те признаки, которые отвечают за половые различия.

Полученные данные говорят о значительном и комплексном воздействии хронической описторхозной инвазии на организм хозяина, включая воздействие на мозг. Обнаруженные половые различия по многим показателям, как у контрольных, так и у инфицированных животных, свидетельствуют о важной роли гормонального статуса в реализации защитной реакции организма на инфекцию *Opisthorchis felineus*. Половые различия, по-видимому, следует учитывать при моделировании описторхоза на животных и тестировании новых антигельминтных препаратов.

*Работа была проведена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-00790) и выполнена в рамках Бюджетного проекта (№ 0324-2018-0016) с использованием оборудования ЦКП, поддержанного Минобрнауки России (проект RFMEFI62117X0015).*

#### **EFFECT OF OPISTHORCHIS FELINEUS INFECTION ON BEHAVIOR AND BRAIN METABOLITES IN HAMSTERS**

**Galina B. Vishnivetskaya, Galina A. Maksimova, Vadim M. Efimov, Aleksey V. Katokhin, Evgenii L. Zavjalov, Galina V. Konzhevaya, Oleg B. Shevelev, Viatcheslav A. Mordvinov, Damira F. Avgustinovich**  
Institute of Cytology and Genetics SB RAS, Novosibirsk, Russia

*Opisthorchiasis* caused by trematode *Opisthorchis felineus* leads not only to hepatobiliary pathological changes, but has a significant impact on nervous system condition. The research has been made to study the brain response to chronic *Opisthorchis felineus* infection in an experimental animal model. In vivo proton magnetic resonance spectroscopy (1HMRS) of metabolites in the three brain structures and behavioral tests were used to study the brain response to the *Opisthorchis felineus* infection in Syrian hamsters. Integrative indicators, such as appearance, body weight gain, food and water intake, and motor performance, were evaluated for 6 months after infection. 1HMRS of the brain, blood test and weighing of the liver and spleen were performed at the end of the experiment.

The analysis of the complex of the obtained data using the methods of multivariate statistics allowed us to divide all animals into 4 groups differing by sex and effect (infection), and identify groups of parameters related to the body's response to infection. Parameters that are significantly correlated with the infection (ALT in blood, feed intake during the first month, duration of stay in open space in the open field test, relative masses of the liver and spleen, levels of myo-inositol, glycine and N-acetylaspartate in the hippocampus, levels of alanine and GABA in the prefrontal cortex), and parameters responsible for sex differences, were identified.

The findings suggest a significant and complex effect of chronic *O. felineus* invasion on the host, including impact on the brain. Sex differences were found in many indicators, both in control and in infected animals, which indicates the importance of the hormonal status in the implementation of the body's defense response to the *Opisthorchis felineus* infection. Sex differences, apparently, should be taken into account when modeling opisthorchiasis in animals and testing new anthelmintic drugs.

*The studies are supported by Russian Foundation of Basic Research (grant number 17-04-00790), Budget project (No. 0324-2016-0002) and implemented using the equipment of the Center for Genetic Resources of Laboratory Animals at ICG SB RAS, supported by the Ministry of Education and Science of Russia (project RFMEFI62117X0015).*

#### **ДВИГАТЕЛЬНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ ПРИ НЕВРИТЕ ЛИЦЕВОГО НЕРВА**

**Волкова Е.С., Сальникова Е.П.**

Башкирский институт физической культуры (филиал) Уральского государственного университета  
физической культуры, Уфа, Россия; [volkova\\_ekata@mail.ru](mailto:volkova_ekata@mail.ru)

Неврит лицевого нерва занимает второе место по частоте среди всех заболеваний периферической нервной системы (после неврита седалищного нерва) и первое – среди поражений черепных нервов, что обусловлено определенными анатомическими особенностями: на своем пути он проходит сквозь узкие каналы лицевых костей, поэтому даже незначительное воспаление приводит к его пережатую и кислородному голоданию, что и вызывает симптомы болезни (туннельный синдром). Наибольшая частота заболеваний приходится на холодное время года, что актуально для нашего региона, где холодные месяцы преобладают. В результате такой патологии в этих мышцах развивается слабость, приводящая к снижению (парез) или полному отсутствию (паралич) мимических движений и появлению асимметрии лица. Ограничение двигательной активности в сочетании с сильными, приступообразными болями вызывает физический и психологический дискомфорт, что приводит к существенному снижению качества жизни. Базой исследования являлась ГБУ Реабилитационный центр для детей и подростков с ограниченными возможностями здоровья г. Уфы. Работа основана на анализе результатов обследования 15 юношей возрасте 16-18 лет с невритом лицевого нерва в основном периоде. Из них 7 человек составили экспериментальную группу, 8 контрольную группу. В целом педагогический эксперимент продолжался 3 недели. В обеих группах были проведены 18 сеансов ЛФК. Занятия проводились по 35 минут. Контрольная группа занималась лечебной физической культурой по авторской методике В.И. Дубровского (2010 г.). Экспериментальная группа занималась лечебной физической культурой по модифицированной методике с включением в основную часть занятий звуковой гимнастики, а в заключительную – электротерапевтического аппарата «Пролог-02». Сравнительный анализ различных методик ЛФК пациентов контрольной и экспериментальной групп проводился по следующим показателям: двигательная активность верхней и нижней мимической мускулатуры, мигательный тест, тонус состояния покоя круговой мышцы рта, температура щечной области. Проведенное исследование показало, что применение звуковой

гимнастики и электротерапевтического аппарата «Пролог-02» позволяет более эффективно воздействовать на морфофункциональное состояние пациентов с невритом лицевого нерва: так двигательная активность верхней мимической мускулатуры у пациентов экспериментальной группы превысила значение контрольной на 20%, двигательная активность нижней мимической мускулатуры на 12%, мигательный тест на 7,8 %; миотометрия на 4,7%; термография на 2,8 %; кожная чувствительность на 26 %.

### **MOTOR REHABILITATION IN THE INFLAMMATION OF THE FACIAL NERVE**

**Volkova E.S., Salnikova E.P.,**

Bashkir Institute of Physical Culture (branch) of the Ural State University of Physical Culture, Ufa, Russian Federation, [volkova\\_ekata@mail.ru](mailto:volkova_ekata@mail.ru)

Neuritis of the facial nerve is the second in frequency among all diseases of the peripheral nervous system (after sciatic nerve neuritis) and the first among the injuries of the cranial nerves, which is caused by certain anatomical features: on its way it passes through narrow channels of the facial bones, therefore even minor inflammation leads to compression and oxygen starvation, which causes symptoms of the disease (tunnel syndrome). The greatest frequency of diseases falls on the cold season, which is important for our region, where the cold months prevail. As a result of this pathology, weakness develops in these muscles, leading to a decrease (paresis) or complete absence (paralysis) of mimetic movements and the appearance of facial asymmetry. The restriction of motor activity in combination with severe, attack-like pain causes physical and psychological discomfort, which leads to a significant reduction in the quality of life. The basis of the study was the GBU Rehabilitation Center for Children and Adolescents with Disabilities in Ufa. The work is based on an analysis of the results of a survey of 15 youths aged 16–18 years with neuritis of the facial nerve in the main period. Of these, 7 people were experimental group, 8 control group. In general, the pedagogical experiment lasted 3 weeks. In both groups, 18 exercise therapy sessions were conducted. Classes were held for 35 minutes. The control group was engaged in medical physical culture according to the author's method V.I. Dubrovsky (2010). The experimental group was engaged in medical physical culture according to a modified method with the inclusion of sound gymnastics in the main part of the classes, and in the final part – the Prolog-02 electrotherapeutic device. A comparative analysis of various methods of exercise therapy of patients in the control and experimental groups was carried out according to the following indicators: the motor activity of the upper and lower facial muscles, the blink test, the resting state of the circular muscle of the mouth, the temperature of the buccal region. The study showed that the use of sound gymnastics and electrotherapeutic device "Prolog-02" allows you to more effectively affect the morphofunctional state of patients with neuritis of the facial nerve: so the motor activity of the upper facial muscles in patients of the experimental group exceeded the value of the control by 20%, the motor activity of the lower facial muscles musculature by 12%, blink test by 7.8%; myotonometry by 4.7%; thermography by 2.8%; skin sensitivity by 26%.

### **ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ЭФИРНОГО МАСЛА ОРЕГАНО НА СОДЕРЖАНИЕ АРАХИДОНОВОЙ И ДОКОЗАГЕКСАЕНОВОЙ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МОЗГЕ МЫШЕЙ**

**Воробьева А.К., Мишарина Т.А., Голощапов А.Н., Бурлакова Е.Б.**

ФГБУН Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, г. Москва, Российская Федерация;  
[ak.vorobyova@gmail.com](mailto:ak.vorobyova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m347.sudak.ns2019-15/123-124>

Длинноцепочечные жирные кислоты (ЖК)  $\omega$ -3 известны как потенциальные нейропротекторные агенты благодаря способности влиять на процессы нейровоспаления. Особая роль принадлежит арахидоновой (АК) и докозагексаеновой (ДГК) ЖК как важнейшим регуляторам функций и процессов, происходящих в центральной нервной системе.

Целью работы являлось изучение влияния постоянного приема эфирного масла (ЭМ) орегано на ЖК состав мозга мышей Balb/c. Мыши в опытных группах в течение всей жизни получали питьевую воду с добавлением ЭМ орегано в малой 0,15 нг/мл (МД) и большой 150 нг/мл дозах (БД). Контрольные животные пили обычную воду. Определение относительного содержания ЖК проводили у мышей в возрасте 2, 5, 9, 16 и 25 мес.

Доля АК и ДГК с увеличением возраста изменялась незначительно до 9-ти месячного возраста и прием ЭМ в обеих дозах слабо влиял на содержание этих кислот. В возрасте 16 и 25 мес. в мозге мышей контрольной группы содержание АК снижалось на 17% и 10% по сравнению с 2-х месячными животными, соответственно. Постоянный прием ЭМ орегано в МД приводил к увеличению содержания АК у 16-ти месячных мышей на 14%, а у 25-ти месячных на 26% по сравнению с контролем. ЭМ орегано в БД не изменяло содержание АК у 16-ти месячных мышей и увеличивало на 6% в возрасте 25 мес. Содержание ДГК в мозге животных в возрасте 16 и 25 мес. уменьшилось по сравнению с 2-х месячными мышами. на 14-15%. Прием ЭМ орегано в МД увеличивал ее уровень на 17% и 40% в возрасте 16-ти и 25-ти месяцев, соответственно. В случае употребления ЭМ орегано в БД содержание ДГК к 25 мес. значительно увеличивалось – на 42% по сравнению с контролем.

Таким образом, можно заключить, что закономерности изменений в составе ЖК мозга носят сложный характер. На содержание изученных ЖК оказывают влияние такие факторы как доза ЭМ орегано и длительность его приема, а также возраст животных.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, грант 14-16-00102, а также в рамках работ по госбюджетному финансированию.*

## THE EFFECT OF OREGANO ESSENTIAL OIL INTAKE ARACHIDONIC AND DOCOSAHEXAENOIC FATTY ACIDS CONTENT IN THE BRAIN OF MICE

**Vorobyova Anastasia K., Misharina Tamara A., Goloshchapov Aleksandr N., Burlakova Elena B.**  
Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS, Moscow, Russia; ak.vorobyova@gmail.com

The long chain  $\omega$ -3 fatty acids are well known as potential neuroprotective agents due to its ability to interfere the processes of neuroinflammation. The special role belongs to arachidonic acid (AA) and docosahexaenoic acid (DHA) which are the most important regulators of functions and processes in central nervous system.

The aim of the present work is to study the effect of continuous intake of oregano essential oil (EO) on fatty acid composition in the brain of Balb/c mice. Two experimental groups of mice were supplemented with drinking water containing oregano EO at dose of 0,015 ng/ml or 0,15 ng/ml throughout life. Control animals drank pure water. The proportion of fatty acids in brain homogenates of mice at the age of 2, 5, 9, 16, and 25 months was determined.

The content of AA and DHA remained almost unchanged in the control group up to 9 months of age, as well as in both experimental groups. At the age of 16 and 25 months, the AA content in control group decreased by 17% and 10% compared to 2-month-old animals, respectively. Intake of oregano EO at 0,015 ng/ml resulted in an increase of the content of AA in 16-month-old mice by 14%, and in 25-month-old mice by 26% compared to the control, however at 0,15 ng/ml we observed a slight effect on the AA proportion. The content of DHA in the brain of animals at the age of 16 and 25 months decreased compared to 2-month-old mice by 14-15%. The level of DHA in the brain of animals supplemented with oregano EO at 0,015 ng/ml increased by 17% and 40% at the age of 16 and 25 months, respectively. We also observed significantly increased (by 42% compared to the control) level of DHA at the dose of 0,15 ng/ml oregano intake at the age of 25 month.

Thus, it can be concluded that the patterns of changes in the fatty acid composition of the brain are complex. The content of studied fatty acids is influenced by such factors as the dose and duration of oregano EO administration, as well as the age of the animals. *This work was performed by the financial support of the Russian Science Foundation, grant 14-16-00102, as well as in the framework of state budget financing.*

## ФЕНОМЕН ПОВЕРНУТОЕ ПЯТНО «СПЕЦИФИЧЕСКОГО ДЕФИЦИТА ЗРЕНИЯ»

**Воронков Г.С.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [av13675@yandex.ru](mailto:av13675@yandex.ru)

Одной из наиболее заметных характеристик пятна «специфического дефицита зрения» (пСДЗ) является направленное **сверху вниз** движение в нем «динамичных» включений [1, 2]. Пятно СДЗ-образ обуславливается «сетчаточным» пСДЗ, изображение которого на сетчатке создается тенями от неоднородностей в светопроводящих структурах самого глаза, в частности, от включений, несомых потоком внутриглазной жидкости [3]. В докладе дано описание условий и проведен анализ причин необычного вида пСДЗ – когда поток включений в нем видится направленным **снизу вверх**. Выяснено, что необычное пСДЗ создается ярким точечным бликом на внешней поверхности линзы очков от отдаленного источника света. Показано, что, помимо изменения, на обратное, направления движения динамичных включений, в необычном пСДЗ повернут также на 180° паттерн статичных включений. Таким образом, в необычном пСДЗ повернутым на 180° является весь паттерн пСДЗ целиком. Важным для объяснения природы необычного, повернутого пСДЗ (ппСДЗ) явилось наблюдение инверсии этого ппСДЗ. Инверсия имеет место при отставлении линзы очков на некоторое расстояние от глаза. После инверсии паттерн ппСДЗ видится как паттерн обычного пСДЗ, в том числе, направление движения динамичных включений видится в нем теперь как **сверху вниз**. Эти наблюдения объясняются результатами, полученными путем построения хода лучей в глазу с учетом известных данных о преломляющей силе оптической системы глаза. Результаты построения хода лучей свидетельствуют, что при расстоянии блика до роговицы меньшем, чем удвоенное фокусное расстояние оптической системы глаза, изображение на сетчатке, создаваемое тенями от включений является повернутым на 180°; тогда как, при расстоянии блика до глаза большим удвоенного фокусного расстояния, изображение создается прямым. Эти результаты согласуются с действительностью. Так, ппСДЗ видится только при надетых очках, – когда расстояние блика до глаза равно ~ 21 мм; это меньше удвоенного фокусного расстояния 2f, которое (2f), по известным данным, составляет 28,0÷38,6 мм; ппСДЗ видится как обычное пСДЗ только при отодвинутых очках, при расстоянии блика до глаза много большем 2f. **Из сделанного выше описания свойств ппСДЗ и их анализа следует, что фактором, от которого зависят и создание ппСДЗ, и необычная повернутость его паттерна в целом (в сравнении с таковым обычного пСДЗ), является дополнительная к глазу оптика.** Несмотря на то, что полученные результаты свидетельствуют, что описанный здесь феномен является искусственным феноменом, они дают основание для обсуждения нескольких достаточно актуальных вопросов, касающихся феномена СДЗ как такового. В докладе обсуждаются два таких вопроса. Результатом первого обсуждения является заключение, что полученные здесь данные (путем построения хода лучей) подтверждают сделанный ранее в [2] вывод, основанный только на анатомических данных – что поток динамических включений за хрусталиком глаза направлен сверху вниз. Результатом второго обсуждения является ответ на вопрос, почему яркий блик на роговице глаза от солнца и других ярких источников света не проявляется в виде феномена СДЗ (в отличие от блика на линзе очков). Согласно проведенным построениям, отсутствие феномена СДЗ в случае с ярким бликом на роговице объясняется тем, что этот блик находится на расстоянии до оптической системы глаза меньшем F (фактически, это расстояние равно нулю) – в этих условиях лучи сразу за оптической системой сильно расходятся, они не создают пСДЗ.

Литература

[1] <https://istina.msu.ru/publications/article/30351725>

[2] <https://istina.msu.ru/publications/article/20409334>

[3] <https://istina.msu.ru/publications/article/83973840>

## THE TURNED SPOT PHENOMENON OF "SPECIFIC VISION DEFICIT"

Voronkov G.S.

The M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

One of the most noticeable characteristics of the «specific vision deficit» spot (SVDs) is the downward movement of "dynamic" inclusions in it [1, 2]. The SVDs-image is caused by the "retina" SVDs, the picture of which on the retina is created by shadows from inhomogeneities in the light-conducting structures of the eye itself, in particular, from inclusions carried by the intraocular fluid flow [3]. The report describes the conditions and analyzes the causes of an unusual type of SVDs-image – when the flow of inclusions in it is seen from the bottom up. It was found that an unusual SVDs is created by a bright point glare on the outer surface of the lens of glasses from a distant light source. It is shown that, in addition to changing the direction of dynamic inclusions motion to the opposite direction, in an unusual SVDs-image turn also 180° pattern of static inclusions. Thus, in an unusual SVDs-image rotated 180° is the whole of patterns entirely. Important to explain the nature of the unusual, rotated SVDs-image (rSVDs-image) was the observation of the inversion of this rSVDs-image. Inversion occurs when the lens of the glasses is set back some distance from the eye. After the inversion, the rSVDs-image pattern is seen as a pattern of the usual SVDs-image, including the direction of motion of dynamic inclusions is now seen in it as from top to bottom. These observations are explained by the results obtained by constructing the rays course in the eye, taking into account the known data on the refractive power of the eye optical system –  $F=14,0\div 19,3$  mm. The results of the rays course construction indicate that when the glare is at a distance from the cornea less than  $2F$  (double focal length) of the eye optical system, the picture on the retina of the shadows from the inclusions is rotated by 180; at the same time, when the glare is at a distance from the eye greater than  $2F$ , the picture is created straightly. These results are consistent with reality. Thus, the rSVDs-image is seen as the rotated SVDs-image only with normally worn glasses – when the glare of glasses lens is at a distance from the eye equal to  $\sim 21$  mm; it is less than  $2F$ ; the rSVDs-image is seen as the **normal** SVDs-image only when the glasses are moved away from the eyes – when the glare of glasses lens is at a distance from the eye a lot more  $2F$ . From the above description of the properties of rSVDs-image and their analysis, it follows that the factor on which the creation of rSVDs-image and the unusual rotation of its pattern as a whole (in comparison with that of the **normal** SVDs-image) depend is an additional optics to the eye. Despite the fact that the results show that the phenomenon described here is an artificial phenomenon, they provide a basis for discussion of several quite topical issues related to the SVD phenomenon as such. The report discusses two such issues. The result of the first discussion is the conclusion that the data obtained here (by the rays course construction) confirm the conclusion made earlier in [2], based only on anatomical data – that the flow of dynamic inclusions behind the eye lens is directed from top to bottom. The result of the second discussion is the answer to the question why the bright glare on the eye cornea from the sun and other bright light sources is not manifested in the form of the SVD phenomenon (unlike the glare on the glasses lens). According to the conducted constructions, the absence of the SVD phenomenon in the case of a bright glare on the cornea is explained by the fact that this glare is at a distance to the eye optical system smaller than  $F$  (in fact, this distance is zero) – in these conditions, the rays immediately behind the optical system strongly diverge, they do not create SVDs.

### Literature

[1] <https://istina.msu.ru/publications/article/30351725>

[2] <https://istina.msu.ru/publications/article/20409334>

[3] <https://istina.msu.ru/publications/article/83973840>

## ТРИПТОФАНГИДРОКСИЛАЗЫ – КЛЮЧЕВЫЕ ФЕРМЕНТЫ СИНТЕЗА СЕРОТОНИНА В МЕХАНИЗМАХ АДАПТИВНЫХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА

<sup>1</sup>Воронова И.П., <sup>2</sup>Куликов А.В.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии и фундаментальной медицины СО РАН, Новосибирск, Россия.

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия.  
[i.p.voronova@physiol.ru](mailto:i.p.voronova@physiol.ru)

<https://doi.org/10.29003/m348.sudak.ns2019-15/125-126>

Серотонин (5-НТ) – один из медиаторов головного мозга и важный биологический амин периферии – участвует в регуляции большого числа физиологических функций, некоторых видов адаптивного поведения и развитии целого ряда психопатологических состояний. Ключевым ферментом синтеза 5-НТ является триптофангидроксилаза (ТПГ), которая гидроксилирует незаменимую аминокислоту триптофан до 5-гидроксириптофана. Существуют два белка-фермента, гидроксилирующие триптофан: ТПГ1 и ТПГ2. Они кодируются разными генами, локализованными в разных хромосомах, и экспрессируются в разных тканях: ТПГ1 – в эпифизе и на периферии, а ТПГ2 – в серотонергических нейронах головного мозга.

Для ТПГ2 показано важное значение изменений ее активности в феномене зимней спячке млекопитающих (уникальной природной адаптации к переживанию неблагоприятных условий); при доместикации животных (моделировании эволюционных процессов отбора на контрастные типы поведения); в возникновении депрессивно-подобных состояний у животных, которые используют как модель для исследования механизмов депрессии человека. В настоящее время предприняты попытки выяснения значения ТПГ2 и ТПГ1 для организма на животных с нокаутами по генам этих ферментов.

Исследования нуклеотидной последовательности гена ТПГ2 выявили в нем целый ряд однонуклеотидных полиморфизмов. Однако к настоящему времени физиологическое значение большинства их остается неясным. Только для одной редкой мутации, R441H, у человека имеется доказательство ее ассоциации с тяжелой формой депрессии. У мышей мутация R439H, гомологичная мутации R441H человека, приводит снижению активности ТПГ2 и уровня 5-НТ до 20% от нормы. Еще одним

полиморфизмом в гене *Tph2*, влияющим на активность ТПГ, является полиморфизм С1473G у мышей. У гомозиготных по G аллелю животных активность ТПГ2 снижена вдвое, и в природных популяциях мышей аллель G не обнаружен, т.е. у них эволюционно поддерживается высокая активность ТПГ в мозге. Таким образом, выяснение физиологического и эволюционного смысла как полиморфизмов в генах ТПГ1 и ТПГ2, так и уровня активности ферментов по-прежнему актуально.

*Работа поддержана проектом № 0538-2014-0010 и грантом РФФИ 17-04-00266.*

### **TRYPTOPHAN HYDROXYLASES – THE KEY ENZYMES OF SEROTONIN SYNTHESIS IN MECHANISMS OF ADAPTIVE AND PATHOLOGICAL REACTIONS OF THE ORGANISM**

<sup>1</sup>Voronova Irina P., <sup>2</sup>Kulikov Alexander V.

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Physiology and Fundamental Medicine, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution of Science Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia.

[i.p.voronova@physiol.ru](mailto:i.p.voronova@physiol.ru)

Serotonin (5-HT) – one of the brain mediators and an important peripheral biological amine – is involved in the regulation of a large number of physiological functions, certain types of adaptive behavior and the development of a number of psychopathological states. The key enzyme for the synthesis of 5-HT is tryptophan hydroxylase (TPH), which hydroxylates the essential amino acid tryptophan to 5-hydroxytryptophan. There are two enzymes hydroxylating tryptophan: TPH1 and TPH2. They are encoded by different genes localizing in different chromosomes and are expressed in different tissues: TPH1 – in the pineal gland and the periphery, and TPH2 – in the brain serotonergic neurons.

The marked changes in the activity of TPH2 was shown for the mammalian hibernation (a unique natural adaptation for the survival under the adverse conditions), for the animal domestication (modeling of evolutionary selection processes of contrasting types of behavior), for the depressive-like behavior in animals, which are used as a model to study the mechanisms of human depression. At present, the attempts have made to clarify the significance of TPH2 and TPH1 in the organism by using the knockout-animals for the genes of these enzymes.

Studies of the nucleotide sequence of the TPH2 gene revealed a number of single nucleotide polymorphisms. However, to date, the physiological significance of the most of them remains unclear. For only one rare human mutation, R441H, there is the evidence of its association with a severe form of depression. In mice, the R439H mutation, homologous to the human R441H mutation, results in a decrease in TPH2 activity and 5-HT level down to 20% of the norm. Another polymorphism in the *Tph2* gene, that affects the TPH activity, is the C1473G polymorphism in mice. The G-allele homozygotes have the 2-fold decreased TPH2 activity, also the allele G was not detected in the natural populations of mice, i.e. the high TPH activity in the brain is maintained evolutionarily in the mice. Thus, the elucidation of the physiological and evolutionary significance of the polymorphisms in the *Tph1* and *Tph2* genes as well as the significance of the enzyme activity level is still relevant.

*The work is supported by the project N 0538-2014-0010 and by the RFBR grant 17-04-00266.*

### **СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ (ПИРАМИДАЛЬНОЙ) ОРГАНИЗАЦИИ МОЗГА В ПРОЦЕССЕ ПЕРЕРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ**

**Габибов И.М.**

ФГУП «НИИ гигиены профпатологии и экологии человека» ФМБА России.

Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [igabibov@mail.ru](mailto:igabibov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m349.sudak.ns2019-15/126-127>

Рассмотрение механизмов интегративных процессов на уровне высших (ассоциативных) отделов коры мозга, представляется актуальным для понимания роли больших полушарий и формирования нейронных сетей, участвующих в организации как процесса переработки пространственной информации, так и сложных форм поведения.

Начиная с 60-х годов прошлого столетия, сложилось представление о том, что разноориентированные колонки в пределах микроучастка коры, объединяются в модули [1, 2]. Однако, модульный принцип организации нейронных систем не позволяет трактовать современные представления о механизме объединения отдельных признаков объекта в единое целое на уровне нейронов ассоциативной коры.

Исследование рецептивных полей (РП) нейронов ассоциативной коры и морфологической основы их формирующих показало, что проекция большого числа нейронов затылочной коры с меньшими размерами РП, расположенные в представительстве центра поля зрения и меньшего числа нейронов с большими размерами РП, расположенные на периферии поля зрения обеспечивают формирование больших размеров РП и одинаковые размеры субзон [3]. Таким образом, именно на уровне ассоциативной коры мозга проявляется целостная система окружающего мира и происходит полное описание изображений или образов, окружающих нас. Также установлено, что размеры РП нейронов левого полушария значительно превосходят правого полушария [4].

Исследование ассоциативных связей мозга с использованием маркера пероксидазы хрена (ПХ) показало, что большее число меченых нейронов наблюдалось в затылочной коре. В результате установлена взаимосвязь между строгой организованности в расположении меченых ПХ клеток в разных частях стриарной коры и строго организованных РП нейронов на уровне заднетеменной коры [3, 5, 6]. Таким образом, на этом уровне коры происходит объединение частей или отдельных составляющих образов в единое целое. Такой принцип организации мозга для простоты изложения назовем пирамидальным. Пирамидальный принцип организации имеет морфо-функциональную основу и объясняет механизм

формирования нейронных сетей от уровня к уровню, обеспечивая и функциональную межполушарную асимметрию.

1) Габиров И.М. Интегративная деятельность и пластичность в нейронных сетях таламопариетальной системы мозга человека и животных. Изд-во «Super-издатель». СПб, 2017. – 257 с. 2) Патент на изобретение № 2219832. RU. 2002. 3) Патент на полезную модель № 41610. RU. 2004. 4) Патент на изобретение, №2563371. RU. 2015. 5) Патент на изобретение з. № 2015152971. RU. 2016. 6) Патент на полезную модель. з. № 2016108203. RU. 2017.

#### **THE MODERN IDEA OF STRUCTURAL-FUNCTIONAL (PYRAMIDAL) ORGANIZATION OF THE BRAIN IN THE SPATIAL INFORMATION PROCESSING**

**Gabibov Islamagomed M.**

Federal state unitary enterprise "Research Institute of human hygiene, occupational health and ecology" of Federal Medico-biological Agency. St. Petersburg, Russia. Email: igabibov@mail.ru

Consideration of integrative processes mechanisms at the brain associative cortex level is actual for understanding the role of the cerebral hemispheres and forming of neural networks involved in the organization of both the process in processing of spatial information and complex forms of behavior. Since the 60th of the last century, there was an idea that the differently oriented columns within the micro-section of the cortex are combined into modules [1, 2]. However, the modular principle of the organization of neural systems does not allow us to interpret modern ideas about combining individual features mechanism of the object into a single whole at the level of associative cortex neurons.

The study of the functional characteristics of associative cortex neurons and the morphological basis of their forming showed that the projection of a large number of occipital cortex neurons with smaller receptive fields (RF) size, located in the representation of the view field center and a smaller number of neurons with large RF, located on the view field periphery of provide the formation of large RF and the same subzones size [3]. Thus, it is at the associative cortex level that the whole system of the surrounding world manifests itself and a complete description of the images or images surrounding us takes place. It was also found that the RF neurons size in the left hemisphere is much larger than the right hemisphere [4].

The study of brain associative connections showed that a greater number of labeled neurons were observed in the occipital cortex. As a result of these studies, strict organization in the arrangement of labeled HRP neurons in different parts of the striate cortex and the presence of strictly organized RF at the associative cortex neurons level were established [3, 5, 6]. Thus, at this cortex level there is a union of images individual components into a single whole, regardless of representation in the cortex. This principle of the spatial information processing organization for ease of presentation called pyramidal. The pyramidal principle of organization has a morphological and functional basis and explains of neural networks formation mechanism in the brain, providing functional interhemispheric asymmetry.

1) Gabibov I.M. Integrative activity and plasticity of neural networks in the talamoparietal system of man and animals brain. Publ. Hous "Super-Publisher". Saint Petersburg. 2017. – 257 p. 2) Patent for invention № 2219832. RU. 2002. 3) Utility Patent № 41610. RU. 2004. 4) Patent for invention №2563371. RU. 2015. 5) Patent for invention appl. № 2015152971. RU. 2016. 6) Utility Patent appl. № 2016108203. RU. 2017.

#### **ВЛИЯНИЕ ЭТОСУКСИМИДА НА ПИК-ВОЛНОВЫЕ РАЗРЯДЫ У КРЫС ЛИНИИ WAG/Rij С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИЕЙ**

**Габова А.В., Федосова Е. А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; agabova@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m350.sudak.ns2019-15/127-128>

Крысы линии WAG/Rij являются генетической моделью абсансной эпилепсии, характеризующейся спонтанными генерализованными пик-волновыми разрядами (ПВР) на ЭЭГ. Ранее нами было показано, что зрелые ПВР с типичной морфологией появляются у крыс линии WAG/Rij в возрасте 2-4 месяцев, проходя 3 стадии "созревания". В настоящей работе у 6-месячных крыс линии WAG/Rij исследовали восстановление ПВР после их подавления с помощью антиабсансного препарата первого выбора этосуксимида. Этосуксимид вводили внутривенно в течение 14 дней в дозе 300 мг/кг/день. Записи ЭЭГ проводили на 3-й и 7-й дни после его отмены. Контрольным крысам вводили растворитель. Регистрировали число, длительность, амплитуду и индекс асимметрии разрядов. Для выявления морфологических особенностей разрядов строили частотно-временные спектры и спектры мощности ПВР, используя быстрое преобразование Фурье и комплексный вейвлет Морле. На 3-й день после отмены введения препарата число разрядов уменьшалось практически до нуля (1-2 разряда за 3 ч, средняя длительность меньше 1 сек). Зрелые ПВР замещались большим числом незрелых разрядов в виде веретенообразных осцилляций разной длительности. Пики осцилляций не сопровождалась волнами, что соответствует 1-й стадии возраст-зависимой эволюции разрядов. На 7-й день после отмены введения этосуксимида число и длительность ПВР незначительно увеличивались, но продолжали оставаться пониженными по сравнению с контролем. Усредненный спектр мощности этих разрядов имел только один раздвоенный пик на частоте 9 и 11 Гц. Спектрограмма комплексного вейвлета Морле указывала на частотно-временную нестабильность незрелых разрядов. На 7-й день после отмены препарата на ЭЭГ появлялись разряды, в которых перемежались фрагменты с пик-волновыми комплексами и фрагменты веретенообразных осцилляций (2-я стадия развития ПВР). По сравнению с 3-м днем увеличивалось число зрелых разрядов с регулярно повторяющимися пик-волновыми комплексами (3 стадия развития ПВР). В усредненном спектре мощности появлялись первая и вторая гармоники, а спектрограмма комплексного вейвлета Морле указывала на увеличение частотно-временной стабильности разрядов. Результаты свидетельствуют о том, что



восстановление абсансных ПВР после их полного подавления происходит по такому же сценарию, как и возраст-зависимая эволюция ПВР, в которой можно выделить те же 3 стадии развития. Отмена этосуксимида приводит к постепенному восстановлению ПВР, но в значительно ускоренном темпе по сравнению с их возраст-зависимой эволюцией.

### **EFFECTS OF ETHOSUXIMIDE ON THE SPIKE-WAVE DISCHARGES IN WAG/RIJ RATS WITH GENETIC ABSENCE EPILEPSY**

**Gabova Alexandra V., Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B., Sarkisova Karine Yu.**  
Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of Russian Academy of Science  
Moscow, Russia; agabova@yandex.ru

WAG/Rij rats are a genetic model of absence epilepsy characterized by spontaneous generalized spike-wave discharges (SWDs) on the EEG. We have previously shown that mature SWDs with typical morphology appear in WAG/Rij rats at the age of 2–4 months, passing through 3 stages of "maturation". In the present study, in 6-month-old WAG/Rij rats, the restoration of SWDs after their suppression by the first-choice anti-absence drug ethosuximide was investigated. Ethosuximide was injected intraperitoneally for 14 days in a dose of 300 mg/kg/day. EEG registrations were carried out on the 3<sup>rd</sup> and 7<sup>th</sup> days after ethosuximide cancellation. Vehicle was administered to control rats. The number, duration, amplitude and asymmetry index of discharges were recorded. To investigate morphological characteristics of SWDs, power spectra and the time-frequency spectra of SWDs were constructed, using fast Fourier transform and complex wavelet Morlet. On the 3<sup>rd</sup> day after drug cancellation, the number of discharges reduced to almost zero (1-2 discharges per 3 hours, with mean duration less than 1s). Mature SWDs were replaced by a large number of spindle-like oscillations of different duration. Spikes of oscillations were not accompanied by waves what corresponds to the 1<sup>st</sup> stage of the age-dependent evolution of discharges. On the 7<sup>th</sup> day after ethosuximide cancellation, the number and duration of SWDs slightly increased, but continued to be reduced compared to control. Averaged power spectra of these discharges had only one double peak at the frequency of 9 and 11 Hz. Complex wavelet Morlet spectrograms indicated the time-frequency instability of immature discharges. On the 7th day after ethosuximide cancellation, discharges, in which fragments with spike-wave complexes alternated with fragments of spindle-like oscillations (2<sup>nd</sup> stage of SWDs development) appeared on the EEG. In comparison with the 3<sup>rd</sup> day, the number of mature discharges with regularly occurring spike-wave complexes increased (3<sup>rd</sup> stage of SWDs development). In the averaged power spectra, the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> harmonics appeared, and the complex wavelet Morlet spectrograms indicated increases in the time-frequency stability of the discharges. The results suggest that restoration of absence epileptic SWDs after their complete suppression occur in the same scenario as the age-dependent SWDs evolution, in which the same 3 stages of development can be detected. The cancellation of ethosuximide leads to the gradual restoration of SWDs, but in a significantly accelerated rate compared with their age-dependent evolution.

### **ЭЭГ И ИМПУЛЬСНАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ У КРЫС ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ПОВЕДЕНИЕМ КОНСПЕЦИФИКА**

Гаврилов В.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт психологии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m351.sudak.ns2019-15/128-129>

Одним из способов приобретения нового опыта является наблюдение за поведением других индивидов. С открытием «зеркальных» нейронов (di Pellegrino G. et al., 1992; Gallese V. et al., 1996), их активность стали считать «механизмом» наблюдения и подражания. Установление поведенческой специализации нейронов (Швырков В.Б., 1986; Shvyrkov, 1986) и последующие многочисленные исследования нейронной активности в поведении (Александров Ю.И. и др., 1986, 1997, 2014, 2018, и др.) позволили предположить, что «зеркальность» — сходный паттерн активности как при выполнении действий, так и при наблюдении за выполнением таких же действий другими — свойственна не только специфической группе «зеркальных» нейронов в премоторной коре приматов, но и нейронам в разных областях мозга и у разных видов животных. Для проверки этой гипотезы в данной работе регистрировали импульсную активность нейронов у крыс в инструментальном пищедобывательном поведении и при наблюдении за таким же поведением, реализуемом конспецификом.

Регистрация проводилась стеклянными микроэлектродами с импедансом 0.5 – 4 мОм на частоте 1 кГц. Критерием для установления специализации нейрона было появление у него специфической активации в определенном акте поведения, которая возникает в 100% случаев при повторях этого акта. Импульсная активность нейронов зарегистрирована у 4 крыс-наблюдателей (двух наивных и двух опытных), при наблюдении за крысой-демонстратором, реализующим акты инструментального поведения нажатия на педаль для получения пищи в кормушке. Были проанализированы 26 файлов с активностью нейронов в лимбической области коры мозга (14 у наивных и 12 у опытных крыс) и 29 – в соматосенсорной (14 у наивных и 15 у опытных крыс). По критерию 100% активации среди зарегистрированных нейронов не были найдены такие клетки, чья активность была бы исключительно связана с реализацией какого-либо поведенческого акта, реализуемого крысой-демонстратором. У некоторых нейронов, зарегистрированных у опытных крыс, спайки появлялись преимущественно при наблюдении за определенным актом, реализуемым крысой-демонстратором, но не при всех реализациях этого акта. У двух нейронов импульсная активность увеличивалась в акте подхода к кормушке, а у трех нейронов – при подходе к педали.

В ранее проведенных нами исследованиях были установлены ЭЭГ-потенциалы, связанные с выполнением актов выученного поведения нажатия на педаль для получения пищи в кормушке; схожие потенциалы, но меньшей амплитуды, были показаны у обученных этому поведению животных (опытных крыс-наблюдателей) при наблюдении за тем же поведением, которое выполняет конспецифик (крыса-

демонстратор), при этом у необученных животных (наивных крыс-наблюдателей) подобные потенциалы отсутствовали (Гаврилов и др., 2009, 2012, 2014; Пистун, Гаврилов, 2009; Gavrilov, Pistun, 2010). Эти данные дают основания полагать, что при увеличении выборки в данной экспериментальной модели нам удастся зарегистрировать специализированные нейроны, активность которых будет связана не только с реализацией определенных поведенческих актов, но и при наблюдении за их реализацией конспецификом. В этом случае, можно будет утверждать, что многие нейроны у разных видов животных являются «зеркальными», но под «зеркалами» в мозге следует понимать системы специализированных относительно актов поведения нейронов, которые образуют структуру индивидуального опыта субъекта и обеспечивают поведение, как внешне наблюдаемое, так и внутреннее, скрытое для внешнего наблюдателя.

*Работа выполнена по госзаданию № 0159-2018-0002*

### **EEG AND NEURONAL ACTIVITY IN RATS OBSERVING BEHAVIOUR OF A CONSPECIFIC Gavrilov Vladimir V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Psychology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

One way of forming new experience is by observing behaviour of other individuals. With the discovery of "mirror" neurons (di Pellegrino G. et al., 1992; Gallese V. et al., 1996), their activity has been thought to explain the neuronal mechanisms for observation and imitation. The development of ideas on behavioural specialisation of neurons (Shvyrkov, 1986) and the studies of impulse neuronal activity in behaving animals (Alexandrov et al., 1986, 1997, 2014, 2018, etc.) support the hypothesis that the "mirror" properties, i.e. similar patterns of activity during performing actions and observing those actions performed by others, are characteristic not only for a specific group of "mirror" neurons in the primate premotor cortex, but also for neurons in various brain regions and in different species of animals. To test this hypothesis, impulse neuronal activity was recorded in rats while they were performing instrumental food-acquisition behaviour and observing the same behaviour performed by other rats.

Recordings were made using glass microelectrodes with impedance of 0.5 – 4 mOm at the frequency of 1kHz. The criterion of specialisation for a neuron was its specific activation during a certain behavioural act in 100% of events when this act was performed. Impulse neuronal activity was recorded in 4 rats (2 naïve and 2 trained) while they were observing rats-demonstrators performing the acts of pressing a lever in order to obtain food. We analysed 26 recordings from limbic cortex (14 in naïve rats and 12 in trained rats) and 29 – from somatosensory cortex (14 in naïve rats and 15 in trained rats). None of the recorded neurons exclusively activated during a particular behaviour act performed by a rat-demonstrator. Some neurons recorded in trained rats-observers activated mainly during one particular act but such activations were not present in all repetitions of this act by the rat-demonstrator. The activity of two neurons enhanced during the act of approaching the feeder and activity of three neurons enhanced during approaching the lever.

In our previous studies, we had identified the behaviour related EEG-potentials in rats trained to perform the food-acquisition lever-pressing behaviour, and those EEG-potentials were not only present while rats performed this task but also, with smaller amplitudes, while they were observing other rats doing it; in naïve animals such EEG-potentials were absent (Gavrilov et al., 2009, 2012, 2014; Pistun, Gavrilov, 2009; Gavrilov, Pistun, 2010). These results suggest that increasing the sample size in our experimental model may bring success in finding specialised neurons, the activity of which is related not only to performing certain behavioural acts but also to observing conspecifics performing these acts. In this case, it would be possible to argue that a number of different neurons in various species are "mirror", but the "mirrors" in the brain should be understood as the systems of neurons specialised in relation to behavioural acts, which comprise the structure of individual experience and provide the realization of both, externally observable behaviour and hidden internal behaviour.

*The study was done on the state assignment No 0159-2018-0002*

### **МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОСТИ МОЗГА К ИШЕМИИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ**

**Гаврилова С.А., Дерягин О.Г.<sup>1</sup>, Кошелев В.Б.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия,

<sup>1</sup>Clarivate Analytics, Barcelona, Spain, [sgavrilova@mail.ru](mailto:sgavrilova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m352.sudak.ns2019-15/129-130>

В лекции будет рассказано об удивительной способности сердца и мозга активировать собственные защитные силы и повышать устойчивость к развитию ишемии или гипоксии в результате предварительной тренировки повреждающими стимулами около пороговой силы разной природы. Этот феномен назван прекондиционирование. Эффекты прекондиционирования направлены на увеличение выживаемости клеток вокруг очага некроза – в пенумбре. В этой области кровоснабжение частично сохранено, и клетки долго находятся в состоянии неопределенности – между жизнью и смертью. Сейчас прекондиционирование рассматривают шире и защитные механизмы пытаются активировать у людей, входящих в группу риска при заболеваниях сердечно-сосудистой системы.

Для создания ишемической толерантности используют гипоксическую (эпизоды дыхания воздухом с низким содержанием кислорода), ишемическую (ишемия-реперфузия органа короткими эпизодами), дистантную (ишемия другого органа) тренировки. В настоящее время изучают механизмы посткондиционирования. В этом случае ослабление реперфузионного повреждения наступает в результате коротких эпизодов ишемии-реперфузии при восстановлении кровотока в этой ткани. Очень современным является направления, в котором изучают механизмы комбинированного действия физических упражнений с ограничением кровотока. Эти подходы важны для людей, у которых в результате ухудшения здоровья организм не способен запустить защитные механизмы в ответ на тренировку.

Выделяют острую и отсроченную фазы прекондиционирования. Острая наступает сразу после воздействия и длится 2-3 часа. Отсроченная наступает через три часа после и длится дни, недели и даже месяцы.

В механизмы острой фазы включены изменения проницаемости ионных каналов, гиперполяризация плазматической мембраны, увеличение концентрации тормозных нейромедиаторов, редукция входящего кальциевого тока, аденилирование и десенситизация субъединиц AMPA-рецепторов, фосфорилирование регуляторных белков, перестройка белкового состава клетки, повышение концентрации «стресс-белков», активация киназ и фосфатаз, транскрипционных факторов, метаболических ферментов, структурных и транспортных белков, а также белков, участвующих в регуляции клеточного цикла и процесса апоптоза.

Отсроченная фаза эффектов прекондиционирования связана с активацией факторов транскрипции HIF-1 и Nrf2. Эффекты этой фазы обусловлены биосинтезом новых белков и направлены на стабилизацию энергетического и белкового обмена клетки, на предотвращение повреждающего действия возбуждающих медиаторов, активных форм кислорода и NO, а также на уменьшение воспаления в поврежденной ткани. Подробнее в лекции будет рассказано о роли оксида азота, K<sup>+</sup>ATP-каналов и реструктуризации белков внутренней мембраны митохондрий как основных механизмов ишемического прекондиционирования.

## MOLECULAR-PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF PRECONDITIONING-INDUCED BRAIN TOLERANCE TO ISCHEMIA

**Gavrilova Svetlana A., Deryagin Oleg G. <sup>1</sup>, Koshelev Vladimir B.**

Moscow, Lomonosov Moscow state university, Moscow, Russia

<sup>1</sup>Clarivate Analytics, Barcelona, Spain, [sgavrilova@mail.ru](mailto:sgavrilova@mail.ru)

In the lecture it will be talked about the amazing ability of the heart and brain to activate its own defenses and increase resistance to the development of ischemia or hypoxia as a result of preliminary training by damaging stimuli of a different nature near the threshold strength. This phenomenon is called preconditioning. The effects of preconditioning are aimed at increasing the survival of cells around the zone of necrosis — in penumbra. In this area, the blood supply is partially preserved, and the cells are in a state of uncertainty for a long time – between life and death. Preconditioning is now being considered more widely, and protective mechanisms are being attempted to activate in people at risk of having diseases of the cardiovascular system.

To create ischemic tolerance, hypoxic (episodes of respiration with air with low oxygen content), ischemic (ischemia-reperfusion of the organ with short episodes), distant (ischemia of another organ) exercises are usually used. Currently, post-conditioning mechanisms are being studied. In this case, the weakening of reperfusion injury occurs as a result of short episodes of ischemia-reperfusion when blood flow is restored in this tissue. The direction in which the mechanisms of the combined action of physical exercises with restricted blood flow are studied is modern. These approaches are important for people with deteriorating health, when the body is not able to activate protective mechanisms in response to training.

There are acute and delayed preconditioning phases. Acute phase occurs immediately after exposure and lasts for 2-3 hours. Delayed phase occurs three hours after and lasts days, weeks and even months.

The mechanisms of the acute phase include changes in the permeability of ion channels, hyperpolarization of the cell membrane, increase in the concentration of inhibitory neurotransmitters, reduction of calcium influx, adenylation and desensitization of AMPA receptor subunits, phosphorylation of regulatory proteins, reorganization of the protein composition of the cell, increase in the concentration of stress proteins, activation of kinases and phosphatases, transcription factors, metabolic enzymes, structural and transport proteins, as well as proteins involved in the regulation of cell cycle and the process of apoptosis.

The delayed phase of preconditioning effects is associated with the activation of HIF-1 and Nrf2 transcription factors. The effects of this phase are due to the biosynthesis of new proteins and are aimed at stabilizing the energy and protein metabolism of the cell, at preventing the damaging effects of excitatory mediators, reactive oxygen species and NO, and also at reducing inflammation in damaged tissue. It will be discussed in more detail the role of nitric oxide, K<sup>+</sup> ATP channels and the restructuring of the mitochondrial inner membrane proteins as the main mechanisms of ischemic preconditioning.

## ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВОЙ ДЕПРИВАЦИИ НА СОДЕРЖАНИЕ НОРАДРЕНАЛИНА, ДОФАМИНА И СЕРТОНИНА В СТРУКТУРАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРОЛИКОВ

Гаджиева Е.Т.

Азербайджанский Государственный Педагогический Университет, Баку, Азербайджан;  
[emiliya170.eh.eh@gmail.com](mailto:emiliya170.eh.eh@gmail.com)

В данной работе планировалось изучение содержания серотонина, дофамина и норадреналина в тканях структур ЦНС у кроликов после различных сроков пищевой депривации.

Результаты проведенных опытов показали, что у 3-месячных кроликов после одностуточной пищевой депривации содержание норадреналина в тканях орбитальной коре возрастает на 14% по сравнению с контролем. В тканях сенсорной коры в контроле содержание норадреналина 154±8 нг/г, после одностуточной пищевой депривации увеличивается на 16% и составляет 178±12 нг/г, в зрительной коре в контроле содержание норадреналина 159±8 нг/г, после одностуточной пищевой депривации увеличивается на 17% и составляет 186±13 нг/г, в стволе мозга в контроле содержание норадреналина составляет 216±14 нг/г, а в опытной группе увеличивается на 17% и составляет 252±16 нг/г, в гипоталамусе в контроле содержание норадреналина 471±28 нг/г, после одностуточной пищевой депривации увеличивается на 19% и составляет 562±38 нг/г. При этом содержание дофамина в тканях орбитальной коры, сенсорной коры, зрительной коры, ствола мозга, гипоталамусе уменьшается на 23, 7, 19, 21, 26%, соответственно. Содержание серотонина в тканях структур ЦНС 2-7% уменьшается по сравнению с контролем.

На третьи сутки пищевой депривации содержание норадреналина в тканях структур ЦНС 19-25% увеличивается по сравнению с контрольной группой. При этом содержание дофамина в тканях орбитальной

коре, сенсорной коре, зрительной коре, ствола мозга, гипоталамусе уменьшается на 32, 29, 34, 35, 40%, соответственно. Содержание серотонина в тканях орбитальной коре, сенсорной коре, зрительной коре, ствола мозга, гипоталамусе уменьшается на 4, 5, 9, 7, 11%, соответственно.

На пятые сутки пищевой депривации содержание норадреналина в тканях структур ЦНС 26-32% увеличивается по сравнению с контрольной группой. При этом содержание дофамина в тканях орбитальной коре, сенсорной коре, зрительной коре, ствола мозга, гипоталамусе уменьшается на 50, 43, 48, 46, 53%, соответственно. Содержание дофамина в тканях орбитальной коре, сенсорной коре, зрительной коре, ствола мозга, гипоталамусе уменьшается на 18, 9, 17, 19, 22%, соответственно.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о том, что в зависимости от сроков пищевой депривации содержание серотонина, дофамина и норадреналина подвергается существенному изменению.

### **INFLUENCE OF FOOD DEPRIVATION ON THE CONTENT OF NORADRENALINE, DOPAMINE AND SEROTONIN IN THE STRUCTURES OF THE BRAIN OF RABBITS**

**Hajiyeva E.T.**

Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan; [emiliya170.eh.eh@gmail.com](mailto:emiliya170.eh.eh@gmail.com)

In this paper we have planned to study the content of serotonin, dopamine and noradrenaline in the tissues of the brain structures of 3 month old rabbits after various periods of food deprivation.

The results of the experiments showed that after one-day exposure to food deprivation in 3-month-old rabbits noradrenaline content in the tissues of the orbital cortex was increased 14% compared with the control. In the tissues of the sensory cortex in the control noradrenaline content was  $154 \pm 8$  ng/g, after one-day exposure to food deprivation increased by 16% and was  $178 \pm 12$  ng/g, in the tissues of the visual cortex in the control noradrenaline content was  $159 \pm 8$  ng/g, after one-day exposure to food deprivation increases by 17% and was  $186 \pm 13$  ng/g, in the tissues of the brain stem in the control noradrenaline content was  $216 \pm 14$  ng/g, while in the experimental group increased by 17% and was  $252 \pm 16$  ng/g, in the tissues of the hypothalamus in the control noradrenaline content was  $471 \pm 28$  ng/g, after one-day exposure to food deprivation increased by 19% and was  $562 \pm 38$  ng/g. The dopamine content in the tissues of the orbital cortex, sensory cortex, visual cortex, brain stem and hypothalamus was reduced by 23, 7, 19, 21, 26%, respectively. At the same time, the content of serotonin in tissues of central nervous system structures as compared to controls was significantly reduced by 2-7%.

On the third day of food deprivation, the noradrenaline content in the tissues of the CNS structures was increased by 19-25% compared with the control group. At the same time, the dopamine content in the tissues of the orbital cortex, sensory cortex, visual cortex, brain stem and hypothalamus was decreased by 32, 29, 34, 35, 40%, respectively. The serotonin content in the tissues of the orbital cortex, sensory cortex, visual cortex, brain stem and hypothalamus was reduced by 4, 5, 9, 7, 11%, respectively.

On the fifth day of food deprivation, the noradrenaline content in the tissues of the CNS structures was increased by 26-32% compared with the control group. At the same time, the dopamine content in the tissues of the orbital cortex, sensory cortex, visual cortex, brain stem and hypothalamus was decreased by 50, 43, 48, 46, 53%, respectively. The dopamine content in the tissues of the orbital cortex, sensory cortex, visual cortex, brain stem and hypothalamus was reduced by 18, 9, 17, 19, 22%, respectively.

Thus, research results indicate that depending on the timing of food deprivation, the content of noradrenaline, dopamine and serotonin undergo a significant change.

### **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ОКСИДА АЗОТА В ГИППОКАМПЕ КРЫС ДО И ПОСЛЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИШЕМИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА: ЭПР ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Гайнутдинов Х.Л.<sup>1,2</sup>, Андрианов В.В.<sup>1,2</sup>, Яфарова Г.Г.<sup>1,2</sup>, Пашкевич С.Г.<sup>3</sup>, Стукач Ю.П.<sup>3</sup>, Богодвид Т.Х.<sup>2</sup>, Досина М.О.<sup>3</sup>, Денисов А.А.<sup>3</sup>, Винарская А.Х.<sup>4</sup>, Июдин В.С.<sup>1</sup>, Кульчицкий В.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Казанский физико-технический институт – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН, Казань, Россия; <sup>2</sup> Казанский федеральный университет (Институт фундаментальной медицины и биологии), Казань, Россия; <sup>3</sup> Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь; <sup>4</sup> ФГБУ науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, [kh\\_gainutdinov@mail.ru](mailto:kh_gainutdinov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m353.sudak.ns2019-15/131-132>

Нарушения церебрального кровотока, которые ведут к недостатку снабжения кислородом отделов мозга, ведут также к ишемии мозга, которая может завершиться ишемическим инсультом, сопровождаемым повреждением тканей мозга и его функций. Нарушение снабжения кислородом отделов мозга возникает также при тромбировании сосуда или разрыве аневризмы, что часто завершается ишемическим или геморрагическим инсультом. При этих патологических процессах оксид азота играет как протекторную роль, так и деструктивную, что определяется многими факторами, которые в конечном итоге определяют вовлечение в процесс разных форм NO-синтаз. В связи с этим изучение патогенеза, способов коррекции и механизмов инсульта представляется важным как с теоретической, так и с практической точек зрения. Оксид азота является важной сигнальной молекулой, которая широко распространена в нервной системе. После определения (узнавания) ее роли в синаптической пластичности и вызова Ca-зависимой NMDAR-опосредованной активации NO-синтазы (NOS), многочисленных молекулярных и фармакологических тулов она используется для обсуждения физиологии и патологических последствий функционирования нитритергической сигнализации.

Нами был применен метод ЭПР спектроскопии для оценки продукции NO по интегральной интенсивности комплекса  $(\text{DET})_2\text{-Fe}^{2+}\text{-NO}$  в тканях гиппокампа крыс при моделировании ишемии головного мозга. На основе прямых измерений NO методом ЭПР спектроскопии показано, что через 5 часов после возникновения признаков ишемического инсульта образования NO в области гиппокампа уменьшается

в 2-3 раза и это снижение сохраняется в течение 24 и 72 часов. Показано, что неселективный блокатор NO-синтазы L-NAME уменьшает в 3 раза сниженный уровень продукции NO при применении после 72 часов инсульта.

*Поддержано РФФИ (грант № 18-515-00003) и БРФФИ (грант Б18Р-227).*

#### **DYNAMICS OF NITRIC OXIDE CONTENT IN THE RAT DENTATE GYRUS (CA4 HIPPOCAMPAL REGION) OF RATS BEFORE AND AFTER MODELING OF CEREBRAL ISCHEMIA: EPR STUDY**

**Gainutdinov Khalil L.<sup>1,2</sup>, Andrianov Vyacheslav V.<sup>1,2</sup>, Yafarova Gusel G.<sup>1,2</sup>, Pashkevich Svetlana G.<sup>3</sup>, Stukach Yuliya P.<sup>3</sup>, Bogodvid Tatiana Kh.<sup>2</sup>, Dosina Margarita O.<sup>3</sup>, Denisov Andrei A.<sup>3</sup>, Vinarskaya Aliya Kh.<sup>4</sup>, Iyudin Vasilii S.<sup>1</sup>, Kulchitsky Vladimir A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> E.K.Zavoisky Kazan Physical-Technical Institute of the KSC of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia;

<sup>2</sup> Kazan Federal University (Institute of Fundamental Medicine and Biology);

<sup>3</sup> Institute of Physiology of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk Belarus; <sup>4</sup> Institute of High Nerve Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, kh\_gainutdinov@mail.ru

The violation of cerebral blood flow decrease the oxygen supply to the brain and also lead to brain ischemia, which can be completed ischemic stroke, followed by the damage of the brain tissue and its functions. Violation of the oxygen supply of the brain also occurs as a result of the vessel thrombosis or ruptured aneurysm, which often leads to ischemic or hemorrhagic stroke. In these pathological processes NO plays both protective and destructive roles that is determined by many factors defining of engage in process of various forms NO-synthases. According to this the study of the pathogenesis, the methods of correction and the mechanisms of stroke is important both from the theoretical and practical points of view. Nitric oxide is an important signaling molecule that is widely used in the nervous system. With recognition of its roles in synaptic plasticity and elucidation of calcium-dependent, NMDAR-mediated activation of nitric oxide synthase (NOS), numerous molecular and pharmacological tools have been used to explore the physiology and pathological consequences for nitrergic signaling. The participation of NO in the mechanisms of development of various pathological conditions is attracting a great interest.

We applied the EPR spectroscopy method to estimate the production of NO by the integral intensity of complex (DETC)<sub>2</sub>-Fe<sup>2+</sup>-NO in the tissues of hippocampus of rats during modeling of cerebral ischemia. The measurements of the spectra of the complex (DETC)<sub>2</sub>-Fe<sup>2+</sup>-NO were performed on the spectrometer ER 200 SRC Bruker in the X band (9.50 GHz). Based on direct measurements of NO by EPR spectroscopy it was shown that in 5 hours after the onset of symptoms ischemic stroke the formation of NO in the hippocampus was reduced by 2-3 times and this reduction was maintained for 24 and 72 hours. It has indicated that nonselective NO-synthase blocker L-NAME reduced the low level of NO production in 3 times by its administration in 72 hours after post-ischemic stroke.

*Supported by RFBR (Grant No. 18-515-00003) and by BRFFR (Grant Б18Р-227).*

#### **КОМПЛЕКСНАЯ СТРАТЕГИЯ ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПОСЛЕ ФОТОИНДУЦИРОВАННОЙ ИШЕМИИ У МЫШЕЙ**

**Галков М.Д.<sup>1</sup>, Гуляев М.В.<sup>1</sup>, Киселева Е.В.<sup>2</sup>, Горбачева Л.Р.<sup>1,3</sup>**

galkov.maxim.2014@post.bio.msu.ru

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН ИБР им. Н.К. Кольцова РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m354.sudak.ns2019-15/132-133>

Выявление особенностей той или иной модели ишемического инсульта головного мозга с использованием различных методов является важнейшей задачей современной нейробиологии. Фокальная фотоиндуцированная ишемия характеризуется рядом негативных последствий, развивающихся и на уровне всего организма, и на уровне его отдельных клеток. В настоящем исследовании были расширены и модифицированы некоторые подходы, традиционно применяющиеся для оценки последствий фототромбоза.

Сенсо-моторный дефицит животного является интегральным показателем, отражающим проявление ишемического повреждения мозга на организменном уровне. Нами было впервые показано, что для модели фототромбоза существует статистически значимая положительная корреляция между объемом очага поражения и сенсо-моторным дефицитом в тесте «Решетка» ( $r=0,7$ ,  $p<0,001$  для передних конечностей), но не в тесте «Цилиндр».

Магнито-резонансная томография (МРТ) и окрашивание секций мозга хлористым трифенилтетразолием (ТТС) часто используются для оценки объема поражения, однако сведения о взаимозаменяемости данных методов отсутствуют. Нами было выявлено, что относительный объем повреждения, регистрируемый МРТ, статистически значимо превышает таковой, измеренный с помощью ТТС ( $p=0,002$ ). Вместе с тем конфигурация очага в ростокаудальном направлении для обоих подходов имеет сходный вид.

Использование красителя Эванса синего позволяет оценить целостность гематоэнцефалического барьера. Реконструированное нами на основе серии криосрезов объемное изображение мозга после фототромбоза свидетельствует о том, что данный краситель может быть найден не только в поврежденных клетках пенумбры, но и на удалении от очага в гранулах клеток ретикуло-эндотелиальной системы. Это свидетельствует о наличии изменений и в морфологически сохранных структурах мозга.

Использование антител против NeuN (специфический нейрональный маркер) при гистологическом анализе срезов, окрашенных гематоксилином и эозином, показало надежность морфологического подхода к классификации клеток нервной ткани на нейроны и глию, а также подтвердило статистически значимое снижение доли неповрежденных нейронов в области пенумбры ( $p<0,0001$ ). Таким образом, нами был

сформирован набор эффективных методов для быстрой и адекватной оценки мозговых повреждений у животных при фотоиндуцированном тромбозе.

*Работа поддержана грантом РФФИ №18-34-00977.*

#### **A COMPREHENSIVE STRATEGY FOR THE EVALUATION OF BRAIN DAMAGE AFTER PHOTOTHROMBOSIS-INDUCED ISCHEMIA IN MICE**

**<sup>1</sup>Galkov Maksim D., <sup>1</sup>Gulyaev Mikhail V., <sup>2</sup>Kiseleva Ekaterina V., <sup>1,3</sup>Gorbacheva Lyubov R.**

galkov.maksim.2014@post.bio.msu.ru

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Koltzov Institute of Developmental Biology of RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Identifying the characteristics of different models of ischemic cerebral stroke using various methods is the most important task of modern neuroscience. Focal photoinduced ischemia is characterized by a number of negative effects, developing at the level of the whole organism, and at the level of its individual cells. In this study, some approaches traditionally used to assess the effects of photothrombosis were extended and modified.

Sensorimotor status of animals is an integral indicator reflecting the outcomes of ischemic brain damage at the organism level. We were the first to show that for the photothrombosis model there is a statistically significant positive correlation between the volume of the lesion and the sensorimotor status in the "Gridwalk" test ( $r=0.7$ ,  $p<0.001$  for the front limbs), but not in the "Cylinder" test.

Magnetic resonance imaging (MRI) and staining of the brain sections with triphenyltetrazolium chloride (TTC) are often used to estimate the lesion volume, but data on the interchangeability of these methods are not available. We found that the relative volume of the ischemic injury recorded by MRI significantly exceeds that measured by TTC ( $p=0.002$ ). However, the lesion configuration in the rostrocaudal direction is similar for both approaches.

The use of Evans Blue dye allows to assess the integrity of the blood-brain barrier. A 3D image of the brain after photothrombosis reconstructed by us and based on a series of cryosections suggests that this dye can be found not only in damaged penumbra cells, but also away from the ischemic core in the granules of reticuloendothelial cells. This indicates the presence of changes in the morphologically intact structures of the brain.

The use of antibodies against NeuN (the specific neuronal marker) in the histological analysis of sections stained with hematoxylin and eosin showed the reliability of the morphological approach to the classification of nervous tissue cells into neurons and glia, and also confirmed a statistically significant decrease in the proportion of intact neurons in the penumbra ( $p<0.0001$ ).

Thus, we have formed a set of effective methods for the rapid and adequate assessment of brain damage in animals with photoinduced thrombosis.

*This work was supported by Research grant 18-34-00977 of Russian Foundation of Basic Research.*

#### **НЕЙРОНАУКИ И НОВЫЕ ПУТИ В ОБУЧЕНИИ (ОПЫТ ИСПАНИИ)**

**Ганиева Р.Р.**

Испанский центр культуры, образования и бизнеса в Санкт-Петербурге, Санкт-Петербург, Россия, Графский переулок, info@icsanpetersburgo.com

<https://doi.org/10.29003/m355.sudak.ns2019-15/133>

По словам Рафаэля Юсте, испанского нейробиолога, идеолога проекта BRAIN в Университете Колумбия в городе Нью-Йорк, проблема современных знаний о мозге заключается в том, что мы до сих пор не знаем, как он работает. Цель проекта – создать техническую базу для получения более точных данных о том, как функционирует мозг, создать так называемую «карту мозга», что, по словам ученых, не только поможет в лечении таких заболеваний, как шизофрения, эпилепсия, болезнь Альцгеймера, но и приведет к новым формам гуманизма.

Особую популярность этот проект получил в Испании. В связи с возложенными на него ожиданиями и полученными знаниями из области нейронаук меняется взгляд на механизмы преподавания и обучения. В этой связи вновь приобретает актуальность нейропедагогика, которая довольно остро ставит перед собой ряд вопросов, среди которых следующие: как могут помочь новые знания о мозге в преобразовании системы образования в целом? Какие методы преподавания необходимо использовать при дислексии? Существуют ли новые пути в формировании новой языковой личности при изучении иностранных языков?

#### **NEUROSCIENCE AND NEW WAYS OF EDUCATION (SPANISH EXPERIENCE)**

**Ganieva Regina Ravilevna**

Spanish Center for Culture, Education and Business in St. Petersburg, St. Petersburg, Russia, Grafsky Pereulok, info@icsanpetersburgo.com

According to Rafael Yuste, a Spanish neuroscientist, the ideologist of the BRAIN project at the University of Columbia in New York City, the problem with the modern brain knowledge is that we still do not know how it works. The goal of the project is to create a technical base for obtaining more accurate data on how the brain functions, to create so-called "brain map", which, according to the scientists, will not only help in the treatment of the diseases such as schizophrenia, epilepsy, Alzheimer's disease, but also will lead to a new form of humanism.

This project has become especially popular in Spain. In connection with the expectations laid on it and the knowledge gained from the field of neuroscience. In this regard, neuropedagogy becomes relevant again by raising a number of quite sharp questions for example: how can new knowledge about the brain help the transformation of the education system as a whole? What teaching methods should be used for dyslexia? Are there new ways in the formation of a new language personality when studying foreign languages?

## **ФЕНОМЕН СОЦИАЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ИССЛЕДОВАНИЯХ КОГНИТИВНОЙ НЕЙРОНАУКИ: МЕТОДОЛОГИЯ МНОГОУРОВНЕВОГО АНАЛИЗА**

**Гардина Д.В.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Философский Факультет, РФ, г. Москва,  
[gardina.diana@gmail.com](mailto:gardina.diana@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m356.sudak.ns2019-15/134>

Социальная когнитивная нейронаука (социальная нейронаука) – довольно молодая и активно развивающаяся междисциплинарная область исследований. В основе ее методологии – исследование феномена социального поведения посредством анализа трех уровней его организации – взаимодействие социального уровня, включающего мотивационные и социальные факторы, влияющих на поведение и социальный опыт; когнитивного уровня, связанного с информационными и процессинговыми механизмами, т. е. базиса социального; и нейронального уровня, определяющего структуры и процессы головного мозга, реализующие процессы когнитивного.

Чтобы уточнить описываемый подход, предлагается наглядная иллюстрация отношений разных уровней анализа как трехмерная призма. Концепция этой призмы – основная идея социальной когнитивной нейронауки – это возможность исследования социальных явлений на нескольких уровнях анализа, а также роли и функций мозга в реализации социального поведения людей и других животных. Так, два ребра призмы соответствуют когнитивному и нейрональному уровню анализа. Третье и четвертое – к двум аспектам социального уровня: социальным опыту, мотивации, поведению (индивидуальный уровень) и социальному контексту (надиндивидуальный уровень). Данное разделение социального уровня оправдано: необходимо подчеркнуть значимость и отличия условия ситуации, когда люди действуют, воспринимают, думают, чувствуют социально.

В социальной нейронауке главный акцент смещается на когнитивный уровень анализа в частности из-за того, что и социальные психологии, и когнитивисты сходятся в методологии и наиболее готовы к сотрудничеству именно в этой области. Несмотря на то, что они решают различные исследовательские задачи, экспериментаторы обеих дисциплин едины в одном – психические процессы необходимо описывать в терминах информационных механизмов и процессов. В то время как исследователи социального познания находятся в поисках некоторых общих информационных механизмов и процессов, участвующих в наиболее важных видах социальных представлений и поведения, для когнитивных ученых они становятся водоразделом исследований, например, нейроанатомии, нейрофизиологии и нейрохимии. Действительно, многие термины, например, избирательное внимание, стереотип, имплицитная/ эксплицитная обработка информации используются обеими дисциплинами. Обычное использование таких терминов привело к тому, что описания когнитивных процессов стали Розеттским камнем социальной нейронауки – значения терминов словно иероглифы для другой стороны. Т. о., методология социальной когнитивной нейронауки не только отражает междисциплинарный характер, но и важность среднего, когнитивного, уровня анализа, выступающего в качестве посредника для ученых из разных областей.

## **THE PHENOMENA OF SOCIAL BEHAVIOR IN RESEARCH OF COGNITIVE NEUROSCIENCE: THE METHODOLOGY OF MULTYLEVEL ANALYSIS**

**Gardina Diana V.**

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Philosophy, RF, Moscow, [gardina.diana@gmail.com](mailto:gardina.diana@gmail.com)

Social cognitive neuroscience (social neuroscience) is quite new and actively developing interdisciplinary area of research. It's methodology is based on research of phenomena of social behavior, by analysing of three levels of it's organization: cooperation of social level, including motivating and social factors, influencing on behavior and social experience; cognitive level, connected with informative and processing mechanics, that means basis of social and neuronal level, defining structures and processes of brain, realising processes of cognitive.

To refine the description of the approach, there is the illustration of the relationships of different levels of analysis made in a shape of 3D prism. Conception of this prism is the main idea of social cognitive neuroscience – it is the opportunity to make research of social phenomena on different levels of analysis and the role and functioning of brain in realisation of human social behavior and other animals. So, first and second ribs of prism are due to cognitive and neuronal levels of analysis. Third and fourth – due to some aspects of social level: social experience and motivation behavior (individual level) and social context (overindividual level). This separation is justified: it is necessary to emphasize the importance and differences of conditions of situation, when people are acting, perceiving, thinking and feeling social.

In social neuroscience the main emphasis is shifting to the cognitive level of analysis, in particular because of social psychologists and cognitive scientists are agree in methodology and ready for collaboration exactly in this area. Despite the fact they are solving different research questions, the experimenters of both disciplines are agree in one – mental processes are necessary to define in terms of informational mechanisms and processes. While researchers of social cognition are looking for some common informational mechanisms and processes, parting in most important types of social representations and behavior, for cognitive scientists they become watershed of research, for example neuroanatomy, neurophysiology and neurochemistry. Actually a lot of terms, for example selective attention, stereotype, implicit/explicit processing are used by both disciplines. Usual use of these terms has led to that description of cognitive processes has become the Rosetta Stone of social neuroscience – the meaning of terms is like hieroglyphics for other side. So, methodology of social cognitive neuroscience is depicting not only interdisciplinary character, but also the importance of middle level of analysis acting as a mediator for scientists from different areas.

## **TRANSFORMATION OF NONFUNCTIONAL SPINAL NETWORKS INTO FUNCTIONAL STATES TO CONTROL MOTOR FUNCTIONS AFTER PARALYSIS**

**Gerasimenko Yury P.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; Department of Integrative Biology and Physiology, University of California, Los Angeles, Los Angeles, CA, USA; yuryg@ucla.edu

<https://doi.org/10.29003/m357.sudak.ns2019-15/135>

It is known that networks of neurons within the spinal cord, or central pattern generators (CPGs), can produce the basic patterns of motor neuron activity underlying rhythmic behavior such as locomotion. How these spinal networks can be involved in regulation of locomotor behavior after spinal cord injury is still unknown. We tested the hypothesis that combinations of specific pharmacological and electrical stimulation interventions, together with locomotor training, may interact synergistically to activate and functionally remodel spinal locomotor circuits, possibly enabling a coordinated and context-dependent function of the paralyzed hindlimbs of adult rats after a complete spinal cord transection. Experiments will be described which demonstrate that after complete paralysis the lumbosacral spinal circuitry can be functionally reorganized by pharmacological and electrical neuromodulation in combination with repetitive practice of a given motor task, including standing and bipedal and quadrupedal stepping in rats and recovery of standing and voluntary control and assisted stepping in humans that have been completely paralyzed for more than a year. The potential mechanisms that underlie these widespread changes motor functions will be presented.

*Supported by Russian Foundation for Fundamental Research (RFBR, grant No. 16-29-08173-ofi-m).*

## **ВРЕМЯ РЕАКЦИИ И ЕГО СВЯЗЬ С УСПЕШНОСТЬЮ ОБУЧЕНИЯ У ДЕВОЧЕК 12-16 ЛЕТ**

**Гилева О.Б.**

Екатеринбургский институт физической культуры (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Уральский государственный университет физической культуры", Екатеринбург, Россия, [ogileva@yandex.ru](mailto:ogileva@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m358.sudak.ns2019-15/135-136>

Успешность школьного обучения – важнейший компонент благополучного социального и психологического развития детей школьного возраста, тесно связанный с психофизиологическими особенностями учеников, зрелостью их головного мозга. Время реакции (ВР), как интегральный показатель состояния ЦНС, позволяет оценить взаимосвязь этих особенностей и успешности обучения, что открывает возможность выработки индивидуальных мер психолого-педагогической поддержки школьников.

Ранее нами было показано, что у школьников 7-16 лет время как зрительно– так и аудио– моторной реакции с возрастом снижается немонотонно, проходя ряд стадий, или ступеней (Гилева, 2009, 2010). При этом дети, проявляющие большую академическую успешность, проходят эти ступени раньше, чем дети, менее успешные. Представляется интересным детальный анализ изменения ВР по зрительно– и аудио–моторным реакциям. Логично предположить, что значения ВР по обеим модальностям должны быть связаны тесной положительной взаимосвязью.

У части детей действительно наблюдается одновременное снижение времени как зрительно-, так и аудио-моторной реакции. Другая часть испытуемых демонстрирует уменьшение времени зрительно-моторной реакции при высоких значениях аудио-моторной, и, наоборот, уменьшение времени аудио-моторной реакции при высоких значениях зрительно-моторной. Интересно, что дети, имеющие высокие значения времени аудио-моторной реакции, не показали академической успешности, несмотря на достаточно низкие значения зрительно-моторной реакции. Особенно отчетливо это проявляется у девочек 12-13 лет.

Таким образом, время аудио-моторной реакции может оказаться хорошим маркером психофизиологических качеств, способствующих успешности обучения. Соответствующие качества детей с высокими значениями ВР не позволяют им достигать успешности в обучении. Неуспешность учеников с низкими значениями ВР, скорее всего, связана с другими причинами, такими как отсутствие мотивации, или педагогическая запущенность. Данный подход позволяет разработать персонализированную систему мер по повышению успешности школьного обучения.

## **THE REACTION TIME AND ITS RELATION TO THE SUCCESS OF TRAINING OF GIRLS 12-16 YEARS**

**Gileva Olga B.**

The Ekaterinburg Institute of Physical Education , Ekaterinburg, Russia, [ogileva@yandex.ru](mailto:ogileva@yandex.ru)

The success of schooling is an essential component of the prosperous social and psychological development of school-age children, which is closely associated with the characteristics of the psycho-physiological development of students and the maturity of the brain. Reaction time (RT), as an integral indicator of the state and development of the central nervous system, makes it possible to assess the relationship of the characteristics of the flow of these processes to the success of training, which opens up the possibility of developing individual measures of psychological and pedagogical support for schoolchildren.

Earlier, we showed that among schoolchildren of 7–16 years, both the visual and audio-motor reaction decreases nonmonotonically with age, passing through a series of stages or steps (Gileva, 2009, 2010). Children who demonstrate greater academic success pass these steps earlier than children, less successful. It is interesting to analyze in detail the changes in RT by visual and audio-motor reactions. It is logical to assume that the values of RT for both modalities should be linked by a close positive relationship.

Some children experience a simultaneous decrease in the time of both the visual and audio-motor response. Another part of the subjects demonstrates a decrease in the time of the visual-motor reaction at high values of the



audio-motor reaction, and, conversely, a decrease in the time of the audio-motor reaction at high values of the visual-motor reaction. Interestingly, children with high audio-motor response times did not show academic success, despite fairly low visual-motor response values. This is especially pronounced in girls of 12–13 years.

Thus, the time of the audio-motor response can be a good marker of psycho-physiological qualities that contribute to the success of training. The corresponding features of children with high RT values do not allow them to achieve success in learning. The failure of students with low RT values is most likely due to other reasons, such as lack of motivation, or pedagogical neglect. This approach allows you to develop a personalized system of measures to improve the success of schooling.

### **ЦИТОПРОТЕКТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ИНГИБИТОРОВ NO-СИНТАЗЫ НЕЙРОНОВ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ СУДОРОЖНОМ СИНДРОМЕ**

**Гладких В.Д.**

Федеральное государственное унитарное предприятие научно-производственный центр «Фармзащита»  
Федерального медико-биологического агентства, г. Химки, Московская обл., Россия,  
e-mail: Gladkich2007@rambler.ru

<https://doi.org/10.29003/m359.sudak.ns2019-15/136-137>

Многочисленные литературные данные свидетельствуют, что в развитии нейродегенеративных и нейродистрофических заболеваний нервной системы, патологических процессов, сопровождающихся судорожным синдромом, важная роль принадлежит гиперпродукции монооксида азота (NO), повреждающее действие которого многократно возрастает в условиях гипоксии и энергодифицита. В этой связи, на модели коразоловых судорог проведена экспериментальная оценка перспективности использования субстратных ингибиторов нейрональной синтазы оксида азота (NO-синтазы) в схемах терапии судорожного синдрома. Коразоловые судороги в опытах на мышах инициировали введением конвульсанта на уровне несмертельных (ED<sub>99</sub>) доз, вызывающих развитие судорог у 100 % животных, и смертельных (LD<sub>99</sub>) доз, при которых регистрировали гибель 100 % животных в группе. Несмертельную модель отравления коразолом использовали для изучения собственных противосудорожных эффектов ингибиторов NO-синтазы, смертельную – для оценки их антиконвульсантной активности, как средств адъювантной терапии, при совместном использовании с фармакопейными антиконвульсантами.

На примере производных нитроиндазола показано, что субстратное ингибирование NO-синтазы, не обладая собственной противосудорожной активностью, потенцирует действие базовых антиконвульсантов. Показано, что в основе антиконвульсантной активности тестируемого ингибитора NO-синтазы лежат антиоксидантные и антигипоксические механизмы, реализуемые через систему микросомального окисления, и способность снижать продукцию нитритов в центральной нервной системе, блокируя образование пероксинитрита.

Показано также, что в основе выявленного нейропротекторного действия производных нитроиндазола, выражающееся в положительной динамике электрофизиологической активности седалищного нерва и предотвращении потери массы тела крыс в отдаленном постинтоксикационном периоде лежат преимущественно антирадикальные механизмы, реализуемые за счёт захвата свободных электронов ненасыщенными гетероциклическими и ароматическими фрагментами молекул, и прямого воздействия ингибитора NO-синтазы на систему монооксигеназ смешанных функций.

На основании анализа полученных результатов экспериментального исследования показана перспективность поиска фармакологических средств адъювантной терапии токсического судорожного синдрома среди ингибиторов нейрональной формы NO-синтазы.

### **CYTOPROTECTIVE ACTIVITY OF INHIBITORS OF NO – SYNTHASE OF NEURONS IN THE BRAIN AT TOXIC SEIZURES**

**Gladkikh Vadim D.**

Federal State Unitary Enterprise Research & Production Center "Pharmaceutical Protection" of Federal Medical Biological Agency, Khimki, Moscow region, Russia, e-mail: Gladkich2007@rambler.ru

Numerous literature data indicate that in the development of neurodegenerative and neurodystrophic diseases of the nervous system, pathological processes accompanied by convulsive syndrome, an important role is played by the overproduction of nitrogen monoxide (NO), the damaging effect of which increases many times in conditions of hypoxia and energy deficiency. In this regard, an experimental assessment of the prospects for the use of substrate inhibitors of neuronal nitric oxide synthase (NO-synthase) in the treatment of convulsive syndrome was carried out on a model of corazol convulsions. Tractor spasms in experiments on mice were initiated by the introduction of a convulsant at the level of non-lethal (ED<sub>99</sub>) doses, causing the development of convulsions in 100% of animals, and lethal (LD<sub>99</sub>) doses at which the death of 100% of animals in the group was recorded. The non-lethal model of corazol poisoning was used to study the intrinsic anticonvulsant effects of NO-synthase inhibitors, and the lethal model was used to evaluate their anticonvulsant activity as a means of adjuvant therapy when used together with pharmacopoeial anticonvulsants.

Using the example of nitroindazole derivatives, it was shown that substrate inhibition of NO– synthase, not having its own anticonvulsant activity, potentiates the action of basic anticonvulsants. It is shown that the anticonvulsant activity of the tested NO-synthase inhibitor is based on antioxidant and antihypoxic mechanisms implemented through the system of microsomal oxidation and the ability to reduce the production of nitrites in the central nervous system, blocking the formation of peroxynitrite.

It was also shown that the basis of the identified neuroprotective effect of nitroindazole derivatives, which is expressed in the positive dynamics of the electrophysiological activity of the sciatic nerve and the prevention of weight loss, is rats in the distant post-intoxication period are predominantly anti-radical mechanisms, implemented

by the capture of free electrons by unsaturated heterocyclic and aromatic fragments of molecules, and the direct effect of the NO-synthase inhibitor on the monooxygenase system of mixed functions.

Based on the analysis of the obtained experimental results, the prospect of searching for pharmacological agents for adjuvant therapy of toxic convulsive syndrome among inhibitors of the neuronal form of NO-synthase was shown.

### **НООСОФИЯ (НООФИЛОСОФИЯ) – ПРЕДПОСЫЛКИ, КАТЕГОРИИ, ПРИНЦИПЫ: РЕАКТИВНОСТЬ И ИНВАРИАНТНАЯ МОДЕЛЬ «ЭВОЛЮЦИИ – ИНВОЛЮЦИИ» КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ, БИОФИЗИЧЕСКОЙ И ПСИХИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ**

**Глушко А.А.**

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Научно-практический центр наркологии  
Департамента здравоохранения Москвы; Москва, Россия; gaa.glu@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m360.sudak.ns2019-15/137-139>

**Предпосылки ноософии – философии разума и сознания.** В работе «De Docta Ignorantia» (1440) – «Ученое незнание или невежество» Николай Кузанский (1401-1464), Nicolaus Cusanus, последний схоласт и первый гуманист эпохи Возрождения, считал, что абсолютного знания нет, познание истины, мира и человека бесконечно, а увеличение знаний ведет к «ученому незнанию». Он впервые ввел понятие «*отрицательной теологии*» или невозможности положительного определения бога, как мировой души и движущего принципа Мироздания, осуществив, таким образом, *пантеистическую деперсонализацию и дереализацию бога*, лишив его статуса личности и телесности.

Он сформулировал идею и принцип диалектического *Единства и Совпадения противоположностей (coensidentia suppositorum)* природного и божественного, телесного и духовного, субъекта и объекта, минимума и максимума, микромира и макромира, «всего и ничего», центра и окружности, конечного и бесконечного, познаваемого и непознаваемого.

Целью философии он считал, не познание сверхъестественного Бога, а *Природы как первично созидającego, естественного «бога»* и Человека, который по Кузанскому является «*вторым богом*». *Человек посредством разума (noos) познает истину и создает мир искусственных вещей.* Таким образом, Н. Кузанского по праву можно считать не только адептом мистического неоплатонизма, пантеизма, но и родоначальником «*ноософии*» – *философии разума и сознания, познающей объективную и субъективную реальность.*

Вклад в развитие ноософии внесли также философы русского естественнонаучного космизма (XIX – XX вв.) К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский, В.И. Вернадский (ноосфера), А.А. Богданов и др.

Идеи Единства и Совпадения противоположностей продолжали развивать философы (Спиноза, Лейбниц, Шеллинг, Гегель и др.) и ученые естествоиспытатели, что привело к созданию теории электромагнетизма (М. Фарадей, М.К. Максвелл), квантовой физики (М. Планк, П. Дирак). Был установлен предел скорости света, открыты монополю Дирака и элементарная структура вакуума (спонтанная флуктуация поля Дирака и бозон Хиггса), расшифрован геном человека, а пространственно-временной суперконтинуум состоит из множества галактик и Вселенных, находящихся на разных стадиях развития.

Открытие эволюции звездных систем (1907-1913гг) на главной последовательности Герцшпрунга – Рассела (Hertzsprung-Russell), Diagram HR, Main Sequence HR, впервые указывало на то, что жизнь человека (сома, мозг, разум и сознание), звездных систем, галактик и Вселенных – конечна, а поэтому познаваема, как конечная истина.

Современные информационные технологии приблизились к созданию прототипов сильного (самопрограммируемого) искусственного интеллекта, а к концу 21 века, человек, видимо, сможет создавать «искусственные вселенные» в лабораториях, о чем писал Артур Кларк в середине XX века.

Несмотря на достижения в познании макромира и астрофизической реальности, микромира элементарных частиц, мозга и сознания человека, в современной философии отсутствуют новые *естественнонаучные категории и принципы*, отражающие инвариантные «*гиперциклы эволюции – инволюции*» на уровне микромира, биосистем (человек, сознание) и астрофизических процессов.

*Современная нейрофилософия* (Патриция Черчленд), как *философия функции* психического – феномена сознания (мышление, идеи, когнитом) и как *философия структуры* (нейросетевые гиперструктуры, конектом), составляющей материальный базис психического, отражает механистические представления о работе мозга и сознания. *Нейрофилософия* не содержит в себе новых философских принципов и категорий, применимых в естествознании, в связи с чем, она не может претендовать на «науку наук» в XXI веке. Если следовать органотропному принципу деления различных направлений философии (органофилософия), то механистичность и эклектичность *нейрофилософии можно перенести на гепатофилософию* (очищение и детоксикация), *кардиофилософию* (любовь и гемодинамика) и т.д. А если следовать утверждениям современных сторонников *панпсихизма* (Р. Пенроуз, Д. Чалмерс, Г. Матлофф, Г. Стросон), то можно не только умножать *органофилософские сущности, но и наделять их сознанием, включая Вселенную.*

Главная проблема ноософии состоит не в атрибуте сознания, а в поиске универсального механизма (матрицы, последовательности, закона, аксиомы) развития, **единого «гиперцикла эволюции – инволюции» для всех проявлений физической реальности на всех уровнях организации.**

Главная задача ноософии, как философии разума и сознания в начале третьего тысячелетия состоит в формулировке новых эволюционно-инволюционных концепций и принципов существования мира вокруг нас (макрокосм, мульти-Вселенные) и внутри нас (микрокосм, разум и сознание).

Ноофилософия должна ответить на главный вопрос современного естествознания. Что общего между процессами на уровне микромира, биосистем и астрофизики? Позволяет ли современный уровень знаний решать вопросы «философии всего», опираясь на единые и общие для всех процессов, принципы, категории и закономерности?

На протяжении всех веков философов с особым пристрастием привлекала психиатрия, расстройства познания, мышления, интеллекта и сознания. Ответ на поставленные вопросы лежит в плоскости изучения закономерностей течения психических расстройств, включая болезни зависимости.

В Московском НПЦ наркологии (2007-2008) впервые открыта инвариантная последовательность формирования болезней зависимости, включающая следующие кластеры: спонтанность, сензитивность, потенциация, регуляризация, инверсия, редукция, рефрактерность.

Данная последовательность носит универсальный характер и как инвариантная матрица может быть применима не только для описания психических расстройств, но и *инвариантной реактивности физической реальности, которая жестко детерминирована* в своей «свертке-развертке», «эволюции-инволюции» во времени и пространстве, а также на всех уровнях организации. На астрофизическом (космологическом), уровне – последовательность эволюции звезд, Main Sequence HR, а на элементарном, вакуумном – регистрируются спонтанные флуктуации поля и бозона Хиггса и т.д. Гиперциклы эволюции-инволюции «Всего» в природе имеют начало и конец. В *инвариантной реактивности и последовательности «эволюции-инволюции» «всего», макромира и вселенных, микромира и биофизических процессов, человека и сознания, не только реализуется принцип Единства и Совпадения противоположностей (coensidentia suppositorum)* сформулированный Н. Кузанским в 1440г, но также заложена *конечность и познаваемость* частей, целого и всего.

#### **Заключение.**

1. Инвариантная реактивность физической реальности проявляется на всех уровнях организации по единому гомологическому и инвариантному принципу «эволюции-инволюции» и совпадения противоположностей – *coensidentia suppositorum*.

2. Инвариантные кластеры биофизической и психической реактивности в равной степени проявляются как в норме, так и при психических расстройствах в процессе формирования «эволюции-инволюции» заболевания.

3. Трансверсальный (сквозной) характер инвариантных кластеров реактивности (спонтанность, сензитивность, потенциация, регуляризация, инверсия, редукция, рефрактерность) позволяет рассматривать их как *фундаментальные категории естествознания и философии*.

4. Исследование свойств фундаментальных категорий философии в естествознании, позволит формулировать новые цели и задачи в изучении космологической, биофизической и психической реальности, в создании прототипов с искусственным интеллектом, а также моделирования и прогнозирования астрофизических, биофизических и психических процессов.

### **NOOSOPHIA (NOOFILOSOPHY) – PRECONDITIONS, CATEGORIES, PRINCIPLES: REACTIVITY AND INVARIANT MODEL "EVOLUTIONS – INVOLUTIONS" COSMOLOGICAL, BIOPHYSICAL AND MENTAL REALITY**

**Glushko Anatoly A.**

State Budgetary Institution of Healthcare Scientific and Practical Center for Addiction Medicine Moscow  
Department of Health, Moscow, Russia; [gaa.glu@mail.ru](mailto:gaa.glu@mail.ru)

**Prerequisites of noosophy – philosophy of mind and consciousness.** In "De Docta Ignorantia" (1440) – "Academic ignorance or ignorance", Nikolay Kuzansky (1401-1464), Nicolaus Cusanus, the last scholastic and first humanist of the Renaissance, believed that there is no absolute knowledge, the knowledge of truth, peace and man is infinite, and an increase in knowledge leads to "scientific ignorance." He first introduced the concept of "negative theology" or the impossibility of a positive definition of God as the world soul and the driving principle of the Universe, thus realizing the pantheistic depersonalization and derealization of God, depriving him of his personality status and physicality.

He formulated the idea and principle of the dialectic Oneness and Coincidence of opposites (*coensidentia suppositorum*) of the natural and divine, physical and spiritual, subject and object, minimum and maximum, microcosm and macrocosm, "everything and nothing", center and circle, finite and infinite, knowable and unknowable.

The goal of philosophy, he believed, was not the knowledge of the supernatural God, but of Nature as the primary creative, natural "god" and Man, who according to Kuzansky is the "second god." Man by reason (noos) cognizes the truth and creates a world of artificial things. Thus, N. Kuzansky can rightly be considered not only an adherent of mystical neo-Platonism, pantheism, but also the ancestor of "noosophy" — the philosophy of mind and consciousness, which cognizes objective and subjective reality.

Philosophers of Russian natural science cosmism also contributed to the development of noosophy (the 19th – of the 20th centuries) K.E. Tsiolkovsky, A.L. Chizhevsky, V.I. Vernadsky (noosphere), A.A. Bogdanov and others.

The ideas of Unity and the Coincidence of opposites continued to be developed by philosophers (Spinoza, Leibniz, Schelling, Hegel, etc.) and natural scientists, which led to the creation of the theory of electromagnetism (M. Faraday, MK Maxwell), quantum physics (M. Planck, P Dirac). The limit of the speed of light was established, the Dirac monopole and the elementary structure of the vacuum (spontaneous fluctuation of the Dirac field and the Higgs boson) were discovered, the human gene was decoded, and the space-time supercontinuum consists of many galaxies and Universes at different stages of development.

The discovery of the evolution of star systems (1907-1913) on the main sequence of Hertzsprung-Russell (Hertzsprung-Russell), Diagram HR, Main Sequence HR, first indicated that human life (soma, brain, mind and consciousness), star systems, galaxies and the Universes are finite, and therefore knowable, as the ultimate truth.

Modern information technologies have come close to creating prototypes of strong (self-programmed) artificial intelligence, and by the end of the 21st century, a person will probably be able to create "artificial universes" in laboratories, as Arthur Clarke wrote about in the middle of the 20th century.

Despite advances in the knowledge of the macrocosm and astrophysical reality, the micro-world of elementary particles, the brain and human consciousness, modern natural science categories and principles reflecting the invariant "hypercycles of evolution — involutions" at the micro-world level, biosystems (man, consciousness) and astrophysical processes are absent in modern philosophy.

Modern neurophilosophy (Patricia Churchland), as the philosophy of the mental function – the phenomenon of consciousness (thinking, ideas, cognit) and the philosophy of structure (neural network hyperstructures, connection), which forms the material basis of the mental, reflects the mechanistic understanding of the brain and consciousness. Neurophilosophy does not contain in itself new philosophical principles and categories applicable in natural science, in connection with which it cannot claim to be a "science of sciences" in the 21st century. If you follow the organotropic principle of dividing various areas of philosophy (organophilosophy), then the mechanistic and eclectic nature of neurophilosophy can be transferred to hepatophilosophy (cleansing and detoxification), cardiophilosophy (love and hemodynamics), etc. And if you follow the statements of modern supporters of panpsychism (R. Penrose, D. Chalmers, G. Matloff, G. Strawson), then you can not only multiply organophilosophical entities, but also give them consciousness, including the Universe.

The main problem of noosophy is not in the attribute of consciousness, but in the search for a universal mechanism (matrix, sequence, law, axiom) of development, a single "hypercycle of evolution – involution" for all manifestations of physical reality at all levels of the organization.

The main task of noosophy, as the philosophy of mind and consciousness at the beginning of the third millennium, is to formulate new and evolutionary – involutorial concepts and principles for the existence of the world around us (macrocosm, multi-Universes) and within us (microcosm, mind and consciousness).

Noofilosofiya must answer the main question of modern science. What is common between the processes at the level of the microworld, biosystems and astrophysics? Does the modern level of knowledge allow to solve questions of the "philosophy of everything", relying on the common, common to all processes, principles, categories and laws?

Throughout all centuries, philosophers with particular predilection attracted psychiatry, disorders of cognition, thinking, intellect and consciousness. The answer to the questions posed lies in the plane of studying the patterns of the course of mental disorders, including addiction diseases.

The Moscow Research and Development Center for Addiction Medicine (2007-2008) first discovered the invariant sequence of the formation of addiction diseases, including the following clusters: spontaneity, sensitivity, potentiation, regularization, inversion, reduction, refractoriness.

This sequence is universal and as an invariant matrix can be applicable not only to describe mental disorders, but also invariant reactivity of physical reality, which is rigidly determined in its convolution-sweep, evolution-involution in time and space, as well as on all levels of organization. At the astrophysical (cosmological) level — the sequence of evolution of stars, Main Sequence HR, and at the elementary, vacuum level — spontaneous fluctuations of the field and the Higgs boson, etc., are recorded. The hypercycles of the evolution-involution of "Everything" in nature have a beginning and an end. In the invariant reactivity and sequence of "evolution-involution" of "everything", the macrocosm and universes, microcosm and biophysical processes, human and consciousness, not only the principle of Unity and Coincidence of opposites (coensidentia suppositorum) formulated by N. Kuzansky in 1440 is realized, but also the finite and knowability of parts, the whole and everything.

#### Conclusions.

1. The invariant reactivity of physical reality is manifested at all levels of the organization according to a single homologous and invariant principle of "evolution-involution" and the coincidence of opposites – coensidentia suppositorum.

2. Invariant clusters of biophysical and mental reactivity are equally manifested both in normal conditions and in mental disorders during the formation of the "evolution-involution" of the disease.

3. The transversal (through) nature of invariant reactivity clusters (spontaneity, sensitivity, potentiation, regularization, inversion, reduction, refractoriness) allows us to consider them as fundamental categories of natural science and philosophy.

4. The study of the properties of the fundamental categories of philosophy in natural science will allow to formulate new goals and objectives in the study of cosmological, biophysical and mental reality, in the creation of prototypes with artificial intelligence, as well as in the modeling and forecasting of astrophysical, biophysical and mental processes.

#### ТРАНСЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ АБРАЗИЯ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ЭНГРАММ ПАМЯТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОФИЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АДДИКТОЛОГИИ

Глушко А.А., Копоров С.Г., Брюн Е.А., Чернобровкина Т.В.

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Научно-практический центр наркологии Департамента здравоохранения Москвы; Москва, Россия; [gaa.glu@mail.ru](mailto:gaa.glu@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m361.sudak.ns2019-15/139-141>

**Введение и актуальность.** Обоснованием для применения **биофизических методов (БФМ)** терапии в аддиктологии является: **отсутствие токсикогенного и наркотогенного потенциала, способность повысить чувствительность организма к фармакологическим препаратам, эффективность лечения резистентных форм заболеваний** на разных этапах течения болезней зависимости, БЗ (алкоголизм, наркомания, токсикомания, гемблинг и др.). БФМ лечения используются при **широком спектре показаний** (расстройства сна, тревога, депрессия, болевой синдром и др.), они **не вызывают психической заторможенности и когнитивного дефицита**, способствуют формированию **когнитивной ремиссии и экономически рентабельны. Оптимизация** применения БФМ терапии в наркологии направлена на повышение их **безопасности, клинической эффективности, экономической рентабельности** и, прежде всего, **доступности в ЛПУ амбулаторного типа**.

С целью повышения эффективности и доступности БФМ в **ЛПУ амбулаторного типа** в 2004-2005гг был разработан **«биофизический модуль» (БФМ-1)**, включающий трансцеребральные технологии электрической, магнитной и УВЧ стимуляции мозга (ТЭС, ТМС, Т-УВЧ-С), нормобарическую оксигенацию в режиме гипоксии – гипероксии (НБО), а также современные методы компьютерной диагностики и

мониторинга «in situ», включая нейровизуализацию (КЭЭГ) и кардиовизуализацию (ЭКГ, 3D-CV) с модулем ВСП и «детектором зависимости».

**Цель и задачи исследования.** 1. Разработка алгоритма сочетанного, последовательного и высокодифференцированного применения БФМ (ТЭС, ТМС, Т-УВЧ-С, НБО) при основных синдромах-комплексах БЗ. 2. Выявить психометрические и инструментальные корреляты клинических паттернов патологического влечения (ПВ, craving). 3. Посредством мониторинга «in situ» с применением ЭКГ, ЭЭГ, 3D-CV стандартизировать параметры клинической, психометрической и инструментальной оценки эффективности лечения при различных формах БЗ.

**Объекты и методы исследования.** В течение 5 лет (2014-2018) проведено комплексное обследование (ЭЭГ, МРТ-ГМ, ЭКГ, 3D-CV, ВСП) 3586 больных (ICD-10, F10x-19.x) на разных стадиях течения БЗ. Группу контроля составили (76 чел.) больные соматоневрологического профиля без БЗ. В процессе лечения у всех больных оценивались клинические, инструментальные и психометрические показатели паттернов ПВ (craving) и степень их выраженности.

**Результаты.** По степени выраженности и вовлеченности базовых компонент «психического» были выделены *идеаторный, импульсивный, обсессивный, компульсивный, психотический, амнестический* и пароксизмальный паттерны ПВ. *Патогенетическая сопряженность ПВ с регистрами «психического» включала соматический, сенсомоторный, аффективный, идеаторный, мнестический и когнитивный уровни.* Применение БФМ (ТЭС, ТМС, Т-УВЧ-С, НБО) позволило *выявить особенности динамической сопряженности электромагнитной, нейромедиаторной и нейрометаболической компонент ПВ при БЗ, что в конечном виде формировало градуальный (степенной, медленноволновой), спайковый (суммационный) или вспышковый мембранный потенциал нейронов.* Установлена высокая корреляция (0.78) между ЭЭГ и 3D-CV коррелятами ПВ (craving), а также их сопряженность с идеаторным, мнестическим, обсессивным и аффективным паттернами ПВ, которые проявлялись в виде наркотических реминисценций, наплывов мысли и воспоминаний, которые сопровождалась актуализацией ПВ.

Сочетанное применение ТЭС, ТМС, Т-УВЧ-С, НБО с 3-5 сеанса приводило к стойкой редукции электродинамических (ЭЭГ и 3D-CV) и клинических (идеаторная дезактуализация, амнезия, отсутствие наркотических воспоминаний и мыслей) коррелятов ПВ.

**Выводы и рекомендации.** 1. Сочетанное применение трансцеребральных методов электрической, магнитной и высокочастотной стимуляции мозга (ТЭС, ТМС, Т-УВЧ-С + НБО) приводило к истиранию (абразии) патологических энграмм памяти и редукции идеаторного компонента ПВ (craving), который может рассматриваться как главный триггер аддиктивного гиперцикла.

2. Применение нейровизуализации (ЭЭГ-мониторинг) и кардиовизуализации (микро-ЭКГ) позволяет регистрировать нейрональные, вегетативные и ритмологические (ВСП) корреляты ПВ, индивидуализировать терапию и упреждать рецидивы заболевания.

3. Применение в ЛПУ амбулаторного типа (наркологические диспансеры) лечебно-диагностических «*биофизических модулей*», сочетающих методы биофизической терапии, диагностики и мониторинга БЗ «in situ» является важным направлением *прогностической и превентивной наркологии*, способствует *раннему выявлению клинически латентных форм патологического влечения (craving) с последующей абразией патологических энграмм памяти и формированием когнитивной ремиссии.*

4. «*Биофизический модуль*» соответствует таким основным требованиям и критериям современного высокотехнологического оборудования как информативность и интегрированность, эргономичность и высокая производительность, безопасность и экономическая рентабельность, клиническая эффективность и качество, что позволяет рекомендовать его как перспективный прототип в научную и клиническую практику.

5. Прототипы и аналоги «*Биофизического модуля*» могут быть рекомендованы для использования в «амбулаторной практической наркологии», что соответствует **главному критерию оптимизации в здравоохранении – доступности оказания высокоспециализированной медицинской помощи населению (!)**

6. Установленная высокая информативность (чувствительность 91-94%, специфичность 72-80%) применения «*биофизического модуля*» в совокупности с биохимическими методами позволяет осуществлять раннюю диагностику полиорганных осложнений (энцефалопатии, полинейропатии, вегетопатии, кардиопатии, мембранопатии, каналопатии) при болезнях зависимости и эффективно решать задачи соматической наркологии.

7. По результатам исследований (более 15 лет), использование «*биофизического модуля*», объединяющего методы компьютерной электрофизиологии, нейрофизиологии, сомнологии, неврологии, кардиологии, функциональной диагностики и мониторинга болезней зависимости в реальном времени «in situ» с современными технологиями трансцеребральной электромагнитной терапии и реоксигенации, является также перспективным наукоёмким направлением современной наркологии.

*NB. Работа выполнена без Грантов. Конфликт интересов авторов отсутствует.*

#### **TRANSCEREBRAL ELECTROMAGNETIC ABRASION OF PATHOLOGICAL ENGRAMS OF MEMORY: PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF BIOPHYSICAL TECHNOLOGIES IN ADDICTOLOGY**

**Glushko Anatoly A., Koporov Sergey G., Bryun Eugeny A., Chernobrovkina Tamara V.**

State Budgetary Institution of Healthcare Scientific and Practical Center for Addiction Medicine Moscow  
Department of Health; Moscow, Russia; [gaa.glu@mail.ru](mailto:gaa.glu@mail.ru)

**Introduction and relevance.** The rationale for the use of biophysical methods (BPhM) therapy in addictology is: the absence of toxicogenic and narcogenic potential, the ability to increase the body's sensitivity to pharmacological drugs, the effectiveness of treatment of resistant forms of diseases at different stages of the course of addiction diseases, AD (alcoholism, drug addiction, substance abuse, gambling, etc.). BPhM treatments are used for a wide range of indications (sleep disorders, anxiety, depression, pain syndrome, etc.), they do not cause mental retardation and cognitive deficit, contribute to the formation of cognitive remission and are economically viable.

Optimization of the use of BPhM therapy in narcology is aimed at increasing their safety, clinical efficacy, economic profitability and, above all, accessibility in outpatient-type health facilities.

In order to improve the efficiency and availability of BPhM in ambulatory health facilities in 2004-2005, a "biophysical module" (BPhM-1) was developed, including transcerebral technologies of electrical, magnetic and UHF brain stimulation (TES, TMS, T-UHF-S), normobaric hypoxia – hyperoxia (NBO) oxygenation, as well as modern methods of computer diagnostics and in situ monitoring, including neuroimaging (CEEG) and cardiovisualization (ECG, 3D-CV) with a HRV module and a "dependency detector".

**The purpose and objectives of the study.** 1. Development of an algorithm for combined, sequential and highly differentiated use of BPhM (TES, TMS, T-UHF-S, NBO) in the main syndrome – complex of the AD. 2. To identify psychometric and instrumental correlates of clinical patterns of a pathological desire (PD, craving). 3. Through monitoring "in situ" using ECG, EEG, 3D-CV, standardize the parameters of clinical, psychometric and instrumental assessment of treatment efficacy in various forms of AD.

**Objects and methods of research.** During 5 years (2014-2018), a comprehensive examination (EEG, MRI of the brain, ECG, 3D-CV, HRV) of 3586 patients (ICD-10, F10x-19.x) was conducted at different stages of the course of the AD. The control group consisted of (76 people) patients with a somatoneurological profile without AD. In the course of treatment, clinical, instrumental and psychometric indicators of (PD) craving patterns and their severity were evaluated in all patients.

**Results.** According to the severity and involvement of the basic components of the "mental", ideatorial, impulsive, obsessive, compulsive, psychotic, amnesic and paroxysmal PD patterns were identified. The pathogenetic conjugacy of PD with the registers of the "psychic" included somatic, sensorimotor, affective, ideatorial, mnemonic, and cognitive levels. The use of BPhM (TES, TMS, T-UHF-S, NBO) revealed features of the dynamic conjugacy of the electromagnetic, neurotransmitter and neurometabolic components of the PD in the AD, which in the final form formed the gradual (power, slow-wave), spike (summation) or flash membrane potential neurons. A high correlation (0.78) between EEG and 3D-CV correlates of PD (craving) was established, as well as their conjugacy with the ideatorial, mnemonic, obsessive and affective PD patterns, which manifested themselves in the form of narcotic reminiscences, an influx of thoughts and memories, which were accompanied by updating the PD.

The combined use of TES, TMS, T-UHF-S, NBO from 3-5 sessions led to a persistent reduction of electrodynamic (EEG and 3D-CV) and clinical (ideatory deactualization, amnesia, absence of narcotic memories and thoughts) correlates of PD.

**Conclusions and recommendations.** 1. The combined use of transcerebral methods of electrical, magnetic and high-frequency brain stimulation (TES, TMS, T-UHF-C + NBO) led to abrasion (abrasion) of pathological memory engrams and reduction of the ideatory component PD (craving), which can be considered as the main trigger addictive hypercycle.

2. The use of neuroimaging (EEG-monitoring) and cardiovisualization (micro-ECG) allows you to register neuronal, autonomic and rhythmological (HRV) correlates of PD, individualize therapy and prevent the recurrence of the disease.

3. The use of ambulatory medical treatment centers (narcological dispensaries) of therapeutic and diagnostic "biophysical modules" in health facilities, combining methods of biophysical therapy, diagnostics and monitoring of the "in situ" AD is an important direction of prognostic and preventive narcology and contributes to the early detection of clinically latent forms of craving followed by abrasion of pathological memory engrams and the formation of cognitive remission.

4. "Biophysical module" meets such basic requirements and criteria of modern high-tech equipment as information content and integration, ergonomics and high performance, safety and economic profitability, clinical efficiency and quality, which allows to recommend it as a promising prototype in scientific and clinical practice.

5. Prototypes and analogs of the "Biophysical module" can be recommended for use in "outpatient practical narcology", which meets the main criterion of optimization in health care – the availability of highly specialized medical care for the population!

6. The established high information content (sensitivity 91–94%, specificity 72–80%) of using the "biophysical module" combined with biochemical methods allows early diagnosis of multiple organ complications (encephalopathy, polyneuropathy, vegetopathy, cardiopathy, membranopathy, canalopathy) for addiction diseases and effectively solve the problems of somatic narcology.

7. According to the results of research (more than 15 years), the "biophysical module" is used, which combines the methods of computer electrophysiology, neurophysiology, somnology, neurology, cardiology, functional diagnostics and monitoring of diseases of dependence in real time "in situ" with modern technologies of transcerebral electromagnetic therapy and reoxygenation It is also a promising high-tech direction of modern narcology.

*The work was done without grants. There is no conflict of interests between the authors.*

## **КЛИНИЧЕСКИЙ ПОЛИМОРФИЗМ АКАТИЗИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АНТИПСИХОТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ**

**Гончарова А.А., Корнетова Е.Г., Дмитриева Е.Г.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» Научно-исследовательский институт психического здоровья, г. Томск, Россия, [goncharanastasya@gmail.com](mailto:goncharanastasya@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m362.sudak.ns2019-15/141-142>

Лекарственно-индуцированные двигательные нежелательные явления, такие как акатизия, несмотря на появление новых антипсихотиков, по-прежнему остаются значимой проблемой у больных шизофренией. Акатизия, проявляется сложным комплексом субъективного и объективного компонента, определяющие в своей совокупности клиническую выраженность акатизии, каждый из них оказывает влияние не только на

поведенческие паттерны пациента, приверженность к лечению, но и снижает реабилитационный потенциал больного, способен утяжелять и модифицировать клинику и течение шизофрении. Кроме того, акатизия может сохраняться или развиваться спустя 3-6 месяцев от момента отмены либо снижения дозы антипсихотической терапии. Для своевременной диагностики акатизии у больных шизофренией целесообразно использование стандартизированной и валидизированной шкалы оценки акатизии Барнса (BARS).

Было обнаружено, что на фоне приема зуклопентиксола в сравнении с галоперидолом, рисперидоном, оланзапином и кветиапином больные шизофренией с акатизией имели более выраженный субъективный компонент акатизии и утомление. Именно субъективный компонент связывается с формированием гетеро- и аутоагрессивного поведения, вплоть до завершённого суицида.

Таким образом, наше исследование показывает необходимость изучения вклада принимаемой терапии в формирование клинического полиморфизма акатизии и ее персистенции, что позволит разработать адекватные методы профилактики и реабилитации у больных шизофренией.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-415-703002.*

### **CLINICAL POLYMORPHISM OF ACATHISIA DEPENDING ON ANTIPSYCHOTIC THERAPY IN PATIENTS WITH SCHIZOPHRENIA**

**Goncharova Anastasya A., Kornetova Elena G., Dmitriva Ekaterina G.**

Tomsk National Research Medical Center, Russian Academ of Sciences, Mental Health Research Institute, Tomsk, Russia, [goncharanastasya@gmail.com](mailto:goncharanastasya@gmail.com)

Drug-induced motor side effects, such as akathisia, despite the emergence of new antipsychotics, are still a significant problem in patients with schizophrenia. A complex of a subjective and objective component represents Akathisia, determining its clinical severity of akathisia. These components influence the patient's behavioral patterns, committal to treatment, and reduce the rehabilitation potential of the patient; they are able to weight and modify the clinic and the course of schizophrenia. In addition, akathisia may persist or develop 3-6 months after the moment of cancellation or reduction of the dose of antipsychotic therapy. For the timely diagnosis of akathisia in patients with schizophrenia, it is advisable to use a standardized and validated Barnes akathisia scale (BAS).

It was found that zuclopentixol in patients with schizophrenia with akathisia was associated with a more pronounced subjective component of akathisia and fatigue compared with haloperidol, risperidone, olanzapine and quetiapine. It is the subjective component of akathisia that is associated with the formation of hetero- and auto-aggressive behavior, to complete suicide.

Thus, our examination suggests the need to study the contribution received therapy in the formation of clinical polymorphism of akathisia and its persistence, which will develop appropriate methods of prevention and rehabilitation in patients with schizophrenia.

*The work was supported by grant RFBR (project № 19-415-703002).*

### **АССОЦИАЦИИ СОМАТИЧЕСКИХ, ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ДЕВУШЕК (ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ)**

**Горбачева А.К., Федотова Т.К., Кулагина Н.Н.**

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии им. Д.И. Анучина, Москва, Россия; <sup>2</sup>Московский Государственный Психолого-Педагогический Университет, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m363.sudak.ns2019-15/142-143>

На материалах выборки девушек-студенток 18-20 лет проведен факторный анализ трех систем показателей разной природы в разных сочетаниях — соматические (23) и ЭЭГ параметры в альфа диапазоне (52); соматические показатели и психологические характеристики (10); ЭЭГ параметры и психологические характеристики; одновременно все три системы признаков. Показана относительная независимость внутригрупповой изменчивости показателей трех систем признаков — соматических, психологических, ЭЭГ параметров. Выявлена автономность вариации комплексов показателей внутри каждой из рассматриваемых систем: внутри морфологической системы признаков для продольных скелетных размеров и размеров, связанных с жиротложением; внутри нейрофизиологической системы признаков для показателей мощности и когерентности ЭЭГ, показателей когерентности для разных поддиапазонов альфа ритма ЭЭГ, для лобно-затылочных и теменных отведений. Показана обратная связь показателей личностной тревожности и показателей саморегуляции внутри психологической системы признаков. Результаты подтверждают фундаментальные биологические представления о насущности ослабления генетических связей между отдельными системами признаков как условия целостности и пластичности организма в процессе жизнедеятельности. В свою очередь «фракционирование» показателей внутри каждой из изученных систем признаков, выявленное в результате факторного анализа, свидетельствует о разной степени генетического влияния на признаки и внутри одной системы показателей (морфологической, физиологической, психологической), разным балансом и спецификой генетических и средовых воздействий на формирование показателей, разными условиями среды, вносящими вклад в становление показателей.

### **ASSOCIATIONS OF SOMATIC, PHYSIOLOGICAL AND PSYCHOLOGICAL PARAMETERS OF FEMALES (FACTOR ANALYSIS)**

**<sup>1</sup>Gorbacheva Anna K., <sup>1</sup>Fedotova Tatiana K., <sup>2</sup>Kulagina Nina N.**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology;

<sup>2</sup>Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

The sample of female students aged 18-20 years served as the base of the study of associations of three systems of parameters of different nature by means of factor analysis in different combinations — somatic (23) and alpha EEG parameters (52); somatic and psychological traits (10); alpha EEG parameters and psychological characteristics; all three systems simultaneously. Relative independence of intragroup variability of three systems of traits is shown — somatic, psychological and EEG. The independence of variability inside each of the systems is shown: longitudinal skeletal dimension and dimensions, connected with adiposity, inside somatic system; power and coherence parameters inside EEG set, coherence in different subbands of alpha band, coherence for frontal-occipital and temporal cuts — inside physiological system. The inverse association of personal anxiety and self-regulation parameters is shown inside the psychological system. The results support the basic biological conceptions of urgency of relaxation of genetic correlations between different systems of traits as the necessary condition of integrity and plasticity of the organism through the vital activity. In turn «fractionating» of parameters inside each system (morphological, physiological, psychological), fixed in the course of factor analysis, witnesses to the different degree of genetic influence of parameters inside one system, different balance and specificity of genetic and environment influence on formation of parameters, different environment circumstances, contributing to development of parameters.

### **НЕЙРОБИОЛОГИЯ СИНДРОМАЛЬНЫХ ФОРМ РАССТРОЙСТВ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА (РАС)**

**Горбачевская Н.Л.**

ФГБНУ Научный центр психического здоровья, Москва, Россия; Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия; [gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m364.sudak.ns2019-15/143-144>

Расстройства аутистического спектра — это группа клинически очерченных нарушений развития, в основе которых могут лежать различные генетические аномалии, приводящие в конечном итоге к определенному поведенческому фенотипу. Для понимания того, как эти аномалии влияют на нейрокогнитивные процессы и поведенческие особенности при РАС, особый интерес представляют психические расстройства с известным патогенезом, при которых с высокой частотой наблюдаются аутистические симптомы, так называемые синдромальные формы аутизма. К таким заболеваниям относится синдром Ангельмана, синдром Ретта и синдром умственной отсталости, сцепленной с ломкой хромосомой X. Последний синдром является наиболее распространенным наследственным расстройством нервной системы, при котором более чем в 60% случаев диагностируется аутизм. Это заболевание вызвано нарушением функционирования единственного гена — FMR1. В результате метилирования промотора этого гена не синтезируется белок FMRP, который является регулятором трансляции многих других белков, играющих ключевую роль в нейрокогнитивном развитии. Исследования на животных моделях показали, что уменьшение количества белка FMRP может приводить к избыточной активации глутаматных рецепторов и как следствие — увеличению долговременной депрессии (Holzman D, 2006). В норме LTD уменьшает синаптическую передачу, а долговременная потенция (LTP) — увеличивает синаптическую передачу. Оба процесса в норме согласованно регулируют передачу нейронных сигналов, что является ключевым механизмом синаптической пластичности — основного биологического механизма развития мозга. Последние исследования (Sears JC, et al., 2019), также показали что возможной причиной поведенческих нарушений при этом синдроме может быть снижение активности протеинкиназы A, что может приводить к нарушению формирования актинового скелета в нейросетях, и быть причиной нарушения связей между различными зонами коры головного мозга, что характерно не только для этого синдрома, но и в целом для всей группы РАС. Нейрофизиологические исследования при этих трех синдромах демонстрируют специфические изменения суммарной ЭЭГ в виде преобладания ритмической тета- активности и выраженного дефицита альфа-ритма. Обсуждаются возможности существования общих базовых нейробиологических механизмов нарушения развития, проявляющихся в сходных особенностях нейробиологических характеристик при различных формах РАС.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 19-013-00750*

### **NEUROBIOLOGY OF SYNDROMAL FORMS OF AUTISM SPECTRUM DISORDER (ASD)**

**Gorbachevskaya Natalia L.**

Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia; [gorbachevskaya@yandex.ru](mailto:gorbachevskaya@yandex.ru)

An autism spectrum disorders is a group of clinically defined developmental disorders based on various genetic abnormalities that ultimately lead to a specific behavioral phenotype. To understand how these abnormalities affect neurocognitive processes and behavioral features in ASD, mental disorders with known pathogenesis are of particular interest, with which autistic symptoms, the so-called syndromic forms of autism, are observed with a high frequency. These diseases include Angelman syndrome, Rett (RTT) syndrome and Fragile X syndrome (FXS). The latter syndrome is the most common inherited disorder of the nervous system, in which more than 60% of cases are diagnosed with autism. This disease is caused by the disruption of the functioning of a single gene, FMR1. As a result of the methylation of the promoter of this gene, the FMRP protein, which is a regulator of translation of many other proteins that play a key role in neurocognitive development, is not synthesized. Studies in animal models have shown that a decrease in the amount of FMRP protein can lead to an excessive activation of glutamate receptors and, as a consequence, an increase in long-term depression (Holzman D, 2006). Normally, LTD reduces synaptic transmission, and long-term potentiation (LTP) increases synaptic transmission. Both processes normally consistently regulate the transmission of neural signals, which is a key mechanism of synaptic plasticity, the main biological mechanism of brain development. Recent studies (Sears JC, et al., 2019) also showed that a possible cause of behavioral disorders in this syndrome may be a decrease in the activity of protein kinase A, which can lead to disruption of the formation of the actin skeleton in neural networks,



different zones of the cerebral cortex, which is typical not only for this syndrome, but in general for the whole group of ASD. Neurophysiological studies in these three syndromes demonstrate specific changes in the total EEG in the form of the prevalence of rhythmic theta activity and a pronounced deficiency of the alpha rhythm. The possibilities of the existence of common basic neurobiological mechanisms of developmental disorders, manifested in similar features of neurophysiological characteristics in various forms of ASD, are discussed.

*This work was supported by a grant from the Russian Foundation for Basic Research №19-013-00750*

### **ОДНОРОДНОСТЬ ПАРАМЕТРОВ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ В РАМКАХ ТЕРМОДИНАМИКИ НЕРАВНОВЕСНЫХ СИСТЕМ I.R. PRIGOGINE**

**Горбунов Д.В., Горбунова М.Н., Булатов И.Б., Горбунов С.В.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [gorbunov.dv@mail.ru](mailto:gorbunov.dv@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m365.sudak.ns2019-15/144>

До сих пор не решена проблема однородности выборок, т.е. нет никакого точного (корректного математически) математического аппарата по установлению однородности получаемых параметров. Более того, для термина «однородность» нет конкретного определения в области естествознания, а в научной литературе встречается весьма абстрактное его представление.

Для проведения исследования был выбран один испытуемый, но производилась регистрация параметров *треморграмм* (ТМГ) в режиме многократных повторов в спокойном состоянии и при статической нагрузке  $F=3N$  (не менее 30 выборок для каждого состояния). В этом случае можно предположить, что получаемые выборки будут иметь существенные различия, т.к. природа возникновения 2-х этих движений разная. Мы ожидали, что однородность ТМГ для разных состояний в отдельности (т.е. все выборки ТМГ однородны в спокойном состоянии и выборки ТМГ при статической нагрузке) будет подтверждена. Действительность оказалась несколько другой и намного сложнее.

Для каждой выборки ТМГ был произведен расчет значений энтропии Шеннона  $H$ . Анализ полученных результатов в отдельности для каждого вида движений позволяет сделать вывод о том, что ТМГ в спокойном состоянии и при нагрузке по соотношению между собой являются однородными в рамках термодинамики неравновесных систем. Однако, сравнение энтропии Шеннона не может установить различия этих выборок, а также не может объективно оценить, являются ли выборки однородными. Согласно этим расчетам на основе теории неравновесных систем I.R. Prigogine получается, что два состояния ничем не отличаются, а также все выборки ТМГ являются однородными, что в принципе быть не может, т.к. это разные типы движений и требуют разной работы мышц.

Установлено, что метод расчета энтропии слабо чувствителен как в качестве оценки различных состояний ( $H_1 \neq H_2$ ), так и в качестве метода по установлению однородности или неоднородности получаемых параметров. Параметры ТМГ необходимо перед любым исследованием проверять на их однородность, т.к. эти параметры могут быть неоднородными (полученные даже от одного испытуемого подряд, находящегося в неизменном состоянии).

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол\_а 18-37-00113*

### **HOMOGENEITY OF PARAMETERS OF THE HUMAN NEUROMUSCULAR SYSTEM UNDER STATIC LOAD IN THE FRAMEWORK OF THE THERMODYNAMICS OF NON-EQUILIBRIUM SYSTEMS BY I.R. PRIGOGINE**

**Gorbunov Dmitry V., Gorbunova Marina N., Bulatov Idosif B., Gorbunov Sergey V.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [gorbunov.dv@mail.ru](mailto:gorbunov.dv@mail.ru)

Currently, the problem of homogeneity of samples has no solution, because there is no correct mathematical apparatus to establish the homogeneity of the parameters obtained. Moreover, the term «homogeneity» does not have a concrete definition in the natural sciences, and in the scientific literature there is an abstract representation for this term.

The study involved one subject, but the parameters of *tremorograms* (TMG) were recorded in the regime of multiple repetitions in a calm state and with a static load  $F=3N$  (at least 30 samples for each state). In this case, it can be assumed that the resulting samples will have significant differences, since the cause of these two movements is different. We expected that the homogeneity of TMG for different states separately will be confirmed (all the TMG samples are homogeneous in the calm state and the TMG samples under static load). However, the reality turned out to be somewhat different and much more complicated.

We calculated the Shannon entropy values ( $H$ ) for each sample of TMG. An analysis of the results for TMG and TPG demonstrates that these types of movements are homogeneous with respect to each other within the framework of the thermodynamics of non-equilibrium systems. Therefore, it is impossible to establish the differences of these samples using the calculation of the Shannon entropy. Therefore, it is impossible to objectively assess the homogeneity of the samples. Thus, from the point of view of the calculation of the Shannon entropy and the theory of non-equilibrium systems by I.R. Prigogine, the two conditions are no different. All TMG samples are homogeneous. However, this is a false proposition, since these are different types of movements with different work of the muscles.

It is established that the entropy calculation method is weakly sensitive both for estimating various states ( $H_1 \neq H_2$ ) and for establishing the homogeneity or heterogeneity of the parameters obtained. Before any study, it is necessary to check the TMG parameters for homogeneity, since these parameters can be heterogeneous (even those obtained from one test subject in a row, which is in an unchanged state).

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-37-00113*

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА И ПРОЦЕССА РЕЧЕПОРОЖДЕНИЯ В ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ Горбунов И.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m366.sudak.ns2019-15/145>

Речевая система человека, как и все мозговые механизмы подчиняются принципу нейроэффективности (Neubauer A. C., Fink A. 2009, Friston K. 2010). Предыдущий опыт человека сказывается на его семантическом пространстве, так как происходит процесс научения, минимизирующий потери энергии (Friston K. 2010). С нашей точки зрения для изучения физиологических механизмов речи необходимо комбинировать данные, текстов, порожденных человеком, и физиологических измерений в одной модели. Этого можно добиться, комбинируя различные модели нейронных сетей (НС) в одной системе. Нам необходимо сопоставить модель мозга человека, построенную на основе биоэлектрических измерений, с моделью, построенной на речевых данных. Нейронные модели уже применялись для предсказания активации мозга, измеренной с помощью фМРТ, относительно произносимого слова (Mitchell, T. M., Shinkareva, S. V., Carlson, A. 2008). Для построения модели механизмов взаимодействия различных участков мозга по данным ЭЭГ, мы предполагаем использование модели BCNN (Gorbunov I. Semenov. P. 2009). Данная модель является НС глубокого обучения, в процессе построения которой на множестве ЭЭГ сигналов, измеренных у данного человека, возможен подбор матрицы связей между различными мозговыми центрами. Эта матрица связей, функционирующая в нейросети должна предсказывать вектор потенциалов мозга от всех ЭЭГ отведений по предыдущим их значениям. Ранее мы использовали эту модель для построения модели речепорождения по данным порожденных испытуемыми текстов (Горбунов И. А. и др. 2015). Механизмы речи моделировались как НС, генерирующие последовательность векторов параметров слов текста. Условными «центрами речи» выступали нейроны скрытых слоев сети. Было показано, что больные невротическими расстройствами имели особенности матриц связей между «центрами речи», которые отличались от условно здоровых испытуемых. Проблемой построения данных моделей была трудность кодирования текстов в последовательности векторов признаков слов, таких как частотность слова в разных текстах, принадлежность к тем или иным частям речи и т.п. Это делалось вручную.

Удачным решением указанных проблем является применение модели Word2vec (Micolov T. 2013) для кодирования семантических характеристик слов. Целевой функцией сети является предсказание распределения плотностей вероятности к слов, окружающих соответствующее слово в наборе текстов. В процессе распознавания окружающих к слов на среднем слое в виде активаций нейронов отображается обобщенный малоразмерный вектор, отражающий положение слова в семантико-лингвистическом пространстве. Для каждого слова можно найти вектор активаций нейронов, который, в результате обучения отражает положение понятия в семантическом пространстве.

Используя описанную выше технологию, можно создать гибридную модель между Word2vec и BCNN. Она состоит из четырех слоев. Первый (входной) и последний (выходной) слои, будут представлять вектора всех потенциалов на электродах ЭЭГ. Дополнительный выходной слой будет отображать все слова и типичные словосочетания, встречающиеся в текстах испытуемого. Второй и третий – отражать центры мозга, определяющие динамику ЭЭГ, а также связанные с семантическим пространством человека. В данном случае мы предполагаем, что семантические параметры любого слова отражаются в распределении активации нейронов, детекторов данных понятий и смежных с ним отношений и атрибутов (6). Обучению будет подвергаться только матрица связей между вторым и третьим слоями. Эта матрица будет отражать особенности механизма порождения потенциалов ЭЭГ, и, одновременно конкретного текста, порождаемого автором. Для обучения данной модели необходим большой массив ЭЭГ и текстовых данных, измеренных у одного человека. В эксперименте, испытуемый сидит перед экраном компьютера и печатает текст на клавиатуре. Нажатия всех клавиш синхронизируются с ЭЭГ измерениями. Порождаемый текст описывает сюжеты комиксов, предъявляемых испытуемому на экране.

В процессе эксперимента испытуемый печатает текст на компьютере с одновременной регистрацией ЭЭГ. В качестве инструкции указывается описать сюжет комикса, представленного на экране монитора. Для надежного обучения нейросетей необходимо достаточно большое количество текстов, написанных одним человеком. В нашем эксперименте участвовали 2 человека в течение 10 дней. Каждый из них, описывая несколько десятков комиксов, напечатал не менее 20000 слов. В его ЭЭГ зафиксированы метками все его нажатия на клавиши. В дальнейшем предполагается сначала обучать комбинацию нейромоделей на его ЭЭГ, а потом, по активации центров, обучать нейронную сеть распознавать напечатанные слова.

Построенную матрицу связей, полученную на ЭЭГ и текстах данного испытуемого можно, изучать, выявляя наиболее электрически активные участки или наиболее сильные связи между различными участками мозга при порождении тех или иных слов или других элементов речи. При необходимости можно выделить два промежуточных слоя нейронной сети нейронами «контекста» и организовать контекстное обучение, что сделает модель более устойчивой к изменению входа и позволит удерживать контекст речепорождения не отклоняясь от «темы» порождаемого. Для реализации такой нейродинамической системы была разработана библиотека (Object Pascal, Delphi). Преимуществами данной библиотеки является возможность создания на базе одной большой нейросети нескольких «подсетей», обучающихся от разных выходных слоев и по разным принципам.

*Работа выполняется при поддержке фонда РФФИ (ОГИОН) проект №17-06-00963.*

## THE USE OF NEURAL NETWORK MODELING TO STUDY THE SEMANTIC SPACE AND THE PROCESS OF SPEECH GENERATION IN THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL EXPERIMENT Gorbunov Ivan A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

## АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС В МЕЖИНДИВИДУАЛЬНОМ ПОВЕДЕНИИ

Горкин А.Г., Рождествин А.В.

ФГБУН Институт психологии РАН, г. Москва, Россия, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m367.sudak.ns2019-15/146>

Основной задачей психофизиологии является изучение закономерностей формирования и реализации структуры индивидуального опыта. В рамках этой задачи отдельной проблемой является реконструкция отношений компонентов опыта из его разных доменов. Ранее по активности ретросплениальных нейронов нами исследовались домены опыта пищедобывательного и оборонительного поведения крыс. Были обнаружены специализированные нейроны относительно актов этих форм поведения и по их активности были выявлены отношения между отдельными компонентами опыта из этих доменов.

В данном исследовании ставилась задача сопоставить активность регистрируемых хронически вживленными микроэлектродами нейронов наряду с актами этих форм поведения также и с актами межиндивидуального взаимодействия крыс. Для этого в сессиях регистрации нейронной активности после выполнения программы пищедобывательного и оборонительного поведения к регистрируемой крысе подсаживали другую особь. В разных экспериментах это была взрослая крыса другого пола, либо крысенок в возрасте около 1 месяца. В процессе взаимодействия крыс велась запись активности нейронов ретросплениальной коры и видеорегистрация поведения. На основании просмотра видеозаписей взаимодействия в 12 сессиях регистрации нейронной активности у 5 крыс в поведении межиндивидуального взаимодействия были выделены 6 типичных, неоднократно повторяющихся, актов взаимодействия. К ним были отнесены: следование за другой особью, избегание взаимодействия, физический контакт с другой особью, обнюхивание тела и отдельный акт – обнюхивания хвостовой области, а также обнюхивание меток на полу клетки. В 12 сессиях с эпизодами межиндивидуального взаимодействия было зарегистрировано 58 потоков активности одиночных нейронов. Сопоставление их активности с межиндивидуальным поведением не привело к обнаружению клеток, специализированных относительно выделенных актов. В то же время в этой выборке были обнаружены 4 клетки с пищедобывательной специализацией и 3 клетки с оборонительной специализацией. Их активности при выполнении актов межиндивидуального взаимодействия характеризовались разными паттернами, что позволяет говорить о наличии определенных отношений между актами межиндивидуального взаимодействия и актами этих форм поведения в структуре опыта. Стоит особо отметить, что в проведенных экспериментах не было обнаружено ни одного нейрона, который бы демонстрировал активации, соответствующие критерию специфических в двух актах разных форм поведения, что является свидетельством в пользу предложенного В.Б.Швырковым (1995) принципа системоспецифичности нейрона.

*Работа поддержана грантом РФФИ №18-29-22045.*

## THE ACTIVITY OF NEURONS RETROSPLENIAL CORTEX OF RATS IN INTERINDIVIDUAL BEHAVIOR

Gorkin Alexander G., Rozhdestvin Andrey V.

Institute of psychology RAS, Moscow, Russia, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

The main task of psychophysiology is to study the regularities of formation and implementation of the structure of individual experience. As part of this task, a separate problem is the reconstruction of relations between the components of the experience from its different domains. Earlier, by the activity of retrosplenial neurons, we investigated the domains of experience of food-acquisition and defensive behavior of rats. Specialized neurons were found in relation to the acts of these forms of behavior and their activity revealed the relationships between the individual components of the experience of these domains.

In this study, the task was to compare the activity of neurons recorded by chronically implanted microelectrodes with the acts of these forms of behavior as well as with the acts of interindividual interaction of rats. To do this, in the sessions of registration of neural activity after the program of food-acquisition and defensive behaviors, another individual was introduced to the registered rat. In different experiments, it was an adult rat of the other sex, or a small rat at the age of about 1 month. In the process of interaction of rats the activity of neurons of retrosplenial cortex and video record of behavior were recorded. Based on the viewing of interaction videos in 12 sessions of neural activity registration in 5 rats in the behavior of interindividual interaction, 6 typical, repeatedly performed, acts of interaction were identified. These acts include: the following of other individual, avoidance of interaction, physical contact with other individual, sniffing the body and separate act of sniffing of the tail region, as well as sniffing flour of the cage. In 12 sessions with episodes of interindividual interaction, 58 streams of activity of single neurons were identified. The comparison of their activity with interindividual behavior did not lead to the detection of cells specialized with respect to the certain acts. At the same time, 4 cells with food-acquisition specialization and 3 cells with defensive specialization were found in this sample. Their activity in the performance of acts of interindividual interaction was characterized by different patterns, which suggests the presence of certain relations between acts of interindividual interaction and acts of these forms of behavior in the structure of experience. It is worth noting that in the conducted experiments no neuron was found that would demonstrate the activation corresponding to the criterion of specific in two acts of different forms of behavior, which is evidence in favor of the proposed by V. B. Shvyrkov (1995) principle of system-specific neuron.

*The work was supported by RFBR grant №18-29-22045.*

## КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ С ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ФОРМАМИ

Горшенев В.Н., Ольхов А.А., Яковлева М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН ул. Косыгина, 4, г. Москва, 119334, РФ, e-mail: [gor@sky.chph.ras.ru](mailto:gor@sky.chph.ras.ru)

Научный и практический интерес в медицинской практике: артопедия и травматология, нейрохирургия, челюстно-лицевой и стоматологической хирургии имеют разработки новых имплантов для замещения дефектов костной ткани. Развиваемый в работе подход связан с изготовлением волокон, нетканых волкнистых материалов (методом электроформования волокон), ячеистых каркасных конструкций, заполняемых кальций-фосфатными пастами с лекарственными формами.

Синтез кальций-фосфатных композиций по реакции гидрофосфата кальция и гидроксида кальция проводили в условиях механо-акустической обработки реагентов в суспензиях природного полимера (коллагена) и бактериального полимера (поли-3-гидроксибутирата). Из синтезированных суспензий в результате центрифугирования были получены кальций-фосфатные пасты. Смешение кальций-фосфатных паст с лекарственными формами, биоактивными соединениями осуществлялось в условиях ультразвукового диспергирования композиций. Изготовление пористых образцов из приготовленных паст проводили лиофильным и микроволновым высушиванием для удаления жидких фаз. В результате были сформированы пористые образцы биокомполитов в виде таблеток, пластин, волокнистых матриц и других форм. Выход лекарственных форм (антиоксиданты, неорганические соединения) из пористых композитов контролировали спектральными методами, когда биокомполит деструктировал в среде фосфатного буферного раствора (pH = 7,4).

На примере биокомполита на основе ПГБ, включающего эндоксан (циклофосфамид) проявляют токсичность по отношению к клеткам аденокарциномы толстой кишки человека, линия НСТ 116, что указывает на возможность использования при имплантации, для постепенного введения в организм данного лекарственного препарата. Создание пористых кальций-фосфатных композитов с лекарственными формами позволяет применять их при решении конкретных задач в медицинской практике.

*Работа выполнялась при финансовой поддержке РФФИ № 15-29-04862 офу\_м.*

## CALCIUM PHOSPHATE POLYMER COMPOSITIONS WITH DRUG FORMS

Gorshenev V.N., Olkhov A.A., Yakovleva M.A.

Emanuel Institute of Biochemical Physics Russian Academy of Sciences

Kosygin st.4, Moscow, 119334, Russia, e-mail: [gor@sky.chph.ras.ru](mailto:gor@sky.chph.ras.ru)

Scientific and practical interest in medical practice: arthopedics and traumatology, neurosurgery, maxillofacial and dental surgery have the development of new implants to replace bone defects. The approach developed in this work is related to the manufacture of fibers, nonwoven wavy materials (by electroforming the fibers), cellular framework structures filled with calcium-phosphate pastes with drug forms.

Synthesis of calcium-phosphate compositions by the reaction of calcium hydrogen phosphate and calcium hydroxide was performed under conditions of mechanical-acoustic treatment of reagents in suspensions of natural polymer (collagen) and bacterial polymer (poly-3-hydroxybutyrate). Calcium-phosphate pastes were obtained from the synthesized suspensions as a result of centrifugation. Mixing of calcium-phosphate pastes with dosage forms, bioactive compounds was carried out under conditions of ultrasonic dispersion of the compositions. The manufacture of porous samples from the prepared pastes was carried out by freeze drying and microwave drying to remove the liquid phases. As a result, porous samples of biocomposites were formed in the form of tablets, plates, fiber matrices and other forms. The output of drug forms (antioxidants, inorganic compounds) from porous composites was controlled by spectral methods when the biocomposite was degraded in a phosphate buffer solution (pH = 7.4).

Using the example of a PHB-based biocomposite that includes endoxan (cyclophosphamide), they are toxic to human colon adenocarcinoma cells, the HCT 116 line, which indicates that it can be used for implantation for gradual introduction into the body of this drug. The creation of porous calcium-phosphate composites with dosage forms allows their use in solving specific problems in medical practice. *The work was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research No. 15-29-04862 ofi\_m.*

## ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЕСИНХРОНОЗА В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД ГОДА

Гостюхина А.А.<sup>1</sup>, Замощина Т.А.<sup>1,2,3</sup>, Мойсеева А.В.<sup>1,3</sup>, Зайцев К.В.<sup>1</sup>, Жукова О.Б.<sup>1</sup>, Светлик М.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства, г. Северск, Томская обл., Россия, [exper@med.tomsk.ru](mailto:exper@med.tomsk.ru);

<sup>2</sup>Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск, России;

<sup>3</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m368.sudak.ns2019-15/147-148>

На сегодняшний день препарат Мексидол доказал свою эффективность в составе комплексного лечения целого ряда заболеваний. Как актопротектор его используют в различных видах спортивной деятельности человека для повышения работоспособности и адаптивных возможностей, что имеет и экспериментальное обоснование. При этом в большинстве исследований не указывается сезон проведения эксперимента. Однако, для и разработки адекватных стресс-корректирующих программ, этот факт очень важен. Поэтому целью настоящего исследования являлось изучение влияния мексидола на динамику работоспособности крыс в плавательном тесте после световой или темновой деприваций и оценка состояния гликолитических процессов в этих условиях в весенний период года.

**Материалы и методы.** Эксперименты выполнены на 7 группах крыс (по 10 особей) весной. Моделью физической нагрузки выбрана методика принудительного плавания крыс до полного утомления в собственной модификации. Для индукции экспериментального десинхроноза животные опытных групп в течение 10 суток круглосуточно находились при искусственном ярком освещении 150 LX либо полном затемнении 2-3 LX. Мексидол вводили внутримышечно в дозе 10 мг/кг животного за 30 мин до плавательного теста. Контрольным животным в аналогичных условиях вводили 0,9 % раствор натрия хлорида. О работоспособности судили по продолжительности плавания в секундах (с). После завершения плавательного теста проводился тест «открытое поле». Для оценки состояния гликолитических процессов в организме крыс в условиях десинхроноза определяли содержание лактата в сыворотке крови по стандартной методике.

**Результаты.** Мексидол повышал работоспособность крыс в плавательном тесте как в естественных условиях освещения, так и при световых десинхронозах, способствуя формированию перекрестной адаптации к физической нагрузке в естественных условиях освещения и пролонгируя это состояние в условиях десинхронозов. При этом препарат не изменял содержание лактата в крови крыс после физической нагрузки в естественных условиях освещения и после темновой депривации и предупреждал его подъем после световой депривации. Тест «открытое поле» показал, что мексидол восстанавливал уровень активно-поискового поведения, подавленный после физической нагрузки до состояния утомления.

#### PHARMACOLOGICAL CORRECTION OF PERFORMANCE IN CONDITIONS OF DESYNCHRONOSIS IN THE SPRING PERIOD OF THE YEAR

**Gostyukhina Alena A.<sup>1</sup>, Zamoshchina Tatyana A.<sup>1,2,3</sup>, Moiseeva Alena V.<sup>1,3</sup>, Zaitsev Konstantin V.<sup>1</sup>, Zhukova Oksana B.<sup>1</sup>, Svetlik Michael V.<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Federal state budgetary institution "Siberian Federal science-clinical center of Federal medicobiological agency" (Russia, Tomsk region, Seversk), [exper@med.tomsk.ru](mailto:exper@med.tomsk.ru);

<sup>2</sup>Siberian State Medical University SSMU (Russia, Tomsk); <sup>3</sup>Tomsk State University (Russia, Tomsk)

To date, the drug Mexidol has proven its effectiveness in the complex treatment of a number of diseases. As an actoprotector, it is used in various types of sports activity of a person for increasing efficiency and adaptive capabilities, which also has experimental justification. However, most studies do not specify the season of the experiment. However, for the development of adequate stress-correction programs, this fact is very important. Therefore, the purpose of this study was to study the effect of Mexidol on the dynamics of the health of rats in the swimming test after light or dark deprivations and to assess the state of glycolytic processes under these conditions in the spring period of the year.

**Materials and methods.** The experiments were performed on 7 groups of rats (10 animals each) in the spring. The model of physical activity is the method of forced swimming of rats until exhaustion in its own modification. For the induction of experimental desynchronization, the animals of the experimental groups were kept around the clock for 10 days with artificial bright light of 150 LX or a complete darkening of 2-3 LX. Mexidol was administered intramuscularly at a dose of 10 mg / kg animal 30 minutes before the swimming test. Control animals under similar conditions were administered 0.9% sodium chloride solution. Health was judged by the duration of swimming in seconds (s). After completing the swimming test, an open field test was performed. To assess the state of glycolytic processes in the rat organism under conditions of desynchronization, the serum lactate content was determined by the standard method.

**Results.** Mexidol increased the performance of rats in the swimming test both in natural lighting conditions and in light desynchronization, contributing to the formation of cross-adaptation to exercise in natural lighting conditions and prolonging this state in conditions of desynchronization. At the same time, the drug did not change the lactate content in the blood of rats after exercise in natural lighting conditions and after dark deprivation and warned its rise after light deprivation. The "open field" test showed that Mexidol restored the level of active search behavior, suppressed after exercise to a state of fatigue.

#### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЖИВЫХ И НЕЖИВЫХ ОБЪЕКТОВ

Греченко Т.Н.

Учреждение Российской академии наук, Институт Психологии, Москва, Россия [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m369.sudak.ns2019-15/148-149>

Электрическая активность свойственна всем живым организмам и неживым объектам окружающей среды. В чем же сходство и различие этих электрических проявлений, существует ли взаимодействие между живой и неживой природой? В опытах зарегистрирована электрическая активность у живых существ, различающихся по сложности строения и имеющих разную эволюционную историю, и от различных неживых объектов. Показано, что феномен генерации потенциалов, включая индукцию потенциалов действия, является свойством не только живых систем, но и небиологических объектов. У неживых объектов обнаружили изменяющиеся потенциалы, но ритмическая электрическая активность, характеризующаяся устойчивыми частотами, отсутствовала. Тем не менее, известно, что при определенных условиях у неживых объектов существует авторитмичность. По сравнению с ритмической активностью живых организмов эти изменения медленные по скорости и кратковременные по длительности – в опытах они наблюдались в течение 10-40 с. Автокорреляционный анализ показал, что ритмическая активность живых существ создает своеобразные пространственно-временные структуры – паттерны и они устойчивы у одного и того же организма, кроме того у каждого объекта можно найти несколько стабильных паттернов. У неживых систем не удалось выявить какой-либо паттернизации колебаний потенциала – их изменения носят непредсказуемый характер. При одновременной регистрации электрических процессов двумя электродами, помещенными в разные локусы биопленки цианобактерий или плодового тела миксомицетов посредством кросскорреляционного анализа обнаружено взаимодействие между этими

локусами. Аналогичный анализ, выполненный на объектах неживой природы (песчинках, камнях, кусках проволоки и др.) показывает возникновение своеобразного "общения" в ответ на воздействия, исходящие из окружающей среды в виде изменения температуры или химического состава. Многообещающими являются результаты одновременной регистрации электрических процессов от живого организма и неживого объекта, так как в ряде случаев такое взаимодействие обнаружено. Является ли оно постоянным для выбранной пары объектов исследования, какова его динамика в случае изменения, в чем смысл такой зависимости – это вопросы для будущих исследований.

*Работа поддержана ФАНО, госзадание 0159-2019-0001*

## ELECTRIC INTERACTIONS OF LIVING AND NON-LIVING OBJECTS

**Grechenko Tatiana N.**

Establishment of the Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology, Moscow, Russia, [grecht@mail.ru](mailto:grecht@mail.ru)

Electrical activity is characteristic of all living organisms and non-living objects of the environment. What is the similarity and difference between these electrical manifestations, is there an interaction between animate and inanimate nature? In the experiments recorded electrical activity in living beings, differing in complexity of the structure and having a different evolutionary history, and from various non-living objects. It is shown that the phenomenon of generation of potentials, including the induction of action potentials, is a property of not only living systems, but also non-biological objects. Non-living objects were found to have varying potentials, but there was no rhythmic electrical activity characterized by stable frequencies. Nevertheless, it is known that, under certain conditions, inanimate objects there is an autorhythmicity. Compared with the rhythmic activity of living organisms, these changes are slow in speed and short-term in duration — in experiments they were observed for 10–40 s. The rhythmic activity of living beings creates peculiar spatial-temporal structures – patterns. Experiments show that the patterns of the same organism are stable and several stable patterns can be found for each object. In inanimate systems, it was not possible to identify any patterning of potential fluctuations – their changes are unpredictable. With simultaneous registration of electrical processes by two electrodes placed at different loci of the cyanobacterial biofilm or the fruit body of myxomycetes, cross-correlation analysis reveals the interaction between these loci. A similar analysis made for objects of inanimate nature (grains of sand, stones, pieces of wire, etc.) shows the emergence of a kind of "communication" in response to impacts emanating from the environment in the form of changes in temperature or chemical composition. The results of simultaneous registration of electrical processes from a living organism and an inanimate object are promising, since in some cases such an interaction has been detected. Whether it is constant for a selected pair of objects of research, what is its dynamics in the event of a change, what is the meaning of such dependence are questions for future research.

*This work was supported by FANO, goszadanie 0159-2019-0001*

## ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР МОТОРНО-ВООБРАЖАЕМОГО ТИПА С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ТАКТИЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

**Григорьев Н.А.<sup>1</sup>, Лукоянов М.В.<sup>1,2</sup>, Гордлеева С.Ю.<sup>1</sup>, Савосенков А.О.<sup>1</sup>, Лотарева Ю.А.<sup>1</sup>, Казанцев В.Б.<sup>1</sup>, Каплан А.Я.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия; <sup>3</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [na0grigorev@gmail.com](mailto:na0grigorev@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m370.sudak.ns2019-15/149-150>

В предшествующем исследовании [1] производилось сравнение успешности работы испытуемых в контуре интерфейса мозг-компьютер моторно-воображаемого типа (ИМК МВ) с быстродействующей вибротактильной и визуальной обратной связью (ОС). Ключевой особенностью разработанного ИМК являлась способность классификации коротких (0,5 с) отрезков электроэнцефалограммы (ЭЭГ), что позволяло предъявлять ОС несколько раз за попытку. Настоящее исследование направлено на изучение точности классификации, десинхронизации сенсомоторного ритма при использовании ИМК МВ наивными испытуемыми. Дополнительно было исследовано влияние тренировок с разработанным контуром ИМК МВ на величину вызванных моторных ответов.

В исследовании приняли участие 10 здоровых испытуемых-добровольцев в возрасте 18-42 лет. Все испытуемые ранее не имели опыта работы с ИМК и были праворукими. На протяжении четырех экспериментальных дней испытуемые были обучены методике воображения движений, были произведены записи тестирования испытуемых в контуре ИМК МВ без ОС, с вибротактильной ОС, а также были сделаны контрольные записи для вибротактильной ОС.

По результатам исследования было выявлено что, во-первых, технология ИМК МВ с тактильной ОС не уступает в эффективности ИМК со зрительной ОС, а во-вторых, что на основе тактильной ОС можно построить контуры ИМК с оперативным подкреплением эффективных попыток представления движения. Было показано, что технология ИМК на основе оценки десинхронизации сенсомоторного ритма на коротких отрезках ЭЭГ позволяет с приемлемой для целей идеомоторного тренинга точностью обнаруживать в ЭЭГ паттерны мысленного представления движения. Результаты анализа процессов десинхронизации сенсомоторного ритма на фоне представления движения показывают, что в частных случаях наличие тактильной ОС приводит к возникновению более выраженной десинхронизации.

[1] Лукоянов М. В. и др. ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИНТЕРФЕЙСА МОЗГ-КОМПЬЮТЕР НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ С БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕЙ ТАКТИЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ //Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2018. – Т. 73. – №. 4. – С. 269-276.

## INVESTIGATING CHARACTERISTICS OF A MOTOR IMAGERY BASED BRAIN-COMPUTER INTERFACE WITH QUICK-RESPONSE TACTILE FEEDBACK

**Grigorev Nikita A.<sup>1</sup>, Lukoyanov Maxim V.<sup>1,2</sup>, Gordleeva Susanna Y.<sup>1</sup>, Savosenkov Andrey O.<sup>1</sup>, Lotareva Yuliya A.<sup>1</sup>, Kazantsev Viktor B.<sup>1</sup>, Kaplan Alexander Y.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>2</sup>Privolzhskiy Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>3</sup>Department of Biology, Moscow State University, Moscow, Russia; [na0grigorev@gmail.com](mailto:na0grigorev@gmail.com)

In a previous study [1], a comparison was made of the success in performance of subjects in the circuit of a motor imagery brain-computer interface (MI BCI) with quick-response vibrotactile and visual feedback (FB). The key feature of the developed BCI was the ability to classify short (0.5 s) segments of the electroencephalogram (EEG), which allowed to present the FB several times per attempt. This study is aimed at investigation of the classification accuracy and desynchronization of the sensorimotor rhythm using MI BCI by naive subjects. Additionally, the effect of training in the developed circuit of MI BCI on the measure of evoked motor responses was investigated.

The study involved 10 healthy volunteer subjects aged 18-42 years. All subjects had no previous experience using BCI and were right-handed. During four experimental days, subjects were trained to perform hand motor imagery, test recordings were made for subjects using BCI without FB, with a vibrotactile FB, and control recordings were made for the vibrotactile FB.

The study revealed that, firstly, MI BCI with a tactile FB is not inferior in efficiency from a BCI with visual FB, and secondly, based on a tactile FB, it is possible to construct a BCI contours with operational reinforcement for effective attempts of motor imagery. It was shown that the BCI technology, based on the assessment of the desynchronization of the sensorimotor rhythm on short EEG segments, makes it possible to detect patterns of mental representations of movement in the EEG with acceptable accuracy for the needs of ideomotor training. The results of the analysis of the desynchronization of the sensorimotor rhythm during motor imagery have shown that in particular cases the presence of a tactile FB leads to a more pronounced desynchronization.

[1] Lukoyanov M. V. et al. Investigation of Characteristics of a Motor-Imagery Brain-Computer Interface with Quick-Response Tactile Feedback //Moscow University Biological Sciences Bulletin. – 2018. – Т. 73. – №. 4. – С. 222-228.

## МРТ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭНДОВАСКУЛЯРНОЙ МОДЕЛИ ОСТРОЙ ФОКАЛЬНОЙ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС

**Губский Л.В., Наместникова Д.Д., Губский И.Л.**

Федеральный центр цереброваскулярной патологии и инсульта, Москва, Российская Федерация; [gubskii@mail.ru](mailto:gubskii@mail.ru)

Экспериментальные модели ишемического инсульта полезны для изучения патогенеза и испытания новых методов лечения данной тяжелой формы патологии. Наиболее часто (до 70%) у людей наблюдается поражение средней мозговой артерии (СМА), в экспериментальных исследованиях также наиболее широко используется модель с эндоваскулярной окклюзией СМА (ОСМА), которая минимально инвазивна и вызывает достаточно предсказуемое поражение мозга. Но имеющиеся способы контроля положения филамента в сосуде и диагностики осложнений при данной модели разработаны недостаточно. Целью настоящего исследования явилось изучение возможностей МРТ исследования для определения положения филамента в сосуде и диагностики осложнений.

Изучены 2 группы крыс: первая (51 животное) с контролем положения филамента методом МРТ и вторая группа (38 животных) без такого контроля. Сразу после операции крысы первой группы исследовались на МР-томографе (7-Tesla ClinScan) с использованием T2- и T1-взвешенных изображений для уточнения положения филамента, кровотока по сосудам мозга и выявления возможных осложнений. Через 90 минут после операции филамент удаляли у всех крыс и определяли объем участка ишемического поражения мозга и геморрагические осложнения. При правильном положении филамента его конец находился между дистальной частью внутренней сонной артерии и А1 сегментом передней мозговой артерии. В этом положении филамент полностью перекрывал ток крови по СМА и обратный ток крови по передней мозговой артерии. Если ток крови в сосуде полностью отсутствовал, последний выглядел гипоинтенсивным как на T2-ви, так и T1-ви. Если ток крови был сохранен, сосуды выглядели гипоинтенсивными на T2-ви и гиперинтенсивными на T1-ви. Избыточное продвижение филамента могло вызвать разрыв сосуда и кровоизлияние. Повреждение сосуда сопровождалось также выраженным вазоспазмом с развитием фокального ишемического повреждения мозга, которое имитировало инфаркт мозга при ОСМА. В первой группе геморрагические осложнения наблюдались у 3 животных (6%), отсутствие фокального ишемического поражения мозга – у 3 животных (6%) и успешное моделирование инфаркта мозга – у 45 крыс (88%). Во второй группе геморрагические осложнения, отсутствие инфаркта мозга и успешное моделирование последнего наблюдались соответственно у 10 (26%), 1 (3%) и 27 (71%) животных. Частота геморрагических осложнений в первой группе была достоверно ниже по сравнению со второй группой крыс ( $p < 0.05$ ). МРТ контроль церебральных изменений при ОСМА у крыс позволяет надежно определять положение филамента в сосуде, развитие инфаркта мозга и геморрагических осложнений, а также кровотока в сосудах мозга.

## MRI INVESTIGATION FOR IMPROVEMENT ENDOVASCULAR MODEL OF ACUTE FOCAL BRAIN ISCHEMIA IN RAT

**Gubsky L.V., Namestnikova D.D., Gubsky I.L.**

Federal Centre of Cerebrovascular Pathology and Stroke, Moscow, Russian Federation; [gubskii@mail.ru](mailto:gubskii@mail.ru)

Animal models of ischemic stroke are crucial for understanding complex cellular and molecular mechanisms of the pathogenesis of this debilitating disease and for the design of new approaches for stroke therapy. In

humans, the middle cerebral artery (MCA) and its branches are the most often affected by stroke cerebral vessels (up to 70% of all cerebral infarctions). The middle cerebral artery occlusion (MCAO) model in rats is minimally invasive, causes relatively low and controllable damage to brain structures and is widely used for imitation ischemic stroke, but existing methods for monitoring of the MCA-occluding intraluminal filament position and possible complications can be improved. The goal of this study was to develop MRI-based method of simultaneous control of the filament position, blood flow in the intracranial vessels and hemorrhagic complications. Rats were subjected to either MRI-guided MCAO (group 1, n = 51) or MCAO without MRI control (group 2, n = 38). After operation, group 1 rats were transferred into a MRI scanner (7-Tesla ClinScan system for small animals) for the control of the filament position and possible complications. Ninety minutes after the onset of MCAO, the filament was removed in rats of both groups and MRI control of the infarct volume and hemorrhagic complications performed. High-resolution T1- and T2-weighted imaging (wi) performed immediately after filament insertion provided visualization of the filament position, blood flow in brain arteries, and complications related to inappropriate filament insertion. It permitted replacement of wrongly positioned filaments and exclusion of animals with complications from the experiment. In case of correct filament insertion, its coated tip stops between the distal part of ICA and the A1 segment of ACA. In this position, it completely blocks direct blood flow from ICA to MCA and the reverse blood flow from ACA. If there is no blood flow in the vessels, they are hypointense on both T2wi and T1wi; if the blood flow is maintained, the vessels are hypointense on T2wi and hyperintense on T1wi. Excessive insertion of the filament tip can cause the rupture of intracranial vessels and hemorrhagic complications. Rupture of cerebral blood vessels causes severe vasospasm, which in turn may trigger ischemic stroke (usually in the MCA and the ACA vascular territories) mimicking successful MCAO. In group 1, hemorrhagic complications were detected in 3 rats (6%), no stroke in 3 rats (6%), and successful stroke formation in 45 rats (88%). In group 2, hemorrhagic complications, no stroke, and successful stroke formation were observed in 10 (26%), 1 (3%), and 27 (71%) rats, respectively. The frequency of hemorrhagic complications in group 1 was significantly lower ( $p < 0.05$ ). MRI based MCAO guiding provided real-time intra-operational monitoring of crucial parameters determining MCAO suitability for stroke modeling, including better assessment of the operation outcomes in individual animals and significant enhancement of the model success rate.

### **ЗВОНКАЯ МОНЕТА-КЛЮЧ И ТРАНСМЕРНЫЙ ПЕРЕХОД**

**Гузев О.А.**

ООО «НПО «Донмет», г. Донецк, Украина; [oleg.coin@mail.ru](mailto:oleg.coin@mail.ru)

Создание эффективных средств и методов психолого-педагогической помощи детям с нарушениями счетных навыков (дискалькулией) – актуальная научная проблема.

Целью данной работы является разработка полимодального средства профилактики нарушений счетных навыков у детей путем трансмерного перевоплощения обычной монеты.

Для достижения указанной цели решались две задачи: изучение феномена звонкой полноценной монеты и моделирование звонкой монеты-ключа, обладающей свойствами аудиотактильной наглядности, предназначенной для усвоения детьми понятия числа.

Монета – звонкий денежный знак, носитель «звучащего вещества». Проверка подлинности монеты включает ее идентификацию по звону. Монета является полноценной, если ее содержание, например количество серебра, из которого она выполнена, соответствует номиналу. Монета утрачивает полноценность, если теряет часть металла.

Для эффективного использования монет в качестве пособия для усвоения понятия числа необходимо монетные диски преобразить в полимодальную счетную конструкцию. Для этого каждая монета моделируется в виде миниатюрной музыкальной тарелки с отверстиями в форме зевов гаечного ключа, количество которых соответствует номиналу. Высота звука, издаваемого такой монетой при ударе, также соответствует ее достоинству.

По сути, номинал моделируемой монеты становится «звучащим числом» при каждом ее ударе. Кроме того, номинал такой монеты кодируется бинарной системой (1, 0), в которой единицей выступает ее диск, а нулем – каждый зев. Иначе говоря, звонкой монете-ключу приданы свойства, присущие носителю закодированной информации, воспроизводимой без дополнительного технического средства (патент UA 94857, 2011, патент RU 2420217, 2011).

Звонкая монета-ключ сочетано обладает металлической стоимостью и товарной стоимостью воплощенных в нее инструментов. Такая монета может изучаться в весьма неожиданном ракурсе, а именно, как миниатюрный самозвучащий музыкальный инструмент и необычный гаечный ключ, обладающие обозначенной номинальной стоимостью.

Таким образом, полноценность звонкой монеты-ключа получила иное измерение, то есть большую размерность (полиразмерность) в сравнении с размерностью полноценности обычной монеты-прототипа. Вместе с тем, цифра номинала звонкой монеты-ключа представлена полимодально. Гармония синтеза обычной монеты, миниатюрной музыкальной тарелки и гаечного ключа достигнута через трансмерный переход.

Предлагаемое полимодальное средство по профилактике дискалькулии, состоящее из набора звонких монет-ключей, позволит проще формировать у детей представления о количестве и множестве, а также поспособствует усвоению понятия числа. Набор звонких монет-ключей может стать основой занимательной игры, развивающей мышление.

### **RINGING KEY COIN AND A TRANSDIMENSIONAL TRANSITION**

**Guzeyev O.A.**

NPO «Donmet» Ltd, Donetsk, Ukraine; [oleg.coin@mail.ru](mailto:oleg.coin@mail.ru)

The creation of effective tools and methods of psychological and pedagogical assistance to children with arithmetic and counting skills disorder (dyscalculia) is a scientific challenge of current interest.



This work aims to develop a polymodal tool for preventing counting skills disorder in children by transdimensional transition of an ordinary coin.

For achievement of this aim two tasks were solved: studying the phenomenon of the ringing coin of full value and modelling a ringing key coin with the audio-kinesthetic aids characteristics, aimed for children to learn the concept of number.

Coin is a ringing monetary symbol, a bearer of "sounding material". Coin test for authenticity includes its ringing identification. A coin is of full value if the amount, for example of silver, that it is made of, corresponds to its face value. The coin loses its full value condition if it loses some of the metal.

For the efficient use of coins as an educational aid for learning the concept of number, the planchets (round metal disks) must be transformed into a polymodal counting structure. For this purpose each coin is modelled as a small cymbal with nut across flats shaped holes, the number of which corresponds to the face value. The pitch of sound when stroking a coin also corresponds to its face value.

In fact, the face value of a modelled coin becomes a "sounding number" at each stroke. In addition, the face value of this coin is binary encoded (1, 0), where its planchet is a one, and each hole is a zero. In other words, the ringing key coin attributes characteristics typical for the carrier of encoded information reproduced without additional technical means (patent UA 94857, 2011, patent RU 2420217, 2011).

The ringing key coin has a metallic worth of coins and the commodity value of the tools embodied in it. Such coin can be studied in a quite unexpected perspective, namely, as a small self-sounding musical instrument and an unusual screw key, having a marked face value.

Thus, the full value of the ringing key coin finds another perspective, that is, a higher regularity in comparison (polydimensionality) with the regularity of the full value of an ordinary prototype coin. At the same time, the face value of the ringing key coin is polymodally represented. A balanced synthesis of an ordinary coin, a small cymbal and a screw key is achieved through a transdimensional transition.

The suggested polymodal tool for dyscalculia prevention that presented as a set of ringing key coins will make it easier for children to form the ideas of quantity and multitude, as well as aids in learning the concept of number. The set of ringing key coins can be the basis of an entertaining game that develops thinking.

#### **ИЗМЕНЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА МОЗГА ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА В РАЗНЫЕ ЧАСЫ ПОСЛЕ СМЕРТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО НОРМАЛИЗАЦИИ**

Гулидова Г.П.

ООО Научно-производственный медико-биологический центр "ИНДИВИД", Москва, Россия,  
argum@yandex.ru

В познании биохимико-физиологических функций организма представляет особый интерес изучение биоэнергетики митохондрий (МХ), поскольку большинство процессов в организме энергозависимо. Представляется важным выяснить, насколько устойчивы МХ мозга животных и человека к такому патофизиологическому воздействию как смерть организма. Исследовались особенности изменения биоэнергетических процессов в коре больших полушарий мозга в разные часы (1-6 часов) после смерти и возможности их нормализации.

Животные (кролики) забивались воздушной эмболией и сохранялись *in situ* в термостате при температуре 10-12°C, которая соответствует температуре пребывания трупа в морге.

Исследовалось изменение процессов окисления и образования энергии АТФ в двух дыхательных цепочках, с субстратами окисления – янтарная (сукцинат) и глутаминовая (глутамат) кислоты.

При окислении сукцината в гомогенате мозга кролика через 2 часа после смерти происходят значительное возрастание (на 32-72%) окислительных процессов во втором и четвертом метаболическом состоянии митохондрий, свободном от синтеза АТФ, и снижение на 37% интенсивности потребления кислорода в третьем метаболическом состоянии МХ, когда окислительные процессы сочетаются с синтезом АТФ. В этот же период наблюдается значительное уменьшение дыхательного контроля (V<sub>3</sub>/V<sub>4</sub>), сопряженности окисления и образования АТФ (АДФ/О) и скорости образования АТФ (V<sub>атф</sub>) на 90%, 26% и 55% соответственно.

В более поздние сроки «переживания» ткани мозга изменения энергетического метаболизма выражены в большей степени. При этом более резко нарушения параметров биоэнергетических процессов выражены в дыхательной цепочке – при окислении глутамата.

Альбумин (V фракция) в сочетании с антиоксидантами и некоторыми компонентами дыхательной цепи повышают, либо нормализуют основные показатели энергетического обмена.

Итак, выявлены временные пределы (1-4 часа), в течение которых посмертные изменения энергетического обмена мозга носят обратимый характер и могут быть в значительной мере повышены либо нормализованы полностью.

Установленные закономерности подтверждаются при использовании в качестве тест-объекта митохондрий мозга человека, исследованного в период 2-6 часов после смерти. Обсуждаются механизмы нарушения и нормализации энергетического обмена в «переживающей» ткани мозга.

#### **CHANGES IN THE ENERGY METABOLISM OF THE BRAIN OF ANIMALS AND HUMANS IN DIFFERENT HOURS AFTER DEATH AND THE POSSIBILITY OF ITS NORMALIZATION**

Gulidova Genrietta P.

Moscow, Scientific-production medical and biological center "INDIVID", Moscow, Russia, argum@yandex.ru

In the knowledge of biochemical and physiological functions of the body is of particular interest to study the bioenergy of mitochondria (MH), since most of the processes in the body are energy-dependent. It is important to find out how resistant the brain MH of animals and humans to such pathophysiological effects as death. The features of changes in bioenergetic processes in the cerebral cortex at different hours (1-6 hours) after death and the possibility of their normalization were studied.

Animals (rabbits) were killed with air embolism and stored in situ in a thermostat at a temperature of 10-12<sup>o</sup> C, which corresponds to the temperature of the corpse in the morgue.

Changes in the processes of oxidation and formation of ATP energy in two respiratory chains, with oxidation substrates – succinate and glutamic (glutamate) acids were studied.

The oxidation of succinate in homogenate of brain of a rabbit 2 hours after a death occurs a significant increase (32-72%) oxidative processes in the second and fourth of the metabolic condition of the mitochondria, which are free from ATP synthesis, and a decrease of 37% in the intensity of oxygen consumption in the third metabolic condition MX, when oxidative processes are combined with ATP synthesis. In the same period, there has been a significant decrease in respiratory control (V<sub>3</sub>/V<sub>4</sub>), the conjugation of oxidation and formation of ATP (ADP/O) and the rate of formation of ATP (V<sub>atp</sub>) 90%, 26% and 55%, respectively.

In later periods of "survival" brain tissue changes in energy metabolism are more pronounced. More dramatically violating the parameters of bioenergetic processes are expressed in the respiratory chain during oxidation of glutamate.

Albumin (V fraction) in combination with antioxidants and some components of the respiratory chain increase or normalize the main parameters of energy metabolism.

Thus, the time limits (1-4 hours) were revealed, during which postmortem changes in the energy metabolism of the brain are reversible and can be significantly increased or normalized completely.

The established regularities are confirmed when using as a test object the mitochondria of the human brain, studied in the period 2-6 hours after death. The mechanisms of disturbance and normalization of energy metabolism in the "survival" brain tissue are discussed.

### **ОСОБЕННОСТИ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПОЛА**

**Гурова О.А., Карасева Н.В., Киселев Н.А.**

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия; [oagur@list.ru](mailto:oagur@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m371.sudak.ns2019-15/153-154>

Особенности внимания у 46 студентов (21 юноша и 25 девушек) 1-го курса изучались с помощью теста Бурдона. Студенты выполняли тест 3 раза: в 12-13, 15-16 и 17-18 часов. Показатели внимания рассчитывались автоматически и обрабатывались методами вариационной статистики.

Результаты исследования показали, что в течение учебного дня количество просмотренных студентами букв наибольшее в 12-13 часов, но не имеет достоверных отличий от такового в более позднее время. При этом скоростной показатель деятельности (количество просмотренных букв) самым высоким был в 12-13 часов, а качество работы лучше в 15-16 часов. В это время отмечалось наименьшее количество неправильно выбранных и ошибочно пропущенных букв. Таким образом, в течение дня показатели внимания у студентов обоего пола закономерно снижаются.

Вместе с тем, у студентов разного пола динамика показателей внимания в течение дня имела существенные различия. Девушки выполняли тест медленнее, но качество выполнения теста у них утром и вечером выше, чем у юношей. Об этом свидетельствуют количество правильно и неправильно выбранных букв, количество ошибочно пропущенных букв. Коэффициент правильности выполнения теста у девушек в 12-13 и 17-18 часов выше, чем у юношей, на 39-41%. Коэффициент продуктивности внимания у девушек выше на 32 и 43%, соответственно.

В 15-16 часов показатели качества выполнения теста у юношей превышают таковые у девушек. Коэффициент правильности выполнения теста у юношей в это время выше, чем у девушек, на 27%, а коэффициент продуктивности внимания – выше на 12%. Улучшение показателей внимания у юношей в 15-16 часов может быть связано с тем, что у них в этот период времени общее состояние сердечно-сосудистой системы более стабильно. Ранее мы установили, что у юношей, по сравнению с девушками, наблюдается тенденция к увеличению уровня микроциркуляции, реактивности микрососудов и насыщения крови микроциркуляторного русла кислородом. Кроме того, именно в это время у юношей отмечается увеличение активности центральных механизмов регуляции сердечного ритма. Мы полагаем, что эти гендерные различия необходимо учитывать в учебном процессе.

### **FEATURES OF ATTENTION OF DIFFERENT GENDER STUDENTS**

**Gurova Olga A., Karaseva Natalia V., Kiselev Nikita A.**

People's Friendship University of Russia, Moscow, Russia; [oagur@list.ru](mailto:oagur@list.ru)

Features of attention of 46 students (21 boys and 25 girls) of the 1st course were studied using the Bourdon test. Students performed the test 3 times: at 12-13, 15-16 and 17-18 hours. Attention indicators were calculated automatically and processed by the methods of variation statistics.

The results of the study showed that during the school day the number of letters viewed by students is the highest at 12-13 hours, but has no significant differences from that at a later time. At the same time, the speed index of activity (the number of letters viewed) was the highest at 12-13 hours, and the quality of work is better at 15-16 hours. At this time, the least number of incorrectly selected and mistakenly skipped letters was noted. Thus, during the day the indicators of attention of students of both sexes naturally decrease.

At the same time, the dynamics of attention indicators during the day had significant differences among students of different sexes. Girls performed the test more slowly, but the quality of the test they have in the morning and evening is higher than that of boys. This is evidenced by the number of correctly and incorrectly selected letters, the number of mistakenly missed letters. The ratio of the correct implementation of the test girls in the 12-13 and 17-18 hours is higher than that of boys, at 39-41%. The coefficient of performance of the attention of girls is higher by 32 and 43%, respectively.

In 15-16 hours, the quality indicators of the test in boys exceed those in girls. The rate of correctness of the test in boys at this time is higher than in girls, by 27%, and the rate of productivity of attention is higher by 12%.

The improvement of attention indicators in young men at 15-16 hours may be due to the fact that they have in this period of time the General condition of the cardiovascular system is more stable. Previously, we found that in young men, compared with girls, there is a tendency to increase the level of microcirculation, microvascular reactivity and blood saturation of the microcirculatory bed with oxygen. In addition, it was at this time in young men there is an increase in the activity of the central mechanisms of regulation of the heart rate. We believe that these gender differences should be taken into account in the educational process.

### **ВЛИЯНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА ГЕМОЛИКВОРОДИНАМИКУ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПО ПАТТЕРНАМ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ**

**Гусева Н.Л.**

ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m372.sudak.ns2019-15/154>

В исследованиях для изучения влияния колебательных постуральных воздействий (ПВ) на гемоликвородинамику головного мозга человека по паттернам электроэнцефалограммы (ЭЭГ) был использован специальный стол-вертикализатор с программным управлением. Постуральные воздействия заключались в периодических антиортостатических наклонах человека, лежащего на столе, на -15 градусов за 46 секунд и возвращении в ортостатическое положение (+5 градусов) за то же время. Всего таких «качаний» было 7. Регистрация ЭЭГ осуществлялась непрерывно с помощью беспроводного 21-канального электроэнцефалографа. Однократное обследование прошли 23 человека в возрасте от 19 до 24 лет. Гемоликвородинамика оценивалась по паттернам ЭЭГ методом, обладающим высокой диагностической точностью (патент №2436503 от 20.12.2011). Суть метода состоит в том, что отношение средней мощности тета-волн во фронтальных отведениях (Fp1, Fpz, Fp2, Fz) к средней мощности тета-волн в теменных отведениях (P1, Pz, P2) ЭЭГ определяется коэффициентом гемоликвородинамики K<sub>г</sub>, значение которого в норме не более 1,2. Более высокие значения этого коэффициента K<sub>г</sub> свидетельствуют о нарушении гемоликвородинамики головного мозга или внутричерепной гипертензии. У 6 человек с признаками нарушения гемоликвородинамики головного мозга, выявленными на стадии предварительного обследования, о чем свидетельствовали значения K<sub>г</sub>>1,2, в процессе постуральных воздействий происходило снижение выраженности этих признаков или нормализация гемоликвородинамики по данным коэффициента K<sub>г</sub>. У остальных 17 человек показатели гемоликвородинамики в процессе постуральных нагрузок не выходили за рамки нормы. На основании анализа литературных данных по исследованиям влияния антиортостатических воздействий на параметры кровотока в магистральных артериях головного мозга и прямом венозном синусе можно предположить, что в нашем случае колебательные постуральные нагрузки производят эффект своего рода сосудистого дренажа, то есть одни сосуды периодически сдавливаются, другие стимулируются или включаются в функционирование. В результате улучшается микроциркуляция, кровообращение и в целом гемоликвородинамика головного мозга. В ЭЭГ это проявляется снижением мощности тета волн во фронтальных отведениях, нормализацией коэффициента K<sub>г</sub> или постепенным снижением его значений. Результаты проведенных исследований показали, что постуральные воздействия в виде пассивных периодических антиортостатических наклонов на -15 градусов оказывают благоприятное влияние на процессы кровообращения головного мозга, нормализуют гемоликвородинамику и не влияют на нее, если она в норме.

### **THE EFFECT OF OSCILLATORY POSTURAL LOADS ON HEMO-LIQUOR-DYNAMICS OF THE BRAIN BY EEG PATTERNS**

**Guseva Nadezhda L.**

Institute for Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia

The special table-verticalizer with program control was used in the research of the effect of oscillatory postural loads (PL) on the hemo-liquor-dynamics of the human brain by EEG patterns. Postural loads consisted in periodic antiorthostatic inclinations of a person lying on the table by -15 degrees in 46 seconds and returning to orthostatic position (+5 degrees) in the same time. There were 7 such "swings" in total. EEG recording was performed continuously by wireless 21-channel encephalograph. 23 people aged 19 to 24 were examined once. Hemo-liquor-dynamics was estimated by the EEG patterns with method has high diagnostic accuracy (patent No. 2436503 of 20.12.2011). The method is based on the fact that the ratio of the average theta waves power in the frontal leads (Fp1, Fpz, Fp2, Fz) to the average theta waves power in the parietal leads (P1, Pz, P2) of the EEG is determined by the hemo-liquor-dynamics coefficient K<sub>g</sub>, which in the norm is not more than 1.2. Higher values of coefficient K<sub>g</sub> reveal about the disorder of brain hemo-liquor-dynamics or intracranial hypertension. In 6 people with signs of impaired hemo-liquor-dynamics of the brain, detected at the preliminary examination stage, as indicated by values of K<sub>g</sub>> 1.2, in the process of postural effects there was a decrease in the severity of these signs or normalization of hemo-liquor-dynamics according to the coefficient K<sub>g</sub>. In the remaining 17 people, the coefficient of hemo-liquor-dynamics K<sub>g</sub> during postural loads did not exceed the norm. Based on the analysis of literature data on the influence of antiorthostatic effects on blood flow parameters in the main brain arteries and the direct venous sinus, it can be assumed that in our case oscillatory postural loads produce the effect of vascular drainage, that is some vessels are periodically compressed, others are stimulated or included in the functioning. As a result, microcirculation, blood circulation and, in general, hemo-liquor-dynamics of the brain are recover. In EEG, this is manifested by a decrease in the theta waves power in frontal leads, normalization of the coefficient K<sub>g</sub> or a gradual decrease in its values. The results of the studies have shown that postural effects in the form of passive periodic antiorthostatic tilts of -15 degrees have a beneficial effect on the blood circulation processes of the brain, normalize hemo-liquor-dynamics and do not affect it if it is normal.

## МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЛИЯНИЙ НА МЕМБРАННЫЕ СИСТЕМЫ НЕЙРОНОВ И КАРДИОМИОЦИТОВ

Гусева О.В.<sup>1\*</sup>, Орлов В.И.<sup>1</sup>, Руденко М.<sup>2</sup>, Шихлярова А.<sup>3</sup>, Сухов А.<sup>1</sup>, Кириченко Е.<sup>1</sup>, Филиппова С.<sup>1</sup>,  
Зернов В.<sup>2</sup>, Македонский Д.<sup>2</sup>, Мамбергер К.<sup>2</sup>, Руденко С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Академия биологии и биотехнологии ЮФУ Россия, 344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1;

<sup>2</sup>Российский новый университет Россия, 105005, Москва, ул. Радио, 22;

<sup>3</sup>ФГБУ РНИОИ МЗ РФ.

Цель исследований – выявление механизмов действия ритмичного широкодиапазонного стохастически организованного электромагнитного излучения (РШДСО ЭМИ) на мембранные системы нейронов по показателям уровня мембранного потенциала и параметрам потенциалов действия нейронов ЦНС моллюска *Helix Pomatia*.

Эксперименты по выявлению действия РШДСО ЭМИ на внутриклеточные потенциалы нейронов показали наличие реакции нейронов и изменение их функционального состояния. Реакции носили обратимый характер. По шкале активности биологических систем, разработанной Квакиной-Гаркави-Уколовой, реакции нейронов стоят на уровне тренировки. Это говорит о том, что нейроны и вся нервная система воспринимают РШДСО ЭМИ, используемых нами параметров, как мягкое регуляторное и гиперполяризующее воздействие, расцениваемое нами на данном этапе исследований, как успокаивающее и позволяющее нейрону накапливать, а не расходовать внутреннюю энергию.

Объективно показана регуляция функционального состояния нейрона, находящегося в нейронной сети, с помощью неинвазивного, дистанционного, метода влияния. Нейрон рассматривается нами, как аналог формирования трансмембранного потенциала кардиомиоцита, и как базовая модель нейрональной клеточной авторегуляции фазовой активности сердечно-сосудистой системы. Таким образом, найден бесконтактный инструмент для регулирования функционального состояния нейрона, ЦНС, кардиомиоцитов и других клеточных систем организма. Это раскрывает широкие возможности целенаправленной регуляции управляющих систем организма.

## ТЕСТИРОВАНИЕ МАРКЕРОВ ЛИПИДНОЙ ПРИРОДЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРЕПАРАТА «ЦЕРЕТОН» ПРИ СИНДРОМЕ МЯГКОГО КОГНИТИВНОГО СНИЖЕНИЯ АМНЕСТИЧЕСКОГО ТИПА

Гутнер У.А.<sup>1</sup>, Шупик М.А.<sup>1</sup>, Гаврилова С.И.<sup>2</sup>, Колыхалов И.В.<sup>2</sup>, Пономарева Е.В.<sup>2</sup>, Селезнева Н.Д.<sup>2</sup>,  
Федорова Я.Б.<sup>2</sup>, Алесенко А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m373.sudak.ns2019-15/155-156>

Синдром мягкого когнитивного снижения (МКС) представляет собой пограничное состояние, переходное между физиологически обусловленным старением и доклинической стадией болезни Альцгеймера (БА). Церетон (альфосцерат холина) является лекарственным средством с доказанным положительным влиянием у пожилых пациентов с когнитивными нарушениями. Предполагают, что этот препарат может быть использован в рамках новых превентивных стратегий у больных с предположительной додементной стадией деменции альцгеймеровского типа. Целью исследования было определение эффективности лечения церетоном пациентов с синдромом мягкого когнитивного снижения (МКС) и определение его влияния в процессе лечения и после его окончания на содержание фосфатидилхолина (ФХ), сфингомиелина (СФМ), церамида (Цер) и активность генов, контролирующих синтез сфингомиелиназы и церамидазы, участвующих в метаболизме СФМ и Цер. Препарат был предоставлен фирмой «Сотекс». Было обследовано 20 пациентов (средний возраст 70,3±9,1 года). Анализ ФХ, СФМ и Цер в плазме крови пациентов проводили методом ВЭТСХ, экспрессию генов сфингомиелиназы и церамидазы исследовали методом ПЦР. При лечении церетоном пациентов с диагнозом аМКС выявлены значительные изменения в содержании липидов плазмы крови: обнаружено значительное повышение содержания ФХ и Цер, при этом количество СФМ практически не меняется. Резкое увеличение содержания ФХ определяется свойствами церетона — источника холиновой группы этого фосфолипида. Наиболее ценным представляется результат, свидетельствующий, что эффект церетона по отношению к содержанию ФХ сохраняется спустя 3 мес после окончания курса терапии, т.е. действие является пролонгированным. Экспрессия генов (кислой сфингомиелиназы и церамидазы), контролирующей метаболизм церамида, у большинства пациентов в процессе лечения церетоном снижалась, а через 3 мес. после окончания курса терапии вновь возвращается к контрольному уровню. Вероятно, процесс чувствителен к действию церетона, и это свойство позволяет контролировать уровень СФМ при аМКС, и именно оно защищает клетки мозга от гибели, которая наблюдается при БА. Увеличение уровня ФХ и снижение уровня экспрессии генов метаболизма церамидов в процессе лечения церетоном и другими препаратами, влияющими на метаболизм ФХ и СФМ, можно использовать в качестве маркеров эффективности терапии.

## DETECTION OF EFFECTIVE TREATMENT OF AMNESTIC MILD COGNITIVE IMPAIRMENT WITH CERETON BY TESTING OF LIPIDS MARKERS

Gutner Ulyana A., Alesenko Alisa V., Shupik Maria A., Lebedeva Alena O., Gavrilo Svetlana I., Kolykhalov Igor V., Ponomareva Elena V., Selezneva Natalia D., Fedorova Yana B.

Emanuel Institute of Biochemical Physics of RAS, Moscow, Russia; Mental Health Research Center, Moscow, Russia

Mild cognitive impairment (MCI) is the stage between the expected cognitive decline of normal aging and the preclinical stage of Alzheimer's disease (AD). Cereton (Choline alfoscerate) is a drug with proven positive

effects in elderly patients with cognitive impairment. It is believed that this drug can be used in the framework of new preventive strategies in patients with the putative pre-dementia stage of AD. The aim of the study was to determine the effectiveness of treatment with cereton in patients with mild cognitive decline syndrome (MCS) and determine its effect during and after treatment on the content of phosphatidylcholine (PC), sphingomyelin (SPM), ceramide (Cer) and the activity of genes controlling sphingomyelinase and ceramidase synthesis and involved in the metabolism of SPM and Cer. The drug was provided by "Sotex" company. 20 patients were examined (mean age  $70.3 \pm 9.1$  years). The analysis of PC, CPM and Cer in the blood plasma of patients was performed by HPTLC, the expression of sphingomyelinase and ceramidase genes was investigated by PCR. When treating patients with a diagnosis of aMCI with cereton, significant changes in the content of blood plasma lipids were found: the content of PC and cer increased significantly, while the number of SPM remained unchanged. A sharp increase in the content of PC is determined by the properties of cereton, the source of the choline group of this phospholipid. The most valuable is the result, indicating that the effect of cereton in relation to the content of PC remains 3 months after the end of therapy, action is prolonged. Expression of the genes (acid sphingomyelinase and ceramidase) controlling ceramide metabolism decreased in the majority of patients during the treatment with cereton and after 3 months after the end of the course of therapy returns to the control level. Probably, the process is sensitive to the action of cereton, and this property allows to control the level of SPM in aMCI, and it is this that protects brain cells from death, which is observed in AD. Increasing the level of PC and reducing the expression level of ceramide metabolism genes during treatment with cereton and other drugs that affect the metabolism of PC and SPM can be used as markers of the effectiveness of therapy.

### **СВЯЗЬ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ «ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ – ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ» И УРОВНЯ СУИЦИДАЛЬНОГО РИСКА КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВО «ЭФФЕКТА ВЕРТЕРА»**

**Давыдов А.А.<sup>1</sup>, Сапрыкина А.В.<sup>1</sup>, Корнетов А.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия; kaf.del.st.lab@mail.ru, kornetov@mail.tomsknet.ru, sapav29@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m374.sudak.ns2019-15/156-157>

Суицид – это преднамеренный акт убийства самого себя (ВОЗ). Существует целый ряд факторов и причин суицидального поведения. Одним из таких факторов может выступать когнитивный стиль – интегральная система личности инструментального порядка, т.е. способы и средства для достижения целей (Г. Олпорт). Существует несколько классификаций когнитивных стилей. Одной из таких классификаций является классификация «полярностей» когнитивных стилей (М. А. Холодная). Среди прочих полярностей в ней выделяют полярность «полезависимость – полнезависимость». Когнитивного стиль «полезависимость – полнезависимость» вырезается в том, в какой степени субъект в принятии решения зависит от общего объёма событий или явлений, существенен ли уровень отвлечения на иные факторы и явления, не относящиеся к принятому решению. Эффект Вертера – социальный феномен суицидального поведения на фоне смерти знаменитостей или их суицида. Методологически очевидным является факт, что «эффекту Вертера» подвержены в большей степени «полезависимые» субъекты. Однако, сам факт объективного существования «эффекта Вертера» является понятием дискуссионным. Цель нашего исследования: выявить связь между когнитивным стилем «полезависимость – полнезависимость» и суицидальным поведением и таким образом опровергнуть или подтвердить феномен существования «эффекта Вертера».

Было проведено исследование. В исследовании приняли участие 37 человек, у которых был выявлен повышенный суицидальный риск. Диагностика суицидального риска проводилась методиками «Шкала безнадёжности» (А. Бек), «Опросник для оценки суицидального риска» (Любан-Плоцц) и «Карта риска суицидальности»; полезависимость исследовалась «Методикой включённых фигур» (К. Б. Готтшальдт). Для оценки наличия и характера связи использовался критерий ранговой корреляции Спирмена. Результат: была выявлена обратная линейная корреляционная связь между показателями суицидального риска и полнезависимости (при  $p < 0.05$ ,  $r = -0.441396$ ).

**Заключение:** результат исследования доказывает наличие обратной линейной корреляционной связи полнезависимости и суицидального риска (т. е. чем человек более полнезависим, тем ниже риск суицида), чем человек более полезависим, тем выше суицидальный риск). Полученный результат эмпирически подтверждает существование обоснованного ранее методологически «эффекта Вертера».

### **THE RELATIONSHIP OF COGNITIVE STYLE "FIELD DEPENDENCE – FIELD INDEPENDENCE" AND THE LEVEL OF SUICIDE RISK AS PROOF OF THE "WERTHER EFFECT"**

**Davydov Artem A.<sup>1</sup>, Saprykina Alexandra V.<sup>1</sup>, Kornetov Alexander N.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal state budgetary educational institution of higher education "Siberian state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Tomsk, Russia; kaf.del.st.lab@mail.ru, kornetov@mail.tomsknet.ru, sapav29@mail.ru

Suicide is the deliberate act of killing oneself (WHO). There are a number of factors and cases of suicidal behavior. One of these factors can be cognitive style – the integrated system personality tool, i. e. the ways and means to achieve goals (G. Allport). There are several classifications of cognitive styles. One of these classifications is the classification of "polarities" of cognitive styles (M. A. Holodnaya). Among other polarities in it distinctive polarity "field dependence-field independence". Cognitive style "field dependence-field independence" is expressed in the extent to which the subject in the decision depends on the total volume of events or phenomenon, whether the level of distraction to other factors and phenomenon not related to the decision. The Werther effect is a social phenomenon of suicidal behavior against the background of the death of celebrities or their suicide. Methodologically obvious is the fact that the «Werther effect» «field dependence» subjects. However, the very fact

of the objective existence of the «Werther effect» is a debatable concept. The purpose of our study: to identify the relationship between the cognitive style of «field dependence – field independence» and suicidal behavior and thus to refute or confirm the phenomenon of the existence of «Werther effect».

A study was conducted. The study involved 37 people who were found to have an increased suicide risk. Diagnosis singalingo risk was conducted by the techniques of «hopelessness Scale» (A. Beck), «Questionnaire for assessment of suicide risk» (B. Luban-Plozza) and «Map of the risk of suicidality»; field dependence was studied «The Methodology of the included figures» (K. B. Gottshall). The Spearman rank correlation criterion was used to assess the presence and nature of the relationship. Result: the inverse linear correlation between indicators of suicidal risk and field dependence was revealed (at  $p < 0.05$ ,  $r = -0.441396$ ).

Conclusion: the result of the study proves the existence of the inverse linear correlation between field dependence and suicidal risk (i.e., the person is more polenezavisim, the lower the risk of suicide), the person is more useful, the higher the suicidal risk). The obtained result empirically confirms the existence of previously justified methodologically «Werther effect».

## **ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА НА ОСНОВЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**Дадашев Ф.Г.<sup>1</sup>, Аллаhverдиев А.Р.<sup>2</sup>, Дадашева К.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Национальная Академия Авиации, <sup>2</sup> Институт Физиологии им. А.И. Караева НАНА, Баку, Азербайджан, [dfh54@rambler.ru](mailto:dfh54@rambler.ru)

В докладе представлены принципы проектирования и функционирования интерактивной системы оценки функциональной надежности человека-оператора на основе психофизиологических данных. В качестве совокупности психофизиологических данных используются показатели деятельности отдельных подсистем, из стратифицированных описаний иерархических структур – «психофизиологический портрет» человека-оператора., формируемый в реальном масштабе времени. На самом верхнем уровне иерархии представлены данные, соответствующие профессионально важным качествам человека-оператора.

Описание отдельных стратов соответствует закономерностям происходящим на вегетативном, а также нейродинамических уровнях. В описаниях особое место выделено характеристикам вариабельности сердечного ритма (по Р.М. Баевскому) и вероятностно-детерминационным характеристикам биоритмологической организации нейродинамических процессов (по С.И. Сороко), имеющим прогностическую ценность при оценке функциональной надежности. Интерактивная система – как экспертная система снабжена базой знаний, на ее основе и основе идентификационной информации человека-оператора выводится консультативное заключение. Система снабжена программным блоком для вывода объяснения пользователю хода рассуждений. Технической основой системы является беспроводная психофизиологическая система типа "Болеро-12", подключенная к ПК с соответствующим программным обеспечением.

С прикладной точки зрения можно эту систему целесообразно использовать в решении следующих задач:

- для принятия к работе в качестве человека-оператора соответствующих профессий;
- для определения динамики качеств работ в течение деятельности.
- для прогнозирования деятельности индивида в решении задач в экстремальных ситуациях.
- система апробирована на деятельности авиадиспетчеров.

Система также перспективна для определения функциональных зависимостей между различными психофизиологическими и поведенческими данными, на основе коррелятивных закономерностей, определяемых с помощью программ включенных в интерактивную систему.

*Работа выполнена в рамках гранта Фонда научного прогресса Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики «SOCAR» за 2018-2019 годы.*

## **AN INTERACTIVE SYSTEM FOR ESTIMATING FUNCTIONAL RELIABILITY OF A HUMAN OPERATOR BASED ON PSYCHOPHYSIOLOGICAL DATA**

**Dadashev Fuad H.<sup>1</sup>, Allahverdiev Ali R.<sup>2</sup>, Dadasheva Kamala.G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Aviation Academy, <sup>2</sup> Institute of Physiology. A.I. Karaeva ANAS, Baku, Azerbaijan, [dfh54@rambler.ru](mailto:dfh54@rambler.ru)

The report presents the principles of designing and operation of an interactive system for assessing the functional reliability of a human operator based on psychophysiological data. Activity indicators of individual subsystems are used as a set of psychophysiological data, from the stratified descriptions of hierarchical structures – real-time formed “psychophysiological portrait” of a human operator. At the top level of the hierarchy, data corresponding to professionally important qualities of a human operator are presented.

The description of individual strata corresponds to the patterns occurring at the vegetative as well as neurodynamic levels. In the descriptions, a special place is given to the characteristics of heart rate variability (by R.M. Bayevsky) and probabilistic-deterministic characteristics of the biorhythmic organization of neurodynamic processes (by S.I. Soroko), which have prognostic value in assessing functional reliability. The interactive system as an expert system is equipped with a knowledge base. An advisory conclusion is derived on its basis and on the basis of identification information of a human operator. The system is equipped with a software unit for outputting an explanation of the reasoning course to the user. The technical basis of the system is a "Bolero-12" type wireless psychophysiological system connected to a PC with the appropriate software.

From an applicative point of view, this system can be used to solve the following tasks:

- To employ a human operator of relevant professions;
- To determine the dynamics of work quality during the activity.
- To predict the activity of the individual in solving problems in extreme situations.
- The system was tested on the air traffic controller's job.

The system is also promising in determining functional dependencies between various psychophysiological and behavioral data based on correlative patterns determined by programs included in the interactive system.

*The work was performed as part of a grant of the Foundation for Scientific Progress of the State Oil Company of the Azerbaijan Republic "SOCAR" for 2018-2019.*

### **ВЛИЯНИЕ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛИ НА ВЕНТИЛЯЦИЮ ЛЕГКИХ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГИПОКСИИ** **Данилова Г.А., Клиникова А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им.И.П.Павлова РАН,  
Санкт-Петербург, Россия, [galdanilova@rambler.ru](mailto:galdanilova@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m375.sudak.ns2019-15/158>

Известно, что системный уровень основного провоспалительного цитокина увеличивается при многих респираторных заболеваниях. Основным воспалительный цитокин фактор некроза опухоли –  $\alpha$  (ФНО- $\alpha$ ) ингибирует респираторный ответ на гипоксию. Изменения вентиляции легких и патологические типы дыхания типичны для этих заболеваний. По этой причине исследование уровня цитокинов является актуальным.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния провоспалительного цитокина ФНО- $\alpha$  на фоновые параметры внешнего дыхания и исследовать характер влияния ФНО- $\alpha$  на вентиляторную чувствительность к гипоксии.

Эксперименты проводились на трахеостомированных анестезированных крысах-самцах линии Wistar. Регистрация объемно-временных параметров дыхания проводилась методом пневмотахографии. Определялись дыхательный объем, частота дыхания, рассчитывался минутный объем дыхания.

Вентиляторную чувствительность на гипоксический стимул исследовали методом возвратного дыхания гипоксической газовой смесью (5% CO<sub>2</sub>, 15% O<sub>2</sub> в азоте) до и после внутривенного введения ФНО- $\alpha$  в хвостовую вену (40 мкг/кг).

Мы показали, что увеличение уровня ФНО- $\alpha$  в крови увеличивает такие параметры дыхания, как минутная вентиляция (на 40%), дыхательный объем (на 18%) и среднюю скорость инспираторного потока (на 33%).

Проведение количественных расчетов показало, что через 40 мин действия ФНО- $\alpha$  прирост минутного объема дыхания снизился на 40%, приросты дыхательного объема и средней скорости инспираторного потока снизились на 27% каждый.

Мы пришли к выводу, что повышение уровня провоспалительных цитокинов в крови вызывает увеличение вентиляции легких связанное с усилением центральной инспираторной активности. В то же время ФНО- $\alpha$  снижает вентиляторную чувствительность к гипоксии, тем самым ухудшая компенсаторные возможности системы внешнего дыхания. Таким образом, результаты нашего исследования свидетельствуют об участии провоспалительных цитокинов в хеморецепторных механизмах регуляции дыхания.

### **THE EFFECT OF TUMOR NECROSIS FACTOR ON LUNG VENTILATION UNDER HYPOXIA IMPACT** **Danilova Galina A., Klinnikova Anna A.**

Pavlov Institute of Physiology of RAS, Saint-Petersburg, Russian Federation

It is known that the systemic level of the major pro-inflammatory cytokine increases in many respiratory diseases. A major inflammatory cytokine tumor necrosis factor –  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) inhibits the ventilatory response to hypoxia. The lung ventilation changes and the pathological types of breathing are typical in these diseases. By the reason, the increasing cytokine level research is actual.

The aim of this work was to study the effect of proinflammatory cytokine TNF- $\alpha$  on the baseline parameters of respiration and the effects of TNF- $\alpha$  on ventilatory sensitivity to hypoxia.

The experiments were performed in tracheostomized anaesthetized Wistar male rats. Registration of volume-time parameters of respiration was carried out by the method of pneumotachography. Tidal volume, respiratory rate were determined, the minute volume of respiration was calculated.

The hypoxic ventilatory response was measured by using rebreathing with hypoxic gas mixture (5% CO<sub>2</sub>, 15% O<sub>2</sub> in nitrogen) before and after the tail vein injection of TNF- $\alpha$  (40 $\mu$ g/kg).

We have shown that the increase in level of TNF- $\alpha$  in blood increased the parameters of respiration such as minute ventilation (by 40%), tidal volume (by 18%), and the mean inspiratory flow (by 33%).

The slope of the hypoxic ventilatory response decreased by 40% 40 min after administration of TNF- $\alpha$ , the slope of tidal volume and mean inspiratory flow also decreased by 27% both.

We concluded that the elevation of inflammatory cytokine level in blood intensifies ventilation during the resting breathing that may be associated with increased central inspiratory activity. At the same time TNF- $\alpha$  reduces the chemoreflex sensitivity to hypoxia, thereby worsening the compensatory capabilities of the respiratory system. Thus, the results of our study suggest participation of inflammatory cytokines in mechanisms of central breathing control and chemoreception.

### **У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА ВЫЯВЛЕНО УСИЛЕНИЕ АЛЬФА РИТМА, КОТОРОЕ ПРЕВОСХОДИТ НОРМУ**

**Данилова Н.Н., Страбыкина Е.А.**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Москва. Россия

<https://doi.org/10.29003/m376.sudak.ns2019-15/158-159>

Цель данного исследования направлена на выявление различий разных функций альфа ритма. В литературе хорошо известно усиление альфа ритма, которое возникает в состоянии покоя. Однако, в

последние годы выявлены новые формы активности альфа ритма. Особенно высокий уровень альфа активности мы выявили при решении наиболее сложных «математических» задач, которые стимулируют активность мозга. Мы исследовали два типа активности альфа ритма, которые зависят от функционального состояния человека и от его умения и опыта решать те или другие сложные задачи. Мы сравнили две категории: «математиков» и «психологов». По нашим данным «математики» показали лучшие результаты альфа ритма, чем «психологи». Когда мы стали исследовать решение тех же задач у пациентов с БП, то мы выявили у них совершенно иную картину активности альфа ритма. Анализ поведения альфа ритма у пациентов с БП выявил у них сильно выраженное увеличение активности альфа ритма. Резкое усиление альфа ритма было обнаружено во многих структурах мозга. Одно из объяснений этих результатов – пациентам с БП трудно делать выбор относительно нужной им структуры мозга. Что же касается нормы, альфа ритм умеет блокировать не нужные ему структуры мозга. Это делает структуру альфа ритма очень важной для мозга. Таким образом, можно сделать вывод, что данные результаты открывают новое направление исследования в частности для Болезни Паркинсона.

*Работа поддержана грантом РФФ № 14-18-03253 П.*

### **IN THE PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE REVEALED INCREASED ALPHA RHYTHM, WHICH EXCEEDS THE NORM**

**Danilova Nina N., Strabykina Elena A.**

Moscow state University. M. V. Lomonosov. Moscow. Russia

The aim of this study is to identify (differences) different functions of alpha rhythm. In the literature, it is well known the increasing of the alpha rhythm, which occurs in the rest. However, in recent years new forms of alpha activity have been revealed. We found a particularly high level of alpha activity in solving the most complex "mathematical" problems that stimulate brain activity. We investigated two types of alpha rhythm, which depend on the functional state of a person and on his ability and experience to solve certain complex problems. We compared two categories: "mathematicians" and "psychologists". According to our data, "mathematics" showed better results of the alpha rhythm than "psychologists". When we began to investigate the solution of the same problems in patients with PD, we found that they have a completely different picture of the activity of alpha rhythm. Analysis of the behavior of alpha rhythm in patients with PD revealed a pronounced increase in the activity of alpha rhythm. A sharp increase in alpha rhythm was found in many brain structures. One explanation for these results is that it is difficult for PD patients to make choices about the brain structure they need. As for the norm, alpha rhythm is able to block the structures of the brain that it does not need. This makes for the structure of the alpha rhythm is very important for the brain. Thus, it can be concluded that these results open a new direction of research in particular for Parkinson's Disease.

*The work was supported by the RPF grant № 14-18-03253 P.*

### **ПРОИЗВОДНЫЕ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫХ АМИНОКИСЛОТ, ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИАРИТМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

**Дейниченко К.А.<sup>1</sup>, Скачилова С.Я.<sup>1</sup>, Симакина Е.А.<sup>1</sup>, Шилова А.М.<sup>2</sup>, Блинов Д.С.<sup>1</sup>, Блинова Е.В.<sup>1</sup>, Шилов В.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Акционерное Общество «Всесоюзный Научный Центр по Безопасности Биологически Активных Веществ», г. Старая Купавна, Россия;

<sup>2</sup> Институт Физической Химии и Электрохимии им. А.Н.Фрумкина Российской Академии Наук, Москва, Россия; [kсениадеу@yandex.ru](mailto:kсениадеу@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m377.sudak.ns2019-15/159-160>

Заболевания сердечно-сосудистой системы, в том числе аритмии различного генеза занимают первое место, как по заболеваемости, так и по смертности. По данным Всемирной Организации Здравоохранения смертность от сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе, аритмий, в мире составляет 33%, в России – 57%. По мнению зарубежных ученых эпидемиологические данные подтверждают формирование патологии нарушения ритма сердечной деятельности глобальной эпидемией. Аритмия различной этиологии – социально значимое заболевание. Аритмии часто носят нейрогенный характер и связаны с заболеваниями центральной нервной системы. Зарубежные нейрокардиологи установили, что около 90% больных с острой церебральной патологией имеют аритмии сердца и нарушения реполяризации.

Известно, что нейромедиаторные аминокислоты играют важную роль в деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной систем.

Нами синтезированы новые производные нейромедиаторных аминокислот и изучены их биологические свойства. После скрининга для более детального изучения были выбраны два вещества ЛХТ-300 (производное глутаминовой кислоты) и ЛХТ-310 (производное глицина). Изучения проводили на различных животных: белые мыши, крысы линии Вистар, кошки. Острая токсичность LD50 на мышах при внутрибрюшинном введении для ЛХТ-300 составляет 165 мг/кг, для ЛХТ-310 178 мг/кг. Аритмии изучены на следующих моделях: адреналиновая, аконитиновая, хлоркальциевая, окклюзионная (перевязка коронарной артерии), реперфузионная в дозах от 4,0 мг/кг до 8,0 мг/кг.

На адреналиновой, аконитиновой, хлоркальциевой моделях аритмии препаратами сравнения были широкоприменяемые антиаритмические препараты лидокаин и пропранолол. На реперфузионной модели и окклюзионной (фибриляции желудочков) в качестве препаратов сравнения использовали лидокаин, амиодарон и верапамил. На большинстве моделей антиаритмический индекс для ЛХТ-300 составлял от 40 до 91, для ЛХТ-310 от 38 до 72, для лидокаина от 14 до 30. По длительности действия ЛХТ-300 превосходит лидокаин приблизительно в 7 раз, ЛХТ-310 не обладает пролонгированным действием. На модели



окклюзии коронарной артерии (фибриляции желудочков) ЛХТ-300 не уступает препарату сравнения амиодарону (III класс антиаритмических средств).

По результатам исследований показано, что ЛХТ-300 по механизму действия проявляет свойства антиаритмического средства, как I-го, так и III-го класса. ЛХТ-310 по свойствам относится к антиаритмическим средствам только I класса. Таким образом, наиболее перспективным соединением для дальнейших исследований является ЛХТ-300.

*Исследования выполнены при поддержке гранта Министерства Образования и Науки №14.N08.11.1057.*

**DERIVATIVES OF NEUROTRANSMITTER AMINO ACIDS POSSESSING ANTIARRHYTHMIC ACTIVITY**  
**Deinichenko Kseniia A.<sup>1</sup>, Skachilova Sofya Ya.<sup>1</sup>, Simakina Ekaterina A.<sup>1</sup>, Shilova Alexandra M.<sup>1</sup>, Blinov Dmitry S.<sup>1</sup>, Blinova Ekaterina V.<sup>1</sup>, Shilov Vladimir P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Center on Biologically Active Compounds Safety, Staraya Kupavna. Russia;

<sup>2</sup>Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[kzeniadey@yandex.ru](mailto:kzeniadey@yandex.ru)

Cardiovascular system diseases including arrhythmia of various geneses are trending not only in Russia but worldwide in terms of morbidity and mortality. According to World Health Organization, mortality rate from cardiovascular diseases including arrhythmias is 33% in the world and 57% in Russia. According to foreign scientists' opinion epidemiological data confirm the formation of cardiac arrhythmias pathology by the global epidemic. Arrhythmias of various etiologies are socially significant diseases. Arrhythmias are often neurogenic in nature, also linked to pathologies of central nervous system. Foreign neurocardiologists found out that approximately 90% of patients with serious cerebral pathology have cardiac arrhythmias and disturbance of repolarization.

It is known that neurotransmitter amino acids play an important role in the cardiovascular and central nervous systems activity.

We have been synthesized and studied for biological properties few novel derivatives of neurotransmitter amino acids. After screening, two compounds have been choosing for more detailed study: LHT-300 (Glutamic acid derivative) and LHT-310 (Glycine derivative). Studies have been conducted on different animals: white mice, Wistar rats, cats. Acute toxicity LD<sub>50</sub> for mice with intra-abdominal drug administration for LHT-300 is 165 mg/kg, for LHT-310 178 mg/kg. Arrhythmias have been studied on next models: adrenaline, continua, chlorine calcium, occlusal (ligation of coronary artery), reperfusion using dose of drug in a range from 4,0 mg/kg to 8,0 mg/kg.

For adrenaline model, continua and chlorine calcium models of arrhythmia lidocaine and propranol have been used as comparison drug. For reperfusion and occlusal (ventricles fibrillation) models comparison drugs have been used include lidocaine, amiodarone and verapamil. For most of models antiarrhythmic index for LHT-300 was within a range from 40 to 91, for LHT-310 from 38 to 72, for lidocaine from 14 to 30. Regarding the duration of action LHT-300 outperformed lidocaine in 7 times, LHT-310 does not possess any prolonged action. For a model of coronary artery occlusion (ventricles fibrillation) LHT-300 does not concede to drug of comparison – amiodarone (III class of antiarrhythmic drugs).

Taking all the obtained results of studies into account, it was shown, that LHT-300 based on its mechanism of action shows properties of antiarrhythmic drug of I-class as well as III class. LHT-310 based on its properties corresponds to antiarrhythmic drugs of I-class only. This way, LHT-300 is the most promising compound for further studies. *The studies are supported by a grant of Ministry of Education and Science №14.N08.11.1057.*

## ОСОБЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ У ЛИЦ ОСОБЫХ ПРОФЕССИЙ

Денисова Е.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им А.И. Бурназяна ФМБА России  
Москва, Россия, [lady.denisowa-lena@yandex.ru](mailto:lady.denisowa-lena@yandex.ru)

Данная работа посвящена изучению характерных особенностей формирования профессиональной деформации личности у лиц определенных профессий связанных с высоким эмоциональным напряжением и воздействием стресс-фактора. В исследование участвовали 42 человека. В первую группу вошли обследуемые, пережившие состояния, возникшие в результате переживания психологической травмы (участие в боевых действиях) – 24 чел. Вторая группа с тревожными состояниями, возникшими на фоне эмоционального перенапряжения в ходе деятельности обследуемых (военнослужащие) – 18 чел.

Средний возраст в группе 1 составил 42,1 ± 4,2 лет; во 2 группе 38,4 ± 4,7 лет.

Индивидуально – типологические особенности оценивались с помощью шкал ММИЛ, Кеттелла и УСК. В первой группе в 86 % отмечалось повышение по шкалам ММИЛ: 1 -68,0±2,0; 2-67,4± 2,4 ;3-68,0± 0,9 и по 7-62,4± 7,1 ; Кеттелла – С, Q1 3 ± 2 стена; УСК И(о) 6,0 ±2,0, И (зд) 3± 1 стена. Тогда как, во второй группе по аналогичным шкалам показатели были ниже в 78% : по шкалам ММИЛ: 1 -57,0±2,4; 2-60,4± 3,6 ;3-49,0± 2,9 и по 7-53,6± 6,4 , но в 58% отмечались повышения по шкалам: 8 – 67,9± 2,9 и 9 -6,4 ± 3,8; Кеттелла – С, Q1 4 ± 2 стена; УСК по шкале И(о) 4,0 ±2,0, И(зд) 5,0 ± 1 стена. Показатели в обеих группах статистически достоверно различались (p ≤ 0,05). Уровень тревожности в первой группе был достоверно более высоким в 72% отмечалась высокая реактивная тревожность (РТ 54 ± 5 б.) при низкой личностной (ЛТ 24 ± 4 б.). У 16% обследованных выявлялась высокая реактивная и личностная тревожность (РТ 50 ± 4 б.; ЛТ 49 ± 3 б.); у 12 % обследованных имели умеренную реактивную и личностную тревожность (РТ 38 ± 5 б.; ЛТ 20 ± 4 б.). Тогда как, во второй группе умеренно выраженная как реактивная, так и личностная тревожность (РТ 38 ± 3 б.; ЛТ 39 ± 3 б.). У 14% обследованных отмечено реактивной тревожности (РТ 35 ± 3 б.) личностная тревожность (ЛТ 48 ± 3 б.).

Следовательно, первая группа характеризовалась повышенной тревожностью, как личностной, так и ситуативной. Невротическим развитием личности с тенденцией развития психосоматической патологией, либо её наличием. Проявлением экстернальности, что характеризует её как группу со слабой социальной адаптацией. Тогда как, группа вторая имеет достаточную социальную адаптацию. Преимущественно проявления интернальности, стрессоустойчивости и ориентирована активно окружающую среду.

### PERSONALITY CHARACTERISTICS IN INDIVIDUALS OF SPECIAL PROFESSIONS

Denisova E. A.

Federal state budgetary institution the State scientific center of the Russian Federation – the Federal medical biophysical center of A. I. Burnazyan of FMBA of Russia  
Moscow Russia lady.denisowa-lena@yandex.ru

This work is devoted to the study of the characteristic features of the formation of professional personality deformation in persons of certain professions associated with high emotional stress and the impact of the stress factor. The study involved 42 people. The first group consisted of surveyed survivors of a condition resulting from experiencing psychological trauma (participation in combat) – 24 persons, the Second group of anxieties which arose on the background of emotional tension in the course of the activities surveyed (soldiers) – 18 people.

The mean age in group 1 was  $42.1 \pm 4.2$  years; in group 2,  $38.4 \pm 4.7$  years.

Individually – typological features were assessed using scales MIL, Cattell and USK. In the first group in 86 % there was an increase in the scale of MMIL: 1 - $68,0 \pm 2,0$ ; 2- $67,4 \pm 2,4$ ; 3- $68,0 \pm 0,9$  and on 7- $62,4 \pm 7,1$ ; kettella-S, Q1 3 + 2 wall; USK And (o)  $6,0 \pm 2,0$ , And (ZD) 3+ 1 wall. Whereas, in the second group on similar scales indicators were lower in 78%: on scales of MMIL: 1 - $57,0 \pm 2,4$ ; 2- $60,4 \pm 3,6$ ; 3- $49,0 \pm 2,9$  and on 7- $53,6 \pm 6,4$ , but in 58% there were increases on scales: 8 –  $67,9 \pm 2,9$  and 9 - $6,4 \pm 3,8$ ; kettella-C ,Q1 4 + 2 wall; USC on a scale And(o)  $4,0 \pm 2,0$ , And (ZD)  $5,0 \pm 1$  wall. Indicators in both groups differed statistically significantly ( $p \leq 0.05$ ). The level of anxiety in the first group was significantly higher in 72% there was a high reactive anxiety (RT  $54 \pm 5$  b). at low personal (LT  $24 \pm 4$  b). In 16% of the surveyed revealed high reactive and personal anxiety (RT  $50 \pm 4$  b.; LT  $49 \pm 3$  b); 12% of the examined had moderate reactive and personal anxiety (RT  $38 \pm 5$  b.; LT  $20 \pm 4$  b). Whereas, in the second group moderately expressed both reactive and personal anxiety (RT  $38 \pm 3$  b.; LT  $39 \pm 3$  b). 14% surveyed marked reactive anxiety (RT  $35 \pm 3$  b.) personal anxiety (LT  $48 \pm 3$  b).

Consequently, the first group was characterized by increased anxiety, both personal and situational. Neurotic development of personality with a tendency to develop psychosomatic pathology, or its presence. Manifestation of externality, which characterizes it as a group with weak social adaptation. Whereas, the second group has sufficient social adaptation. Mainly manifestations of internality, stress resistance and actively oriented environment.

### ПОТЕНЦИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ С-ПЕПТИДА НА ИНСУЛИН-ИНДУЦИРОВАННУЮ АКТИВАЦИЮ ЭФФЕКТОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИНСУЛИНОВОЙ СИСТЕМЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ ДИАБЕТИЧЕСКИХ КРЫС

Деркач К.В., Перминова А.А., Бузанаков Д.М., Шпаков А.О.

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: derkach\_k@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m378.sudak.ns2019-15/161-162>

Выведена гипотеза, что после секреции в кровоток из поджелудочной железы взаимодействие между инсулином и С-пептидом проинсулина продолжается. Результатом этого является повышение биодоступности инсулина и усиление его активирующего влияния на инсулиновые сигнальные пути. Показано также, что С-пептид может функционировать и как самостоятельная сигнальная молекула, активируя специфические к нему рецепторы, в том числе недавно открытый рецептор GPR146. При сахарном диабете (СД) 1 типа уровни инсулина и С-пептида проинсулина в крови снижаются, что приводит к снижению их уровня в мозге. Цель работы состояла в изучении влияния интраназально вводимых С-пептида (ИСП) и инсулина (ИИ) на активность Akt-киназы, основного компонента 3-фосфоинозитидного пути, и нижележащего фермента – киназы-3β гликогенсинтетазы (GSK3β), в гипоталамусе контрольных крыс и животных со стрептозотоциновой моделью мягкого СД 1 типа при однократном и в течение 7 дней совместном и раздельном введении ИСП и ИИ в дозах 10 и 20 мкг/крысу/сут. СД 1 типа вызывали однократной обработкой четырехмесячных самцов крыс Wistar стрептозотоцином в дозе 35 мг/кг. Оценивали фосфорилирование Akt-киназы по остаткам Thr<sup>308</sup> и Ser<sup>473</sup> (стимуляция) и GSK3β по остатку Ser<sup>9</sup> (ингибирование). В гипоталамусе при СД 1 типа снижалось фосфорилирование Akt-киназы и, в меньшей степени, GSK3β. Однократное введение ИИ и смеси ИСП+ИИ в одинаковой степени повышало фосфорилирование ферментов у контрольных и диабетических крыс. Длительное лечение крыс с СД 1 типа с помощью ИСП+ИИ нормализовало активность Akt-киназы и GSK3β, причем совместное применение препаратов было эффективнее, чем монотерапия ИИ. Длительное введение ИСП на активность Akt-киназы и GSK3β существенно не влияло. Таким образом, введение диабетическим крысам на протяжении 7 дней ИСП и ИИ более эффективно стимулируют активность инсулиновой сигнальной системы в гипоталамусе, ослабленную в условиях СД 1 типа, в сравнении с монотерапией ИИ, и это может быть использовано для разработки новых подходов для лечения СД и его осложнений. Важно отметить, что потенцирующее влияние ИСП на инсулин-индуцированную стимуляцию 3-фосфоинозитидного пути в гипоталамусе диабетических крыс отмечали только при длительном лечении ИСП+ИИ, а не в случае однократных инъекций этих препаратов.

*Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-015-00144).*

## THE POTENTIATING EFFECT OF C-PEPTIDE ON INSULIN-INDUCED ACTIVATION OF THE EFFECTOR COMPONENTS OF THE INSULIN SYSTEM IN THE HYPOTHALAMUS OF DIABETIC RATS

**Derkach Kira V., Perminova Anastasiya A., Buzanakov Dmitriy M., Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: derkach\_k@list.ru

It has been hypothesized that after the secretion into the bloodstream from the pancreas, the interaction between insulin and proinsulin C-peptide continues. The result is an increase in the bioavailability of insulin and the enhancement of its activating effect on the insulin signaling pathways. It was also shown that the C-peptide can also function as an independent signaling molecule, activating the receptors specific to it, including the recently discovered GPR146 receptor. In the type 1 diabetes mellitus (DM), the plasma levels of insulin and proinsulin C-peptide are reduced, which leads to a decrease in their levels in the brain. The aim of the work was to study the effect of intranasally administered C-peptide (ICP) and insulin (II) on the activity of Akt-kinases, the main component of the 3-phosphoinositide pathway, and the downstream enzyme glycogen synthase kinase-3 $\beta$  (GSK3 $\beta$ ), in the hypothalamus of control rats and animals with the streptozotocin model of mild type 1 DM with a single and for 7 days of combined and separate administration of ICP and II at the doses of 10 and 20  $\mu$ g/rat/day respectively. The type 1 DM was induced by a single treatment of four-month-old male Wistar rats with streptozotocin at a dose of 35 mg/kg. The phosphorylation of Akt kinase by Thr<sup>308</sup> and Ser<sup>473</sup> residues (stimulation) and GSK3 $\beta$  by Ser<sup>9</sup> residue (inhibition) was evaluated. In the hypothalamus, in the type 1 DM, the phosphorylation of Akt kinase and, to a lesser extent, GSK3 $\beta$  was decreased. A single injection of II and a mixture of ICP+II equally increased the phosphorylation of the enzymes in control and diabetic rats. A long-term treatment of rats with the type 1 DM with ICP+II led to normalization of the activity of Akt-kinase and GSK3 $\beta$ , and the combined administration of these drugs was more effective than the monotherapy with II. A prolonged administration of ICP did not significantly affect the activity of Akt-kinase and GSK3 $\beta$ . Thus, the administration of ICP and II into diabetic rats for 7 days more effectively stimulates the activity of the insulin signaling system in the hypothalamus, impaired in the conditions of the type 1 DM, in comparison with the II monotherapy, and this can be used to develop the new approaches for the treatment of diabetes mellitus and its complications. It is important to note that the potentiating effect of ICP on insulin-induced stimulation of the 3-phosphoinositide pathway in the hypothalamus of diabetic rats was detected only in long-term treatment of ICP+II, but it was absent in the case of single administrations of these drugs. *This work was supported by the RFBR (project No 18-015-00144).*

## ИНСУЛИН И С-ПЕПТИД В МОЗГЕ – ГОСТИ С ПЕРИФЕРИИ ИЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНО ВАЖНЫЕ НЕЙРОРЕГУЛЯТОРЫ?

**Деркач К.В.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: derkach\_k@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m379.sudak.ns2019-15/162-163>

Обнаружение инсулина в тканях мозга человека и животных придало мощный импульс исследованию механизмов и мишеней его действия в ЦНС. В результате было установлено, что инсулин оказывает на нейроны нейротрофическое, нейропротекторное и нейромодуляторное действие. Нейротрофический эффект отчетливо прослеживается в развивающемся мозге, где инсулин контролирует рост и дифференцировку нейронов. В основе нейропротекторного эффекта инсулина лежит его способность снижать  $\beta$ -амилоидную токсичность, ослаблять окислительный стресс и стресс эндоплазматического ретикулума и, как следствие, подавлять апоптотические процессы в нейронах. Нейромодуляторный эффект инсулина обусловлен способностью инсулиновой сигнальной системы мозга взаимодействовать с другими нейромедиаторными системами. Необходимо отметить, что инсулиновая система мозга имеет ряд существенных отличий от таковой на периферии. Они обусловлены структурными и функциональными особенностями нейронального инсулинового рецептора, которые предотвращают развитие инсулиновой резистентности в ЦНС при длительном воздействии инсулина. Нарушение транспорта инсулина через гематоэнцефалический барьер и дисфункции в инсулиновых сигнальных путях мозга приводят не только к нарушению опосредованной инсулином центральной регуляции энергетического обмена на периферии, но и являются причинами нейродегенеративных заболеваний. Восстановление инсулиновых сигнальных путей в мозге – один из перспективных подходов для коррекции и предотвращения этих заболеваний. Вместе с инсулином в  $\beta$ -клетках поджелудочной железы продуцируется С-пептид проинсулина, который отвечает за правильную укладку молекулы инсулина на стадии его синтеза и в дальнейшем контролирует биодоступность инсулина для клеток-мишеней, образуя с ним олигомерные комплексы. Показано, что в нейронах головного мозга С-пептид не только усиливает регуляторные эффекты инсулина, но, связываясь со специфичным к С-пептиду рецептором, реализует «собственные» физиологические эффекты. Так через 3-фосфоинозитидные сигнальные пути и каскад митогенактивируемых протеинкиназ С-пептид контролирует выживаемость и дифференцировку нейронов, а через NO-зависимые каскады – регулирует циркуляцию крови в сосудах головного мозга.

*Работа поддержана грантом РФФИ (проект № 18-015-00144).*

## INSULIN AND C-PEPTIDE IN THE BRAIN – THE GUESTS FROM THE PERIPHERIA OR THE FUNCTIONALLY IMPORTANT NEUROREGULATORS?

**Derkach Kira V.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: derkach\_k@list.ru

The discovery of insulin in the brain of humans and animals gave a powerful impetus to the study of the mechanisms and targets of its action in the central nervous system. As a result, it was found that insulin has

neurotrophic, neuroprotective and neuromodulatory effects on neurons. The neurotrophic effect is clearly visible in the developing brain, where insulin controls the growth and differentiation of neurons. The neuroprotective effect of insulin is based on its ability to reduce  $\beta$ -amyloid toxicity, reduce the oxidative stress and the endoplasmic reticulum stress, and, as a result, suppress the apoptotic processes in neurons. The neuromodulatory effect of insulin is due to the ability of the insulin signaling system of the brain to interact with other neurotransmitter systems. It should be noted that the brain insulin system has a number of significant differences from that at the periphery. They are due to the structural and functional features of the neuronal insulin receptor, which prevent the development of insulin resistance in the central nervous system in the conditions of its prolonged exposure to insulin. The disruption of insulin transport through the blood-brain barrier and the dysfunctions in the insulin signaling pathways within the brain not only leads to an impairment of central regulation of peripheral energy metabolism, but also causes neurodegenerative diseases. The restoration of insulin signaling pathways in the brain is one of the promising approaches for the correction and prevention of these diseases. Together with insulin in the pancreatic  $\beta$ -cells, the proinsulin C-peptide is produced, which is responsible for the proper folding of the insulin molecule at the stage of its synthesis and, further, controls the bioavailability of insulin for the target cells, forming the oligomeric complexes with it. It is shown that in brain neurons, the C-peptide not only enhances the regulatory effects of insulin, but by binding to the C-peptide-specific receptor, the C-peptide implements "own" physiological effects. So through the 3-phosphoinositide signaling pathways and the cascade of mitogen-activated protein kinases, the C-peptide controls the survival and differentiation of neurons and through NO-dependent cascades it regulates the blood circulation in the cerebral vessels.

*This work was supported by the RFBR (project No 18-015-00144).*

### **ЗАВИСИМОСТЬ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ У КРЫС ОТ ПОЛА, ВОЗРАСТА И ПРОФИЛЯ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ**

**Джелдубаева Э.Р., Трибрат Н.С., Кириллова А.В., Чуюн Е.Н.**

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования, «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Россия, e-mail: [delviza@mail.ru](mailto:delviza@mail.ru)

Целью данного исследования явилось выявление изменений болевой чувствительности у крыс в зависимости от пола, возраста и профиля моторной асимметрии.

Экспериментальная часть работы выполнялась в центре коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика» кафедры физиологии человека и животных и биофизики.

Для эксперимента отбирали самок и самцов крыс двух возрастных категорий – неполовозрелые (3-месячные) ( $n = 60$ ) и половозрелые (7-месячные) ( $n = 60$ ). У всех животных определяли профиль моторной асимметрии в тесте Т-образный лабиринт, по результатам которого всех крыс разделили на 3 группы: с преобладанием правосторонних локомоций – «правши», с преобладанием левосторонних движений – «левши» и локомоторной симметрией «амбидекстры». Болевую чувствительность у животных определяли по показателю латентный период болевой реакции (ЛПБР) в тесте отдергивания хвоста (tail-flick test). Оценка достоверности межгрупповых различий проводилась с помощью U-критерия Манна-Уитни. Различия считались достоверными при  $p \leq 0,05$ .

Результаты исследования профиля моторной асимметрии у неполовозрелых крыс показали, что у самцов 68,75% исследуемых животных представлено с левым локомоторным профилем – «левшами», 37,50% и 25,00% соответственно правосторонних локомоций «правшами» и с локомоторной симметрией – «амбидекстрами». У исследуемых неполовозрелых самок отсутствовали «правши», 61,11% и 38,89% составляли крысы «левши» и «амбидекстры».

У половозрелых крыс-самцов «правшей» оказалось наибольшим (54,40% от общей численности выборки), чем «левшей» (36,41%) и «амбидекстров» (9,19%). Среди самок были выявлены 33,84% крыс «правшей», 53,13% крыс «левшей», 13,03% особей, проявивших локомоторную симметрию. Таким образом, количество животных с преобладанием правосторонних перемещений и с левополушарным доминированием было несколько больше в группе самцов. Что касается крыс с леволатерализованным типом локомоции (правополушарных), то их число, наоборот, в группе самок было больше, чем у самцов. Эти данные подтверждают существования полового диморфизма функциональной межполушарной асимметрии у животных и в целом соответствуют результатам исследований других авторов, изучавших моторную асимметрию у животных.

Исследование изменения болевой чувствительности у неполовозрелых крыс самцов показал, что более выраженный ЛПБР зарегистрирован «правшей» ( $7,23 \pm 0,41$  мс), менее – у «амбидекстров» (снижена на 52,88%,  $p < 0,05$ ). У неполовозрелых самок у крыс «амбидекстров» ЛПБР был на 17,56% ( $p < 0,05$ ), чем у самок – «левшей».

У половозрелых крыс самцов наиболее высокие показания ЛПБР зарегистрированы у «правшей» ( $5,09 \pm 0,51$  мс), что на 20,34% ( $p < 0,05$ ) ниже в сравнении со значениями у неполовозрелых самцов. Самые низкие показания ЛПБР в ТФТ зарегистрированы у половозрелых самцов «амбидекстров» (на 24,40% относительно значений у самцов «правшей»). У половозрелых самок наиболее выраженные показания ЛПБР отмечается у «левшей» ( $6,01 \pm 0,76$  мс), наименее – у самок «правшей» (на 25,58%;  $p < 0,05$  меньше).

Таким образом, различия болевой чувствительности более выражены у взрослых животных в сравнении с неполовозрелыми особями. У самок объективный показатель боли и, соответственно, двигательные и поведенческие реакции в ответ на болевое раздражение, более выражены, чем у самцов.

Вместе с тем решение данной проблемы имеет большое практическое значение для повышения эффективности противоболевой терапии и реализации тактики индивидуального подхода в анестезиологии.

## THE DEPENDENCE OF PAIN SENSITIVITY IN RATS FROM THE GENDER, AGE AND PROFILE MOTOR ASYMMETRY

**Dzheldubaeva Elviza R., Tribrat Natalya S., Kirillova Alla V., Chuyan Elena N.**

Federal State Educational Institution of Higher Education, Crimean Federal V.I. Vernadsky University,  
Simferopol, Russia, email: [delviza@mail.ru](mailto:delviza@mail.ru)

The purpose of this study was to identify changes in pain sensitivity from the individual typological features in rats: gender, age, motor asymmetry profile.

The experimental data was carried out in the center for collective use by scientific equipment "Experimental physiology and biophysics" of the department of human and animal physiology and biophysics.

The immature (3 months,  $n = 60$ ) and sexually mature (7 month,  $n = 60$ ) rats of females and males were selected. The motor asymmetry profile was determined in a T-shaped labyrinth test in a rats.

As shown all rats were divided into 3 groups: with a predominance of right-sided locomotion (right-handed), with a predominance of left-hand movements (left-handed) and locomotor symmetry (ambidexters). Pain sensitivity was determined by the indicator latent period of pain (PRP) in the tail-flick test in animals. The reliability of intergroup differences was evaluated by the Mann-Whitney U test. Differences were considered significant at  $p \leq 0.05$ .

As results shown, the motor asymmetry profile were 68.75% "left-handed", 37.50% right-handed and 25.00% – ambidextra in immature male rats. The females immature rats were 61.11% left-handed and 38.89% ambidextra, there were no right-handers.

Mature male right-handed rats are most feck (54.40% of the total), than the "left-handers" (36.41%) and "ambidexters" (9.19%). The females were 33.84% right-handed rats, 53.13% – left-handed rats, and 13.03% – "ambidexters". Thus, the right-handers" were are most feck in males. The female were predominate left-handed rats.

The latent period of pain was more pronounced in "right-handers" rats ( $7.23 \pm 0.41$  ms, less – in ambidexters (decrease on 52.88%,  $p < 0.05$ ) in immature males rats. The latent period of pain was on 17,56 % less in "ambidexters", then in "left-handers" females immature.

In sexually mature male rats, the highest latent period of pain were recorded for right-handers ( $5.09 \pm 0.51$  ms), which is 20.34% ( $p < 0.05$ ) lower in comparison with values for immature males. The lowest latent period of pain readings in tail flic test were recorded in mature males ambidexters (by 24.40% relative to the values for right-handed males). For sexually mature females, latent period of pain are most pronounced for left-handers ( $6.01 \pm 0.76$  ms) the least – in female "right-handed" females (by 25.58%;  $p < 0.05$  less).

Thus, the differences in pain sensitivity are more pronounced in adult animals compared to immature individuals. In females, an objective pain indicator and, accordingly, motor and behavioral reactions in response to pain stimulation, are more pronounced than in males.

At the same time, the solution of this problem is of great practical importance for increasing the pain therapy effectiveness and implementing the tactics of an individual approach in anesthesiology.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ И ПСИХОЛОГИИ ВОСПРИЯТИЯ АУДИОВИЗУАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Дианов В.В.<sup>1</sup>, Савельев А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Гуманитарный институт телевидения и радиовещания им. М. А. Литовчина; ООО «КИНОФРАКТАЛ», Москва, Россия. E-mail: [divania777@gmail.com](mailto:divania777@gmail.com); <sup>2</sup>Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»; издательство «Радиотехника», патентное агентства «©Уникально честное патентование»; философский факультет, факультет государственного управления; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m380.sudak.ns2019-15/164-165>

Изучение нейрофизиологии восприятия аудиовизуальных произведений (АВП) на данный момент не имеет под собой искусствоведческой и философской базы, без существования которых невозможно появление ориентиров для учёных, общих целей исследований. В том или ином виде исследовательские принципы вырабатываются лишь в нейромаркетинговых бизнес-моделях, но они обусловлены рынком, экономикой предприятий и страны в целом. Поэтому необходимо появление научных концептуально-задающих векторов подобных исследований. Знания в данной области применимы не только в рамках исследования готовых кинофильмов, но и, прежде всего, на стадии их производства. Нейрофизиологическое изучение кино может помочь фундаментально осмыслить и осознанно применять основные функции кинематографа: Можно выделить следующие функции: 1. моралистическая (воспитательная) – призыв к внешнему или внутреннему действию или противодействию; 2. образовательная – визуализация каких-либо знаний и жизненного опыта; 3. рефлексическая (эмоциональная) – рефлексия на повседневные и близкие субъекту темы, а также, переработка, переживание эмоций, возникающих в недоступных, слабодоступных или опасных для человека обстоятельствах; 4. развлекательная – наличие первых трёх пунктов, в совокупности направленных на объединённых общими признаками субъектов. Ещё одна из возможных функций – использование кинематографа в медицине по аналогии с музыкой и художественными произведениями. Феномен кинематографа заключается в том, что он способен оказывать сильнейшее воздействие, не смотря на то, что переживания, возникающие у зрителя во время просмотра кинофильма, как правило, гораздо ниже по интенсивности, чем те, которые он испытывает в реальной жизни. Силу этого воздействия невозможно объяснить только лишь наличием у зрителя эмпатии и способности к сопереживанию. Ключом к объяснению данного феномена может стать его изучение с точки зрения нейрофизиологии. Отправной точкой создания любого АВП является определение целевой аудитории (ЦА). При этом часто ЦА определяется по социально-демографическим признакам. Нейронауки и психология способны представить

более детальную картину: так, типизирование целевой аудитории по психологическим типам (MMPI) помогает выявить более конкретные группы ЦА. Данный подход найдёт применение и в точечном маркетинге кинофильмов, в том числе, в иных коррелятивных методах анализа ЦА. Самый сложный этап исследований – это выявление связи ЦА с АВП: необходим учёт сценарной, режиссёрской, операторской и пр. работ. Имеют значение низкоуровневые элементы АВП: свет, цвет, звуки, геометрические формы и т.д. В связи с этим выявлены четыре основные трудности изучения АВП: 1. анализ художественных средств в совокупности и по отдельности будет нести разный результат; 2. фрагментарность кинофильма, в т. ч. эффект Кулешова – фильм в разных монтажных сборках, с разным временем и темпоритмом несёт разный результат, сложность представляет изучение каждого хронометрированного элемента в контексте других элементов и всего произведения (кадрик – кадр – сцена – последовательности сцен – кинофильм); 3. сложные образы (в основном, актёрская игра), в т.ч. анализ восприятия зрителем образов через свой жизненный опыт и систему ценностей; 4. несовершенство аппаратуры и методов исследования. Потенциальным практическим результатом изучения нейрофизиологии восприятия кинопроизведений является создание цельного кинопродукта, оказывающего максимальное воздействие на свои ЦА.

## CONCEPTUAL BASES OF NEUROPHYSIOLOGY AND PSYCHOLOGY OF PERCEPTION OF AUDIOVISUAL WORKS

**Dianov Vladislav V.<sup>1</sup>, Saveliev Alexander V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Humanitarian Institute of Television and Radio Broadcasting named by M.A. Litovchina; LLC "KINOFRAKTAL", Moscow, Russia. E-mail: [divania777@gmail.com](mailto:divania777@gmail.com); <sup>2</sup>Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Philosophy, Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Moscow, Russia; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

The study of the neurophysiology of audiovisual perception is currently not based on the history of art and philosophy, and without this it is impossible to set common research goals that are present in one form or another only in the neuromarketing business, whose development is inextricably linked to the economies of organizations and the country as a whole. Therefore, the emergence of scientific conceptually defining vectors of research data becomes important. Knowledge in this area is applicable not only in the framework of finished films, but mainly at the production stage. In fundamental terms, research should prove those cinema functions that are currently used (and follow them taking into account correlations and refinements in the future): 1. moralistic (educational) – a call for external or internal actions or resistance; 2. educational – visualization of any knowledge and life experience; 3. emotional – reflections on everyday topics, as well as processing, experiencing emotions that arise in circumstances inaccessible or dangerous to humans 4. entertainment – the presence of the first three points, in the aggregate aimed at similar people. Important question: target audience. Its typification is very important in accordance with psychological types (MMPI). The main and most difficult stage of the research is the connection of the target audience with the audiovisual work: script, direction, camera work and other work. Everything is important: light, color, sounds, geometric shapes, etc. The purpose of research in the field of studying the neurophysiology of film perception: the creation of film production that has the greatest influence on the target audience.

## УРОВЕНЬ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ АДАПТИВНОГО ИММУНИТЕТА ПРИ АЛКОГОЛЬНЫХ ПСИХОЗАХ

**Дидковский Н.А.<sup>1</sup>, Малашенкова И.К.<sup>1,2</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Крынский С.А.<sup>2</sup>, Хайлов Н.А.<sup>2</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>2</sup>, Мамошина М.В.<sup>2</sup>, Ушаков В.Л.<sup>2</sup>, Захарова Н.В.<sup>3</sup>, Костюк Г.П.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России, Москва, Россия. <sup>2</sup>НИЦ «Курчатовский Институт», Москва, Россия. <sup>3</sup>ГБУЗ ПГБ №1 им. Н.А. Алексеева ДЗМ, Москва, Россия.  
E-mail: [didkovskinic@gmail.com](mailto:didkovskinic@gmail.com).

Актуальность. Среди наркологической патологии в РФ алкогольная зависимость (АЗ) встречается более чем в 80% случаев. Почти 90% алкоголиков – это люди трудоспособного возраста от 20 до 59 лет. АЗ приводит к преждевременной смерти около полумиллиона человек в год. После алкогольных психозов наблюдается снижение когнитивных функций. Цель работы – исследование уровня системного воспаления и изменений адаптивного иммунитета в ранний период после острого психоза для оценки их участия в патогенезе алкогольных ментальных и когнитивных расстройств. Обследованы 28 больных с алкогольным психозом (АП) и группа сравнения 17 здоровых добровольцев. Исследовали содержание IgA, IgM, IgG, ЦК (IL-1, IL-1RA, IL-2, IL-4, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$ , TNF $\alpha$ ), СРБ и ЦИК в сыворотке крови методом ИФА, а также фенотипирование субпопуляций лимфоцитов (CD3 CD4, CD8, CD16, CD19, CD45, CD56, CD38, HLA-DR, CD127) методом многоцветной проточной цитометрии (моноклональные АТ фирмы BD). Результаты. После острого психоза у больных с АП было обнаружено достоверное увеличение содержания IgG в среднем на 30%, кортизола – на 45%, ЦИК – на 60%. Также выявлено увеличение числа и активности Тх (CD3+CD4+), преимущественно Тх 2-го типа, в среднем до 52,59% $\pm$ 1,45 (в группе здоровых – 42,35 $\pm$ 2,6% , p<0.05), снижение числа и активности клеток систем цитотоксичности. Кроме того, у больных были достоверно повышены уровни маркеров системного воспаления. Так, в среднем уровень СРБ был 20,63 $\pm$ 7,3 мг/л (в контроле – 1,75 $\pm$ 0,43 мг/л), уровень IL-1 $\beta$  – 19,57 $\pm$ 3,5 пг/мл (в контроле – 6,0 $\pm$ 1,2 пг/мл), повышены уровни IL-4, IL-8 и TNF $\alpha$ . При этом у больных не было клинических и лабораторных признаков острых или обострения хронических инфекционных заболеваний.

Заключение. Активация ответа Th2 и избыток медиаторов воспаления у больных в ранние сроки после алкогольного психоза через различные пути взаимодействия с ЦНС (n.vagus, хореоидные сплетения желудочков мозга и другие) могут участвовать в нарушениях обмена нейротрансмиттеров в ЦНС, вовлеченных в патогенез алкоголизма, и в поддержании нейровоспаления. Высокий уровень системного воспаления может быть как триггером психоза, так и проявлением нарушений нейроиммунных взаимодействий, а также развития эксайтотоксичности и повреждения нейронов при остром психозе.

## THE LEVEL OF SYSTEMIC INFLAMMATION AND CHANGES IN ADAPTIVE IMMUNITY IN ALCOHOLIC PSYCHOSES

Didkovsky N.A.<sup>1</sup>, Malashenkova I.K.<sup>1,2</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1,2</sup>, Krynskiy S.A.<sup>2</sup>, Hailov N.A.<sup>2</sup>, Chekulaeva E.I.<sup>2</sup>, Mamoshina M.V.<sup>2</sup>, Ushakov V.L.<sup>2</sup>, Zakharova N.V.<sup>3</sup>, Kostyuk G.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSBI FCRC of physical-chemical medicine FMBA of Russia, Moscow; <sup>2</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow; <sup>3</sup>Psychiatric Clinical Hospital 1 named after N. A. Alekseev, Moscow.

Alcohol dependence (AD) constitutes more than 80% of cases of the narcological pathology in Russia. Almost 90% of alcohol addicts are people of working age from 20 to 59 years. AD leads to the premature death of about half a million people a year. After alcoholic psychoses there is a decrease in cognitive functions. The aim of this work was to study the level of systemic inflammation and changes in adaptive immunity in the early period after acute alcohol psychosis to assess the participation of immune factors in the pathogenesis of alcohol-induced mental and cognitive disorders. 28 patients with alcoholic psychosis (AP) and a comparison group of 17 healthy volunteers were examined. The levels of IgA, IgM, IgG, cytokines (IL-1, IL-1RA, IL-2, IL-4, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$ , TNF $\alpha$ ), C-reactive protein (CRP) and circulating immune complexes (CIC) in the serum was assessed by ELISA, and lymphocyte subpopulations (CD3, CD4, CD8, CD16, CD19, CD45, CD56, CD38, HLA-DR, CD127) were assessed using multicolor flow cytometry. After acute psychosis, patients were found to have a significant increase in the levels of IgG (by an average of 30%), cortisol (by 45%), CIC (by 60%). Also identified an increase in the number and activity of Th cells (CD3+CD4+), predominantly Th 2-type, on average 52,59% $\pm$ 1,45 (42,35 $\pm$ 2,6% in control group,  $p < 0.05$ ), and a decrease in the number and activity of cytotoxic cells. In addition, patients had significantly increased levels of markers of systemic inflammation. The average level of CRP was 20.63 $\pm$ 7.3 mg/l (control – 1.75 $\pm$ 0.43 mg/l), the level of IL-1 $\beta$  – 19.57 $\pm$ 3.5 PG/ml (control – 6.0 $\pm$ 1.2 PG / ml), levels of IL-4, IL-8 and TNF $\alpha$  were also increased. At the same time, patients had no clinical and laboratory signs of acute or exacerbated chronic infectious diseases. Conclusion. Activation of Th2 response and an excessive levels of inflammatory mediators in patients in the early stages after alcoholic psychosis through various ways of interaction with the central nervous system (n. vagus, the choroid plexus of the ventricles of the brain and others) may be involved in metabolic disorders of neurotransmitters in the brain involved in the pathogenesis of alcoholism, and in maintaining neuroinflammation. A high level of systemic inflammation can be both a trigger of psychosis and a manifestation of violations of neuroimmune interactions, as well as play a role in the development of excitotoxicity and damage to neurons in acute psychosis.

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МАРКЁРОВ ШИЗОФРЕНИИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АГОНИСТА РЕЦЕПТОРА TAAR5

Дмитриева Е.С., Князева В.М., Полякова Н.В., Станкевич Л.Н., Вольнова А.Б., Александров А.А.  
Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия; [e.s.dmitrieva@spbu.ru](mailto:e.s.dmitrieva@spbu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m381.sudak.ns2019-15/166>

В последние годы большое внимание уделяется изучению процессов, предшествующих вниманию в связи с тем, что они являются важными маркёрами шизофрении. В нашей работе мы изучали влияние агониста рецепторов следовых аминов 5 типа (TAAR5) на показатели сенсорного гейтинга. Сенсорный гейтинг (от англ. gate – ворота) (СГ) – это процесс дозирования и фильтрации поступающей информации, при помощи которого мозг регулирует величину ответов на сенсорные стимулы, поступающие из окружающей среды. Обычно, СГ изучают с помощью вызванных потенциалов мозга в парадигме парного предъявления стимулов. Для анализа параметров СГ используют компонент P50 у человека и его аналог – N40 у грызунов. В норме ответ на второй стимул в паре значительно меньше ответа на первый стимул. Ухудшение подавления компонента P50 в ответ на второй стимул в двустимульной парадигме предъявления стимулов наблюдается как у больных шизофренией на всех стадиях развития заболевания, так и у близких родственников пациентов.

В данной работе было исследовано действие агониста рецепторов следовых аминов TAAR-5 ( $\alpha$ -NETA) на сенсорный гейтинг у крыс. Хронические эксперименты были проведены на крысах-самцах линии Wistar. Вещество вводили в дозировке 1 мг/кг, 3 мг/кг, 5 мг/кг и, в качестве контроля, 0,9% раствора NaCl.

Использовалась стандартная двустимульная парадигма. Звуковые стимулы представляли собой щелчки широкополосного белого шума интенсивностью 55 дБ SPL и длительностью 1 мс. В блоке предъявлялось 150 пар стимулов.

Из полученных данных можно сделать вывод, что контрольные внутривенные инъекции 0,9% NaCl и агониста TAAR5 рецепторов  $\alpha$ -NETA в небольшой дозе (1мг/кг), не оказывают влияния на амплитуду N40 и на показатель СГ (С1-С2). Более значительные дозы  $\alpha$ -NETA (3мг/кг и 5мг/кг) приводят к уменьшению показателя СГ и к уменьшению амплитуды компонента N40 и на первый и на второй стимул в паре. Уменьшение показателя СГ при введении исследуемого вещества ( $\alpha$ -NETA) происходит за счёт уменьшения амплитуды ответа на первый стимул в паре, т.е. аналогично изменениям, наблюдаемым при шизофрении.

*Работа поддержана грантом РФФИ проект №17-04-00082 и грантом РФФ проект №14-50-00069.*

## TAAR5 AGONIST INFLUENCED ELECTROPHYSIOLOGICAL SCHIZOPHRENIA BIOMARKERS

Dmitrieva Elena S., Knyazeva Veronika M., Polyakova Nadezhda V., Stankevich Ludmila N., Volnova Anna B., Aleksandrov Aleksander A.

**ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЦ-БОГАТЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ РИБОСОМНОГО ПОВТОРА В СОСТАВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК ПРИ ШИЗОФРЕНИИ ПО СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ**  
**Долгих О.А.<sup>1</sup>, Жесткова Е.М.<sup>4</sup>, Захарова Н.В.<sup>2</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,3</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1</sup>, Борзикова М.А.<sup>1,3</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Умрюхин П.Е.<sup>3</sup>, Костюк С.В.<sup>1,3</sup>**

1 – ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия; 2 – ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н. А. Алексеева ДЗМ», г. Москва, Россия; 3 – ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, г. Москва, Россия; 4 – Психиатрическая клиническая больница № 4 имени П. Б. Ганнушкина ДЗМ, г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m382.sudak.ns2019-15/167>

**Введение:** ДНК, которая циркулирует в крови в составе плазмы, получила название внеклеточной ДНК (вкДНК). ВкДНК по содержанию не идентична ДНК клеточных ядер – вкДНК обогащена GC-богатыми последовательностями по сравнению с геномной ДНК, что может быть обусловлено кинетическими свойствами ферментов, преимущественно расщепляющих AT-обогащенные фрагменты вкДНК в плазме крови. Мы предположили, что наиболее вероятной причиной обогащения вкДНК GC-последовательностями является накопление в циркулирующей крови повторяющихся GC-богатых последовательностей генома погибших клеток, в том числе, рибосомного повтора (рДНК). Окислительный стресс сопровождает развитие шизофрении и может приводить к повышенному уровню гибели клеток и к накоплению рДНК в циркулирующей крови.

**Цель:** Исследовать содержание рДНК в составе вкДНК больных параноидной (F20.0; N=64), кататонической формой шизофрении (F20.2; N=65) и в контрольной группе соответствующего возраста и пола (N=83) – психически и соматически здоровых доноров, не состоящих в родстве с исследуемыми пациентами, не имеющих семейной отягощенности шизофренией.

**Материалы и методы:** ВкДНК из плазм крови выделяли методом фенольной экстракции. Количество GC-богатых рибосомных повторов в составе вкДНК определяли методом нерадиоактивной количественной дот-гибридизации, который не чувствителен к наличию повреждений вкДНК и позволяет наиболее точно определять число копий высококопийных последовательностей генома.

**Результаты:** обнаружено, что в составе вкДНК здоровых и больных людей по сравнению с геномной ДНК клеток крови значительно увеличено содержание рДНК ( $p < 10^{-18}$ ). Распределения содержания рДНК в составе вкДНК достоверно различаются для обеих подгрупп больных ( $p < 0,01$ ). Распределение содержания рДНК в составе вкДНК больных шизофренией достоверно отличаются от контрольной группы ( $p < 10^{-7}$ ). Различие с контролем в накоплении рДНК наиболее выражено для группы больных с кататонической формой шизофрении ( $p < 10^{-9}$ ).

**Вывод:** ВкДНК больных шизофренией достоверно содержит больше копий рДНК, чем вкДНК психически здоровых людей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-06017офи\_м, и в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

**RIBOSOMAL REPEAT GC-RICH SEQUENCES IN THE CELL-FREE DNA IN SCHIZOPHRENIA IN COMPARISON WITH HEALTHY CONTROL**

**Dolgikh Olga A.<sup>1</sup>, Jestkova Elizaveta M.<sup>4</sup>, Zakharova Natalia V.<sup>2</sup>, Ershova Elizaveta S.<sup>1,3</sup>, Martynov Andrey V.<sup>1</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1</sup>, Borzikova Maria A.<sup>1,3</sup>, Veiko Natalia N.<sup>1</sup>, Umriukhin Pavel E.<sup>3</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,3</sup>**

1 – Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow, Russia; 2 – N.A. Alekseev Psychiatric Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia; 3 – I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; 4 – P.B. Gannushkin Psychiatric Clinical Hospital № 4, Moscow, Russia.

**Introduction:** DNA, which circulates in the blood in plasma, is called cell-free DNA (cfDNA). cfDNA content is not identical to the DNA of cell nuclei – cfDNA is enriched by GC-rich sequences compared to genomic DNA, which may be due to the kinetic properties of enzymes, mainly cleaving AT-rich cfDNA fragments in blood plasma. We suggest, that the most probably cfDNA is enriched by GC-sequences due to the accumulation in the circulation of repetitive GC-rich sequences from the dead cells genomes, including ribosomal repeat (rDNA). Oxidative stress accompanies the development of schizophrenia and can lead to an increased level of cell death and the accumulation of rDNA in the circulation.

**Objective of the study:** to investigate the content of rDNA in the composition of cfDNA in patients with paranoid (F20.0; N=64), catatonic schizophrenia (F20.2; N=65) and in the control group of the corresponding age and sex (N=83) – mentally and somatically healthy donors who are not related to the studied patients without of family schizophrenia burden.

**Materials and methods:** cfDNA was isolated from blood plasma by the method of phenol extraction. The number of GC-rich ribosomal repeats in cfDNA was determined by non-radioactive quantitative dot hybridization, which is not sensitive to the cfDNA damage and allows most accurately determine high copy-number genome sequences.

**Results:** the cfDNA of healthy and sick people compared to genomic DNA of blood cells is characterized by significantly increased content of rDNA ( $p < 10^{-18}$ ). Distribution of the content of rDNA in the patients cfDNA significantly different for both subgroups of patients ( $p < 0.01$ ). The distribution of rDNA in the composition of cfDNA in patients with schizophrenia is significantly different from the control group ( $p < 10^{-7}$ ). The difference in the accumulation of rDNA with the control group is most pronounced in the group of patients with catatonic schizophrenia ( $p < 10^{-9}$ ).

**Conclusion:** cfDNA of schizophrenic patients contains significantly more copies of rDNA than cfDNA of mentally healthy people. *The work was supported by RFBR grant No.17-29-06017офи\_м, and as a state task of the Ministry of education and science of Russia.*



## СТРУКТУРНО-АКТИВАЦИОННО-НЕЙРОХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАМЕНТА (SAN\_T)

Дробница И.П.

Челябинский государственный педагогический университет, г. Челябинск, Россия, [drobnitza@rambler.ru](mailto:drobnitza@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m383.sudak.ns2019-15/168>

SAN\_T описывает а) мозговые характеристики, являющиеся природной базой свойств и типов темперамента и б) модель самих свойств, типов темперамента, а также акцентуаций характера, имеющую три главные ортогональные оси. На поведенческом уровне они проявлены как активность-реактивность, активность-пассивность, активность-адаптивность. На психологическом уровне это соответствует 3 факторам Big-5: 1) нейротизму; 2) экстраверсии; 3) доброжелательности. Из 3 базовых характеристик возможны 8 сочетаний. Это 4 классических типа темперамента плюс 4 их антипода: меланхолик (чувствительный) – доминантный; флегматик (невозмутимый) – эмоционально выразительный; сангвиник (безмятежный) – озабоченный; холерик (эмоционально пылкий) – спокойный.

1) Адаптивность – активность (третья ось) отличает эмоционально выразительный тип от эмоционально пылкого, спокойный от невозмутимого, чувствительный от озабоченного, безмятежный от доминантного. Эта ось определяется балансом NE– и DA– рецепторов в префронтальной коре и стриопаллидарной системе. При равном балансе NE– и DA– рецепторов главную роль в определении поведенческой стратегии играет 5-HT. У этой оси кроме нейрохимической основы имеется и нейроструктурная – баланс двух типов нейросетей: элементно-сочетательных и целостно-аналоговых. Первый больше соответствует DA-стратегиям (поведение в виде реализации намеченных целей путем создания цепочки актов), а второй – NE-поведенческим стратегиям (адаптация к ситуации путем изменения своих состояний).

2) Экстраверсия-интроверсия в SAN\_T не связана с балансом NE, DA, 5-HT. С уровнем NE, DA, 5-HT она связана лишь опосредованно. С эмоциональностью и тревожностью она связана слабо, так как эмоции помимо стенических бывают астеническими, а тревожность помимо затаивающейся бывает суетливая. Баланс поведенческой возбудимости-заторможенности зависит от сочетания активационных факторов (в том числе ACh-активированности) и структурных факторов (в том числе межполушарной асимметрии). Описание данных мозговых механизмов дано в журнале «Асимметрия» N 4 за 2018 год.

3) Нейротизм в SAN\_T связан с активированностью лимбической системы (тревожность, эмоциональность) и ACh-активированностью коры (реактивность). Влияет также и структурный фактор – при повышенном проценте элементных компонентов в нейросетях 2 типов в когнитивной сфере ярче отражается новизна ситуации, стимулирующая ретикулярную формацию, что сказывается на ACh-активированности и, соответственно, уровне нейротизма.

Проведенный эксплораторный и подтверждающий факторный анализ ответов теста Кеттелла 16PF (форма А) взрослых испытуемых (N=115) дал подтверждение модели SAN\_T.

## STRUCTURAL-AROUSAL-NEUROCHEMICAL MODEL OF TEMPERAMENT (SAN\_T)

Drobnitza Irina P.

Chelyabinsk State Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia, [drobnitza@rambler.ru](mailto:drobnitza@rambler.ru)

SAN\_T describes a) brain characteristics, which are the natural basis of properties and types of temperament, and b) a model of the properties themselves, types of temperament, and character accentuations having three main orthogonal axes. At the behavioral level, they are manifested as activity-reactivity, activity-passivity and activity-adaptability. At the psychological level, this corresponds to three factors of Big-5: 1) neuroticism; 2) extraversion; 3) agreeableness. Eight combinations of three basic characteristics are possible. These are four classical types of temperament and four of their antipodes: melancholic (sensitive) – dominant; phlegmatic (unperturbable) – emotionally expressive; sanguine (undisturbed) – anxious; choleric (emotionally passionate) – calm.

Adaptability – activity (the third axis) allows us to differentiate the emotional-expressive type and the emotional-passionate type, calm type and unperturbable type, sensitive type and anxious type, undisturbed type and dominant. The neurophysiological basis of the axis is the balance of the NE– and DA-receptors in the prefrontal cortex and the striopallidar system. 5-HT plays a major role in definition of behavioral strategy in case of equal balance of NE– and DA-receptors. This axis has a neuro-structural basis in addition to neuro-chemical. There are two types of neural networks: analytic-combinative and holistic-analog. The first type of neural networks in the motor cortex is more suitable for DA-strategy (behavior in the form of accomplishing planned goals through combinations of motor acts). The second is more suitable for the NE-strategy (behavior in the form of adaptation to environment through changing psycho-physiological state).

Extraversion (second axis). In SAN\_T there is no connection between extraversion-introversion and the balance of NE, DA, 5-HT. The relationship between extraversion and the level of NE, DA, 5-HT is modulated by structural factors. The link between extraversion and emotionality is insignificant, because emotions can be not only sthenic, but also asthenic. The link between extraversion and anxiety is insignificant too, because anxiety can sometimes result in block, and sometimes in fussiness. The balance "behavioral inhibition – behavioral activity" depends on a combination of arousal (including ACh-arousal) and structural factors (including hemispheric asymmetry). A detailed description is available (DOI: 10.18454 / ASY.2018.12.4.002).

Neuroticism (first axis) is associated with the activation of the limbic system (emotionality, anxiety) and ACh-arousal of the cortex (reactivity). Structural factor is also affected. The increase of elemental components in both types of neural networks in the cognitive sphere helps to reflect the novelty of the situation, and therefore stimulates the reticular formation, which affects the ACh– arousal and, accordingly, the level of neuroticism.

Exploratory and confirmatory factor analysis of the responses of the Cattell test (16PF-form A) from 115 participants confirmed the SAN\_T model.

## НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОСОРБЕНТОВ ДЛЯ ЭНТЕРОСОРБЦИИ

Екимова И.А.<sup>1</sup>, Ерофеев В.И.<sup>2</sup>, Тимофеева Л.П., Огнева Т.П.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, Россия;

<sup>3</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия.  
[kaf.himii@mail.ru](mailto:kaf.himii@mail.ru)

Гемо-, лимфо-, плазмо- и энтеросорбция – эффективные методы очистки биологических жидкостей организма при лечении многих заболеваний. Энтеросорбенты – уголь, полисорб, полифепан и др., используемые в настоящее время, показали очень хорошие результаты. Нами был получен наносорбент на основе цеолита, который имел наибольшую удельную поверхность и максимальную сорбционную емкость по сравнению с вышеперечисленными энтеросорбентами. Уникальность сорбента обусловлена его химической природой и особым способом его приготовления.

Наносорбент получен гидротермальным синтезом из щелочных алюмокремнегелей в автоклавах при температуре 170–175 °С с применением структурообразующей добавки – гексаметилендиамина. Полученные образцы цеолитов исследовали с помощью растровой электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, низкотемпературной адсорбции аргона, ИК-спектроскопии, рН-метрии и адсорбции из водных растворов. Разработанная методика синтеза позволила получить пористые сорбенты с размерами пор порядка 5–10 нм, что подтверждено данными РЭМ. Удельная поверхность синтезированного цеолита, определенная по низкотемпературной адсорбции аргона, составила 360 м<sup>2</sup>/г. Фазовый состав (качественный и количественный) и структура подтверждены РФА. Для изучения состава поверхности использовали ИК-спектроскопию и рН-метрию. Показан кислотный характер поверхности образца, рН изоионного состояния составил 4,1 единиц. Адсорбция из водных растворов подтвердила данные ИК- и рН-методов.

В работе исследовались поверхностные свойства указанных сорбентов «торговых» и синтезированных. Адсорбцию проводили при комнатной температуре из водных растворов. Установлена наибольшая эффективность синтезированного нами наносорбента в отношении различных веществ: полярных и неполярных молекул, окрашенных и неокрашенных растворов, жироподобных веществ. За изменением концентрации растворенных веществ следили различными физико-химическими методами (потенциометрия, фотоколориметрия, рефрактометрия).

## NEW OPPORTUNITIES OF USING NANOSORBENTS FOR ENTEROSORPTION

Ekimova I.A.<sup>1</sup>, Erofeyev V.I.<sup>2</sup>, Timofeeva L.P., Ogneva T.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Medical University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia; <sup>3</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia, [kaf.himii@mail.ru](mailto:kaf.himii@mail.ru)

Hemo-, lympho-, plasma- and enterosorption are effective methods for purifying biological body fluids in the treatment of many diseases. Enterosorbents (coal, polysorb, polyphepan and etc.) showed very good results. We obtained a zeolite-based nanosorbent. It had the highest specific surface area and maximum sorption capacity in comparison with the above-mentioned enterosorbents. The uniqueness of the sorbent is associated with its chemical nature and a special way of its preparation.

The nanosorbent is obtained by hydrothermal synthesis of alkaline aluminosilica using of structure-forming additive hexamethylenediamine in autoclaves at the temperature of 170-175 °C. The obtained zeolite samples were investigated using raster electron microscopy, X-ray phase analysis, lowtemperature argon adsorption, IR spectroscopy, pH metry and adsorption from aqueous solutions. The developed synthesis technique made it possible to obtain porous sorbents with pore sizes of 5-10 nm. It is confirmed by SEM data. The specific surface of the synthesized zeolite was 360 m<sup>2</sup>/g. It determined by low-temperature adsorption of argon. Phase composition (qualitative and quantitative) and structure are confirmed by X-ray phase analysis. IR spectroscopy and pH-metry were used to study the composition of the surface. The acidity of the surface is shown. The pH of the isoionic state was 4.1 units. Adsorption from aqueous solutions confirmed the data of IR and pH methods.

The surface properties of these sorbents ("trading" and synthesized) were investigated in the work. Adsorption from aqueous solutions was carried out at room temperature. The highest efficiency of the nanosorbent synthesized by us in relation to various substances (polar and non-polar molecules, colored and unstained solutions, fat-like substances) is established. The changes in the concentration of solutes was monitored by various physicochemical methods (potentiometry, photocolorimetry, refractometry).

## ВЛИЯНИЕ АНТИОРТОСТАТИЧЕСКОГО ВЫВЕШИВАНИЯ И НАЧАЛЬНОГО ПЕРИОДА РЕАДАПТАЦИИ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУДНЫХ СПИНАЛЬНЫХ ИНТЕРНЕЙРОНОВ

Емануйлов А.И., Порсева В.В., Маслюков П.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Ярославский государственный медицинский университет Минздрава РФ, Ярославль, Россия,  
[post\\_doc@mail.ru](mailto:post_doc@mail.ru)

Исследовались интернейроны дорсального рога верхних грудных сегментов спинного мозга у самок мышей линии С57В1/6, содержащие кальций-связывающие белки кальбиндин (КАБ) и кальренин (КАР). Животные находились в условиях антиортостатического вывешивания (АОВ) задних конечностей в течение 30 сут., с последующим восстановлением 7 сут. Нейроны исследовались с использованием иммуногистохимических методов.

Кальбиндин массой 28 кД (КАБ) и кальретинин (КАР) являются внутриклеточными кальций-связывающим белками, присутствуют в различных типах клеток центральной нервной системы (Anelli R., Heckman C.J.; Yuan H.H. et al.). Нейроны, содержащие КАБ и КАР рассеяны на всем протяжении серого вещества спинного мозга (СМ), располагаясь во всех пластинках (Порсева В.В. и соавт.; Lee J.C. et al.).

Цель исследования состояла в изучении влияния антиортостатического вывешивания (АОВ) и 7-дневного периода восстановления на морфометрические характеристики интернейронов, содержащих КАБ и КАР в дорсальном роге грудного отдела СМ у мышей.

У мышей всех групп наблюдения КАБ и КАР ИР-интернейроны выявлялись во всех пластинках дорсального рога СМ. В каждой из пластинок количество ИР-интернейронов было всегда меньше, чем общее число интернейронов, выявленных флюоресцентным методом Ниссля.

Наибольшее количество исследуемых нейронов (30%) содержалось в пластинке II, а в I, III, IV, V только около 10%. Причем процент КАБ-содержащих нейронов во II пластинке дорсального рога был примерно в 1,5 раза выше в контроле и в период адаптации и почти в 2 раза выше в период АОВ. Вместе с тем выяснилось, что АОВ разнонаправленно меняет кальциевую буферную систему в интернейронах спинного мозга, что проявляется увеличением экспрессии кальбиндина в глубокой области дорсального рога (на 1/3) и уменьшением экспрессии кальретинина в поверхностной области дорсального рога (на 1/4).

Что касается морфометрических параметров нейронов, то наиболее крупные клетки локализовались в V пластинке дорсального рога и что любопытно – сохраняли свои морфологические характеристики после вывешивания и реадaptации. Более того – происходило увеличение средней площади сечения нейронов не только в группе АОВ, но и реадaptации. Обратная картина наблюдалась в поверхностных слоях дорсального рога серого вещества спинного мозга – там клетки были наиболее мелкие и становились ещё меньше при воздействии на них факторов АОВ, и не восстанавливались в период реадaptации.

Начальный период реадaptации не обеспечивает полного восстановления морфофункциональных характеристик иммунореактивных спинальных интернейронов, сопровождается уменьшением экспрессии изучаемых кальций-связывающих белков в спинальных интернейронах. И только в пластинке II спинного мозга относительное содержание субпопуляций иммунореактивных интернейронов в восстановительном периоде не отличалось от контрольных показателей.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №17-04-00349*

#### **MORPHOFUNCTIONAL REARRANGEMENT OF SUBPOPULATIONS OF CALBINDIN AND CALRETININ-IMMUNOREACTIVE INTERNEURONS OF THE SPINAL CORD OF MICE DURING THE RECOVERY PERIOD AFTER THE HYPOGRAVITATIONAL MOTOR SYNDROME**

**A.I. Emanuilov, V.V. Porseva, P.M. Masliukov**  
Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Calbindin and calretinin-containing interneurons of the dorsal horn of the upper thoracic segments of the spinal cord in female C57Bl/6 mice under the conditions of antiorthostatic hanging of the hind limbs (AOH) for 30 days with the subsequent restoration of 7 days were studied by immunohistochemical methods.

AOH multidirectionally changes the calcium buffer system in interneurons of the spinal cord, which is manifested by increased expression of calbindin in the deep dorsal horn and a decrease in the expression of calretinin in the superficial dorsal horn.

The initial period of re-adaptation does not ensure a complete restoration of the morphofunctional characteristics of immunoreactive spinal interneurons, accompanied by a decrease in the expression of the studied calcium-binding proteins in spinal interneurons. And only in the lamina II of the spinal cord the relative content of subpopulations of immunoreactive interneurons in the recovery period did not differ from the control indices.

**Key words:** interneuron, spinal cord, immunohistochemistry, hypogravitation, readaptation.

#### **МЕТОДОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ФМРТ ДАННЫХ**

**Енягина И.М.<sup>1</sup>, Пойда А.А.<sup>1</sup>, Ушаков В.Л.<sup>1</sup>, Шараев М.Г.<sup>2</sup>, Орлов В.А.<sup>1</sup>, Козлов С.О.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> НИЦ "Курчатовский институт", Москва, Россия, [irina\\_enyagina@mail.ru](mailto:irina_enyagina@mail.ru), [poyda@wdcb](mailto:poyda@wdcb); <sup>2</sup> Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия; <sup>3</sup> МФТИ, Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m384.sudak.ns2019-15/170-171>

Функциональная магнитно-резонансная томография состояния покоя (fMRT resting state) является мощным инструментом измерения спонтанных низкочастотных колебаний BOLD (blood oxygen level dependent) сигнала с целью исследования функциональной архитектуры нейросетей базового уровня сознания головного мозга человека.

Развитие математических моделей привело к появлению функциональных и эффективных методов для оценки связности между регионами головного мозга человека. Одной из главных проблем при работе с фМРТ состояния покоя является низкий уровень воспроизводимости результатов из-за отсутствия стандарта получения и обработки экспериментальных данных – несогласованность результатов на одинаковых наборах данных, потребность в субъективных экспертных оценках (при фильтрации шумовых компонент и пр.), неустойчивость результатов в пространстве вокселей головного мозга и во временных рядах BOLD сигнала и др.

Авторы данной работы, на основе анализа множества существующих подходов к выявлению функциональных сетей головного мозга человека в состоянии покоя, предлагают оптимальный метод обработки сигнала фМРТ в состоянии покоя, учитывающий выявленные недостатки существующих подходов.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 18-29-23020 мк, «Исследование функциональной архитектуры нейросетей головного мозга человека в состоянии покоя как базовой модели низкоэнергетических информационных процессов сознания».*

## METHODOLOGY OF DISCOVERING FUNCTIONAL BRAIN NETWORKS FROM FMRI DATA IN RESTING STAGE

**Enyagina Irina M.<sup>1</sup>, Poyda Alexey A.<sup>1</sup>, Ushakov Vadim L.<sup>1</sup>, Sharaev Maxim G.<sup>2</sup>, Orlov Vyacheslav A.<sup>1</sup>, Kozlov Stanislav O.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Kurchatov Institute, Moscow, Russia, [irina\\_enyagina@mail.ru](mailto:irina_enyagina@mail.ru), [poyda@wdcb.ru](mailto:poyda@wdcb.ru); <sup>2</sup> Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia; <sup>3</sup> MIPT, Moscow, Russia.

Resting state fMRI is a powerful tool for measuring spontaneous low-frequency oscillations of the BOLD (blood oxygen level dependent) signal in order to study the functional architecture of the neural networks of the basic level of human's brain consciousness. One of the main problems with fMRI at rest is the low level of reproducibility of the results.

The development of mathematical models has led to the emergence of functional and effective methods for assessing connectivity between regions of the human brain. However, there is no recognized standard for the processing of experimental data. There are also same problems: inconsistency of results on the same data sets, the need for subjective expert assessments (when filtering noise components, etc.), the instability of results in space and time.

The authors of this report analyzed the existing methods to discover of functional brain networks at resting state for develop a new method that will not require subjective expert assessments and will have stability properties in time and in space.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-29-23020 мк, "Study of the functional architecture of human brain neural networks at rest as a basic model of low-energy informational processes of consciousness".*

## НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ 1-ГО ТИПА И НЕЙРО-ЭВМ

**Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шейдер А.Д., Иванова Н.В.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [firing.squad@mail.ru](mailto:firing.squad@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m385.sudak.ns2019-15/171-172>

Детальное изучение выборок параметров *сердечно-сосудистой системы* (ССС) человека показывает, что довольно часто возникает ситуация, когда статистика не дает четких различий в параметрах СССР человека или группы испытуемых, находящихся в разных гомеостазах  $H_1$  и  $H_2$  (при  $H_1 \neq H_2$ ). Общее сравнение выборок шести основных параметров СССР до и после терапевтического воздействия при широтных перемещениях, в условиях физических нагрузок и т.д. в наших исследованиях не демонстрирует существенных статистических различий. Статистика демонстрирует совпадение выборок для двух разных гомеостазов  $H_1$  и  $H_2$  ( $H_1 \neq H_2$ ), что нами сейчас обозначается как неопределенность 1-го типа (гомеостазы разные, а статистика показывает их идентичность).

В этой связи возникает закономерный вопрос о границе применимости любых статистических подходов, которые основаны на расчетах статистических функций распределения  $f(x)$ , автокорреляций  $A(t)$  и других статистических характеристиках. Как надо работать психофизиологу, если статистика не демонстрирует различий между выборками (гомеостазы как бы совпадают  $H_1 = H_2$ ), но в действительности с организмом человека происходят существенные изменения (реально  $H_1 \neq H_2$ ).

В новой *теории хаоса-самоорганизации* (ТХС) такая ситуация обозначается как неопределенность 1-го типа (выборки совпадают). Она существенно отличается от неопределенности 2-го типа, когда в одном неизменном гомеостазе ( $H_1 = H_2$ ) мы имеем существенное статистическое различие между выборками. В этом случае (при неопределенности 2-го типа), мы также не можем применять методы стохастики, но в этом случае мы просто имеем неоднородные выборки для одного человека (или группы) в неизменном гомеостазе (т.е.  $H_1 = H_2$ , но статистика показывает, что  $H_1 \neq H_2$ ). В рамках ТХС мы сейчас доказываем, что нейросети мозга работают в режиме хаоса и ревербераций. Если эти два режима (хаос и реверберации) ввести в работу *искусственных нейросетей* (ИНС), то последние дают новое качество работы. ИНС не только различает неопределенность 1-го типа (разделяет выборки  $x_i$ ), но и ранжирует диагностические признаки  $x_i$  после большого числа ( $N=1000$ ) итераций.

Эти итерации (настройки нейросети в режиме задания хаоса получаемых весов  $W_{i0}$  диагностических признаков  $x_i$ ), в итоге, позволяют статистически определить главные признаки  $x_i$ , которые в стохастике вообще не проявляются. Более того, зачастую стохастика показывает искаженную картину различий этих признаков  $x_i$ . В итоге ИНС решает задачу системного синтеза – отыскание параметров порядка (главных  $x_i^*$  – диагностических признаков). В работе представлены многочисленные примеры такой работы ИНС.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-07-00161 А и № 18-07-00162 А*

## UNCERTAINTY OF 1-ST TYPE AND NEURO-COMPUTER

**Yeskov Valeriy V., Bashkatova Yuliya V., Sheyder Aleksey D., Ivanova Natalya V.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [firing.squad@mail.ru](mailto:firing.squad@mail.ru)

A detailed study of samples of parameters of the cardiovascular system of a human shows that often statistics don't demonstrate significant differences in the parameters of the cardiovascular system of a human or a group of subjects in different  $H_1$  and  $H_2$  homeostasis ( $H_1 \neq H_2$ ). In our studies, a general comparison of samples of

the six basic parameters of the cardiovascular system before and after therapeutic treatment during latitudinal movements, under conditions of physical training, etc. does not demonstrate significant statistical differences. Statistics show the coincidence of samples for two different homeostasis  $H_1$  and  $H_2$  ( $H_1 \neq H_2$ ). Now we denote this phenomenon as type 1 uncertainty (homeostasis is different, and statistics show their identity).

Consequently, the question arises about the limit of applicability of any statistical approaches, which are based on calculations of statistical distribution functions  $f(x)$ , autocorrelations  $A(t)$  and other statistical characteristics. The stochastics don't demonstrate differences between the samples (homeostasis seems to coincide with  $H_1=H_2$ ), but in reality there are significant changes with the human organism (actually  $H_1 \neq H_2$ ). Therefore, it is necessary to find an algorithm for the work of the psychophysicologist in this situation.

In the framework of the new theory of chaos-self-organization, this situation is referred to as type 1 uncertainty (the samples coincide). It differs significantly from type 2 uncertainty, when in one fixed homeostasis ( $H_1=H_2$ ) we have a significant statistical difference between the samples. On the one hand, in the case of type 2 uncertainty, we also cannot apply stochastic methods. On the other hand, we have heterogeneous samples for one human (or group) in the same homeostasis (i.e.,  $H_1=H_2$ , but statistics show that  $H_1 \neq H_2$ ). At the moment, within the framework of the theory of chaos-self-organization, we are proving that the neural networks of the brain work in the regime of chaos and reverberations. If these two regimes (chaos and reverberations) are introduced into the work of *artificial neural networks* (ANN), then neural networks acquire a new quality of work. The artificial neural network not only distinguishes type 1 uncertainty (separates samples  $x_i$ ), but also ranks diagnostic signs of  $x_i$  after a large number of iterations ( $N=1000$ ).

As a result, these iterations (neural network settings in the regime of setting chaos of the obtained  $W_{ij}$  weights of diagnostic features  $x_i$ ) allow us to statistically determine the main features of  $x_i$ , which are absolutely not manifested in stochastics. Thus, an artificial neural network solves the problem of system synthesis – finding the order parameters (main diagnostic features). The scientific work presents numerous examples of such work of an artificial neural network.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants №18-07-00161A, №18-07-00162A*

### **ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ ДИСФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ С ТРУДНОСТЯМИ В ОБУЧЕНИИ**

**Ефимова В.Л., Николаев И.В., Ефимов О.И., Резник Е.Н.**

ООО "Прогноз", Санкт-Петербург, Россия, [inspb@list.ru](mailto:inspb@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m386.sudak.ns2019-15/172-173>

В настоящее время появляется все больше данных в научной литературе, о роли вестибулярной системы в формировании базовых школьных навыков, связанных с пространственной памятью, зрительно-пространственными навыками, способностью восприятия трехмерного пространства и ориентации в нем. Зачастую умеренные вестибулярные дисфункции оказываются вне поля зрения специалистов, к которым обращаются пациенты с расстройствами формирования школьных навыков (РФШН). Дети с РФШН испытывают трудности с обучением чтению, письму и счетным операциям. Целью данной работы являлось выявление дисфункции вестибулярной системы на основе методики цервикальных вестибулярных миогенных вызванных потенциалов (цВМВП) и поствращательного нистагма (ПН) у школьников с РФШН. Проведено обследование 101 школьника, 53 из них с диагнозом РФШН, с возрастом от 7 до 14 лет. ВМВП регистрировали с помощью электронейромиографа Нейро-МВП-4 (Нейрософт, Иваново). Оценивали латентность волн P13 цВМВП, регистрируемых от грудино-ключично-сосцевидной мышцы на стороне предъявления щелчков (саккуло-цервикальный рефлекс). Щелчки 130 дБ УЗД с длительностью 0.5 мс предъявляли через наушники. Усредняли 5-20 ВМВП в 10 сериях с суперпозицией для оценки воспроизводимости ответов. Оценка функции полукружных каналов проводилась путем регистрации длительности и характера поствращательного нистагма с помощью УПФТ «Реакор-Т» (НПКФ «Медиком-МТД», г.Таганрог). Испытуемый располагался в положении сидя в кресле Барани, голова была наклонена вперед на 30 градусов. Кресло вращалось со скоростью 10 оборотов за 20 секунд по ходу часовой стрелки и против с перерывом между вращениями 5 минут. Горизонтальная составляющая электроокулограммы (ЭОГ) записывалась с помощью двух ЭОГ – отведений, расположенных по наружным углам глаз, нейтральный – в центре лба. После завершения вращения кресла регистрировался ПН, оценивалась продолжительность его затухания, характер и симметричность при вращении в обе стороны. Обнаружено замедление проведения по путям саккуло-шейного рефлекса, по данным цВМВП, выраженное – у 21% и умеренное – у 34% школьников с РФШН. У 68 процентов школьников с РФШН повышена выше нормы продолжительность времени затухания ПН (более 20 с). При вращении в левом и правом направлении выявлена значительная асимметрия (более 30%) продолжительности затухания ПН у 41,5% школьников с РФШН. Раннее выявление скрытых вестибулярных дисфункций и принятие соответствующих мер реабилитационного характера может способствовать улучшению школьной успеваемости.

### **VESTIBULAR DYSFUNCTION IN CHILDREN WITH LEARNING DIFFICULTIES**

**Efimova Victoria L., Nikolaev Igor V., Efimov Oleg I., Reznik Ekaterina N.**

ООО "Prognoz", Saint-Petersburg, Russia, [inspb@list.ru](mailto:inspb@list.ru)

Currently, more and more data appears in the scientific literature, indicating the important role of the vestibular system in developing basic learning skills related to spatial memory, visual-spatial skills, the ability to perceive three-dimensional space and orientation in it. Often, light vestibular dysfunctions are out of sight of specialists who examine patients with specific developmental disorders of scholastic skills (SDDSS). Such children have difficulties with reading, writing and counting. The purpose of this work was to identify dysfunctions of the vestibular system based on the techniques of cervical vestibular myogenic evoked potentials (cVEMPs) and post-rotational nystagmus (PN) in schoolchildren with SDDSS. 101 schoolchildren were examined, 53 of them aged 7 to 14 years old were diagnosed with SDDSS. cVEMPs were recorded using the Neuro-MEP-4 electroneuromyograph

(Neurosoft, Ivanovo). The latency of P13 waves of cVEMPs recorded from m. Sternocleidomastoideus on the side of the presentation of clicks (saccululo-cervical reflex) was estimated. Clicks of 130 dB ultrasound 0.5 ms long were presented through headphones. 5–20 VMVP in 10 series with superposition were averaged to assess the reproducibility of responses. Evaluation of function of semicircular canals was carried out by registering the duration and nature of post-rotational nystagmus with the help of Rehacor-T psychophysiological telemetric by MEDICOM-MTD Company (Taganrog, Russia). The subject was located in a sitting position in the Barani chair, the head was tilted forward 30 degrees. The chair was rotated manually at the speed of 10 rotations in 20 seconds clockwise and against with 5-minute break between rotations. The horizontal component of the electrooculogram (EOG) was recorded using two EOG – leads, located at the outer corners of the eyes, neutral – in the center of the forehead. After rotations, PN was recorded, the duration of its attenuation, the nature and symmetry of rotation in both directions were estimated. A slowdown in conduction along the paths of the sacculo-cervical reflex was found, according to the data of the cVEMP, significant in 21% and moderate in 34% of schoolchildren with SDDSS. 68% of schoolchildren with SDDSS have attenuation time above the norm (more than 20 s). When rotating in the left and right directions, a significant asymmetry (more than 30%) of the duration of attenuation of the PN was detected in 41.5% of schoolchildren with SDDSS. Early detection of latent vestibular dysfunctions and appropriate rehabilitation can contribute to improvement of school performance.

### **АКУСТИЧЕСКИЕ СТВОЛОВЫЕ ВЫЗВАННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ ПОДТВЕРЖДАЮТ УЛУЧШЕНИЕ ОБРАБОТКИ СЛУХОВЫХ СИГНАЛОВ ПОСЛЕ АУДИОТРЕНИНГА ПО МЕТОДУ А. ТОМАТИСА У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА**

**Ефимова В.Л.<sup>1</sup>, Рожков В.П.<sup>2</sup>, Лысова И.А.<sup>1</sup>, Ефимов О.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Прогноз», Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [prefish@ya.ru](mailto:prefish@ya.ru)

<https://doi.org/10.29003/m387.sudak.ns2019-15/173-174>

Расстройства аутистического спектра (РАС) – широкий круг нарушений психического развития ребенка, ядро которых составляют трудности общения и социального взаимодействия, нередко связанные с расстройствами формирования речи и понимания языка. У многих детей с РАС обнаруживаются проблемы слухового восприятия, важную роль в генезе которых играет нарушения скорости обработки слуховой информации на уровне слуховых центров ствола мозга. В реабилитационной работе с такими детьми используют нейроакустические тренировки, такие как метод Альфреда Томатиса (Франция). Этот метод предполагает прослушивание музыки, которая определенным образом модифицирована с помощью специальной аппаратуры. Тренинг направлен на улучшение слухового восприятия и концентрации внимания. В настоящем исследовании использовалась аппаратура компании Besson Switzerland с аналоговой обработкой звукового сигнала. Целью работы была оценка влияния тренинга по методу Томатиса на временные показатели обработки слуховых сигналов по данным акустических стволых вызванных потенциалов (АСВП). Тренинг по методу А. Томатиса прошли 66 мальчиков и 17 девочек в возрасте от 21 до 103 мес. Повторное (после 1-го курса тренинга) исследование АСВП проведено через 0.5 – 15 мес (4.9±3.5 мес). 53 ребенка прошли два курса тренинга. Регистрировали АСВП при помощи анализатора NicoletVikingselect™ (VIASYSHealthscareInc, USA). Стандартная методика АСВП была дополнена методикой "VI пика АСВП", в которой стимулом был короткий (1 мс, фронт 0.5 мс) тон 4 кГц (Сенсорные системы, 2014, №3). Стимулы предъявляли при помощи головных телефонов. После 1-го цикла тренинга по методу А. Томатиса уменьшение латентности VI пика выявлено у 82% детей с обеих сторон, у 11% – только с левой или правой стороны. В среднем латентность 6 пика уменьшилась от 8.72±0.37 до 8.47±0.29 мс (t=10.5; p<0.0001) после 1-цикла и до 8.31±0.28 (t=6.5; p<0.0001) после 2-го цикла. Наибольшие изменения латентности VI пика наблюдались у детей младше 3.5 лет, что обусловлено естественными процессами миеленизации слухового тракта. Клинический эффект реабилитации проявлялся повышением уровня понимания речи и развития коммуникативных функций. Полученные методом АСВП результаты показывают, что нейроакустический тренинг по методу А. Томатиса способствует ускорению обработки слуховой информации на подкорково-стволовом уровне, облегчая процессы сенсорной и сенсомоторной интеграции, которые обеспечивают базовые механизмы формирования языковых и коммуникативных функций.

### **BRAINSTEM AUDITORY EVOKED POTENTIALS CONFIRM IMPROVEMENT OF AUDITORY PROCESSING AFTER TRAININGS BY A. TOMATIS METHOD IN CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS**

**Efimova Victoria L.<sup>1</sup>, Rozhkov Vladimir P.<sup>2</sup>, Lysova Irina A.<sup>1</sup>, Efimov Oleg I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>JSC Prognoz, Saint Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of RAS, Saint Petersburg, Russia; [prefish@ya.ru](mailto:prefish@ya.ru)

Autism spectrum disorders (ASD) are a wide range of disorders of mental development the core of which are problems with social interaction combined with impaired language and speech development. Most children with ASD have problems with auditory processing. Impaired speed of processing of auditory information at different levels from brainstem to auditory cortex plays the main role in origin of ASD. Different neuroacoustic trainings are used in rehabilitation of children, for example Alfred Tomatis Method (France). This method includes listening to music, which is specifically modified with the help of special equipment. The training is aimed at improvement of listening skills and sustained attention. Besson Switzerland equipment with analog signal processing was used in the present research. The purpose of the research was to evaluate impact of A. Tomatis method on auditory signals processing timing using Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEP). 66 boys and 17 girls aged 21-103 months had the training. The subsequent BAEP study (after 1<sup>st</sup> course) was carried out 0.5-15 (4.9±3.5 months) months later. 53 children had two courses of the training. BAEP was recorded with Nicolet Viking select™ (VIASYS Healthscare Inc, USA). The standard method was supplemented with the method of "wave VI" where the

stimulus (1ms, front 0.5 ms) was a short tone of 4kHz (Sensory Systems, 2014, No3). Stimuli were presented through headphones. After the first course of A. Tomatis method reduced VI wave latency was revealed in 82% children bilaterally, in 11% children on the left or right side only. On average VI wave latency reduced from  $8.72 \pm 0.37$  to  $8.47 \pm 0.29$  ms ( $t=10.5$ ;  $p<0.0001$ ) after the first course and reduced to  $8.31 \pm 0.28$  ( $t=6.5$ ;  $p<0.0001$ ) after the second one. The most significant changes in VI wave latency were found in children aged under 3.5 years old, which is caused by natural processes of myelination of the auditory pathway. Clinical efficacy declared itself in improved speech perception and developed communication functions. The received BAEP data show that the neuroacoustic training by A. Tomatis contributes to increasing of speed of auditory information processing at subcortex and brainstem level facilitating sensory and sensory motor integration, which provide for essential mechanisms of speech and communication functions.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ УСПЕШНОСТИ УЧЕНИЯ И ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ**

**Жамбеева З.З.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт Российской академии образования»; Москва, Россия; [zarema-z@mail.ru](mailto:zarema-z@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m388.sudak.ns2019-15/174-175>

Эмоциональная сфера старших школьников не может рассматриваться изолированно от процесса обучения. Эмоции разной интенсивности могут мешать, а могут и помогать усвоению учебного материала. Эмоциональная сфера играет важную роль в регуляции внутреннего мира ребенка и неотрывна от интеллектуальной сферы.

Целью нашего исследования является выявление связи показателей эмоциональной сферы подростков с академической успеваемостью. Для анализа данных использовалась: Statistica 10 (критерий U Манна-Уитни).

Полученные результаты, показали различия по критерию U Манна-Уитни между крайними группами учеников с высокими показателями по интроверсии и экстраверсии (Г. Айзенк) и их влияние на показатели опросников уровня агрессивности (А. Басс и А. Дарки), мотивации к достижению успеха и профессионального типа личности (Дж. Холланд). Школьники с выраженностью экстраверсии, которые общительны, с широким кругом знакомств и необходимостью в контактах, имеют больший вес влияния на показатели косвенной агрессии (**0.023,  $p<0.050$** ) и негативизма (**0.021,  $p<0.050$** ), мотивации к достижению успеха (**0.017,  $p<0.050$** ) и им интересны профессии социального типа по опроснику Дж.Холланда (**0.039,  $p<0.050$** ).

Также, представлены различия по критерию U Манна-Уитни между группами с высокими показателями точности распознавания эмоционального состояния по слову и по мимике лица. Школьники, которые лучше распознают по слову, имеют более высокую академическую успеваемость по русскому языку (**0.027,  $p<0.050$** ). Те ученики, кто лучше распознает эмоциональное состояние по мимике лица, по карте интересов предпочтение отдают географии и геологии (**0.013,  $p<0.050$** ), имеют преобладающий тип мышления – наглядно-образный (**0.010,  $p<0.050$** ), хорошую успеваемость по алгебре (**0.026,  $p<0.050$** ) и геометрии (**0.037,  $p<0.050$** ). В свою очередь, надо отметить групповые различия по точности распознавания эмоционального состояния по мимике лица, которые показали, что у группы детей с низкой точностью распознавания мимики лица высокий уровень агрессивного поведения, в виде раздражения (**0.048,  $p<0.050$** ), негативизма (**0.002,  $p<0.050$** ) и вербальной агрессии (**0.032,  $p<0.050$** ).

Таким образом, учитывая важную роль эмоциональной сферы школьников в образовательном процессе, полученные результаты позволяют внести некий вклад в создание условий, для развития способности подростков к эмоциональной регуляции. А, так как ведущая роль в изменении эмоциональной сферы детей в условиях школы принадлежит учителю, как организатору учебной деятельности и является примером того, как регулировать эмоциональное состояние, то возможны дополнения в программы обучения студентов педвузов.

### **THE INTERRELATION BETWEEN THE ACADEMIC ACHIEVEMENT AND THE EMOTIONAL STATE OF SCHOOL STUDENTS**

**Zhambeeva Zarema Z.**

Federal State Budgetary Scientific Institution "Psychological Institute of Russian Academy of Education"; Moscow, Russia; [zarema-z@mail.ru](mailto:zarema-z@mail.ru)

The emotional sphere of high school students cannot be considered in isolation from the educational process. The emotions of different intensity may either hinder or foster learning. The emotional sphere plays an important role in the regulation of adolescents' inner world and is inseparable from the intellectual sphere.

The aim of our research was to reveal the relationship between the indices of adolescents' emotional sphere and their academic performance. To analyze the data we used Statistica 10 (Mann-Whitney U-test).

According to the Mann-Whitney U-test, there are differences between the extreme groups of students with high rates of introversion and extraversion (H. Eysenck) and their influence on the rates of aggression (questionnaires by A. Buss and A. Durkee) as well as the motivation to achieve success and the occupational personality type (J. Holland). The students with pronounced extraversion, who are sociable, have a wide circle of acquaintances and need for contacts, demonstrate higher rates of indirect aggression (**0.023,  $p<0.050$** ) and negativism (**0.021,  $p<0.050$** ), motivation to achieve success (**0.017,  $p<0.050$** ); according to J. Holland's questionnaire, they are interested in social careers (**0.039,  $p<0.050$** ).

There are also differences between the groups with high rates of recognition of one's emotional state by words or facial expression. The students who better recognize emotions by words demonstrate higher academic performance in the Russian language (**0.027,  $p<0.050$** ). The students who better recognize the emotional state by

facial expressions prefer geography and geology on the interest-map (**0.013,  $p < 0.050$** ), give good performance in algebra (**0.026,  $p < 0.050$** ) and geometry (**0.037,  $p < 0.050$** ); the predominant type of thinking is the visual (picture) one (**0.010,  $p < 0.050$** ). We can also note that there are group differences in the accuracy of the emotion recognition by facial expressions: the group of teenagers with low recognition accuracy has a high rate of aggressive behavior, in the form of irritation (**0.048,  $p < 0.050$** ), negativism (**0.002,  $p < 0.050$** ) and verbal aggression (**0.032,  $p < 0.050$** ).

As students' emotional sphere plays an important role in the educational process, the results obtained can make a contribution to the creation of conditions for development of adolescents' ability for emotional regulation. Since the leading role in the change of students' emotional sphere at school belongs to the teacher because he/she organizes the educational activities and sets the example of how to regulate emotions, there can also be additions to the curricula of pedagogical universities.

### **МЕЖМЫШЕЧНАЯ КОГЕРЕНТНОСТЬ ПРИ ИЗОМЕТРИЧЕСКОМ НАПРЯЖЕНИИ МЫШЦ РУК У ПАЦЕНТОВ С ЭКСТРАПИРАМИДНЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

**Жванский Д.С.<sup>1</sup>, Солопова И.А.<sup>1</sup>, Селионов В.А.<sup>1</sup>, Карабанов А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия; [d.zhvansky@gmail.com](mailto:d.zhvansky@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m389.sudak.ns2019-15/175-176>

Исследовали межмышечную когерентность в положении стоя в условиях изометрического сокращения мышц рук (руки согнуты в локтях или разведены в стороны) у 18 пациентов с болезнью Паркинсона (БП), 12 пациентов с эссенциальным тремором (ЭТ) и 16 здоровых испытуемых. Спектральную плотность мощности и межмышечную когерентность для огибающих электромиограмм (ЭМГ) 10 мышц рук оценивали по методу Уэлча. В контрольных пробах в отсутствие изометрического напряжения мышц в спектрах ЭМГ у пациентов с ЭТ и БП наблюдались соответствующие тремору частотные пики ~ 5 Гц и ~ 10 Гц (кратная частота), не характерные для здоровых испытуемых. При этом спектральная мощность тремора была сходной у обеих групп пациентов, а межмышечная когерентность в отсутствие напряжения мышц рук была незначительной. При удержании рук согнутыми в локтевых суставах у всех групп испытуемых в ЭМГ-спектрах мышц-сгибателей проявлялась выраженная компонента центрального драйва на частоте ~ 12 Гц (у больных пик смещался в сторону низких частот из-за треморных компонент). В этом случае в широком диапазоне частот наблюдалась значимая когерентность между ЭМГ-спектрами мышц-сгибателей плеча, которая указывала на нейрональное связывание, обеспечивающее необходимую для выполнения задачи мышечную синергию. При этом для больных также был характерен более низкий диапазон частот когерентности по сравнению со здоровыми испытуемыми. Наконец, при удержании рук разведенными в стороны у всех групп испытуемых дополнительно по сравнению удержанием согнутых в локтях рук возрастала когерентность между спектрами сгибателей и разгибателей плеча. Причем у пациентов с БП наблюдался выраженный пик когерентности между спектром ЭМГ передней порции дельтовидной мышцы и остальными мышцами плеча на частоте ~ 10 Гц, не характерный для пациентов с ЭТ и здоровых испытуемых. Этот результат дополняет полученные нами ранее данные о характерном для БП моторном дефиците в проксимальных мышцах рук. Можно предположить, что сильное нейрональное связывание, возникающее у пациентов с БП при интенсивном напряжении проксимальных сгибателей плеча, отражает повышенную возбудимость спинальных мотонейронов, компенсирующую ослабление кортикоспинальной команды при БП.

*Исследование поддержано грантом РФФИ № 16-29-08181-офи\_м.*

### **INTERMUSCULAR COHERENCE DURING ARM MUSCLES ISOMETRIC EFFORT IN EXTRAPYRAMIDAL MOVEMENT DISORDERS**

**Zhvansky Dmitry S. <sup>1</sup>, Solopova Irina A. <sup>1</sup>, Selionov Victor A. <sup>1</sup>, Karabanov Aleksey V. <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Research Center of Neurology, Moscow, Russia; [d.zhvansky@gmail.com](mailto:d.zhvansky@gmail.com)

We studied intermuscular coherence in the standing position during arm muscles isometric contraction (arms bent at the elbows or straightened and abducted to the side) in 18 patients with Parkinson's disease (PD), 12 patients with essential tremor (ET) and 16 healthy subjects. Power spectral density and intermuscular coherence of 10 arm muscles EMG envelopes were estimated using the Welch method. In the control trials in the absence of isometric muscle effort, frequency peaks of ~ 5 Hz and ~ 10 Hz (double frequency) corresponding to tremor were observed in the EMG spectra of patients with ET and PD but were not typical for healthy subjects. At the same time, the spectral power of tremor was similar in both groups of patients, and intermuscular coherence in the absence of arm muscles voluntary effort was insignificant. When the arms were bent at the elbow joints, the EMG spectra of flexor muscles in all three groups of subjects showed a noticeable component of the central drive at a frequency of ~ 12 Hz (in patients the peak shifted toward lower frequencies due to the tremor components). In this case, significant coherence was observed between the spectra of the shoulder flexor muscles in a wide range of frequencies, which indicated neuronal coupling, providing the muscle synergy necessary for the task. At the same time, patients also had a lower coherence frequency range compared with healthy subjects. Finally, while holding the arms straightened and abducted the coherence between the EMG spectra of the shoulder flexor and extensor increased additionally in all three groups of subjects as compared to holding the arms bent at the elbows. Moreover, in patients with PD, there was a significant peak of coherence between the EMG spectrum of the deltoid muscle anterior portion and other shoulder muscles at a frequency of ~ 10 Hz, which was not typical for patients with ET and healthy subjects. This result supplements the earlier evidence we have on the motor deficit in the proximal arm muscles typical in PD. It can be assumed that the strong neuronal coupling that occurs in patients



with D during the proximal shoulder flexors intensive contraction displays the increased excitability of spinal motoneurons, compensating for the reduction of the corticospinal command in PD.

*This research was supported by № 16-29-08181-ofi\_m grant.*

### **N-АЦЕТИЛЦИСТЕИНАТ 2-ЭТИЛ-6-МЕТИЛ-3-ГИДРОКСИПИРИДИН ПРЕДОТВРАЩАЕТ ДИСФУНКЦИЮ МИТОХОНДРИЙ В УСЛОВИЯХ СТРЕССА**

**Жигачева И.В., Голощапов А.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, г. Москва, Россия, e-mail: [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

3-оксипиридины (3-ОП) являются структурными аналогами соединений группы витамина В<sub>6</sub>, играющие важную роль в жизнедеятельности организма и выполняющие в нем роль физиологических антиоксидантов. Исследования биологических свойств производных 3-ОП позволили установить, что данные соединения могут выступать в качестве потенциальных защитных агентов при действии на организм различных повреждающих факторов. Эти факторы приводят к смещению антиоксидантно-прооксидантного равновесия в сторону увеличения генерации активных форм кислорода (АФК) митохондриями, что может привести к взаимодействию АФК с полиненасыщенными жирными кислотами, входящими в состав липидов мембран митохондрий и активации перекисного окисления липидов (ПОЛ). Активация ПОЛ является одной из причин утечки цитохрома с и нарушения электрон-транспортной функции цитохромоксидазного участка дыхательной цепи митохондрий. Мы предположили, что препараты, снижающие генерацию АФК митохондриями будут повышать устойчивость организма к действию стрессовых факторов. В качестве таких препаратов, вероятно, могут быть использованы производные 3-оксипиридина (3-ОП), в частности N-ацетилцистеинат 2-этил-6-метил-3-гидроксипиридин (3-ГП), предотвращающий активацию ПОЛ в модельных экспериментах. Целью работы было изучение функционального состояния митохондрий печени крыс в условиях острой гипобарической гипоксии (ОГГ) и влияние на него исследуемого препарата. ОГГ вызывала активацию свободнорадикального окисления в мембранах митохондрий печени крыс, о чем свидетельствует 3-кратный рост интенсивности флуоресценции продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ). Изменения физико-химических свойств мембран митохондрий сопровождались 30% снижением максимальных скоростей окисления НАД-зависимых субстратов и 25% снижением эффективности окислительного фосфорилирования. Введение в среду инкубации митохондрий 10 мкМ менадиона натрия почти восстанавливало окисления НАД-зависимых субстратов, что свидетельствовало о снижении активности I комплекса дыхательной цепи в этих условиях. Введение крысам 10<sup>-8</sup> М 3-ГП за 45 минут до воздействия предотвращало активацию ПОЛ в мембранах митохондрий и восстанавливало скорости транспорта электронов на начальном участке дыхательной цепи. Исходя из полученных данных, можно предположить, что протекторная активность 3-ГП обусловлена его антиоксидантными свойствами. Препарат, предотвращая активацию ПОЛ, сохранял высокую функциональную активность митохондрий, вероятно, обеспечивающая устойчивость организма к действию стрессовых факторов.

### **N-ACETYLCYSTEINAT 2-ETHYL-6-METHYL-3-HYDROXYPYRIDINE PREVENTS MITOCHONDRIA DYSFUNCTION IN STRESS CONDITIONS**

**Zhigacheva I.V., Goloshchapov A.N.**

Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: [zhigacheva@mail.ru](mailto:zhigacheva@mail.ru)

3-hydroxypyridines (3-OP) are structural analogues of the compounds of the vitamin B<sub>6</sub> group, which play an important role in the vital activity of the organism and perform the role of physiological antioxidants. Studies of the biological properties of 3-OP derivatives allowed to establish that these compounds can act as potential protective agents when exposed to various damaging factors on the body. These factors lead to a shift in the antioxidant-prooxidant equilibrium towards an increase in the generation of reactive oxygen species (ROS) by mitochondria, which can lead to the interaction of ROS with polyunsaturated fatty acids, which are part of the mitochondrial membrane lipids and the activation of lipid peroxidation (LPO). Activation of LPO may be one of the causes of leakage of cytochrome C and violations of the electron transport function of the cytochrome oxidase portion of the respiratory chain of mitochondria. It can be assumed that drugs that reduce the generation of ROS by mitochondria will increase the body's resistance to stress factors. As such drugs may be used derivatives of 3-hydroxypyridine (3-OP), in particular N-acetylcysteinate 2-ethyl-6-methyl-3-hydroxypyridine (3-HP), which prevents the activation of POL in the model experiments. The aim of the work was to study the functional state of rat liver mitochondria in conditions of acute hypobaric hypoxia (AHH) and the effect of the studied drug on it. AHH caused the activation of free radical oxidation in rat liver mitochondrial membranes, as evidenced by a 3-fold increase in the fluorescence intensity of lipid peroxidation products (LPO). Changes in the physicochemical properties of mitochondrial membranes were accompanied by a 30% decrease in the maximum rates of NAD-dependent substrates oxidation and a 25% decrease in the efficiency of oxidative phosphorylation. The introduction of 10 μM of sodium menadione into the incubation medium of mitochondria almost restored the oxidation of NAD-dependent substrates, which indicated a decrease in the activity of the I complex of the respiratory chain under these conditions. The introduction of rats 10<sup>-8</sup> M 3-HP 45 minutes before exposure prevented the activation of LPO in the membranes of mitochondria and reduced the speed of transport of electrons in the initial section of the respiratory chain. Based on the data obtained, it can be assumed that the protective activity of 3-HP is due to its antioxidant properties. The drug, preventing the activation of LPO, retained high functional activity of mitochondria, probably, providing resistance to stress factors.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ СНА ЗДОРОВЫХ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПОЛА И СОДЕРЖАНИЕ ЛАНТАНОИДОВ В ВОЛОСАХ

**Жукова А.В., Кашка Л.Р., Богданова А.М., Залата О.А., Евстафьева Е.В.**

Медицинская академия имени С.И. Георгиевского  
ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Россия

Целью исследования было определение взаимосвязи содержания редкоземельных химических элементов (РЗЭ) или лантаноидов в организме человека с характеристиками сна и личности здоровых студентов разного пола.

Обследовали 74 студента-медика, проживающих в г. Симферополе (девушки 43, юноши 31;  $19,0 \pm 0,1$  лет). Личностные характеристики оценивали с помощью опросника Спилбергера-Ханина. Субъективные характеристики качества ночного сна получили при помощи Питтсбургского теста индекса качества сна (PSQI) и шкалы сонливости Эпворта. Содержание РЗЭ в волосах определили инструментально нейтронно-активационным методом с облучением тепловыми нейтронами (Томск). Для описания полученных данных использовали методы непараметрической статистики.

Сравнительный анализ уровня ситуационной (СТ) и личностной тревожности (ЛТ) у студентов разного пола выявил отличия только на уровне тенденции (критерий Манна-Уитни,  $p > 0,05$ ): у части когорты лиц женского пола были выше показатели ЛТ, а у лиц мужского – СТ. Уровень сонливости, как у девушек ( $p_{75}=11$ ), так и у юношей ( $p_{75}=10$ ) был умеренно-повышенным. Субъективная оценка качества сна свидетельствовала об удовлетворительном состоянии ночного сна, за исключением показателя эффективности сна (К4). Последний был стабильно высок в двух подгруппах ( $Me=3$ ;  $p_{25}=3$ ;  $p_{75}=3$ ).

Анализ содержания РЗЭ в волосах обнаружил достоверное превышение концентраций лантана ( $p=0,03$ ) и европия (0,007 мг/кг) у юношей. У обеих групп отмечалось повышение концентраций неодима (0,09 мг/кг). Содержание церия, тербия, иттербия и самария соответствовало пределам условной нормы.

С помощью корреляционного анализа установили большую зависимость характеристик сна и личности от содержания РЗЭ у лиц женского пола. Взаимосвязи церия, гафния, европия, лантана с качественными характеристиками сна были слабыми ( $0,32 < r < 0,45$ ), но достоверными ( $0,04 < p < 0,006$ ). В группе юношей наблюдались взаимосвязи европия с временем пробуждения ( $r=0,45$ ;  $p=0,02$ ), а иттербия с коэффициентом эффективности сна ( $r=0,47$ ;  $p=0,022$ ).

Подтверждением физиологической роли лантаноидов для процессов, протекающих на мембранах нервных клеток центральной нервной системы, являются установленные в настоящей работе корреляционные взаимосвязи содержания некоторых редкоземельных элементов с качественными характеристиками сна студентов разного пола.

## THE SLEEP CHARACTERISTICS OF THE HEALTHY DIFFERENT GENDER STUDENTS AND THE CONTENT OF LANTHANIDES IN THE HAIR

**Zhukova A.V., Kashka L.R., Bogdanova, A.M., Zalata O.A., Evstafieva E.V.**

Medical academy named after S.I. Georgievsky,  
V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia

The main aim of this research imply the determination of relationships of the content of rare-earth chemical elements (REE) or lanthanides in the human body with the characteristics of sleep and personality of healthy students from different sexes.

74 medical students living in Simferopol (girls 43, boys 31;  $19,0 \pm 0,1$  years) were examined. Personal characteristics were assess due to using the Spielberger-Hanin questionnaire. Subjective characteristics of the quality of night sleep were obtain using the Pittsburgh sleep quality index (PSQI) test and the Epworth sleepiness scale. The content of REE in the hair was determine by instrumental neutron activation method with thermal neutron irradiation (Tomsk). We uses the methods of nonparametric statistics to describe the obtained data.

Comparative analysis of the level of situational (SA) and personal anxiety (PA) of students of different sexes revealed differences only at the level of trends (Mann-Whitney criterion,  $p < 0,05$ ): some of the cohort of women had higher rates of PA, and in men – SA. The level of sleepiness in both girls ( $p_{75}=11$ ) and boys ( $p_{75}=10$ ) was moderately elevated. Subjective assessment of the quality of sleep indicated a satisfactory state of night sleep, with the exception of sleep efficiency index (K4). It was consistently high in two subgroups ( $Me=3$ ;  $p_{25}=3$ ;  $p_{75}=3$ ).

Analysis of REE content in hair revealed a significant excess of lanthanum ( $p=0,03$ ) and europium (0.007 mg/kg) concentrations in young men. In both groups, there was an increase in the concentrations of neodymium (0.09 mg/kg). The content of cerium, terbium, ytterbium and samarium corresponded to the limits of the conditional norm.

With the help of correlative analysis established a large dependence of the characteristics of sleep and personality on the content of REE in females. Interrelations of cerium, hafnium, europium, lanthanum with qualitative characteristics of sleep were weak ( $0,32 < r < 0,45$ ), but reliable ( $0,04 < p < 0,006$ ). In the group of young men, the relationship of europium with time of awakening was observed ( $r=0,45$ ;  $p=0,02$ ), and ytterbium with sleep efficiency coefficient ( $r=0,47$ ;  $p=0,022$ ).

The confirmation of the physiological role of lanthanides for the processes occurring on the membranes of nerve cells of the Central nervous system, are established in this article correlations of the content of some rare earth elements with the qualitative characteristics of sleep of students of both sexes.

## ВОЗМОЖНОСТИ УСИЛЕНИЯ ПРОТИВООПУХОЛЕВОГО ЭФФЕКТА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА

Жукова Г.В., Шихлярова А.И., Златник Е.Ю., Протасова Т.П., Брагина М.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия, elena-zlatnik@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m390.sudak.ns2019-15/178>

Ранее в экспериментах *in vivo* было показано самостоятельное противоопухолевое действие наночастиц (НЧ) магнетита, а также целого ряда других металлосодержащих НЧ (Гаркави Л.Х., Жукова Г.В. и др. 2009-2018; Златник Е.Ю. и др., 2009-2017; Горошинская И.А. и др., 2009-2018). Были выявлены четкие признаки активизации центрального и периферических звеньев иммунной системы, указывающие на существование системного влияния исследованных НЧ. Механизмы такого влияния не известны. Целью исследования явилось изучение возможности усиления противоопухолевого эффекта НЧ путем снижения их дозы, изменения способа введения, а также с помощью слабого магнитного воздействия (МВ) на структуры ЦНС. Эксперименты проводили на белых беспородных крысах, самцах и самках, с перевивными опухолями лимфосаркомой Плисса (лсП) и аденокарциномой Герена (акГ), а также на мышцах линии C57Black/6бобоего пола с меланомой B16/F10. НЧ магнетита (10±2 нм) вводили в виде магнитной жидкости в разовых дозах 35.4 (А), 17.7 (В) и 1.25 (С) мг/кг перитуморально или внутрибрюшинно. МВ включало последовательность сигналов низких биоэффективных частот в диапазоне 0.03 – 9 Гц, экспозицию изменяли в интервале 5-7 мин, магнитную индукцию – в диапазоне 0.7 – 3.2 мТл в соответствии с принципами активационной терапии. У крыс с лсП противоопухолевый эффект НЧ магнетита проявился в виде регрессии опухоли у части животных. При этом в случае использования дозы А эффекта не было, а доза С была на 20% эффективнее дозы В (p<0.05). У крыс с акГ эффект НЧ магнетита в дозе С проявлялся в виде торможения роста и регрессии опухоли у части животных, зависел от сезона и был более выражен при внутрибрюшинном введении НЧ (p<0.05). В случае регрессии акГ наблюдалось резкое (более 6 раз, p< 0.01) увеличение отношения «масса тимуса/масса надпочечников» по сравнению с показателем у крыс с ростом опухоли. У мышей с B16/F10 снижение дозы от В до С не усиливало эффект НЧ. МВ повышало эффект НЧ в дозе С на 33% у крыс с лсП. В случае акГ комбинированное действие МВ и НЧ магнетита в дозе С снижало размеры опухоли в 7 раз по сравнению со случаями использования НЧ без МВ, но только при перитуморальном введении НЧ. МВ способствовало увеличению продолжительности жизни у мышей-самок с B16/F10 в 1.6 раз (p<0.05) по сравнению со случаями использования только НЧ в дозе В. Обсуждаются возможные механизмы отмеченных эффектов, связанные с действием биологически активных факторов нервной и иммунной систем.

## POTENTIAL OF THE ENHANCEMENT OF ANTITUMOR EFFECT INDUCED BY MAGNETITE NANOPARTICLES

Zhukova Galina V., Shikhliarova Alla I., Zlatnik Elena Yu., Protasova Tatiana P., Bragina Marina I.

Federal Budget Institution Rostov Research Institute of Oncology,  
Rostov-on-Don, Russia (344037, Rostov-on-Don, 14 Line, 63), elena-zlatnik@mail.ru

Previous *in vivo* experiments had shown the independent antitumor effect of magnetite nanoparticles (NP) as well as of a wide range of the other metallic NP (Garkavi L.Kh. et al., 2009-2017; Zlatnik E.Y. et al., 2009-2017; Goroshinskaya I.A. et al., 2009-2018). Data obtained in the research emphasized distinct signs of activation of central and peripheral compartments of immune system indicating the fact of systemic effect of NP though its mechanism still remains unknown. The aim of our study was to assess the potential of the enhancement of magnetite nanoparticles' antitumor effect by dose varying, use of different ways of administration and weak magnetic impact (MI) applied on CNS structures. Experiments were performed on white outbred male and female tumor-bearing rats with Pliss lymphosarcoma (PLS) and Gerene adenocarcinoma (GAC) and on inbred mice (C57Black/6) with melanoma B16/F10. Magnetite NP (10±2 nm) in the form of magnetic fluid were administrated in single doses 35.4 (A), 17.7 (B) and 1.25 (C) mg/kg by peritumoral or intraperitoneal injections. MI included a sequence of signals with low bioeffective frequencies in the range of 0.03 – 9 Hz, exposition was changed in the interval of 5-7 min, magnetic induction in the range of 0.7 – 3.2 mTl according to the principles of activation therapy. Our results have demonstrated that in rats with PLS antitumor effect of magnetite has manifested itself in tumor regression in a part of rodents. No effect was observed after the administration of dose A while dose C demonstrated 20% higher effect than dose B (p<0.05). In rats with GAC the effect of dose C manifested itself in tumor growth inhibition or regression in a part of animals, was season-dependent and was more marked after intraperitoneal injection of NP (p<0.05). In rats with tumor regression dramatic increase of thymus/adrenal glands weight ratio (6 fold, p< 0.01) relative to the animals with tumor growth was observed. In mice with melanoma B16/F10 doses B and C did not induce the enhancement of NP effect while combination with MI caused 33% increase of dose C effect in tumor-bearing rats with PLS. MI with magnetite NP (dose C) induced the 7-fold shrinkage of GAC but it was noted only after their peritumoral administration. In female rats with B16/F10 application of MI contributed to the increase of their life span by 1.6 times (p<0.05). The potential mechanisms of the effects related to the biologically active factors of immune and nervous systems will be discussed.

## КОНЦЕПТЫ ИНФОРМАЦИИ И САМООРГАНИЗАЦИИ – НАУКА ИЛИ ФИЛОСОФИЯ?

Жульева Н.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова", Москва, Россия, [nina\\_rossia\\_mir@list.ru](mailto:nina_rossia_mir@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m391.sudak.ns2019-15/179>

"Самоорганизация" и "информация" – общенаучные понятия, однозначно определить которые затруднительно. Проблемы их интерпретации можно эксплицировать на предметной области биофизики, в которую ныне входят оба концепта. Предметный смысл естественных наук обычно создается на основе типичной практики измерения и оформляется на (натур)философском и научном уровнях.

Шеннон вводит "информацию" на основе теории вероятности, т.е. математически. Дальнейшая история этого конструкта являет попытки придания ему физического (Винер и др.) или биофизического (Волькенштейн) смысла. Считается, что информацию неживого объекта можно подсчитать. Но передаваемые биты информации скорее являют технически созданную физическую интерпретацию математического смысла. В биофизике отсутствуют методы прямого измерения информации. А концепт количества информации не имеет осмысленной интерпретации при оценке сложности организации живого организма.

Самоорганизация вводится как обобщение интерпретации моделей динамических систем вроде ячеек Бенера и реакции Белоусова-Жаботинского в рамках неклассической термодинамики (математический аппарат качественных решений дифференциальных уравнений: И.Пригожин, Г.Хакен, А.Б.Рубин). Обобщение идет на натурфилософском уровне, причем самоорганизация представляет общую мировую тенденцию к порядку. Отсутствие прямого измерения также говорит о недоопределенности физического и биофизического смысла самоорганизации.

Формирование концептуального базиса биофизики как раздела науки происходит на базе формирования её собственного предметного смысла. Предметный смысл этих концептов строится на связи математического и натурфилософского смыслов. Функционирование концептов "информация" и "самоорганизация" в биофизике дает очередное основание тезису о невозможности полностью исключить натурфилософский уровень из науки, подтверждает идею неустранимости метафор и аналогий в рамках научного исследования. Можно констатировать незавершенность концептуального базиса биофизики как раздела науки. Можно также полагать, что понятия "информация" и "самоорганизация" встраиваются в «пустые» с психологической точки зрения ученых места как замыкающие концептуальный универсум звенья, недостающие для понимания мира. Они пополняют научное миропонимание.

## THE CONCEPTS OF INFORMATION AND SELF-ORGANIZATION – SCIENCE OR PHILOSOPHY?

Zhuleva Nina V.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V. Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russia, [nina\\_rossia\\_mir@list.ru](mailto:nina_rossia_mir@list.ru)

"Self-organization" and "information" are scientific concepts, which are difficult to define. The problems of their interpretation can be explicated in the subject area of Biophysics, which now includes both concepts. The subject meaning of the natural Sciences usually created on the basis of a typical practice of measurement and is made on philosophical and scientific levels.

Shannon introduces an "information" based on the theory of probability, i.e., mathematically. The subsequent history of this construct is the attempts of giving physical (Wiener, etc.) or biophysical (Volkenstein) sense. It is believed that the information of an inanimate object can be calculated. But the transmitted bits of information are rather a technically created physical interpretation of mathematical meaning. In Biophysics there are no methods of direct measurement of the information. And the concept of the amount of information has no meaningful interpretation in assessing the complexity of the organization of a living organism.

Self-organization is introduced as a generalization of the interpretation of models of dynamical systems like benar cells and the Belousov-Zhabotinsky reaction in the framework of non-classical thermodynamics (mathematical apparatus of qualitative solutions of differential equations: I. Prigozhin, G. Haken, A. B. Rubin). Generalization takes place at the philosophy level, and self-organization represents the general world tendency to order. The absence of direct measurement also indicates an uncertainty of the physical and biophysical meaning of self-organization.

The formation of the conceptual basis of Biophysics as a branch of science is based on the formation of its own subject meaning. The subject sense of these concepts is based on the connection of mathematical and philosophy meanings. The functioning of the concepts of "information" and "self-organization" in Biophysics provides another basis for the thesis of the impossibility to completely exclude the philosophical level from science, confirms the idea of the irremediability of metaphors and analogies in the framework of scientific research. We can state the incompleteness of the conceptual basis of Biophysics as a branch of science. It can also be assumed that the concepts of "information" and "self-organization" are embedded in the "empty" from the psychological point of view of scientists places as the closing conceptual universe links missing for understanding the world. They add to scientific understanding of the world

## СРАВНЕНИЕ ЧИСЛА ГАМК-ЕРГИЧЕСКИХ НЕЙРОНОВ В РАЗНЫХ ТИПАХ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАТОВ

Журавлева З.Н.<sup>1</sup>, Алилова Г.А.<sup>1</sup>, Журавлев Г.И.<sup>2</sup>, Ивашкина Л.И.<sup>1</sup>, Шубина Л.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино; <sup>2</sup>ФГБУН Институт биофизики клетки РАН, Пущино, Россия; [zhuravleva@iteb.ru](mailto:zhuravleva@iteb.ru)

Хорошо известно, что ГАМК-ергическое торможение необходимо для нормального функционирования мозга, и нарушения в этой системе могут приводить к болезням наподобие эпилепсии. Поэтому состояние

ГАМК-ергических нейронов в трансплантатах является важным фактором в попытке восстановить функции мозга с помощью трансплантации фетальной ткани. Целью настоящей работы была количественная оценка ГАМК-ергических нейронов и их соотношение с ГАМК-негативными клетками в неокортикальных трансплантатах, имеющих различную морфофункциональную интеграцию с мозгом хозяина. Сравнение проводили между трансплантатами, развивающимися в различных условиях: в передней камере глаза (полностью изолированные от центральной нервной системы), помещенные в хирургически сделанную ямку в неокортексе или инъецированные интрапаренхимально в неокортекс взрослых крыс-реципиентов. Кроме того, оценивали числовую плотность ГАМК-ергических и не-ГАМК-ергических нервных клеток в мозге реципиента недалеко от трансплантат/мозг интерфейсы. Нейроны, экспрессирующие тормозный нейромедиатор ГАМК, идентифицировали на полутонких эпоновых срезах с помощью иммуноцитохимического метода с использованием антител к самому трансмиттеру.

Через 6 месяцев после проведения трансплантации в обоих типах интракортикальных трансплантатов общее количество нейронов было выше, чем в неокортексе реципиента, однако, в интраокулярных трансплантатах оно было ниже нормы. Числовая плотность в нейротрансплантатах положительно коррелировала со степенью морфологической интеграции, которую определяли как отношение протяженности прямого слияния нейропилей трансплантата и мозга к полной протяженности границы между ними. Во всех типах трансплантатов число ГАМК-положительных нейронов было значительно ниже (1.3 – 2.5% от общей нейрональной популяции), чем в нормальной коре. Значения были особенно низкими в изолированных от мозга интраокулярных трансплантатах и составляли всего 0.9% от общего числа нейронов.

Таким образом, обеспечение баланса между возбуждением и торможением в нейротрансплантатах сильно зависит от их развития в условиях адекватного микроокружения и установления функциональных связей с другими нервными структурами.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-00786.*

#### **A COMPARISON OF THE NUMBER OF GABA-ERGIC NEURONS IN DIFFERENT TYPES OF NEUROGRAFTS Zhuravleva Z.N.<sup>1</sup>, Alilova G.A.<sup>1</sup>, Zhuravlev G.I.<sup>2</sup>, Ivashkina L.I.<sup>1</sup>, Shubina L.V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, RAS; Pushchino, Russia; <sup>2</sup>Institute of Cell Biophysics, RAS, Pushchino, Russia; mail: [zhuravleva@iteb.ru](mailto:zhuravleva@iteb.ru)

It is well known that GABA-ergic inhibition is necessary for normal function of the brain, and disturbances in this system can lead to disorders like epilepsy. Consequently, the state of GABAergic neurons in the grafted tissue is an important factor in an attempt to restore the brain functions by grafting fetal tissue. The aim of the present work was to evaluate quantitatively the GABA-ergic neurons and to estimate their ratio to the non-GABA-ergic ones in the neocortical grafts having different morphofunctional integration with the host brain. Comparison was performed between grafts developing under various conditions: in the anterior eye chamber (completely isolated from central nervous system), placed into a surgically made "acute" cavity of the neocortex or injected intraparenchymally into the neocortex of adult rat recipients. The numerical density of the GABA-ergic and non-GABA-ergic nerve cells in the host brain near graft/host interface was also estimated. Neurons expressing the inhibitory neurotransmitter GABA have been identified on the semi-thin epon resin sections by immunocytochemical method using antibodies to the transmitter itself.

Six months after grafting, in both types of intracortical grafts, the total number of neurons was higher than in normal cortex, but in intraocular grafts, it was lower than normal. The total numerical density of the neurons in the grafts had strong positive correlation to the degree of morphological integration, which was evaluated as a ratio of extent of area of direct graft/host neuropil confluence versus the total extent of the border. In all types of the grafts, the number of the GABA-positive neurons was significantly lower (1.3 – 2.5% of the total neuronal population) than in normal cortex. The values were especially low in the isolated from brain intraocular grafts and corresponded to 0.9% of the total number of neurons. Thus, the security of balance between excitation and inhibition in the neurotransplants highly dependent upon their development in conditions of the adequate cellular microenvironment and establishment of the functional connections with other nervous structures.

*The work was supported by grant RFBR (project № 17-04-00786).*

#### **ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ИМК+ ЭКЗОСКЕЛЕТ» В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ИНСУЛЬТА**

**Зайцева Е.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Кондур А.А., Иловайская А.О.**

ГБУЗ МО Московский областной научно-исследовательский институт им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия, [elena.zaytseva@yandex.ru](mailto:elena.zaytseva@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m392.sudak.ns2019-15/180-181>

**Введение.** Нарушения разной степени в когнитивной и эмоционально-волевой сферах являются следствием перенесенного церебрального инсульта. Комплексное воздействие при реабилитации таких пациентов имеет важное значение, так как именно при таком подходе в скором времени возникает положительная динамика в восстановлении утраченных функций, улучшаются адаптивные процессы и уменьшаются сроки нетрудоспособности постинсультных больных.

**Цель исследования:** изучение возможностей мультимодальной стимуляции с использованием «ИМК + экзоскелет» в реабилитации пациентов после церебрального инсульта.

**Материалы и методы обследования.** В исследовании принимали участие 70 пациентов, перенесших церебральный инсульт. Основную группу включали 38 пациентов, которым проводилась мультимодальная стимуляция, включающая 8-10 процедур «ИМК + экзоскелет», занятия на статической стабиллоплатформе с использованием визуального и акустического каналов обратной связи, занятия с

логопедом, вибротерапия, когнитивные тренинги. Группа сравнения включала 32 человека, которым проводились только 8-10 процедур «ИМК + экзоскелет». Эффективность лечения оценивали с помощью блока когнитивных тестов до и после курса реабилитации.

**Результаты исследования.** В основной группе в отличие от группы сравнения было выявлено достоверное уменьшение ( $p < 0,01$ ) тревожно-депрессивного компонента по Шкале тревоги Спилбергера и Госпитальной Шкале тревоги и депрессии (HADS). При оценке результатов по субтесту 9 «Кубики Коса» теста Векслера было выявлено достоверное улучшение конструктивно-пространственного мышления только в основной группе ( $p < 0,01$ ). Пациенты в основной группе запомнили большее количество слов (при первом, шестом, восьмом, десятом предъявлении  $p < 0,01$ ; при четвертом, пятом, седьмом, девятом  $p < 0,05$ ) при проведении теста запоминания 10 слов по А.Р. Лурия. В группе сравнения имеется достоверное улучшение результатов только при первом и втором предъявлении 10 слов ( $p < 0,05$ ).

**Выводы.** Результаты исследования показывают эффективность использования мультимодальной стимуляции в восстановлении эмоционально-волевой и когнитивной сферы у пациентов после церебрального инсульта.

### **POSSIBILITIES OF USING MULTIMODAL STIMULATION USING THE "BCI + EXOSKELETON" IN THE REHABILITATION OF PATIENTS AFTER CEREBRAL STROKE**

**Zaytseva Elena V., Isakova Elena V., Kotov Sergey V., Kondur Anna A., Ilovayskaya Anna O.**

The State Budgetary Healthcare Institution of Moscow Area Moscovs regional research clinical institute n.a. M.F. Vladimirovskiy, Moscow, Russian Federation, [elena.zaytseva@yandex.ru](mailto:elena.zaytseva@yandex.ru)

**Introduction.** Disorders of varying degrees in the cognitive and emotional-volitional spheres are consequence of cerebral stroke. The complex influence in the rehabilitation of such patients is important, as this shows a positive trend in restoring lost functions, improving adaptive processes and reducing the incapacity periods of post-stroke patients.

**The aim of the investigation** is to study the possibilities of multimodal stimulation using the "BCI + exoskeleton" in the rehabilitation of patients after cerebral stroke.

**Materials and methods of investigation.** The study involved 70 patients with cerebral stroke. The main group included 38 patients who were carried out multimodal stimulation, including 8-10 procedures "BCI + exoskeleton", classes on a static platform using visual and acoustic feedback channels, classes with a speech therapist, vibrotherapy, cognitive training. The comparison group included 32 people who were carried out only 8-10 procedures "BCI + exoskeleton". The effectiveness of treatment was assessed using a block of cognitive tests before and after the course of rehabilitation.

**The results of the study.** In the main group, in contrast to the comparison group, there was a significant decrease ( $p < 0.01$ ) of the anxiety-depressive component on the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) and Hospital Anxiety And Depression Scale (HADS). When evaluating the results of the Kohs Block Design Test there was identified a significant improvement in constructive spatial thinking only in the main group ( $p < 0.01$ ). Patients in the main group memorized a larger quantity of words (at the first, sixth, eighth, tenth presentation of  $p < 0.01$ ; at the fourth, fifth, seventh, ninth  $p < 0.05$ ) during the memorization test of 10 words by AR Luria. In the comparison group there is a significant improvement in the results only with the first and second submission of 10 words ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions.** The results of the study show the effectiveness of the use of multimodal stimulation in restoring the emotional-volitional and cognitive sphere in patients after cerebral stroke.

### **ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЛИПОПОЛИСАХАРИДНОЙ ИНТОКСИЦИИ В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС РАЗНОГО ПОЛА В ЗРЕЛОМ ВОЗРАСТЕ**

**Зайченко М.И., Григорьян Г.А., Груздева В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия. [mariya-zajchenko@yandex.ru](mailto:mariya-zajchenko@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m393.sudak.ns2019-15/181-182>

В последние годы накопилось много свидетельств тому, что негативные влияния в раннем возрасте в форме стресса, инфекций, токсических или иных воздействий приводят к серьезным психопатологиям (депрессии, шизофрении и т.д.) в зрелом возрасте. Имеются данные, что подобные воздействия могут привести к проявлениям импульсивности у взрослых субъектов, которые в крайних своих случаях лежат в основе целого ряда психических заболеваний. Предполагается, что в основе развития импульсивности и сопутствующих психопатологий лежит нейровоспалительный процесс, который нарушает нормальное развитие нервно-эндокринной и иммунной систем. В настоящей работе у трех групп животных, получавших бактериальную липополисахаридную интоксикацию (ЛПС), физиологический раствор и у интактных крыс, мы не обнаружили различий в уровне проявления у них импульсивного поведения, оцениваемого по методике delay discounting. Дисперсионный факторный анализ (ANOVA) не выявил достоверных различий по суммарному эффекту ГРУППА для самцов и самок, хотя самки в целом были более импульсивными. При анализе крови 6-месячных самцов и самок обнаружилась интересная картина взаимоотношений между поведенческими и биохимическими данными. Самки, при более высоком уровне стресса (судя по уровню кортикостерона) и более высоком уровне провоспалительного цитокина IL- $\beta$ 1, проявляли в большей степени импульсивное поведение, чем самцы, что как будто, соответствует гипотезе о том, что импульсивность может быть связана с ранним стрессом, вызывающим нейровоспалительные изменения. С другой стороны, мы не обнаружили четкой зависимости между влияниями липополисахаридного стресса и проявлениями импульсивности, поскольку в поведенческих опытах эффекты взаимодействия ГРУППА x ПОЛ оказались недостоверными из-за отсутствия различий между группами, получавшими и не

получавшими ЛПС. Примечательно, что у самок, высокие уровни IL-1  $\beta$  были обнаружены не только у ЛПС группы, но и у контрольных животных. Другими словами, хотя у самок и обнаруживается связь между импульсивностью и высоким уровнем кортикостерона и провоспалительных цитокинов, она определяется не влиянием ЛПС (или не только его влиянием), а какими-то еще другими факторами. Дальнейшие исследования должны пролить свет на эти и другие вопросы.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-015-00129*

**THE EFFECT OF BACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDE INTOXICATION IN THE EARLY POSTNATAL PERIOD ON THE FORMATION OF IMPULSIVE BEHAVIOR IN RATS OF DIFFERENT SEXES IN ADULTHOOD**  
**Zaichenko Maria I., Grigor'ayn Grygory A., Gruzdeva Valentina A.**

Institute of higher nervous activity and neurophysiology Russian Academy of Sciences.  
Moscow, Russia. [mariya-zaichenko@yandex.ru](mailto:mariya-zaichenko@yandex.ru)

In recent years, there has been a lot of evidence that negative effects at an early age in the form of stress, infections, toxic or other effects result in serious psychopathologies (depression, schizophrenia, etc.) in adulthood. There is evidence that such effects can lead to manifestations of impulsivity in adult subjects, which in their extreme cases are the basis of a number of mental diseases. It is assumed that the development of impulsivity and associated psychopathologies is based on neuro-inflammatory process, which disrupts the normal development of the neuroendocrine and immune systems. In the present study, in three groups of animals treated with bacterial lipopolysaccharide intoxication (LPS), saline and intact rats, we found no differences in the level of manifestation of their impulsive behavior, estimated by the method of delay discounting. Variance factor analysis (ANOVA) did not reveal significant differences in the total effect of the GROUP for males and females, although females were generally more impulsive. The blood test of 6-month-old males and females revealed an interesting pattern of the relationship between behavioral and biochemical data was revealed. Females, at a higher level of stress (estimated by the level of corticosterone) and a higher level of proinflammatory cytokine IL-1  $\beta$ , exhibited more impulsive behavior than males, as if, consistent with the hypothesis that impulsivity may be associated with early stress, causing neuroinflammatory changes. On the other hand, we did not obtain a clear relationship between the effects of lipopolysaccharide stress and impulsivity, because in behavioral experiments, the effects of interaction of GROUP x POL were unreliable due to the lack of differences between the groups receiving and not receiving LPS. It is noteworthy that in females, high levels of IL-1  $\beta$  were found not only in the LPS group, but also in control animals. In other words, although females show a relationship between impulsivity and high levels of corticosterone and proinflammatory cytokines, it is not determined by the influence of LPS (or not only its influence), and some other factors. Further research should shed light on these and other issues.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project no. 19-015-00129)*

**ВЫРАБОТКА МЕЛАТОНИНА И МОРФОГЕНЕЗ СОСУДОВ ХОРИОИДЕИ В ГЛАЗАХ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА *COTURNIX JAPONICA* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ОСВЕЩЕНИЯ**

Зак П.П.<sup>1</sup>, Нижник А.Н.<sup>2</sup>, Сигаева А.О.<sup>3</sup>, Погодина Л.С.<sup>3</sup>, Серезникова Н.Б.<sup>1,3</sup>,  
Гурьева Т.С.<sup>4</sup>, Трофимова Н.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>ООО Клиника новых медицинских технологий «АрхиМедМ», Москва, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия;

<sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [pavelzak@mail.ru](mailto:pavelzak@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m394.sudak.ns2019-15/182-183>

В организме Японского перепела главной мелатонин-секретирующей структурой является сетчатка глаза, а именно ее фоторецепторные клетки. Трофической основой поддержания жизнедеятельности сетчатки на протяжении жизни является ее сосудистая оболочка – хориоидея. Как известно, мелатонин оказывает сдерживающее действие на выработку факторов роста кровеносных сосудов. В работе исследовано возрастное состояние хориоидеи в корреляции с содержанием эндогенного ретинального мелатонина. В качестве инструмента определяющего разные уровни ретинального мелатонина использовалось повседневное освещение животных в синей (450 нм) и контрольной желтой (500-650 нм) области спектра. У птиц, выращенных при повседневном синем освещении, ночное содержание мелатонина, составляло около 11000 пг/мг сыр.массы сетчатки; у животных «желтой» группы оно было в полтора раза выше – около 18000 пг/мг сыр.массы. В светлое дневное время содержание ретинального мелатонина пропорционально снижалось в 10-100 раз. Птицы содержались при разных условиях освещения на протяжении репродуктивного срока жизни (от 15 до 55 недель), что по человеческим меркам примерно эквивалентно возрастному интервалу от 18 до 80 годам. Измерения мелатонина производилось тандемной хром-масс-спектрометрией; состояние хориоидеи оценивали световой и электронной микроскопией, а также по прижизненным ОКТ-изображениям глазного дна. Было показано, что к старости (55-ти недельный возраст) у птиц выращенных при пониженном содержании ретинального эндогенного мелатонина (птицы «синей» группы) наблюдается резкое нарушения лимфоотока глаза: толщина лимфатической части хориоидеи увеличивается в полтора раза (+25 мкм) при многократном повышении суммарного просвета лимфатических сосудов. Эти изменения свидетельствуют о возрастном нарушении трофики сетчатки, а увеличение толщины хориоидеи должно сказываться на фокусировке глазного изображения. При этом численность кровеносных сосудов хориоидеи у птиц «синей» группы оказывается вдвое ниже, а сами сосуды вдвое толще, чем у птиц «желтой» группы. Полученные данные свидетельствуют о зависимости возрастных нарушений трофики сетчатки от спектрального состава освещения. *Работа поддержана грантом РФФИ 17-04-00708.*

## MELATONIN SYNTHESIS AND MORPHOGENESIS OF CHOROIDAL VESSELS IN THE EYES OF JAPANESE QUAIL *COTURNIX JAPONICA* DEPEND ON SPECTRAL COMPOSITION OF LIGHT

Zak Pavel P.<sup>1</sup>, Nizhnik Alexander N.<sup>2</sup>, Sigaeva Alina O., Pogodina Larisa S.<sup>3</sup>, Sereznikova Natalia B.<sup>1,3</sup>, Gurieva Tamara S.<sup>4</sup>, Trofimova Natalia N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Ltd Laboratory of new medical technology "ArhiMedM", Moscow, Russia; <sup>3</sup>Department of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>4</sup>Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; pavelzak@mail.ru

In the Japanese quail, melatonin is produced mainly in the retina of the eye namely by its photoreceptor cells. The trophic basis for retinal support during life is the choroid. It is known, melatonin has an restraining effect on the production of vascular growth factors. The study was to investigate the aging of the choroid in association with the content of endogenous retinal melatonin. As a way for determining various levels of retinal melatonin, everyday illumination of animals in the blue (450 nm) and control yellow (500-650 nm) spectral bands was used. The nighttime melatonin content was about 11,000 pg / mg of wet weight into the retina of birds grown under daily blue light and it was one and a half times higher – about 18,000 pg / mg – in the retina of of the "yellow" birds. In daylight time the content of retinal melatonin was proportionally reduced by 10-100 times. Birds were kept under different lighting conditions throughout the reproductive period of life (from 15 to 55 weeks), which by human standards is approximately equivalent to the age interval from 18 to 80 years. The content of melatonin was measured by tandem chromatography-mass spectrometry; the state of the choroid was assessed by light and electron microscopy, as well as by in vivo OCT measurements of the fundus. It was shown that by old age (55 weeks of age) in birds grown under a reduced content of retinal endogenous melatonin ("blue" group) there was a sharp disturbance of the lymph flow of the eye: the thickness of the lymphatic layer of the choroid increases one and a half times (+25 microns) with repeated increase the total lumen of the lymphatic vessels. These changes indicate an age-related retinal trophic disorders, and an increase in the choroidal thickness should affect to focusing power of the eye. At the same time, the number of blood vessels of the choroid it was two times lower and the vessels themselves are twice as thick in birds of the "blue" group in comparison with the "yellow" group. The data obtained indicate the dependence of age-related retinal trophic disorders on the spectral composition of daily illumination.

*This study was done with financial support from the RFBR (grant № 17-04-00708).*

## ЭФФЕКТ 25-ГИДРОКСИХОЛЕСТЕРИНА НА НЕРВНО-МЫШЕЧНУЮ ПЕРЕДАЧУ: РОЛЬ ПРОТЕИНКИНАЗЫ C И NMDA-РЕЦЕПТОРОВ

Закирьянова Г.Ф.<sup>1,2</sup>, Петров А.М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Казанский институт биохимии и биофизики, Федеральный исследовательский центр, Казанский научный центр Российской академии наук, Казань, Россия; <sup>2</sup>Институт нейронаук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Казань, Россия; [gffysiology@gmail.com](mailto:gffysiology@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m395.sudak.ns2019-15/183-184>

25-гидроксихолестерин (25-ГХ) синтезируется из холестерина в различных органах ферментом 25-гидроксилазой. Показана его усиленная продукция макрофагами и тучными клетками при индукции иммунного ответа, а также иммуномодулирующее действие. В дополнение, 25-ГХ может модулировать работу N-метил-D-аспартатных рецепторов (NMDAR) в ЦНС и являться лигандом для ядерного транскрипционного фактора LXR (liver x receptor). Эффекты 25-ГХ в скелетной мышце не исследованы.

Эксперименты проводились на нервно-мышечных препаратах диафрагмы мыши. Для визуализации синаптических везикул (СВ) использовали флуоресцентный краситель FM1-43, который обратимо связывается с пресинаптической мембраной и загружается в нервные окончания (НО) в ходе эндоцитоза СВ. Оказалось, что 25-ГХ усиливает процесс экзоцитоза FM1-43 из СВ при 20 Hz длительной (10 мин) стимуляции предаврительно загруженных красителем НО. Однако, на фоне пептидного ингибитора кальций-зависимой протеинкиназы C (50 мкМ) эффект 25-ГХ на экзоцитоз СВ исчезал. Это может говорить о том, что кальций-зависимая протеинкиназа C является посредником, через который 25-ГХ усиливает выброс везикул. 25-ГХ может аллостерически модулировать NMDAR, увеличивающие внутриклеточный кальций. NMDAR присутствуют в нервно-мышечных синапсах. Исходя из этого, мы решили посмотреть вклад NMDAR в эффект 25-ГХ на экзоцитоз СВ. Используя мембрано-проникающий Са-индикатор Flour514, было показано, что аппликация 25-ГХ увеличивает внутриклеточный Са<sup>2+</sup> в синаптическом регионе, а селективный блокатор NMDAR AP-5 (25 мкМ) предотвращает этот эффект. Эти данные указывают на то, что в двигательных нервных окончаниях 25-ГХ может увеличивать вход Са<sup>2+</sup> через NMDAR. Возможно, этот Са<sup>2+</sup> участвует в активации протеинкиназы C, модулирующей экзоцитоз.

**Выводы:** 25-ГХ способен 1) усиливать экзоцитоз синаптических везикул, через активацию Са<sup>2+</sup> зависимой протеинкиназы C, а также 2) увеличивать цитозольный Са<sup>2+</sup>, что зависит от активации NMDAR. Таким образом, впервые получены данные о пресинаптическом эффекте 25-ГХ на экзоцитоз СВ и возможной связи этого с Са<sup>2+</sup> сигнализацией.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 17-04-00046).*

## THE EFFECT OF 25-HYDROXYCHOLESTEROL ON NEUROMUSCULAR TRANSMISSION: THE ROLE OF PROTEIN KINASE C AND NMDA RECEPTORS

Закирьянова Гузалья Ф.<sup>1,2</sup>, Петров Алексей М.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Kazan Institute of Biochemistry and biophysics, FIC KazanSC of RAS, Kazan, Russia; <sup>2</sup>Institute of Neurosciences, Kazan State Medical University, Kazan, Russia; [gffysiology@gmail.com](mailto:gffysiology@gmail.com)



25-hydroxycholesterol (25-HC) is synthesized from cholesterol in various organs by the enzyme 25-hydroxylase. Its enhanced production was shown in macrophages and mast cells during induction of an immune response, and 25-HC has the immunomodulating action. In addition, 25-HC can affect the functioning of N-methyl-D-aspartate receptors (NMDAR) in the CNS and be a ligand for the nuclear transcription factor LXR (liver x receptor). The effects of 25-HC have not been studied in skeletal muscle.

The experiments were conducted on neuromuscular preparations of a diaphragm muscle of mouse. To visualize the synaptic vesicles (SV), a fluorescent dye FM1-43 was used, which reversibly binds with presynaptic membrane and is loaded into the nerve ending during the endocytosis. We obtained the results that 25-HC enhances the process of exocytosis of SV during a prolonged stimulation (10 min) at 20 Hz. However, the effect of 25-HC on exocytosis of SV disappeared after using of peptide inhibitor of calcium-dependent protein kinase C (50  $\mu\text{M}$ ). This indicates that calcium-dependent protein kinase C is an element through which 25-HC enhances the vesicle exocytosis. 25-HC is able to allosterically modulate NMDAR, which increases intracellular calcium. NMDARs are present in the neuromuscular synapses. Based on this, we decided to estimate the contribution of NMDAR to the effect of 25-HC on exocytosis of SV. Using a membrane-penetrating Ca-indicator Flour514, it was shown that the application of 25-HC increases intracellular  $\text{Ca}^{2+}$  in the synaptic region, and AP-5 (the selective blocker of NMDAR, 25  $\mu\text{M}$ ) prevents this effect. These data indicate that in motor nerve endings 25-HC may increase influx of  $\text{Ca}^{2+}$  via NMDAR. This  $\text{Ca}^{2+}$  may be involved in the activation of protein kinase C which modulates exocytosis.

**Conclusions:** 25-HC is able to act via 1) enhancing the exocytosis of synaptic vesicles, through activation of calcium-dependent protein kinase C, and 2) increasing cytosolic  $\text{Ca}^{2+}$ , which depends on the activation of NMDAR. Thus, our data point on the presynaptic effect of 25-HC on exocytosis of SV and the possible link of this with  $\text{Ca}^{2+}$  signaling. Supported by RFBR #17-04-00046.

### О БИОЛОГИЧЕСКОЙ РОЛИ ЛИТИЯ

Замощина Т.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия; [beladona2015@yandex.ru](mailto:beladona2015@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m396.sudak.ns2019-15/184-185>

Литий в микроколичествах содержится во всех тканях человека, животных и многих растений. Соли лития с 1949 г. используются в психиатрии как нормотимические средства. Они нормализуют и стабилизируют настроение при маниакально-депрессивном расстройстве. Были выявлены мембранные, рецепторные, внутриклеточные биологические эффекты лития. Они во многом определяются способностью катиона конкурировать с макроэлектrolитами – натрием, калием, магнием и кальцием. В начале 70х годов было обнаружено уникальное свойство лития – ритмомодулирующее. Оно заключается в способности катиона изменять параметры циркадных ритмов. С помощью хронобиологических методов (трехсуточный эксперимент, замеры физиологических параметров каждые 4 ч, дисперсионный и косинор-анализ) нами были выявлены наиболее постоянные эффекты экзогенного лития (органические и неорганические соли, экстракты растений с высоким содержанием лития) на поведенческий и температурный ритмы крыс: их замедление, повышение чувствительности к внешнему свето-темновому циклу и улучшение внутренней согласованности между ритмами. Установлено, что указанные эффекты зависят от дозы, анионного компонента соли, свето-темнового режима содержания животных и от того, в какое время суток литиевая соль назначается. Нами продемонстрирована возможность вмешательства лития в деятельность циркадианной системы, как на уровне самих осцилляторов, так и контролирующих деятельность этих осцилляторов моноаминергических систем. Совокупность проведенных нами исследований указывает на то, что экзогенный литий способен в большей или меньшей степени компенсировать относительную недостаточность как главного осциллятора – супрахиазматического ядра (СХЯ), так и серотонин- или норадренергических структур ствола, модулирующих деятельность СХЯ. Показано, что улучшение согласованности ритмов с внешним свето-темновым циклом осуществляется литием за счет ослабления активности серотонинергического контроля СХЯ со стороны ядер шва, а замедление ритмики литием связано с активацией катионом норадренергического входа СХЯ. Улучшение внутреннего согласования между различными ритмами обеспечивается благодаря активации катионом моноаминергического контроля СХЯ. Кроме того, нами показано, что определенный вклад в модулирующее влияние лития на указанные регуляторные механизмы циркадианной системы вносит вмешательство катиона в деятельность эпифизарного контроля СХЯ.

### ON THE BIOLOGICAL ROLE OF LITHIUM

Zamoshchina Tatiana A.

Siberian State Medical University, Tomsk State University, Tomsk, Russia

Lithium in micro quantities is contained in all tissues of humans, animals, and many plants, some of which are its concentrators. Since 1949, lithium salts have been used in psychiatry as normotymical agents. They normalize and stabilize mood in manic-depressive disorder. In the second half of the 20th century membrane, receptors, intracellular biological effects of lithium were revealed. They are largely determined by the ability of the cation to compete with macroelectrolits – sodium, potassium, magnesium and calcium. In the early 70s, a unique property of lithium, rhythm-modulating, was discovered. It consists in the ability of the cation to change the parameters of circadian rhythms. Using chronobiological methods (a three-day experiment, measurements of physiological parameters every 4 hours, dispersion and cosine analysis), we identified the most persistent effects

of exogenous lithium (organic and inorganic salts, plant extracts with a high lithium content) on the behavioral and temperature rhythms of rats: slowing down, increasing sensitivity to the external light-dark cycle and improving internal consistency between rhythms. We have shown that these effects are very dependent on the light and dark regime of keeping animals and on what time of day lithium salt is administered. Equally important is the anionic component of salt, which, by improving the pharmacokinetics of lithium, potentiates its pharmacodynamic properties. In our experiments, the possibility of lithium interfering in the activity of the circadian system, both at the level of the oscillators themselves and those controlling the activities of these oscillators of monoaminergic systems was demonstrated. The combination of experimental studies we have conducted indicates that exogenous lithium is able to more or less compensate for the relative insufficiency of both the main oscillator, the suprachiasmatic nucleus (SCN), and the serotonin or noradrenergic structures of the trunk modulating the activity of the SCN. We have shown that improving the consistency of rhythms with the external light-dark cycle is accomplished by lithium due to the weakening of the activity of serotonergic control of the SCN from the raphe nuclei, and the slowing down of rhythm by lithium is associated with activation of the noradrenergic entry of the SCN (locus coeruleus). Finally, lithium improves internal consistency between various rhythms due to the cation activation of the monoaminergic control of the SCN. In addition, we have shown that a certain contribution to the modulating effect of lithium on these regulatory mechanisms of the circadian system makes the cation interfere with the activity of the epiphyseal control of the SCN.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНЫХ СПЕЦИАЛИЗАЦИЙ** **Захарова А.Н., Кологривова В.В., Пахомова Е.В., Капилевич Л.В.**

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия;  
[azakharova91@gmail.com](mailto:azakharova91@gmail.com)

В литературе встречается недостаточно исследований, раскрывающих вопрос о влиянии физических нагрузок на скорость кровотока, у профессиональных спортсменов. Так же имеется мало информации об изменении функционального состояния эндотелия в зависимости от профессионального уровня спортсмена. Установлено, что у здоровых людей расширение сосуда при пробе с гиперемией составляет 10% и более, меньшая степень вазодилатации считается патологической реакцией.

В ходе исследования были проведены окклюзионные пробы для спортсменов различной специализации и людей, не занимающихся спортом. С помощью доплерографии измерялись и сравнивались показатели кровотока до и после сдавливания манжетой. Эксперимент показал, что контрольная группа имеет адекватную реакцию на окклюзионную пробу, а в группах тяжелоатлетов и легкоатлетов результаты показали патологию.

По результату исследования, было выявлено, что у испытуемых контрольной группы расширение сосуда при пробе с гиперемией составляет 10% и более, что является адекватной реакцией на окклюзию. В группе тяжелоатлетов выявлена сниженная реакция на окклюзионную пробу в состоянии покоя. В группе легкоатлетов показатель увеличился менее, чем на 10%. Это может свидетельствовать о наличии эндотелиальной дисфункции. В контрольной группе систолический объем увеличился более, чем на 10%, что является адекватной реакцией.

После динамической физической нагрузки в группа тяжелоатлетов систолическая скорость увеличилась менее, чем на 10%, а в группе легкоатлетов уменьшилась. Выявлена сниженная реакция на окклюзионную пробу. В контрольной группе после динамической нагрузки реакция адекватная.

Состояние эндотелия зависит от уровня тренированности спортсменов. Регулярная аэробная физическая активность, имеющая более умеренную интенсивность, положительно влияет на эндотелиальную функцию. Такая нагрузка способствует предотвращению атеросклероза, восстановлению нормальной функции эндотелия. При сильных физических нагрузках, характерных для спортсменов высокого класса, появляются признаки не только развития раннего атеросклероза и тромбообразования, но и признаки наличия самого заболевания – тромбообразования.

Так же было замечено, что активность сосудистого эндотелия у спортсменов не связана с характером и направленностью физических нагрузок.

### **FEATURES OF ENDOTELIAL FUNCTION IN ATHLETES OF VARIOUS SPORTS**

**Zakharova A.N., Kologrivova V.V., Pakhomova E.V., Kapilevich L.V.**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [azakharova91@gmail.com](mailto:azakharova91@gmail.com)

In the literature there are not enough studies that reveal the effect of physical exercise on blood flow velocity in elite athletes. There is also little information about the change in the functional state of the endothelium depending on the professional level of the athlete. It has been established that in healthy people the expansion of the vessel during the test with hyperemia is 10% or more, a lower degree of vasodilation is considered a pathological reaction.

In the course of the study, occlusion test was conducted for athletes of various sports and people not involved in sports. Using the Doppler, blood flow indices were measured and compared before and after squeezing with a cuff. The experiment showed that the control group has an adequate response to the occlusive test, and in the groups of weight-lifters and athletes the results showed pathology.

According to the results of the study, it was found that in the control group, the expansion of the vessel in the test with hyperemia is 10% or more, which is an adequate response to occlusion. In the weightlifting group, a reduced response to an occlusive test at rest was detected. In the group of athletes, the rate increased by less than 10%. This may indicate the presence of endothelial dysfunction. In the control group, the systolic volume increased by more than 10%, which is an adequate response.

After a dynamic physical activity in the weightlifting group, the systolic rate increased by less than 10%, and decreased in the group of athletes. Revealed a reduced reaction to the occlusion test. In the control group, after a dynamic load, the response is adequate.

The state of the endothelium depends on the level of fitness of athletes. Regular aerobic physical activity, which has a more moderate intensity, has a positive effect on endothelial function. Such a load contributes to the prevention of atherosclerosis, the restoration of normal endothelial function. High physical exercise cause the development of early atherosclerosis and thrombus formation, but also signs of the presence of the disease itself – thrombus formation.

It was also noted that the activity of the vascular endothelium in athletes is not associated with the direction of physical activity.

### **СТРАТЕГИИ ТРЕКИНГА ГЛАЗ ПРИ РАБОТЕ С ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ НА WEB-СТРАНИЦАХ С АНИМИРОВАННЫМИ РЕКЛАМНЫМИ БАННЕРАМИ**

**Звягина Наталья В.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова,  
Архангельск, Россия, [n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m397.sudak.ns2019-15/186>

Согласно статистическим данным на 2018 год, в мире около 3,4 миллиардов пользователей сети Интернет. Динамика развития интернет пространства характеризуется постоянно растущим трендом, в год количество пользователей увеличивается в среднем на 10%. В настоящее время многие услуги, образовательные и специальные рабочие программы реализуются online непосредственно в интернет среде. Неотъемлемой частью современных веб-сайтов являются рекламные баннеры, часто анимированные. Можно предположить, что их присутствие затрудняет восприятие и осмысление основной информации, отражаясь на параметрах движений глаз. Обследовано 45 соматически здоровых студентов Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (22 – мужского пола и 23 – женского) в возрасте 21,5 года. Исследование проводилось с соблюдением норм биомедицинской этики (Declaration of Helsinki and European Community directives, 8/609 EC). Изучали окуло-моторные реакции обследованных при восприятии тестовой информации разной сложности с web-страниц с анимированными баннерами. Статистический анализ изучаемых показателей проводился с использованием пакета прикладных программ SPSS 22.0 для Windows. Выявлено, что при восприятии веб-страниц с текстом большей сложности количество и длительность фиксаций, частота саккад достоверно выше, чем при зрительном восприятии менее сложной информации. При этом количество фиксаций, расположенных по периферии веб-страницы (на рекламных баннерах) уменьшается, что обосновано более детальным сканированием текста и глубоким анализом информации. Зафиксирована половая специфика при восприятии информации на web-страницах – у девушек восприятие более сложного текста сопровождается достоверно большим, по сравнению с юношами, количеством фиксаций и саккад, при достоверно меньшей продолжительности фиксаций. Наиболее распространенная стратегия зрительно-моторных реакций студентов при восприятии текстовой информации на веб-страницах с анимированными рекламными баннерами характеризуется сосредоточением статических и динамических компонентов трекинга глаз в поле текста и наличием незначительного количества малопродолжительных фиксаций и саккад на баннерах.

### **EYE TRACKING STRATEGIES WHEN WORKING WITH TEXT INFORMATION ON WEB PAGES WITH ANIMATED ADVERTISING BANNERS**

**Zvyagina Natalya V.**

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru)

According to statistics for 2018, there are about 3.4 billion Internet users in the world. The dynamics of the Internet space is characterized by an ever-growing trend. The number of users per year increases by an average of 10%. Currently, many services, educational and special work programs are implemented online directly in the Internet environment. An integral part of modern websites are advertising banners, often animated. It can be assumed that their presence makes it difficult to perceive and comprehend the basic information and affects the parameters of eye movements. 45 students (22 male and 23 female) of the Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov at the age of 21.5 years were examined. All patients were somatically healthy. The study was conducted in compliance with biomedical ethics (Declaration of Helsinki and European Community guidelines, 8/609 EC). We studied the oculomotor reactions of the examined in the perception of test information of varying complexity from web-pages with animated banners. Statistical analysis the studied parameters were carried out using the software package SPSS 22.0 for Windows. It is revealed that the perception of web pages with text of greater complexity, the number and duration of fixations, the frequency of saccades significantly higher than the visual perception of less complex information. At the same time, the number of fixations located on the periphery of the web page (on advertising banners) is reduced, which is justified by the need for more detailed text scanning and in-depth analysis of information. Sexual specificity is fixed at perception of information on web-pages – at girls in comparison with young men perception of more difficult text is accompanied authentically by a large number of fixations and saccades, at authentically smaller duration of fixations. The most common strategy of visual-motor reactions of students in the perception of text information on web pages with animated advertising banners is characterized by the concentration of static and dynamic components of eye tracking in the text field and the presence of a small number of short-term fixations and saccades on banners.

## **ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ БЕЗ ОШИБОК И СОДЕРЖАЩЕЙ ОШИБКИ У СТУДЕНТОВ**

**Звягина Н.В., Кузнецова Д.А.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова, Архангельск, Россия,  
n.zvyagina@narfu.ru, [merci.cafe@yandex.ru](mailto:merci.cafe@yandex.ru)

В настоящее время процесс чтения является предметом междисциплинарных когнитивных исследований с применением самых разнообразных подходов, включая исследования с регистрацией движений глаз. Нейронные механизмы обеспечения чтения тесно связаны с механизмами внимания, контроля движений глаз, распознавания зрительных образов и некоторых других психофизиологических процессов. При чтении незнакомых слов или слов с ошибками отмечается дополнительная нагрузка на рабочую память, что проявляется в увеличении времени чтения, возникновении трудностей при анализе языкового материала. Целью исследования является выявление особенностей окуло-моторных реакций при обработке текстовой информации без ошибок и с ошибками у студентов. В исследовании приняли участие 40 студентов – 20 респондентов мужского пола и 20 – женского. Участники исследования не имели патологий зрительной системы и соматически были здоровы. Стимульный материал состоял из трех текстов, которые предъявляли обследуемому последовательно, на экране монитора. Первый стимул представлял собой научно-популярный текст. Для следующего задания был использован похожий по конструкции и семантическому наполнению отрывок из научно-популярного издания, в который были внесены незначительные изменения: порядок расположения букв в середине слова был перепутан, при этом первые и последние буквы были не изменены. Третий стимульный образец представлял собой аналогичный второму текст, с правильным расположением букв в словах. В процессе решения зрительных задач осуществляли запись трекинга глаз с использованием установки iView X™ RED. Данные трекинга глаз анализировали с помощью программы SMI BeGaze. Статистический анализ изучаемых показателей проводили с применением пакета прикладных программ SPSS 22.0.

Выявлены статистически значимые различия статических и динамических показателей окуло-моторных реакций при чтении текстов у студентов. Определены достоверные различия временных параметров чтения текстов с нормальным и измененным порядком букв у студентов. Наибольшее количество времени потребовалось для чтения текста с ошибками, наименьшее – текстов с правильным расположением букв в словах. На основе индивидуального анализа трекинга глаз студентов наиболее распространенные стратегии зрительно-моторных реакций при восприятии информации сводятся к двум вариантам: внимательное чтение текста, сопровождающееся большим количеством длительных фиксаций и коротких саккад и «поверхностное» чтение текста сопровождающееся меньшим количеством фиксаций и саккад и снижением их длительности.

## **FEATURES OF VISUAL TEXT INFORMATION WITHOUT MISTAKES AND THE CONTAINING MISTAKES OF STUDENTS**

**Zvyagina N.V., Kuznetsova D.A.**

Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, n.zvyagina@narfu.ru,  
[merci.cafe@yandex.ru](mailto:merci.cafe@yandex.ru)

Currently, the process of reading is the subject of interdisciplinary cognitive research using a variety of approaches, including studies with the registration of eye movements. Neural mechanisms for providing reading are closely related to the mechanisms of attention, control of eye movements, recognition of visual images and some other psychophysiological processes. When reading unfamiliar words or words with errors, there is an additional load on the working memory, which is manifested in an increase in reading time, difficulties in analyzing language material. The aim of the study is to identify the features of ocular-motor reactions in the processing of textual information without errors and with errors in students. The study involved 40 students – 20 male and 20 female respondents. Study participants had no pathologies of the visual system and were somatically healthy. The stimulus material consisted of three texts that presented the subject sequentially on the monitor screen. The first stimulus was a popular science text. For the next assignment, an excerpt from a popular science publication was used, which was similar in design and semantic content, and minor changes were made: the order of letters in the middle of the word was confused, but the first and last letters were not changed. The third stimulus pattern was similar to the second text, with the correct arrangement of letters in words. In the process of solving visual problems, eye tracking was recorded using an iView X™ RED setup. Eye tracking data was analyzed using the SMI BeGaze software. Statistical analysis of the studied parameters was performed using the SPSS 22.0 application package.

Statistically significant differences in static and dynamic indicators of oculomotor reactions when reading texts from students are revealed. Significant differences in the temporal parameters of reading texts with students' normal and changed letter order are determined. The greatest amount of time was required to read the text with errors, the least – the texts with the correct arrangement of letters in words. Based on an individual analysis of tracking students' eyes, the most common strategies of visual-motor reactions in perceiving information are reduced to two options: careful reading of the text, accompanied by a large number of long fixations and short saccades and "superficial" reading of the text accompanied by a smaller number of fixations and saccades and a decrease in their duration.

## ГИПОТАЛАМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВОДНО-ЖЕЛУДОЧНОГО СФИНКТЕРА И АНТРАЛЬНОГО ОТДЕЛА ЖЕЛУДКА У КРОЛИКОВ В УСЛОВИЯХ ОСТРОГО ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Зенина О.Ю., Зенин Т.Т.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Тверь, Россия, o.zenina@bk.ru

<https://doi.org/10.29003/m398.sudak.ns2019-15/188-189>

**Цель:** изучить паттерны миоэлектрической активности пищевода-желудочного сфинктера (ПЖС) и антрального отдела желудка (АОЖ) у иммобилизованных кроликов в условиях острого эмоционального стресса.

**Материалы и методы:** синхронную регистрацию миоэлектрической активности ПЖС и антрального отдела желудка производили с помощью хронически имплантированных электродов у кроликов в условиях острой конфликтной ситуации, обусловленной невозможностью удовлетворения животными пищевой потребности при искусственно повышенном уровне пищевой мотивации. Статистической обработке подвергали временные параметры миоэлектрической активности ПЖС и АОЖ.

**Результаты:** установлено, что возникающее в процессе двухсторонней попеременной электростимуляции «центров голода» латерального гипоталамуса и предъявления иммобилизованным кроликам недостижимой пищи интенсивное нерезультативное пищедобывательное поведение сопровождается регулярной генерацией высокоамплитудных пачек пиковых потенциалов (ПП) мышцами ПЖС, о чем свидетельствует мономодальное распределение периодов пачкообразной ритмики ПП с максимумом в области 5,0-7,0 с и низкие величины коэффициента вариации (24 %). Частота генерации пачек ПП мышцами ПЖС на протяжении всего опыта составляет 9,3 цикл/мин, т.е. достоверно не отличается от величины этого показателя в процессе естественного результативного пищедобывательного поведения у кроликов, не испытывающих ограничений в локомоции ( $p > 0,05$ ).

Повышение интенсивности пищевой мотивации в процессе двухсторонней попеременной электростимуляции пищевых гипоталамических центров и возникающего при этом нерезультативного пищедобывательного поведения приводит к ускоренной смене бимодальных паттернов распределений периодов основного электрического ритма желудка на типичные для состояния голода в условиях двухсуточной пищевой депривации распределения трехмодального типа с максимумами в области 10-15, 28-36 и 46-51 с, а также к появлению эктопических очагов возбуждений в антральном отделе желудка.

Прекращение нерезультативного пищедобывательного поведения, обусловленное отменой предъявления иммобилизованным кроликам недостижимой пищи и раздражения ЛГ, не приводит к полному устранению острого эмоционального стресса, последствием которого аperiodически проявляется в виде дискоординации миоэлектрической активности и моторной функции ПЖС и АОЖ.

**Вывод:** полученные данные свидетельствуют об особо острой форме эмоционального стресса, возникающего в процессе нерезультативного пищедобывательного поведения при экстремально высоком уровне пищевого мотивационного возбуждения, который вызывает нарушения моторной функции желудка.

## HYPOTHALAMIC CONTROL OF MYOELECTRICAL ACTIVITY OF THE GASTROESOPHAGEAL SPHINCTER AND ANTRUM OF THE STOMACH IN RABBITS UNDER CONDITIONS OF ACUTE EMOTIONAL STRESS

Zenina Oksana Yu., Zenin Timofey T.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tver State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tver, Russia, o.zenina@bk.ru

**The objective:** to study the patterns of myoelectrical activity of the gastroesophageal sphincter and antrum of the stomach in immobilized rabbits under conditions of acute emotional stress.

**Materials and methods:** synchronous registration of myoelectrical activity of the gastroesophageal sphincter and antrum of the stomach produced using chronically implanted electrodes in rabbits under conditions of an acute conflict situation, due to the impossibility of satisfying animals of food need with artificially increased level of food motivation. The temporal parameters of myoelectrical activity of the gastroesophageal sphincter and antrum of the stomach were subjected to statistical analysis.

**Results:** it was found that arising in the process of bilateral alternate electrostimulation of "hunger centers" of the lateral hypothalamus and presentation of unachievable food to immobilized rabbits intensive non-productive food-producing behavior is accompanied by regular generation of high-amplitude peak-potential packs by the muscles of the gastroesophageal sphincter, as evidenced by the monomodal distribution of the periods of the rhythmic rhythms of peak potentials with a maximum in the range of 5.0–7.0 s and low coefficient of variation (24%). The frequency of generation of packs of peak potentials by the muscles of the gastroesophageal sphincter throughout the experiment is 9.3 cycles / min, i.e. it does not significantly differ from the value of this indicator in the process of natural food-producing behavior in rabbits that are not experiencing restrictions in locomotion ( $p > 0,05$ ). Increasing the intensity of food motivation in the process of bilateral alternate electrostimulation of food hypothalamic centers and the resulting ineffective food-acquiring behavior leads to an accelerated change of bimodal patterns of the distributions of the periods of the main electric rhythm of the stomach to typical for the state of hunger in conditions of two-day food deprivation of the three-modal type distributions with maxima in the region of 10–15, 28–36 and 46–51 s. and also to the appearance of ectopic foci of excitation in the antrum of the stomach. The termination of unsuccessful food-procuring behavior due to the cancellation of presentation of unattainable food and irritation of lateral hypothalamus of immobilized rabbits does not completely eliminate the acute emotional stress, the aftereffect of which aperiodically manifests itself in the form of discoordination of myoelectrical activity and motor function of the gastroesophageal sphincter and antrum of the stomach.

**Conclusion:** the data obtained indicate of a particularly acute form of emotional stress arising in the process of unsuccessful food-producing behavior with an extremely high level of food motivational excitation, which causes impairments of the motor function of the stomach.

### КВАНТОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ В ИЗУЧЕНИИ СОЗНАНИЯ

Зинченко Ю.П.<sup>1</sup>, Еськов В.М.<sup>2</sup>, Филатов М.А.<sup>2</sup>, Григорьева С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГУ "Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук", Сургут, Россия; [filatovmik@yandex.ru](mailto:filatovmik@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m399.sudak.ns2019-15/189-190>

Общеизвестно, что мозг имеет около 90 миллиардов нейронов, и определить их состояние одновременно невозможно. В этой связи возникает проблема описания такого сложного объекта в рамках принципа неопределенности квантовой механики. Последние годы в ряде работ (М.Б. Менский и др.) активно обсуждается возможность применения методов и подходов квантовой механики в описании сознания, мыслительной работы мозга. В этой связи возникает проблема: имеются ли определенные экспериментальные данные для квантово-механического подхода в психологии? Нами выполняется анализ параметров *электроэнцефалограмм* (ЭЭГ) и *электромиограмм* (ЭМГ) в виде переменной  $x(t)$  биопотенциалов мозга и мышц. Использовались электроэнцефалограф («Мицар-ЭЭГ 202») и электромиограф («Нейро-МВП-Микро») для получения переменных  $x(t)$  ЭЭГ и ЭМГ, которые обрабатывались традиционными статистическими методами и методами ТХС.

Исследования выполнены на 14-ти добровольцах, в рамках Хельсинкской декларации. У всех испытуемых (в спокойном состоянии, сидя) регистрировались ЭЭГ многократно (по 15 раз) за фиксированный интервал времени  $T$  с одной и той же области мозга. Полученные (непрерывно изменяющиеся в виде функций  $x=x(t)$ ) биопотенциалы мозга (ЭЭГ) квантовались, и дискретные значения  $x(t)$  в виде выборки ЭЭГ регистрировались в виде файлов ЭЭГ в ЭВМ. Для каждого испытуемого было получено по 15 таких файлов (с одной области мозга), и затем эти 15 разных выборок ЭЭГ статистически сравнивались (по критерию Вилкоксона  $P$ ) в виде матрицы парных сравнений выборок ЭЭГ. Если  $P_{jk} \geq 0,05$ , то считалось, что  $j$ -я и  $k$ -я выборки имеют одинаковую генеральную совокупность, т.е. они (эти выборки) статистически совпадают.

Анализ многочисленных выборок ЭЭГ и ЭМГ показал, что отсутствует статистическая устойчивость подряд получаемых выборок  $x_i$  от одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе), т.е. имеем непрерывный хаос и реверберации в виде биопотенциалов мозга и мышц. Введение хаоса и ревербераций в *искусственные нейросети* (ИНС) резко изменяет свойства ИНС. Такой режим моделирует сознание (работу мозга в режиме эвристики) и приближает нейросети мозга и их аналог (в виде ИНС) к квантово-механическим системам.

У квантовых объектов и сознания (с HCM) имеется много общего: невозможно произвольно повторить начальное ( $x(t_0)$ ) и конечное ( $x(t_k)$ ) состояния системы, выполняется принцип неопределенности на вариациях  $\Delta x_1$  и  $\Delta x_2$  для любой координаты гомеостаза (у нас это выборки ЭЭГ и ЭМГ). В сознании всегда имеется набор реализаций, но мы регистрируем на практике  $\Delta T$  только одну, конкретную реализацию (ЭЭГ или ЭМГ у нас). *Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 18-07-00161 А; № 18-07-00162 А*

### QUANTUM SUBMISSIONS IN THE STUDY OF CONSCIOUSNESS

Zinchenko Yuriy P., Yeskov Valeriy M., Filatov Mikhail A., Grigorieva Svetlana V.

<sup>1</sup>Moscow State University by M.V. Lomonosov, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Surgut, Russia; [filatovmik@yandex.ru](mailto:filatovmik@yandex.ru)

It is known that the brain has about 90 billion neurons. It is impossible to simultaneously determine their condition. Therefore, the problem arises of describing this complex object within the framework of the uncertainty principle of quantum mechanics. The last years in a number of works (M. B. Mensky and others) the possibility of applying the methods and approaches of quantum mechanics in describing the mind, mental work of the brain has been actively discussed. Consequently, it is necessary to find certain experimental data for the quantum-mechanical approach in psychology. Therefore, we performed an analysis of the parameters of *electroencephalograms* (EEG) and *electromyograms* (EMG) in the form of a variable  $x(t)$  of brain and muscle biopotentials. An electroencephalograph («Mitsar-EEG 202») and an electromyograph («Neuro-MVP-Micro») were used to obtain the variables  $x(t)$  of the EEG and EMG, which were processed using traditional statistical methods and methods of TCS.

14 people voluntarily participated in the study in the framework of the Helsinki Declaration. All subjects (in a calm state, sitting) repeatedly recorded EEG (15 times) for a fixed time interval  $T$  from the same brain area. The brain biopotentials obtained were quantized (EEG, continuously changed as functions  $x=x(t)$ ). Further, discrete values of  $x(t)$  in the form of EEG samples were recorded as EEG files in a computer. For each subject, 15 such files were obtained (from one area of the brain). Then these 15 different EEG samples were statistically compared (according to the Wilcoxon  $P$  test) as a matrix of paired comparisons of EEG samples. The  $j$ -th and  $k$ -th samples have the same general population, i.e. they (these samples) are statistically the same when  $P_{jk} \geq 0,05$ .

Analysis of numerous EEG and EMG samples showed that the statistical stability of the successively obtained samples  $x_i$  from the same test subject (in a constant homeostasis) is absent. Continuous chaos and reverberation in the form of brain and muscle biopotentials is demonstrated. Introducing chaos and reverberations into artificial neural networks (ANN) dramatically changes the properties of the ANN. Such a regime simulates consciousness (brain work in the heuristic mode) and brings the neural networks of the brain and their analogue (in the form of ANN) closer to quantum mechanical systems.

Quantum objects and consciousness have a lot in common: it is impossible to arbitrarily repeat the initial ( $x(t_0)$ ) and final ( $x(t_f)$ ) state of the system, the uncertainty principle on  $\Delta x_1$  and  $\Delta x_2$  variations is performed for any homeostasis coordinate (in our case, these are EEG and EMG samples). There is always a set of realizations in consciousness, but in practice we register only one, concrete implementation (in our case, it is EEG or EMG) for a certain period of time  $\Delta T$ .

*The work was carried out in accordance with RFBR grants №18-07-00161A; №18-07-00162A*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОДНОЙ ИММЕРСИИ НА КОРКОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ РУКИ У ОБЕЗЬЯН**

**Зобова Л.Н.<sup>1</sup>, Миллер Н.В.<sup>1</sup>, Рошин В.Ю.<sup>1,2</sup>, Бадаква А.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН», Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; Inz75@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m400.sudak.ns2019-15/190-191>

Ранее нами было показано, что создающая опорную разгрузку трехчасовая водная иммерсия по уровню шеи у обезьян оказывает заметное влияние на качественное изменение траекторий компьютерного курсора при выполнении двигательной задачи (перемещение курсора с помощью джойстика из центра экрана на одну из периферических мишеней). Это могло быть следствием изменения состояния нейронов первичной моторной коры (M1), дорзальной премоторной коры и париетальной коры, участвующих в планировании и контроле движений руки. Целью проведенного исследования была оценка воздействия трехчасовой водной иммерсии на изменение состояния нейронов представительства руки в M1 и на изменение траекторий движения курсора, отражающих влияние различных структур коры головного мозга на планирование и контроль движения руки обезьяны. Исследования, одобренные биоэтической Комиссией ГНЦ РФ – ИМБП РАН, проведены на двух обезьянах самцах *Macaca mulatta* массой 4 – 5 кг до и после двух сеансов иммерсии по уровню шеи с интервалом 2 недели. Для тестирования изменения состояния нейронов представительства руки в M1 обезьяны под влиянием иммерсии был применен анализ характеристик заранее определенных движений руки, вызываемых длительной микростимуляцией найденных точек M1. У обеих обезьян пороговые значения тока микростимуляции достоверно не изменились как после первой, так и после второй иммерсии. Эти результаты свидетельствуют об отсутствии влияния кратковременной опорной разгрузки на функциональное состояние нейронов представительства руки в M1. Оценка влияния иммерсии на траектории движения курсора во время выполнения двигательной задачи показала значительное и достоверное снижение показателя, характеризующего степень корректирующих влияний, после иммерсии и частичное восстановление через сутки у обеих обезьян. Известно, что сложное и требующее вычислений планирование движения управляется фронтальным путем, тогда как париетальный путь гарантирует альтернативный и более быстрый путь для приведения простых планов в действие. Учитывая простоту двигательной задачи в наших исследованиях, обнаруженные изменения траекторий движения курсора под влиянием иммерсии отражают ухудшение процессов планирования и контроля движения руки обезьяны в структурах париетальной коры, участвующих в выполнении двигательной задачи управления курсором с помощью джойстика.

*Работа выполнена в рамках темы РАН № 63.1*

### **STUDY OF THE WATER IMMERSION EFFECT ON THE CORTICAL MECHANISMS FOR THE CONTROL OF HAND MOVEMENTS IN MONKEYS**

**Zobova Ludmila N.<sup>1</sup>, Miller Natalia V.<sup>1</sup>, Roschin Vadim Y.<sup>1,2</sup>, Badakva Anatoli M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>State Research Center of RF – Institute of Biomedical Problems Russian Academy of Science, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology Russian Academy of Science, Moscow, Russia; Inz75@mail.ru

Previously, we have shown that the support unloading during the three-hour water immersion at the neck level in monkeys has a significant effect on the qualitative change in the trajectories of the computer cursor when performing a motor task (moving the cursor with a joystick from the center of the screen to one of the peripheral targets). This could be a result of changes in the state of neurons of the primary motor cortex (M1), dorsal premotor cortex and parietal cortex involved in the planning and control of hand movements. The aim of the study was to assess the impact of three-hour water immersion on changes in the state of neurons of the arm representation in M1 and the change in the trajectory of the cursor, reflecting the influence of different structures of the cerebral cortex on the planning and control of the movement of the monkey's hand. Studies approved by the bioethical Commission of SSC RF – IBMP RAS were carried out on two male *Macaca mulatta* monkeys weighing 4 – 5 kg before and after two sessions of immersion at neck level with an interval of 2 weeks. To test the changes in the state of neurons of the arm representation in M1 of the monkey under the influence of immersion, the analysis of the characteristics of pre-determined arm movements caused by long-term microstimulation of the found M1 points was applied. In both monkeys, the threshold values of the microstimulation current did not significantly change both after the first and after the second immersion. These results indicate the absence of the influence of short-term support unloading on the functional state of neurons of the arm representation in M1. Evaluation of the effect of immersion on the trajectory of the cursor during the motor task showed a significant decrease in the index characterizing the degree of corrective effects after immersion and partial recovery in a day in both monkeys. It is known that the frontal path controls complex and computationally demanding motion planning, whereas the parietal path guarantees an alternative and faster path for bringing simple plans into action. Given the simplicity of the

motor task in our studies, the detected changes in the trajectories of the cursor under the influence of immersion reflect the deterioration of the processes of planning and controlling the movement of the monkey's hand in the structures of the parietal cortex involved in the motor task of controlling the cursor using a joystick.

*The work was carried out within the theme of RAS № 63.1*

### ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ЭНДОГЕННЫХ ПСИХОЗОВ

**Зозуля С.А.<sup>1</sup>, Сарманова З.В.<sup>1</sup>, Захарова Н.В.<sup>2</sup>, Отман И.Н.<sup>1</sup>, Ключник Т.П.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научный центр психического здоровья", Москва, Россия; <sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения "Психиатрическая клиническая больница №1 им. Н.А. Алексеева Департамента здравоохранения г. Москвы", Москва, Россия; [s.ermakova@mail.ru](mailto:s.ermakova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m401.sudak.ns2019-15/191>

В настоящее время актуальным направлением исследований является поиск новых данных, расширяющих современные представления о роли иммунных механизмов (и в первую очередь, воспалительных факторов) в патогенезе шизофрении.

Цель данного исследования состояла в сравнительном анализе спектра иммунологических показателей, включающих воспалительные и аутоиммунные маркеры, у пациентов с разными фенотипами шизофрении в стадии обострения психического состояния.

Было обследовано 87 больных шизофренией (F20.0) в состоянии острого психоза в первые дни стационарного лечения (средний возраст  $28 \pm 3,8$  лет). В 52 наблюдениях (1-я группа) на первый план выступали параноидные феномены, у 35 больных (2-я группа) выявлялись выраженные психомоторные расстройства. Контрольную группу составили 37 здоровых добровольцев. Объективизация психического статуса проведена с помощью шкал PANSS, BFCRS, NSA-4. В плазме крови определяли активность воспалительных маркеров (лейкоцитарной эластазы и  $\alpha 1$ -протеназного ингибитора), а также уровни СРБ, ИЛ-6 и ИЛ-10. В качестве аутоиммунных маркеров определяли уровень антител к S-100b и ОБМ.

В выделенных группах пациентов отмечался высокий уровень активации иммунной системы, характеризующийся значительным повышением активности/уровня маркеров воспаления, а также повышением уровня антител к нейроантигенам в значительном проценте наблюдений (41% и 48% случаев). Выявлены количественные и качественные различия в анализируемом спектре иммунологических показателей для выделенных групп. Наибольшие различия касались коэффициента, отражающего протеазно-ингибиторный баланс (ЛЭ и  $\alpha 1$ -ПИ) (ПИК). В 1-й группе ПИК был смещен вправо (6,4) по отношению к контрольному диапазону (5,7-6,0), что свидетельствует о преобладании протеолитических реакций и высокой функциональной активности нейтрофилов в ходе развертывания воспалительной реакции. Во 2-й группе ПИК был смещен влево (4,6), что на фоне высокого уровня активации иммунной системы свидетельствует о снижении дегрануляционной активности нейтрофилов, и вероятно, отражает дисрегуляцию воспалительных реакций у больных шизофренией с выраженными психомоторными расстройствами. Взаимосвязь между ПИК и выраженностью психомоторных расстройств подтверждается результатами корреляционного анализа ( $R = -0,27$ ,  $p = 0,012$ ).

*Работа поддержана грантом РФФИ №17-29-02164.*

### IMMUNOLOGICAL MARKERS OF ENDOGENOUS PSYCHOSES

**Zozulya Svetlana A.<sup>1</sup>, Sarmanova Zoya V.<sup>1</sup>, Zakharova Natalya V.<sup>2</sup>, Otman Irina N.<sup>1</sup>, Klyushnik Tatyana P.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Mental Health Research Center" Moscow, Russia;

<sup>2</sup>State-Funded Health Institution "Mental-health Clinic No.1 named after N.A. Alexeev of Moscow Healthcare Department", Moscow, Russia; [s.ermakova@mail.ru](mailto:s.ermakova@mail.ru)

At the present time the search for new data that expands the understanding of the role of immune mechanisms (primarily inflammatory factors) in the pathogenesis of schizophrenia is the current direction of research. The purpose of this study was to compare the spectrum of immunological parameters including inflammatory and autoimmune markers in patients with different phenotypes of schizophrenia in the stage of exacerbation of the mental state.

A total of 87 patients with schizophrenia (F20.0) aged  $28 \pm 3.8$  years in a state of acute psychosis in the first days of inpatient treatment were examined. In 52 cases (group 1) paranoid phenomena came to the fore, in 35 patients (group 2) pronounced psychomotor disorders were detected. The control group consisted of 37 healthy volunteers. Objectification of mental status was carried out using the PANSS, BFCRS, NSA-4 scales.

The plasma activity of inflammatory markers (leukocyte elastase (LE) and  $\alpha 1$ -proteinase inhibitor ( $\alpha 1$ -PI)) as well as the levels of CRP, IL-6 and IL-10 was measured. The level of antibodies to neuroantigens S-100b and MBP was determined as autoimmune markers.

Selected groups of patients are characterized by high level of activation of the immune system, characterized by significant increase in the activity / level of inflammatory markers as well as an increase in the level of antibodies to neuroantigens in significant percentage of observations (41% and 48% of cases). The quantitative and qualitative differences in the analyzed spectrum of immunological parameters for the selected groups were revealed. The most significant difference relates to the coefficient reflecting the protease-inhibitor balance (PE and  $\alpha 1$ -PI) (PIC). In group 1 the PIC is shifted to the right (6.4) with respect to the control range (5.7-6.0), which indicates the prevalence of proteolytic reactions and high functional activity of neutrophils during the deployment of the inflammatory reaction. In group 2 the PIC is shifted to the left (4.6), which is accompanied by the high level of activation of the immune system and indicates a reduction of neutrophil degranulation activity and probably reflects the dysregulation of inflammatory reactions in patients with schizophrenia with psychomotor disorders. The correlation between the PIC and the severity of psychomotor disorders is confirmed by the correlation analysis ( $R = -0.27$ ,  $p = 0,012$ ).

*This work was supported by RFBR grant №17-29-02164.*



## АКУСТИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ КОММУНИКАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЕЛЬФИНОВ

Иванов М.П.<sup>1</sup>, Толмачев Ю.А., Бибииков Н.Г.<sup>2</sup>, Данилов Н.А.<sup>3</sup>, Соколов П.А.<sup>3</sup>, Романов Б.М.<sup>4</sup>,  
Красницкий Б.Ю.<sup>4</sup>, Стефанов В.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Акционерное общество  
Акустический институт имени академика Н.Н. Андреева, Москва, Россия; <sup>3</sup>Государственный научно-  
исследовательский институт прикладных проблем, Санкт-Петербург, Россия; <sup>4</sup>Карадагская научная  
станция им. Т.И. Вяземского РАН, Крым; [20mivanov@mail.ru](mailto:20mivanov@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m402.sudak.ns2019-15/192-193>

Акустический канал китообразных является наиболее информативным, поэтому акустический репертуар зубатых китов самый разнообразный по сравнению с другими млекопитающими. Сигналы, излучаемые животными, выполняют различные функции: ориентацию, обнаружение, распознавание и коммуникативную функцию. Разнообразие функций усложняет идентификацию акустических сигналов. Полоса частот излучаемых дельфином сигналов больше 200 кГц, при этом разнообразие сигналов включает в себя ультракороткие импульсы длительностью менее  $6 \div 20$  мкс (УКИ), длинные частотно-модулированные (ЧМ) сигналы длительностью более 100 мс, комбинации УКИ в пакеты, комбинации пакетов УКИ, смешанные сигналы, состоящие из пакетов УКИ и ЧМ сигналов. Все эти сигналы группируются в серии, а некоторые комбинации сигналов излучаются одновременно. Чтобы разобраться в этом потоке акустического разнообразия, необходимо иметь широкополосную многоканальную систему регистрации с гидрофонами. Это подразумевает создание алгоритмов и программного обеспечения для регистрации сигналов на цифровой носитель больших информационных объемов, а также разработку методики физиологического эксперимента с провокацией коммуникативного поведения, основанной на акустических и видеосенсорных стимулах, которые синхронизированы с потоком УКИ сигналов. Видеосенсорные стимулы проецируются на подводном мониторе с возможностью видеофиксации и проецирования изображения с видеокамеры. Акустический стимул формируется с помощью специальных гидроакустических средств формирования сложных сигналов. В результате проведения ряда экспериментов с комбинациями различных фрагментов видеоряда и акустической стимуляции зарегистрированы потоки коммуникационных сигналов. В данном наборе количество УКИ, связанных с эхолокацией, сведены к минимуму. Этот минимальный ряд УКИ фильтруется с помощью сравнения потоков по каналам. В результате, для окончательной обработки информационного потока остаются только пакеты УКИ с время импульсной модуляцией с переменной длительностью и паузами. На заключительном этапе последовательных фильтраций по каналам, информационный поток транспонируется в низкочастотную область. В окончательном варианте остаются серии пакетов, состоящих из пакетов УКИ импульсов и длинных ЧМ импульсов. Предполагается, что вложенный в пакет УКИ длинный ЧМ импульс необходим для акустической идентификации особи. Доказательством данного предположения являются результаты выделенных серий коммуникационных сигналов самки и самца дельфинов (*Delphinapterus leucas*), участвующих в этих экспериментах. В этих сериях все пакеты УКИ, принадлежащие самке имеют сложный процесс модуляции несущей, состоящей из отрезка с псевдо синусоидальным законом изменения несущей, а у самца все пакеты имеют сигналы с ЧМ, но с минимальной девиацией несущей.

## ACOUSTIC SIGNALS OF DOLPHIN COMMUNICATION INTERACTION

Ivanov Mikhail P<sup>1</sup>, Tolmachev Yury A.<sup>1</sup>, Bibikov Nikolai G.<sup>2</sup>, Danilov Nikolai A.<sup>3</sup>, Sokolov Pavel A.<sup>3</sup>, Romanov Boris M.<sup>4</sup>, Krasnitsky Boris Yu.<sup>4</sup>, Stefanov Vasyli E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Joint Stock Company Acoustic Institute named after  
academician N.N. Andreeva, Moscow, Russia; <sup>3</sup>State Research Institute for Applied Problems, St. Petersburg,  
Russia; <sup>4</sup>Karadag Scientific Station. T.I. Vyazma RAS, Crimea; [20mivanov@mail.ru](mailto:20mivanov@mail.ru)

The acoustic channel of cetaceans is the most informative one. That is why the acoustic repertoire of toothed whales is the most diverse in comparison with other mammals. Signals emitted by animals perform various functions: orientation, detection, recognition and communication. The variety of functions complicates the identification of acoustic signals. The frequency band emitted by dolphin signals is greater than 200 kHz. The variety of their signals includes ultrashort pulses of duration less than  $6 \div 20$   $\mu$ s (USP), long frequency-modulated (FM) signals longer than 100 ms, combinations of USP packages, combinations of USP packages, mixed signals consisting of packets of USP and FM signals. All these signals are grouped in a series, and some combinations of signals are emitted simultaneously. To understand this flow of acoustic diversity it is necessary to have a broadband multichannel registration system with hydrophones. It implies that one should elaborate algorithms and software ensuring registration of signals to the digital media of large information volumes and develop a method of physiological experiment with the provocation of communicative behavior based on acoustic and video sensory stimuli, which are synchronized with the flow of the USP signals. Video sensory stimuli are projected on the underwater monitor with the possibility of video fixation and image projecting from the video camera. Acoustic stimulus is formed by special hydro acoustic means generating complex signals. As a result of a series of experiments with combinations of various fragments of video series and acoustic stimulation, the streams of communication signals are registered. In this set, the number of USP associated with echolocation is minimized. The minimum number of USP is filtered by means of channel comparison. As a result, for the final processing of the information flow only the packages of USP with the time of pulse modulation with variable duration and pauses remain. At the final stage of successive filtering by channels, the information flow is transposed into the low-frequency region. In the final version, a series of packets consisting of pulses of ultrashort pulses and long FM pulses remain. It is assumed that the long FM pulse embedded in the USP package is necessary for the acoustic identification of the individual. The proof of this assumption is the results of the isolated series of communication signals of the female and male dolphins (*Delphinapterus leucas*) participating in these experiments. In these series, all USP packets belonging to the female have a complex carrier modulation process, consisting of a segment with

the pseudo-sinusoidal law of carrier variation. In a series of packets belonging to the male, all packets have signals from the FM, but with minimal carrier deviation.

### ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ДВИЖЕНИЙ

**Игнатенко А.П., Повторейко В.В., Журавлева А.В., Мандрыка И.А.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [blondy0606@yandex.ru](mailto:blondy0606@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m403.sudak.ns2019-15/193-194>

Организация произвольных движений человека всегда происходит с участием сознания, т.е. это область работы мозга как *центральной нервной системы* (ЦНС). Осознанные движения, несмотря на участие сознания, ЦНС и их организации, все-таки происходят хаотически. После доказательства эффекта Еськова-Зинченко в организации движений (когда выборки *треморграмм* (ТМГ) или *теппинграмм* (ТПГ) не могут быть произвольно повторены) мы приходим к отрицанию любых возможностей (описанию любых движений) методов традиционной статистики. Этот эффект доказывает отсутствие однородности выборок ТМГ и ТПГ как одного испытуемого (в неизменном гомеостазе), так и группы (якобы с одинаковым гомеостазом) испытуемых.

Возникает закономерный вопрос: чем обусловлен такой хаос (статистическая неустойчивость) полученных подряд выборок ТМГ или ТПГ? Какова первопричина такого хаоса в организации движений? Напомним, что организация любого движения начинается с ЦНС, с работы *нейросетей мозга* (НСМ) человека. Далее, управление передается на спинальный уровень, где работают рецепторы (афференты) и эфференты (включая вставочные нейроны спинного мозга). В итоге, НСМ запускает работу мышц, которую мы можем наблюдать как *электромиограммы* (ЭМГ). Конечное звено работы системы организации движений – это работа самой биомеханической системы (включая костный аппарат, кожу, сосуды и т.д.). Для этой системы мышцы являются мотором, но в итоге мы регистрируем активность последнего кластера – самой биомеханической системы.

Учитывая такую трехкластерную систему организации движений (как произвольных – ТПГ, так и произвольных – ТМГ), мы ставим сейчас сложную проблему возникновения и организации статистической неустойчивости выборок ТМГ и ТПГ. Подчеркнем, что произвольные движения (теппинг) отличаются от произвольных движений (тремор) числом  $k$  пар выборок в матрицах парных сравнений выборок. Обычно для тремора эти  $k_1 \leq 5$  (из всех 105 разных пар сравнения), а для теппинга обычно  $k_2 \leq 15$ , т.е.  $k_2/k_1 \approx 3$ . Это и есть цена участия сознания в организации различных видов движения.

В ходе анализа *электроэнцефалограмм* (ЭЭГ) и ЭМГ нами было установлено, что ЭЭГ обычно показывает  $k_4 \leq 35$ . Это высокий процент, но он очень далек от 95%, которые обычно требуют в стохастике для неизменности выборок. Даже при переходе на спинальный уровень ЭМГ уже дает  $k_3 \leq 12$ , что почти в 3 раза меньше, чем мы имеем в матрицах для ЭЭГ. В итоге, мы высказываем гипотезу о градуальном нарастании хаоса в организации биомеханических систем. Отметим, что это впервые доказал В.В. Еськов на примере организации работы *сердечно-сосудистой системы* (ССС). Хаос градуально нарастает и для СССР, и для системы организации движений.

### HIERARCHICAL SCHEME OF THE ORGANIZATION OF MOVEMENTS

**Ignatenko Artem P., Povtoreyko Viktoria V., Zhuravleva Anastasia V., Mandryka Igor A.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [blondy0606@yandex.ru](mailto:blondy0606@yandex.ru)

The organization of voluntary movements of a human always occurs with the participation of consciousness, i.e. this is the area of the brain as part of the *central nervous system* (CNS). However, conscious movements are still organized chaotically. In the field of biomechanics, the effect of Eskov-Zinchenko was proved. From the point of view of this effect, it is impossible to repeat randomly sampling of *tremorograms* (TMG) or *tappinggrams* (TPG). This effect proves the lack of homogeneity of the TMG and TPG samples for one subject (in unchanged homeostasis) and for the group of subjects (conventionally with the same homeostasis). Consequently, the methods of traditional stochastics cannot describe any kind of movements.

Therefore, it is necessary to find the cause of this chaos and statistical instability of consecutive samples of TMG or TPG. Recall, that the organization of any movement begins with the central nervous system, with the work of human brain neural networks of a human. Further on, motion control is transferred to the spinal level, where the receptors (afferents) and efferents (including intercalary neurons of the spinal cord) work. As a result, the neural network of the brain starts the work of the muscles (*electromyograms* – EMG). The final link in the work of the system of organization of movements is the work of the biomechanical system (including the skeleton bones, skin, blood vessels, etc.). Muscles are the motor of the system. However, as a result, we register the activity of the last cluster, i.e. biomechanical system.

Therefore, the system of organization of movements is represented by three clusters (both for voluntary movements – TPG, and for involuntary movements – TMG). Therefore, it is necessary to solve the problem of the emergence and organization of statistical instability of TMG and TPG samples. We emphasize that voluntary movements (tapping) have a different number of  $k$  pairs of samples in the matrices of paired comparisons of samples as compared with involuntary movements (tremor). Typically, for tremor, the number is  $k_1 \leq 5$  (of all 105 different pairs of comparison), and for tapping, the number is  $k_2 \leq 15$ , i.e.  $k_2 / k_1 \approx 3$ . This is the share of consciousness in the organization of various types of movement.

As a result of the analysis of *electroencephalograms* (EEG) and EMG, we found that the EEG shows  $k_4 \leq 35$ . This is a high percentage, but less than 95%, which is necessary in the stochastic for immutability of samples. Even when switching to the spinal level, EMG has  $k_3 \leq 12$ , which is almost 3 times less than what we have in the EEG matrices. As a result, we put forward hypothesis about a gradual increase in chaos in the organization of

biomechanical systems. Note that this was first proved by V.V. Eskov on the example of the organization of the cardiovascular system. Chaos is gradually increasing for both the cardiovascular system and the system of organization of movements.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ И НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ У МЫШЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ИНДУЦИРОВАННЫЙ СЕПСИС**

**Илюкина Н.А.<sup>1</sup>, Заборская О.Г.<sup>1,2</sup>, Белоусова И.И.<sup>2</sup>, Старкина О.В.<sup>1</sup>, Василев Ч.Л.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, Россия; [letjagaletjaga@yandex.ru](mailto:letjagaletjaga@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m404.sudak.ns2019-15/194>

Сепсис как результат мощного неконтролируемого воспалительного ответа иммунной системы против патогенов является одной из основных причин смерти в мире. Специфических лекарственных средств для лечения сепсиса пока не существует. Терапевтический потенциал имеют иммуноглобулиновые препараты для венозного введения с дополнительно увеличенной полиспецифичностью. Но даже после перенесенной болезни состояние пациентов остается под пристальным вниманием врачей, так как после тяжелого сепсиса у людей развиваются иммунологические осложнения, когнитивные и физические нарушения.

Чтобы исследовать механизмы, лежащие в основе когнитивных нарушений у выживших после сепсиса пациентов, была разработана мышьяная модель экспериментально индуцированного полибактериального сепсиса.

Целью настоящей работы является изучение когнитивных и неврологических последствий у мышей, перенесших экспериментально индуцированный сепсис. В связи с этим были поставлены следующие задачи: оценить процент выживших после сепсиса животных, провести визуальную оценку общего здоровья животных, исследование сенсорных функций согласно модифицированному протоколу SHIRPA, оценить функциональное состояние нервной системы в тесте «открытое поле», ситуативную тревожность в тесте «свет-темнота», координацию движений и мышечный тонус в тесте вращающегося стержня («ротарод»), когнитивные изменения в тесте «объектное распознавание».

Полибактериальный сепсис вызывали посредством внутрибрюшинных инъекций человеческого биоматериала самцам мышей Balb/c. Контрольные животные получали инъекции физиологического раствора. Оценку поведения проводили спустя 4 недели после заражения. Моделирование полибактериального сепсиса не вызывало изменений двигательной и ориентировочно-исследовательской активности в тесте «открытое поле», а также не влияло на латентный период перехода в темный отсек, время нахождения в светлом и темном отсеках, количество переходов между отсеками в тесте «свет-темнота», что свидетельствует об отсутствии влияния сепсиса на показатели тревожности. Однако моделирование сепсиса вызвало снижение латентного периода падения по сравнению с контрольной группой в тесте «ротарод».

Таким образом, моделирование полибактериального сепсиса привело к снижению координации движений и мышечного тонуса у мышей, но не влияло на уровень тревожности, двигательной и ориентировочно-исследовательской активности животных.

### **COGNITIVE AND NEUROLOGICAL EFFECTS OF EXPERIMENTALLY INDUCED POLYMICROBIAL SEPSIS IN MICE**

**Ilyukina Natalia A.<sup>1</sup>, Zaborskaya Olga G.<sup>1,2</sup>, Belousova Irina I.<sup>2</sup>, Starkina Olga V.<sup>1</sup>, Vassilev Tchavdar L.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>2</sup>Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia; [letjagaletjaga@yandex.ru](mailto:letjagaletjaga@yandex.ru)

Sepsis as a result of a powerful uncontrolled inflammatory response of the immune system to pathogens is one of the leading causes of death in the world. Specific drugs for the treatment of sepsis do not exist yet. Intravenous immunoglobulin preparations with additionally increased polyspecificity have a therapeutic potential nowadays. But even after the illness, a patient remains under their doctor's scrutiny since after severe sepsis, people develop immunological complications, cognitive and physical impairment.

In order to investigate the mechanisms underlying cognitive impairment in patients who survived sepsis, a mouse model with experimentally induced polymicrobial sepsis was developed.

The purpose of this work is to research some cognitive and neurological effects in sepsis surviving mice. In that regard, the following tasks were set: to evaluate the percentage of animals that survived sepsis, to conduct a visual assessment of the animals general health, to study sensorimotor functions according to the modified SHIRPA protocol, to evaluate the functional state of the nervous system in an open field test, situational anxiety in a light-dark test, coordination of movements and muscle tone in a rotarod test, cognitive changes in an object recognition test.

Polymicrobial sepsis was caused by intraperitoneal injections of human biomaterial to male Balb/c mice. The control animals received saline injections. Behavior assessment was performed 4 weeks after infection. Polymicrobial sepsis modeling did not cause any changes in motor and exploratory activity in the open field test, and did not affect the latency to enter the dark compartment in the light-dark test, the time spent in the light and dark compartments, the number of transitions between the compartments, which indicates the absence of the effect of sepsis on anxiety. However, sepsis modeling caused a decrease in the latency to fall compared to the control group in the rotarod test.

Taken together, the simulation of polymicrobial sepsis led to a decrease in motor coordination and a muscle tone in mice, but did not affect the level of anxiety, motor and exploratory activity of animals.

## ЭКСПРЕССИЯ АНТИГЕНА NEUN В НЕПИРАМИДНЫХ НЕЙРОНАХ ГИППОКАМПА

Ильясов И.О.<sup>1</sup>, Суфиева Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия.

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия, [ilyasov.igor.99@mail.ru](mailto:ilyasov.igor.99@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m405.sudak.ns2019-15/195>

Гиппокамп является ключевым звеном формирования памяти. Сообщаясь с корой головного мозга через перфорантный путь, гиппокамп преобразует кратковременную память в долговременную, путем усиления и ингибирования соответствующих афферентных путей, идущих к разным областям коры. Хорошо изучены пирамидные нейроны и клетки-зерна областей гиппокампа, однако для многих интернейронов не вполне ясны выполняемые ими функции, для некоторых не определен эфферентный путь. Считается, что в гиппокампе большинство интернейронов (непирамидных нейронов) не идентифицировано. Изучение этих клеток может дать бесценный материал для понимания механизма формирования памяти, и разработки методов лечения болезней ЦНС. Предметом изучения стала экспрессия ядерного белка NeuN. Реакция на NeuN сопоставлялась с реакцией на типичный маркер интернейронов – NO-синтазу (NOS). Цель исследования состояла в определении непиримидных нейронов гиппокампа, экспрессирующих ядерный антиген NeuN. Предметом исследования стал головной мозг половозрелых самцов-крыс породы Вистар (n=6). Для выявления антигенов NeuN и NOS применяли методы иммуногистохимии. Использовали антитела к NeuN (Chemicon, США) и NOS (SpringBioscience, США). Число непиримидных интернейронов, идентифицированных при реакции на NeuN, сравнивалось с количеством непиримидных нейронов при реакции на NOS. Подсчет клеток производился в программе Fiji (ImageJ) в плагине CellCounter. В ходе проведенного исследования установлено, что большая часть клеток, экспрессирующих NeuN, расположена в молекулярном, лакунарном и радиальном слоях области CA1. В полиморфном слое той же зоны их число меньше. Ещё меньшее число клеток в поверхностных слоях и в полиморфном слое CA3. Реакция на NOS дала аналогичный результат для поверхностных слоев областей CA1 и CA3, но интернейроны полиморфных слоев обеих зон гиппокампа либо не окрашиваются антителами вообще, как в области CA3, либо встречаются крайне редко, как в области CA1. Большая часть интернейронов поверхностных слоев находится в верхней части радиального слоя и окрашивается только при реакции на NeuN. Таким образом, было установлено, что 1) NO-синтаза не характерна для непиримидных нейронов полиморфного слоя; 2) большая часть непиримидных нейронов располагается в CA1 области гиппокампа.

## EXPRESSION OF NUCLEAR ANTIGEN NEUN IN HIPPOCAMPUS NON-PYRAMIDAL NEURONS

Ilyasov Igor O.<sup>1</sup>, Sufieva Dina A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Institute of Experimental Medicine, Saint Petersburg, Russia  
[ilyasov.igor.99@mail.ru](mailto:ilyasov.igor.99@mail.ru)

The hippocampus is an essential link in memory formation. Communicating with cerebral cortex via the perforant pathway, hippocampus convert short-term memory into long-term memory by enhancing or inhibiting of afferent pathways leading to the different cerebral cortex regions. Though grain cells and pyramidal neurons of the hippocampus zones are well studied, the functions of many interneurons are not entirely clear, for some interneurons the efferent pathways are not defined. It is believed that most interneurons (non-pyramidal neurons) in the hippocampus have not yet been identified at all. The study of these cells can provide invaluable material for understanding the mechanism of memory formation, and developing of methods for treating diseases of the central nervous system. The research was aimed at the study of the expression of the nuclear protein NeuN. The reaction to NeuN was compared with the reaction to a typical marker of interneurons – NO synthase (NOS). The goal of the investigation was to identify hippocampus non-pyramidal neurons expressing the nuclear antigen NeuN. Brain of adult male Wistar rats (n=6) was studied. Immunohistochemistry method was used to detect NeuN and NOS antigens. Antibodies against NeuN (Chemicon, USA) and NOS (Spring Bioscience, USA) were used. The number of non-pyramidal interneurons which were identified in the reaction to NeuN was compared with the number of non-pyramidal neurons in reaction to NOS. Cell counting was performed using the Fiji software (ImageJ) in the Cell Counter plugin. The study found that most of the cells expressing NeuN are located in the molecular, lacunary and radial layers of the hippocampus CA1 region. In the polymorphic layer of the same zone, their number was less. Even fewer cells were found in the surface layers and in the polymorphic layer of CA3 zone. In the surface layers of the CA1 and CA3 areas the reaction to NOS was the same. However, in the polymorphic layers of both hippocampus zones most interneurons were immunonegative for NOS antibodies (as in the CA3 region), only single cells were detected (as in the CA1 region). Most interneurons of the surface layers are located in the upper part of the radial layer. These mostly horizontally oriented cells are located in the Schaffer collaterals area, and immunopositive only for NeuN. It should be noticed that interneurons of pyramidal layer are NOS immunopositive, but when study reaction to NeuN due to inability to distinguish these cells from NeuN-positive pyramidal neurons, these group of cells hasn't been analyzed. Thus, it was found that: 1) NO synthase is not typical for non-pyramidal neurons of the polymorphic layer; 2) most non-pyramidal neurons are located in the hippocampus CA1 region.

## О НЕКОТОРЫХ НОВЫХ АСПЕКТАХ РЕГИСТРАЦИИ И АНАЛИЗА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ионкина Е.Г.<sup>1</sup>, Колчин А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия; [helena.ionkina@sechenov.ru](mailto:helena.ionkina@sechenov.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия; [akolchin@madi.ru](mailto:akolchin@madi.ru)

<https://doi.org/10.29003/m406.sudak.ns2019-15/196>

Разработана, собрана и отлажена портативная установка для регистрации электрической активности головного мозга. Важными характеристиками установки являются высокая чувствительность ( $\mu\text{V}$ ), высокое разрешение измерений (частота дискретизации до 100 кГц на канал), отсутствие каких-либо фильтров входного сигнала в составе как АЦП, так и усилителей, что ведет к практическому отсутствию потерь аналоговых данных при регистрации биоэлектрической активности головного мозга в режиме реального времени. Предотвращение искажения регистрируемого сигнала в условиях интенсивного электромагнитного загрязнения окружающей среды обеспечивается многослойным экранированием аналоговой части и питанием всей установки от автономного источника постоянного тока. Все исследования проводились на самцах крыс линии Wistar согласно принципам GLP.

Управление стимулирующими импульсами, подаваемыми на экспериментальное животное через токовый изолятор A365D (World Precision Instruments, Inc.), регистрация электрофизиологических данных с использованием 16-канального АЦП usbdx-fast (Incite Technology, Ltd.) и наблюдение регистрируемой электроэнцефалограммы осуществляются микрокомпьютерами типа Raspberry Pi 3B+ архитектуры ARM, имеющими исчерпывающе документированный интерфейс ввода/вывода общего назначения (General Purpose Input/Output, GPIO), помещенными в металлический корпус, под управлением Raspbian Linux с необходимыми модификациями, с использованием открытого программного обеспечения проекта Comedi. Благодаря наличию открытых исходных текстов как библиотек, так и микропрограммного обеспечения АЦП, во время экспериментов были успешно за минимальный срок внесены необходимые изменения и доработки. Для взаимодействия пользователя с компьютерами, входящими в состав установки, используется модуль экрана/клавиатуры типа Motorola LapDock.

С использованием библиотеки FFTW (Massachusetts Institute of Technology) для вычисления дискретного преобразования Фурье и ряда комплексных вейвлет-преобразований реализованы визуализация и анализ изменений спектра электроэнцефалограммы в зависимости от времени.

Совокупность решений, примененных при сборке, настройке и практическом использовании установки, позволяет решать широкий круг задач в области электрофизиологии.

## SOME NEW ASPECTS IN ACQUISITION AND ANALYSIS OF BRAIN ELECTRICAL ACTIVITY

Ionkina Helena G.<sup>1</sup>, Kolchin Andrei V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I. M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia; [helena.ionkina@sechenov.ru](mailto:helena.ionkina@sechenov.ru)

<sup>2</sup>Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI), Moscow, Russia; [akolchin@madi.ru](mailto:akolchin@madi.ru)

We developed, implemented, and fine-tuned a portable system for acquisition of the electrical activity of a brain. The key features of the system consist of the following: high sensitivity ( $\mu\text{V}$ ); high-resolution measurement (discretisation up to a hundred kHz per channel); presence of no filters of the input signal in both the analogue-to-digital converter and amplifier modules; this results in the near absence of analogue data loss while acquiring the real time brain bioelectrical activity. The problem to prevent garbling of the input data due to intense electromagnetic pollution of the environment was solved by making use of a multilayer shielding of the analogue part of the system and by using an autonomous direct current source to feed the whole system. All investigations were carried out on male Wistar rats in compliance with the GLP principles.

The management of the stimuli routed to an experimental animal via the constant current isolator unit A365D (World Precision Instruments, Inc.), the acquisition of electrophysiological data with the use of a 16-channel analogue-to-digital converter usbdx-fast (Incite Technology Ltd.), and the visualisation of the acquired electroencephalogram are carried out by Raspberry Pi 3B+ ARM microcomputers (shielded in metal enclosures) with well-documented General Purpose Input/Output (GPIO) interface loaded with modified Raspbian Linux with the Comedi project open-source software. Since the software and firmware we use is open source, we were able to make a series of necessary alterations in a minimal time. The Motorola LapDock display/keyboard module is used to operate the system.

With the use of the FFTW library (Massachusetts Institute of Technology) to implement the discrete Fourier transformation and a series of complex wavelet transformations, we are able to view and analyse the spectrum of the electroencephalogram we acquire.

The complex of solutions we have used while developing and setting up this system allow us to deal with a wide range of problems of electrophysiology.

## **МЕДИЦИНСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ: ЗНАЧЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ САМОРЕГУЛЯЦИИ В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ПОДРОСТКОВ СО СКОЛИОЗОМ**

**Ишинова В.А., Митякова О.Н., Сеницын И.В., Громакова С.В.**

ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты РФ, Санкт-Петербург, Россия, e-mail: [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

В рамках медицинской реабилитации (МР) в раннем послеоперационном периоде (РПП) большое значение имеет применение как инвазивных так и неинвазивных методов лечения.

Цель работы: исследовать динамику изменения интенсивности боли в раннем послеоперационном периоде подростков со сколиозом под влиянием эмпатотехники и изменение их эмоционального состояния (тревожность, враждебность, депрессия).

Материалы и методы. В обследовании принимали участие 22 подростка в возрасте от 11 до 17 лет, страдающих тяжелой сколиотической деформацией позвоночника. Интенсивность боли (Б) до операции, а также в РПП до и после окончания сеанса эмпатотехники в течение трех дней после операции и в конце курса МР, использовали ЧРШБ (числовая рейтинговая шкала боли). Наряду с использованием эпидурального обезболивания в первые, вторые и третьи сутки, применяли метод психофизиологической саморегуляции «Эмпатотехника». Для выявления уровней тревожности (ANX), враждебности (HOS) и депрессии (DEP) использовали опросник SCL-90-R. Проводилась статистическая обработка полученных результатов.

Результаты и их обсуждение. До операции на фоне боли умеренного уровня ( $5,03 \pm 0,27$ ) выявлены повышенные значения ANX ( $0,46 \pm 0,09$ ), HOS ( $0,43 \pm 0,09$ ), DEP ( $0,50 \pm 0,12$ ). После операции перед сеансом эмпатотехники на фоне эпидурального обезболивания интенсивность Б соответствовала сильной степени ( $7,11 \pm 0,37$ ), после сеанса снизилась до умеренного уровня ( $4,58 \pm 0,41$ ). На 2-й (до= $5,35 \pm 0,37$ ; после =  $4,80 \pm 0,29$ ) и 3-й (до  $3,81 \pm 0,48$ ; после  $3,00 \pm 0,36$ ) дни отмечалась та же динамика. Достоверное снижение уровней ANX ( $0,17 \pm 0,05$ ), HOS ( $0,28 \pm 0,09$ ), DEP ( $0,31 \pm 0,08$ ) в конце курса МР сопровождалось значительным снижением интенсивности Б до ( $2,43 \pm 0,41$ ) и после ( $1,53 \pm 0,24$ ) последнего сеанса. Таким образом, несмотря на проведение эпидуральной анальгезии в первые три дня после операции отмечалось наличие боли высокой степени интенсивности. Применение эмпатотехники позволило снизить ее интенсивность до умеренного уровня в первые три дня, а к концу курса МР – уменьшить до незначительного, что сопровождалось улучшением эмоционального состояния подростков. Полученные результаты подтверждают необходимость включения метода психофизиологической саморегуляции в комплексную программу медицинской реабилитации в РПП.

## **MEDICAL REHABILITATION: THE SIGNIFICANCE OF SELF-REGULATION IN ADOLESCENTS WITH SCOLIOSIS DURING EARLY POSTOPERATIVE PERIOD**

**Ishinova Vera A., Mityakova Olga N., Sinitsyn Igor V., Gromakova Svetlana V.**

Federal Scientific Disabled Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht, St. Petersburg, Russia  
[vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Not only invasive methods but also non-invasive methods are of great importance at early postoperative period (EPP) during medical rehabilitation (MR).

Objective: to research the dynamics of change of pain intensity in adolescents with scoliosis during early postoperative period using Empatho-technique and the change of their emotional state (anxiety, depression, hostility).

Materials and methods: 22 adolescents aged 11 to 17, suffering from heavy scoliosis deformation were investigated. NRSP (numerical rating scale of pain) was used to assess pain intensity before surgery and within three days before and after Empatho-technique, and at the end of MR course. Epidural anesthesia and the Empatho-technique method were applied during the first three day period after surgery. Questionnaire SCL-90-R was used for assessing the anxiety (ANX), depression (DEP), hostility (HOS) levels. Statistical analysis of the received results was performed.

Results and their discussion. The elevated levels of ANX ( $0.46 \pm 0.09$ ), HOS ( $0.43 \pm 0.09$ ), DEP ( $0.50 \pm 0.12$ ) were revealed at of strong Pain ( $5.03 \pm 0.27$ ). After surgery with the epidural anesthesia before Empatho-technique session the pain intensity corresponded to the strong degree of intensity ( $7.11 \pm 0.37$ ). After the session it decreased to the middle level of intensity ( $4.58 \pm 0.41$ ). The same dynamics was registered on the second day (before the session= $5.35 \pm 0.37$ ; after the session =  $4.80 \pm 0.29$ ) and the third day (before  $3.81 \pm 0.48$ ; after  $3.00 \pm 0.36$ ). Significant decrease of the ANX ( $0.17 \pm 0.05$ ), HOS ( $0.28 \pm 0.09$ ), DEP ( $0.31 \pm 0.08$ ) intensity at the end of EPP was accompanied by the substantial decline of pain intensity before ( $2,43 \pm 0,41$ ) and after ( $1,53 \pm 0,24$ ) the final session of Empatho-technique.

Thus, despite epidural anesthesia in the first three days after surgery all patients suffered from pain of high intensity. Using Empatho-technique allowed to reduce the pain intensity in first three days to moderate level and to decrease its intensity to slight pain at the end of the course which was accompanied by the improvement of adolescent emotional state. Received results confirm the need of including the psychophysiological self-regulation method (Empatho-technique) for pain elimination in the EPP within the complex MR program.

## **ОСОБЕННОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОДРОСТКОВ, СТРАДАЮЩИХ СКОЛИОЗОМ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ И В СЛУЧАЕ ЕГО ОТСУТСТВИЯ**

**Ишинова В.А., Поворинский А.А., Митякова О.Н., Залмина Г.В., Алтухов С.В., Потемкина С.В.**

ФГБУ «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, Санкт-Петербург, [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

Для оценки реабилитационного потенциала (РП) следует учитывать не только состояние психического и физического здоровья пациентов, но также их готовность к лечению, взаимодействию с медицинским персоналом.

Целью настоящего исследования является сравнительный анализ биопсихосоциальных характеристик РП подростков со сколиозом на фоне ДЦП и при его отсутствии.

Материалы и методы. Было обследовано 22 подростка в возрасте от 11 до 16 лет со сколиозом на фоне ДЦП (гр.2) и 88 подростков от 11 до 17 лет со сколиозом при отсутствии ДЦП (гр.1). Биологический и психосоциальный компоненты РП: интенсивность боли (Б), состояние физического (ФФ) и психического здоровья (ПЗ), социального (СФ) функционирования исследовали с помощью опросника КЖ SF-36. Уровни тревоги (Тр), страхов, связанных с заболеванием (СсЗ), социальной (СА) и физической (ФА) активности, а также мотивации к лечению (Мл) определяли с помощью Методики диагностики самооценки и уровня притязаний Дембо-Рубинштейна в модификации А.М. Прихожан. Проводился статистический анализ.

Результаты и их обсуждение. В отличие от пациентов с ДЦП ( $90,02 \pm 10,27$ ), у которых отсутствовали жалобы на боль, у подростков гр.1 выявлена боль умеренной степени ( $57,55 \pm 3,03$ ) интенсивности. Показатели шкал: ФФ (гр.1= $69,48 \pm 2,56$ ; гр.2= $66,47 \pm 7,24$ ), ПЗ (гр.1= $69,63 \pm 1,83$ ; гр.2= $70,94 \pm 5,75$ ), Мл (гр.1= $3,98 \pm 0,06$ ; гр.2= $4,18 \pm 0,11$ ), ФА (гр.1= $5,34 \pm 0,27$ ; гр.2= $5,39 \pm 0,55$ ), Тр (гр.1= $4,07 \pm 0,31$ ; гр.2= $4,05 \pm 0,07$ ) и СсЗ (гр.1= $3,67 \pm 0,30$ ; гр.2= $4,27 \pm 0,91$ ) не имели достоверных межгрупповых различий. Однако, уровни СФ (гр.1= $75,65 \pm 2,42$ ; гр.2= $81,29 \pm 4,87$ ) и СА (гр.1= $6,21 \pm 0,26$ ; гр.2= $7,29 \pm 0,67$ ) были выше у пациентов с ДЦП, как и уровни притязаний по шкалам: СА (гр.1= $8,45 \pm 0,21$ ; гр.2= $9,65 \pm 0,17$ ), ФА (гр.1= $8,29 \pm 0,27$ ; гр.2= $9,55 \pm 0,18$ ), Тр (гр.1= $1,38 \pm 0,27$ ; гр.2= $0,71 \pm 0,27$ ) и СсЗ (гр.1= $0,95 \pm 0,23$ ; гр.2= $0,50 \pm 0,28$ ). Таким образом, исходя из полученных результатов, можно предположить, что наиболее высокий уровень РП, выявленный у пациентов с ДЦП, может быть обусловлен наличием наиболее высоко эмоционально значимых для них социальной и физической активности, достижение которых зависит от качества их мобильности, независимости в повседневной жизни. Полученные результаты могут лечь в основу разработки реабилитационных программ, направленных на социализацию таких пациентов и развитие у них навыков приспособления к самостоятельной жизни.

## **PECULIARITIES OF REHABILITATION POTENTIAL OF ADOLESCENTS SUFFERING FROM SCOLIOSIS WITH OR WITHOUT INFANTILE CEREBRAL PARALYSIS**

**Ishinova Vera A., Povorinsky Anton A., Mityakova Olga N., Zalmina Galina V., Altukhov Sergey V., Potemkina Svetlana V.**

Federal Scientific Disabled Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht, St. Petersburg, Russia  
Sankt-Petersburg, [vaishinova687@yandex.ru](mailto:vaishinova687@yandex.ru)

For assessment of rehabilitation potential (RP) it is necessarily to take into account not only the state of the psychological and physical health of patients, but also their willingness for treatment and interaction with the medical staff.

Objective: comparative analysis of the biological, psychological and social characteristics of adolescent RP with or without of infantile cerebral paralysis (ICP).

Materials and methods. 88 adolescent aged 11 to 17 suffering from scoliosis (Group 1) and 22 adolescent aged 11 to 16 suffering from scoliosis and ICP (Group 2) were investigated. Biological, psychological and social components of RP: Pain intensity (P), physical (PhH) and psychological (PsH) health, social functioning (SF) were examined by Questionnaire SF-36; The Anxiety (ANX), fears associated with the disease (FAD), social (SA) and physical (PA) activity levels and motivation for treatment (MT) were assessed by Dembo-Rubinshtejn Method of self-rating and the level of aspiration diagnostics. This method was modified by A.M. Prikhodgan. Statistical analysis of the received results was performed.

Results and discussion. In contrast to ICP patients ( $90,02 \pm 10,27$ ), who had no pain complains, patients of Gr.1 had the pain of strong intensity ( $57,55 \pm 3,03$ ). The scale indices: PhH (гр.1= $69,48 \pm 2,56$ ; гр.2= $66,47 \pm 7,24$ ), PsH (гр.1= $69,63 \pm 1,83$ ; гр.2= $70,94 \pm 5,75$ ), MT (гр.1= $3,98 \pm 0,06$ ; гр.2= $4,18 \pm 0,11$ ), PA (гр.1= $5,34 \pm 0,27$ ; гр.2= $5,39 \pm 0,55$ ), ANX (гр.1= $4,07 \pm 0,31$ ; гр.2= $4,05 \pm 0,07$ ) и FAD (гр.1= $3,67 \pm 0,30$ ; гр.2= $4,27 \pm 0,91$ ) had no substantial intergroup differences. Nevertheless, the levels of SF (гр.1= $75,65 \pm 2,42$ ; гр.2= $81,29 \pm 4,87$ ) и SA (гр.1= $6,21 \pm 0,26$ ; гр.2= $7,29 \pm 0,67$ ) and the levels of aspiration: SA (гр.1= $8,45 \pm 0,21$ ; гр.2= $9,65 \pm 0,17$ ), PA (гр.1= $8,29 \pm 0,27$ ; гр.2= $9,55 \pm 0,18$ ), ANX (гр.1= $1,38 \pm 0,27$ ; гр.2= $0,71 \pm 0,27$ ) и FAD (гр.1= $0,95 \pm 0,23$ ; гр.2= $0,50 \pm 0,28$ ) were higher in ICP patients. Thus, it is can be assumed that higher RP level in ICP patients may be due to the presence of SA and PA being more emotionally significant for them. SA and PA levels are influenced by the quality of their mobility, life independence. The received results can be taken into account when developing the rehabilitation program which are focused on socialization and development of adaptation skills for their independent life.

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ САМООПРЕДЕЛЕНИЕ КАК СТУПЕНЬ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ

Кабардов М.К.<sup>1</sup>, Арцишевская Е.В.<sup>2</sup>

1. ФГБНУ "Психологический институт РАО", Москва. Россия; [kabardov@mail.ru](mailto:kabardov@mail.ru)

2. ФГБОУ ВО «Московский государственный психолого-педагогический университет», Москва. Россия.  
[artselena@mail.ru](mailto:artselena@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m407.sudak.ns2019-15/199>

Одна из главных задач подрастающего поколения – наработка приемов проектирования разных видов деятельности, на основе принципов саморегуляции и самоорганизации поведения (психология) и самостоятельности в принятии решений (А.К. Осницкий и др.)

При этом следует учитывать когнитивно-личностные и психофизиологические ресурсы, обеспечивающие успешность учебной деятельности и профессионально-личностного самоопределения.

### Гипотезы исследования:

– эффективность образовательной системы обеспечивается благоприятным соотношением трех факторов – учителя, метода (тип школы, среда) и ученика (М.К. Кабардов);

– когнитивно обогащенная образовательная среда позволяет повысить показатели когнитивного и личностного развития;

– характеристики личностных и регуляторных особенностей студентов разных профилей обучения можно рассматривать как факторы ориентации профессионального самоопределения. Личностная же зрелость связана с осознанным выбором профессиональной сферы деятельности.

В этом контексте важным является выявление роли нейрофизиологической базы одного из параметров темперамента – эмоциональности, предопределяющей оценки стимулов по степени значимости воспринимаемых стимулов или их дифференцировки.

Общая цель исследования – показать взаимосвязи показателей успешности обучения с эмоционально-личностными, когнитивными, психофизиологическими характеристиками (предпосылками способностей) участников образовательного процесса.

Предполагается серия конкретных задач, позволяющих представить объективную картину взаимосвязей и взаимообусловленности внешних и внутренних факторов успешности и личностного развития. Выявить влияние индивидуальных эмоционально-личностных составляющих темперамента с особенностями проявления тревожности у подростков.

Современное состояние решения вопросов о профессионализации недостаточно учитывают связь психофизиологических предпосылок и личностных ресурсов траектории развития профессионала.

## PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION AS A STAGE OF PERSONAL DEVELOPMENT

<sup>1</sup>Kabardov Muhkamed K., <sup>2</sup>Artsishevskaya Elena V.

<sup>1</sup>Federal state budget scientific institution "Psychological Institute of Russian Academy of education", Moscow/Russia, [kabardov@mail.ru](mailto:kabardov@mail.ru), <sup>2</sup>Moscow of the Moscow state psychological-pedagogical University, Moscow, Russia,

One of the main tasks of training for professionalization is the development of methods for designing various activities based on the principles of self-regulation and self-organization of behavior (psychology) and independence in decision-making (A. K. Osnitsky, etc.). It should take into account the cognitive-personal and psychophysiological resources that ensure the success of educational activities and professional and personal self-determination.

### Hypotheses of the study:

– the effectiveness of the educational system is provided by a favorable ratio of the three most important components: the teacher, the method (type of school, environment) and the student (MK Kabardov);

– cognitively enriched educational environment allows to increase the indicators of cognitive and personal development;

– characteristics of personal and regulatory characteristics of students of different profiles of training can be considered as factors of orientation of professional self-determination. Personal maturity is associated with a conscious choice of professional field.

In this context, it is important to identify the role of the neurophysiological base of one of the parameters of temperament – emotionality, which determines the evaluation of stimuli by the degree of importance of perceived stimuli or their differentiation.

The General purpose of the study is to reveal the relationship of indicators of learning success with emotional, personal, cognitive, psychophysiological characteristics (prerequisites abilities) of participants in the educational process.

A number of specific tasks are envisaged to give an objective picture of the relationship and interdependence of external and internal factors of success and personal development. To reveal the influence of individual emotional and personal components of temperament on the peculiarities of anxiety in adolescents.

The current state of issues of professionalization does not sufficiently take into account the relationship of psychophysiological prerequisites and personal resources of the trajectory of professional development.



## ФОРМИРОВАНИЕ ПСИХОМОТОРНОГО ТЕМПА МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СЕМЕЙНОГО ВОСПИТАНИЯ

Казакова Е.В.

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия;  
[kaz-elena10@yandex.ru](mailto:kaz-elena10@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m408.sudak.ns2019-15/200>

Изучены взаимосвязи характеристик психомоторного темпа младших школьников и разных стилей семейного воспитания. Обследован 121 ребенок (60 девочек и 61 мальчик) в возрасте 7–8 лет г. Архангельска. Оценка показателей психомоторного темпа осуществлялась с помощью теста Тулуз-Пьерона. Для выявления стилей семейного воспитания были использованы методика «PARI» (Е.С. Шефер и Р.К. Белл) и методика анализа семейного воспитания (Э.Г. Эйдемиллер, В.В. Юстицкий).

Линейный корреляционный анализ Пирсона стилей семейного воспитания с характеристиками темповой организации деятельности ребенка выявил, что скорость переработки информации наиболее подвержена влиянию при: эмоциональной дистанции с ребенком в виде суровости, излишней строгости родителей ( $r=-0,535$ ;  $p=0,000$ ) или раздражительности родителей ( $r=-0,323$ ;  $p=0,020$ ); отсутствии словесных проявлений, вербализации в семье ( $r=-0,383$ ;  $p=0,001$ ); неравноправных отношениях в семье в виде доминирования матери ( $r=-0,442$ ;  $p=0,001$ ); излишней концентрации на ребенке с исключением внесемейных влияний ( $r=-0,369$ ;  $p=0,001$ ) или подавления агрессивности ( $r=-0,344$ ;  $p=0,013$ ), или преодоления сопротивления и подавлении воли ребенка ( $r=-0,330$ ;  $p=0,017$ ); уклонении от семейных конфликтов ( $r=-0,376$ ;  $p=0,006$ ); ощущении самопожертвования в роли матери ( $r=-0,357$ ;  $p=0,010$ ); чрезмерных требованиях и запретах к ребенку ( $r=-0,296$ ;  $p=0,010$ ); воспитательной неуверенности родителей ( $r=-0,326$ ;  $p=0,018$ ); отсутствии партнерских отношений в семье при эмоциональном контакте с ребенком ( $r=-0,308$ ;  $p=0,026$ ); чрезмерное вмешательство родителей в мир ребенка ( $r=-0,306$ ;  $p=0,028$ ); зависимости и несамостоятельности матери ( $r=-0,289$ ;  $p=0,038$ ).

Устойчивость скорости во времени негативно связана с такими стилями семейного воспитания: излишняя строгость родителей ( $r=-0,387$ ;  $p=0,002$ ); уклонение от конфликтов ( $r=-0,381$ ;  $p=0,002$ ); доминировании матери ( $r=-0,316$ ;  $p=0,013$ ); ощущение самопожертвования в роли матери ( $r=-0,272$ ;  $p=0,034$ ); подавление воли ребенка ( $r=-0,265$ ;  $p=0,039$ ); излишняя концентрация на ребенке с опасением его обидеть ( $r=-0,263$ ;  $p=0,041$ ). Отсутствие партнерских отношений в семье при эмоциональном контакте с ребенком отрицательно сказывается на скорости выполнения и концентрации внимания ( $r=-0,246$ ;  $p=0,056$ ).

Наибольшее влияние на становление психомоторного темпа обследованных школьников оказывают стили семейного воспитания: «излишняя строгость родителей», «подавление воли ребенка».

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 19-013-00348.*

## THE PSYCHOMOTOR TEMP FORMATION OF PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN DIFFERENT CONDITIONS OF FAMILY EDUCATION

Kazakova Elena V.

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia; [kaz-elena10@yandex.ru](mailto:kaz-elena10@yandex.ru)

The relationships between characteristics of the psychomotor rate of younger schoolchildren and different styles of family education have been studied. In total, 121 children (60 girls and 61 boys) aged 7–8 years of Arkhangelsk, Russia were examined. The evaluation of psychomotor performance was carried out using the Toulouse-Pierson test. To identify the styles of family education, the PARI method by E.S. Shefer and R.K. Bell and the family education analysis method by E.G. Eidemiller, V.V. Yustickis were used.

Pearson's correlation coefficient was used to measure the strength of a linear association between the family education styles and the characteristics of the temporal organization of the child's activity. It was revealed that the speed of information processing is most affected by: emotional distance with a child in the form of severity and excessive strictness of parents ( $r=-0.535$ ;  $p=0.000$ ) or irritability of parents ( $r=-0.323$ ;  $p=0.020$ ); the absence of verbal manifestations and verbalization in the family ( $r=-0.383$ ;  $p=0.001$ ); unequal relations in the family in the form of maternal domination ( $r=-0.442$ ;  $p=0.001$ ); excessive concentration on a child with the exception of extra-familial influences ( $r=-0.369$ ;  $p=0.001$ ), or aggressiveness suppression ( $r=-0.344$ ;  $p=0.013$ ), or overcoming resistance, and suppression the will of a child ( $r=-0.330$ ;  $p=0.017$ ); avoiding family conflicts ( $r=-0.376$ ;  $p=0.006$ ); a sense of self-sacrifice in the role of the mother ( $r=-0.357$ ;  $p=0.010$ ); excessive demands and prohibitions placed on a child ( $r=-0.296$ ;  $p=0.010$ ); upbringing uncertainty of parents ( $r=-0.326$ ;  $p=0.018$ ); lack of partnerships in the family with emotional contact with a child ( $r=-0,308$ ;  $p=0,026$ ); excessive intervention of parents in the world of a child ( $r=-0,306$ ;  $p=0,028$ ); dependency and lack of initiative of a mother ( $r=-0.289$ ;  $p=0.038$ ).

The stability of speed over time is negatively associated with such styles of family upbringing as: excessive strictness of parents ( $r=-0.387$ ;  $p=0.002$ ); conflict avoidance ( $r=-0.381$ ;  $p=0.002$ ); mother dominance ( $r=-0.316$ ;  $p=0.013$ ); a sense of self-sacrifice in the role of the mother ( $r=-0.272$ ;  $p=0.034$ ); suppression the will of the child ( $r=-0.265$ ;  $p=0.039$ ); excessive concentration on the child with being wary of offending him or her ( $r=-0.263$ ;  $p=0.041$ ). The lack of partnerships in the family with emotional contact with a child adversely affects the execution speed and concentration ( $r=-0.246$ ;  $p=0.056$ ).

The greatest influence on the development of the psychomotor temp of the examined schoolchildren is exerted by the styles of family education: "excessive severity of parents", "suppression of the child's will".

*The study was carried out with the financial support of RFBR No. 19-013-00348.*

## ОСОБЕННОСТИ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С КЕСАРЕВЫМ СЕЧЕНИЕМ В АНАМНЕЗЕ

Казакова Е.В., Соколова Л.В.

Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск, Россия; kaz-elena10@yandex.ru, sokolova@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m409.sudak.ns2019-15/201>

Изучены показатели психологического здоровья на физиологическом, психофизиологическом, психологическом, социально-психологическом уровнях у первоклассников с «кесаревым сечением» в анамнезе. В результате обработки 143 анкет было отобрано 54 первоклассника общеобразовательных школ г. Архангельска, разделенных на равные две группы: контрольную (первоклассники без факторов риска в раннем развитии) и экспериментальную (школьники, в анамнезе которых отмечено «кесарево сечение»).

Анализ анкетных данных о раннем развитии архангельских первоклассников выявил «кесарево сечение» в анамнезе обследуемых в 18,9% случаев.

Сравнительный анализ исследуемых групп по непараметрическому критерию U-Манна-Уитни выявил, что дети с фактором риска «кесарево сечение» имеют более низкие значения характеристик психологического здоровья на психологическом и социально-психологическом уровнях. На психологическом уровне такие дети отличаются низкими показателями: когнитивного здоровья – зрительного восприятия ( $U=332$ ;  $p<0,01$ ), речевых классификаций ( $U=716$ ;  $p<0,05$ ), речевого развития ( $U=760$ ;  $p<0,05$ ); эмоционального здоровья – негативного эмоционального отношения к учителю ( $U=1218$ ;  $p<0,05$ ), к уроку чтения ( $U=1131$ ;  $p<0,05$ ), к уроку рисования ( $U=1205$ ;  $p<0,05$ ), к уроку музыке ( $U=1180$ ;  $p<0,05$ ); и низким уровнем учебно-познавательного интереса, мотивации к школьному обучению ( $U=1180$ ;  $p<0,05$ ). На социально-психологическом уровне дети с «кесаревым сечением» в анамнезе отличаются большим чувством незащищенности ( $U=1032$ ;  $p<0,01$ ), чувством неполноценности ( $U=1123$ ;  $p<0,01$ ), депрессивности ( $U=1034$ ;  $p<0,01$ ) и тревожности ( $U=1126$ ;  $p<0,05$ ) по сравнению со своими сверстниками.

Наше исследование подтверждает имеющиеся сведения о значимости анамнестических показателей, в частности «кесарево сечения», для обоснования причин понижения показателей психологического здоровья, особенно эмоциональной сферы. Однако анамнестические показатели детей часто не учитываются при осуществлении учебно-воспитательного процесса и коррекционно-развивающих мероприятий.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ № 17-06-00967-ОГН.*

## PSYCHOLOGICAL HEALTH CHARACTERISTICS OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS WITH CAESAREAN SECTION IN ANAMNESIS

Kazakova Elena V., Sokolova Ludmila V.

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia; kaz-elena10@yandex.ru, sokolova@yandex.ru

The psychological health indicators were studied at the physiological, psycho-physiological, psychological, psychosocial levels among first-year pupils with a "caesarean section" in anamnesis. As a result of processing 143 questionnaires, 54 first-formers of general academic schools (Arkhangelsk, Russia) were divided into two equal groups: the control one (first-formers with no risk factors in early development) and the experimental one (schoolchildren who have a "caesarean section" in anamnesis).

An analysis of responses to the questionnaires on the early development of Arkhangelsk first-year students revealed that, in the anamnesis, a "caesarean section" appears in 18.9% of cases.

The Mann-Whitney U test was used for the studied groups comparison. It has revealed that children with a risk factor "caesarean section" have lower values of the psychological health characteristics at the psychological and socio-psychological levels. At the psychological level, such children have low values of: cognitive health – visual perception ( $U=332$ ;  $p<0,01$ ), speech classifications ( $U=716$ ;  $p<0,05$ ), speech development ( $U=760$ ;  $p<0,05$ ); emotional health – negative emotional attitude to the teacher ( $U=1218$ ;  $p<0,05$ ), to the reading lesson ( $U=1131$ ;  $p<0,05$ ), to the drawing lesson ( $U=1205$ ;  $p<0,05$ ), to the music lesson ( $U=1180$ ;  $p<0,05$ ); educational and cognitive interest, motivation for schooling ( $U=1180$ ;  $p<0,05$ ). At the socio-psychological level, children with a "cesarean section" in the anamnesis have a great sense of insecurity ( $U=1032$ ;  $p<0,01$ ), sense of inferiority ( $U=1123$ ;  $p<0,01$ ), sense of depression ( $U=1034$ ;  $p<0,01$ ) and anxiety ( $U=1126$ ;  $p<0,05$ ) compared with their peers.

This study confirms the available information concerning the importance of anamnestic indicators, in particular, "cesarean section", to justify the reasons for the decline in indicators of psychological health, especially the emotional sphere. However, anamnestic indicators of children are often not taken into account in the implementation of the teaching and educational process, and correctional and developmental activities.

*The study was carried out with the financial support of the RFBR No. 17-06-00967-OGN*

## ПОЗНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПОВОРОТАХ ТУЛОВИЩА В СИММЕТРИЧНОЙ И АСИММЕТРИЧНОЙ СТОЙКЕ

Казенников О.В., Талис В.Л.

ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия, kazen@iitip.ru

Поддержание равновесия во время стояния осуществляется при разном положении туловища. При этом механизмы сохранения вертикального положения адаптируются как к поворотам туловища, так и изменению распределения нагрузки между ногами. Поддержание вертикального положения принимают участие многие суставы тела, и отклонение от равновесного положения в одном суставе может быть

скомпенсировано движением в другом суставе. При обычном стоянии нарушение позы компенсируется скоординированными движениями в тазобедренном и голеностопном суставах. При повернутом в сторону туловище направление усилий в тазобедренном и голеностопном суставах не совпадают, что естественно требует изменений в управлении усилиями в этих суставах и может повлиять на поддержание вертикальной позы. Из-за того, что в поддержании равновесия вертикального положения вовлечены две ноги возникает вопрос как изменяется участие каждой ноги в позы регуляции в зависимости от направления поворота. Исследовали вертикальную позу у человека при стоянии с разными поворотами туловища и разным распределением нагрузки на ноги. Регистрировали движение проекции общего центра давления (ОЦД) и центров давления (ЦД) левой и правой ноги. Из стабилограммы выделяли преимущественное направление движения ЦД и анализировали изменение этого направления при повороте туловища и разным распределении нагрузки между ногами. Повороты туловища приводили к тому, что преимущественное направление движения ОЦД смещалось в сторону поворота. Такое изменение направления движения наблюдалось при любом распределении нагрузки на ноги. При этом сам перенос тяжести на одну ногу приводил к тому, что направление движения ОЦД смещалось в сторону нагруженной ноги. Направление движения ЦД нагруженной ноги не изменялось, а направление ЦД разгруженной ноги сдвигалось по часовой стрелке при разгрузке как правой, так и левой ноги. Можно предположить, что изменение механизмов сохранения вертикального положения при асимметричном распределении нагрузки на ноги может быть связано не только с изменением силового взаимодействия с опорной поверхностью, но также с появлением асимметрии тонуса аксиальной мускулатуры.

*Исследование частично поддержано грантом РФФИ № 18-015-00266*

### **POSTURAL SWAY DURING BODY TURN IN SYMMETRICAL AND ASYMMETRICAL STANDING IN HUMAN** **Kazennikov Oleg V., Talis Vera L.**

Kharkevich Institute of Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[kazen@iitp.ru](mailto:kazen@iitp.ru)

Vertical posture is maintaining during standing with a different turn of the body. The postural mechanisms for vertical position maintaining adapt both to the turns of the body and the change in the distribution of the load between the legs. Maintaining a vertical position involves coordination of movement of many joints of the body and the deviation from the equilibrium position in one joint can be compensated by movement in the other joint. The posture disturbance during ordinary standing is compensated for by coordinated movements in the hip and ankle joints. When the body is turned to the side the direction of effort in the hip and ankle joints does not coincide. Thus it is necessary to modify the control of the efforts in these joints and this could affect the maintenance of the vertical posture. Since both legs are involved in maintaining the equilibrium of the vertical position one could expect that body rotation may influence on the participation of each leg in the postural control. This influence could depend on the body turn direction. The vertical posture was studied in human when standing with different turns of the body and a different distribution of the load on the legs. The movement of the projection of the common center of pressure (CCP) and of the center of pressure (CP) of the left and right legs was recorded. The stabilogram was used to extract the preferential direction of CP movement and the change of this direction was analyzed during body turn and during different load distribution between the legs. Turns of the body led to the shift of the preferential direction of CCP movement towards the rotation side. Such change in the direction of CCP movement was observed with any explored distributions of the leg load. At the same time, the transfer of weight to one leg also led to the shift of the direction shift of CCP movement towards the loaded leg. The direction of movement of the CP of the loaded leg was not change, but the direction of the movement of CP of the unloaded leg shifted clockwise when unloading both the right as well as left leg. It can be assumed that the change in the mechanisms for maintaining of the vertical position with asymmetric distribution of the load on the legs may be associated not only with a change in the force interaction with the supporting surface, but also with the appearance of an asymmetry in the tone of the axial muscle.

*The research is partially supported by the RFBR grant No. 18-015-00266*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕКРЕСТНЫХ ВЛИЯНИЙ ВО ВРЕМЯ УПРЕЖДАЮЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

**Казенников О.В., Киреева Т.Б., Шлыков В.Ю.**

ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия, [kazen@iitp.ru](mailto:kazen@iitp.ru)

Исследовали влияние упреждающих и рефлекторных изменений силы сжатия правой руки при ловле падающего груза на силу сжатия, развиваемую большим и указательным пальцами левой руки. Известно, что при ожидании внешнего воздействия на удерживаемый предмет, сила сжатия увеличивается до воздействия для предотвращения выскальзывания предмета. Целью данной работы было изучение упреждающих изменений при одностороннем воздействии в зависимости от степени координации движений рук. Двигательная задача для правой руки во всех вариантах эксперимента была одинаковой: нужно было большим и указательным пальцами удержать чашу, в которую падал груз. Для левой руки задачи были разными. В первом варианте эксперимента пальцами левой руки испытуемый касался датчика силы, создавая небольшую силу сжатия. Во втором варианте сила сжатия должна была быть достаточной, чтобы удерживать предмет массой 200 г. В третьем варианте эксперимента испытуемый должен был медленно синхронно увеличивать силу сжатия пальцами левой и правой руки. При удержании чаши, в которую ударяется падающий груз, наблюдалось непроизвольное увеличение силы сжатия пальцами правой руки, которое зависело от наличия зрительной информации о его падении, но не зависело от вариантов выполнения двигательной задачи. При закрытых глазах во всех условиях эксперимента сила сжатия увеличивалась как реакция на удар. При открытых глазах во всех условиях эксперимента машинное увеличение силы сжатия в правой руке возникало за 200-300 мс до удара. В левой руке сила сжатия изменялась по-разному в разных условиях. В первом и втором варианте эксперимента сила сжатия в левой

руке не изменялась, несмотря на изменения силы сжатия в правой руке, определяемые падением груза. При скоординированном медленном увеличении силы сжатия в обеих руках в левой руке, на которую не было воздействия, наблюдалось увеличение силы сжатия перед ударом падающего груза и во время реакции на удар, также как и в правой руке. Таким образом, общая двигательная задача для обеих рук приводила к тому, что изменения силы сжатия проявлялись как в правой, так и в левой руке не только при реакции на внешнее воздействие, но и во время подготовки к нему. Можно предположить, что при планировании движения организация перекрестного взаимодействия происходит на супраспинальном уровне, вероятно, на уровне взаимодействия моторной коры левого и правого полушария.

*Исследование частично поддержано грантом РФФИ № 18-015-00266*

### THE STUDY OF LEFT-RIGHT INTERACTION DURING ANTICIPATORY MOTOR ADJUSTMENT

**Kazennikov Oleg V., Kireeva Tatiana B., Shlykov Vladimir Yu.**

Kharkevich Institute of Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,  
[kazen@iitp.ru](mailto:kazen@iitp.ru)

The interaction of anticipatory and reflexive changes in the grip force of the right hand on the grip force developed by the thumb and index finger of the left hand was studied. It is known that before an external impact on a held object, the grip force increases in order to prevent the object slipping. The aim of this study was to explore how the anticipative changes before a unilateral impact depends on the degree of hands interaction. Grip force between thumb and index finger was recorded when subject held by the right hand the cup that the object fell. The grip force of fingers of left hand was recorded by another force sensor during three different tasks. In the first task the left fingers just touch sensor with negligible grip force. In the second task grip force was sufficient to hold weight 200 g that was connected to the force sensor. In the third task the subject was instructed to increase slowly the grip force by fingers of both hands. During impact of the falling object the involuntary grip force increase of right hand fingers depended on the available visual information of falling object and was independent of variant of the motor task for left hand. With eyes closed under all experimental conditions, the grip force increased as a reaction to the impact. With open eyes in all experimental conditions, an automatic increase in the grip force in the right hand occurred 200-300 ms before the impact. In the left hand, the grip force changed differently under different conditions. In the first and second variant of the experiment, the grip force in the left hand did not change, despite the changes in the grip force in the right hand related to the impact of falling object. With the coordinated slow increase in the grip force in both hands the increase in the grip force was observed in the unaffected left hand before the impact and during the reaction to the impact similar to those in the right hand. Thus, the common motor task for both hands led to similar changes in the grip force were recorded in the both right and the left hand, not only when reacting to an external perturbation, but also during anticipation to the impact. It can be assumed that during planning of the task the organization of left-right interaction occurs at the supraspinal level, probably at the level of interaction of the motor cortex of the left and right hemisphere.

*The research is partially supported by the RFBR grant No. 18-015-00266*

### ПАЛЬЦЕВОЙ ИНДЕКС В ДОЛГОЖИТЕЛЬСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ

**Калихман Л.<sup>а</sup>, Бацевич В.А.<sup>б</sup>, Кобылянский Е.Д.<sup>с</sup>**

а-Кафедра физиотерапии, школа Реканати, Медицинский факультет, Университет им. Бен-Гуриона, Неgev; Израиль; б- НИИ и Музей антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; с- Кафедра анатомии и антропологии Медицинского факультета Тель-Авивского университета, Израиль

<https://doi.org/10.29003/m410.sudak.ns2019-15/203-204>

*История вопроса:* Согласно предыдущим исследованиям, заболевания, наиболее распространенные среди пожилого населения, обходят стороной долгожителей. В то же время, во многих работах была обнаружена связь между соотношением длин пальцев 2D:4D и предрасположенностью к основным группам заболеваний. При этом неизвестен механизм, лежащий в основе подобных закономерностей.

*Цель:* Сравнить распространенность разных вариантов пальцевого соотношения в трех популяциях долгожителей (абхазы, азербайджанцы и грузины) и одной не долгожительской популяции (русские), а также между долгожительскими и не долгожительскими выборками из одной этнической группы (абхазы).

*Методы:* Поперечное обсервационное (наблюдательное) аналитическое исследование. Индекс долголетия вычислялся как соотношение числа индивидов старше 90 лет к числу индивидов старше 60 лет, выраженное в тысячных долях (%). Популяция с индексом долголетия, превосходящим 40%, считалась долгожительской. Статистический анализ включал описательную статистику и расчет критерия Хи-квадрат.

*Результаты:* Индекс долголетия оказался отрицательно связан с частотой встречаемости 1-го типа пальцевого соотношения (женского). Так, в долгожительских группах частота 1-го типа соотношения была ниже, а 3-го (мужского) – выше, чем в не долгожительской группе русских. Эта разница в частоте достоверна ( $p < 0.001$ ) как для женщин, так и для мужчин. Схожая закономерность выявляется и при сравнении долгожительской и не долгожительской выборок у абхазов. В этой группе, не долгожители обнаруживают достоверно более высокие ( $p < 0.001$ ) частоты встречаемости 1-го типа пальцевого соотношения и низкие – 3-го типа в сравнении с долгожителями, причем это характерно как для мужчин, так и для женщин.

*Заключение:* Главным выводом данного исследования являются обнаруженные различия в характере распределения разных типов пальцевого соотношения в группах долгожителей и не долгожителей. В этнических группах долгожителей, как среди мужчин, так и среди женщин частота встречаемости 1-го типа пальцевого соотношения была ниже, а 3-го – выше, по сравнению с не долгожительской группой. Схожие различия наблюдаются и между долгожительскими и не долгожительскими выборками, относящимися к одной этнической группе, т.е. среди абхазов. Ранее мы говорили о замедленной скорости старения в долгожительских популяциях по сравнению с не долгожительскими группами [1]. При этом результаты

настоящего исследования противоречат ранее полученным данным о том, что в не долгожительских популяциях 3-й тип пальцевого соотношения ассоциирован с большей подверженностью различным заболеваниям и более низкой продолжительностью жизни у мужчин [2, 3]. Возможно, что механизм, ответственный за связь между пальцевым соотношением и скоростью старения, различается в выборках долгожителей и не долгожителей. Результаты данного исследования должны быть воспроизведены на других долгожительских группах.

#### References

1. Kalichman, L., et al., *Hand osteoarthritis in longevity populations*. Aging Clin Exp Res, 2011. **23**(5-6): p. 457-62.
2. Kalichman, L., V. Batsevich, and E. Kobylansky, *2D:4D finger length ratio and radiographic hand osteoarthritis*. Rheumatol Int, 2018, **38**(5), p. 865-870.
3. Kalichman, L., V. Batsevich, and E. Kobylansky, *2D:4D finger length ratio and skeletal biomarker of biological aging*. Anthropol Anz, 2017. **74**(3): p. 221-227.

#### FINGER LENGTH RATIO IN LONGEVITY POPULATIONS

**Kalichman Leonid<sup>a</sup>, Batsevich Valery A.<sup>b</sup>, Kobylansky Eugene D.<sup>c</sup>**

Department of Physical Therapy, Recanati School for Community Health Professions, Faculty of Health Sciences, Ben-Gurion University of the Negev; Israel; b– Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Moscow, Russia; c– Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

*Background:* Previous studies have observed that centenarians escape the major age-related diseases. In contrast, numerous studies, have found that the 2D:4D finger length ratio was associated with a predisposition to major morbidity. The underlying mechanism for these findings is unknown.

*Aim:* To compare the prevalence of finger length ratio between three longevity populations (Abkhazians, Azerbaijanis, and Georgians) and one non-longevity population (Russians), as well as between a longevity and non-longevity sample within one ethnic group (Abkhazians).

*Methods:* Cross-sectional observational analytic study. The longevity index was calculated as a ratio of the number of individuals aged >90 versus the number of people aged >60, expressed per mil (‰). A population with a longevity index >40‰ was considered a longevity population. Statistical analyses included descriptive statistics and chi-square tests.

*Results:* A negative relationship was observed between longevity index and prevalence of type 1 (feminine type) ratio. In longevity samples, the prevalence of type 1 ratio was lower and prevalence of type 3 (masculine type) ratio was higher than in the non-longevity sample of Russians. This difference was statistically significant ( $p < 0.001$ ) in males and females. A similar difference between longevity and non-longevity samples was exhibited in the Abkhazian samples. In males and females, a significantly higher prevalence of type 1 and lower type 3 finger ratios ( $p < 0.001$ ) were shown in the non-longevity samples.

*Conclusions:* Our major finding was that the finger length ratio pattern in longevity populations differs from that of non-longevity populations. In ethnical longevity samples, the prevalence of type 1 ratio was lower and the prevalence of type 3 ratio was higher versus the non-longevity sample in both, males and females. A similar type of difference between longevity and non-longevity samples were seen in longevity and non-longevity samples that belong to one ethnic group, Abkhazians. Previously, we reported that longevity populations age at a slower rate than the non-longevity populations [1]. An incongruity exists between our findings and previously known data that in non-longevity populations type 3 finger length ratio is associated with various morbidities and lower male life expectancy [2, 3]. It is possible that the biological mechanisms of association between the finger length ratio and aging are different between longevity and non-longevity samples. The results of this study need to be replicated in other longevity samples.

#### References

1. Kalichman, L., et al., *Hand osteoarthritis in longevity populations*. Aging Clin Exp Res, 2011. **23**(5-6): p. 457-62.
2. Kalichman, L., V. Batsevich, and E. Kobylansky, *2D:4D finger length ratio and radiographic hand osteoarthritis*. Rheumatol Int, 2018., **38**(5), p. 865-870
3. Kalichman, L., V. Batsevich, and E. Kobylansky, *2D:4D finger length ratio and skeletal biomarker of biological aging*. Anthropol Anz, 2017. **74**(3): p. 221-227.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ КАК ФАКТОР КОРРЕКЦИИ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

**Капилевич Л.В.<sup>1,2</sup>, Захарова А.Н.<sup>1</sup>, Дьякова Е.Ю.<sup>1</sup>, Кироненко Т.А.<sup>1</sup>, Милованова К.Г.<sup>1</sup>,  
Калинникова Ю.Г.<sup>1</sup>, Орлова А.А.<sup>1</sup>, Чибалин А.В.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Томский государственный университет (Томск, Россия), <sup>2</sup>Томский политехнический университет (Томск, Россия), <sup>3</sup>Каролинский институт (Стокгольм, Швеция), kapil@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m411.sudak.ns2019-15/204-205>

Исследовалось влияние беговой нагрузки на массу тела, толерантность к глюкозе и концентрацию инсулина в крови у мышей с метаболическими расстройствами. В качестве объекта исследования использовались мыши-самцы линии C57bl/6. Было сформировано две группы – 1) мыши, питающиеся обычным кормом (n=36); 2) мыши, находящиеся на жировой диете (n=36). Нами была разработана специальная диета, в которой не менее 55% калоража приходится на жиры, в том числе 2/3 от указанного количества – на животные жиры.

В каждой группе животных было выделено три подгруппы, по 12 мышей. 1 подгруппа – контроль – мыши, которые 16 недель находились на соответствующей диете и не подвергались физическим нагрузкам;

2 подгруппа – после 12 недель диеты мыши тренировались утром (через два часа после включения света в виварии) по 1 часу в день 6 раз в неделю в течение 4 недель, продолжая питаться по той же диете; 3 подгруппа – после 12 недель диеты мыши тренировались вечером (через час после выключения света в виварии) по 1 часу в день 6 раз в неделю в течение 4 недель, продолжая питаться по той же диете.

Для нормирования нагрузки была использована беговая дорожка для мышей BMELAB SID-TM10. Принуждение к бегу осуществляется электрическим раздражением, напряжение подается на металлическую сетку, расположенную на задней стенке камеры. Тренировка проводилась в течении 4 недель с постепенным увеличением интенсивности. К 4-й неделе максимальная интенсивность составляла: 60 минут в день, скорость 18 м/мин, подъем 10 градусов.

Было показано, что применяемая жировая диета приводила к формированию избыточной массы тела (45% в сравнении с контролем), формирования толерантности к глюкозе (период максимального уровня глюкозы увеличивался с 30 до 60 минут), при этом концентрация инсулина увеличивалась втрое. Физические нагрузки приводили к снижению массы тела на 15%, снижению толерантности к глюкозе (вечерние тренировки были более эффективны) и сопровождалась снижением выброса инсулина вдвое.

### **PHYSICAL ACTIVITY AS A FACTOR IN THE CORRECTION OF METABOLIC DISORDERS: AN EXPERIMENTAL STUDY**

**Kapilevich Leonid V.<sup>1,2</sup>, Zakharova Anna N.<sup>1</sup>, Dyakova Elena Yu.<sup>1</sup>, Kironenko Tatyana A.<sup>1</sup>, Milovanova Ksenia V.<sup>1</sup>, Kalinnikova Julia G.<sup>1</sup>, Orlova Anna A.<sup>1</sup>, Chibalin Alexander V.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>Tomsky Polytechnic University (Tomsk, Russia),

<sup>3</sup>Karolinska Institute (Stockholm, Sweden); [kapil@yandex.ru](mailto:kapil@yandex.ru)

The effects of running load on body weight, glucose tolerance, and insulin concentration in blood in mice with metabolic disorders were studied. As an object of study, male mice of the C57bl / 6 line were used. Two groups were formed: 1) mice feeding on ordinary food (n = 36); 2) mice on a fatty diet (n = 36). We have developed a special diet in which not less than 55% of the calorie comes from fats, including 2/3 of the specified amount – animal fats.

In each group of animals, three subgroups were identified, 12 mice each. 1 subgroup – control – mice that were on a suitable diet for 16 weeks and were not subjected to physical exertion; 2 subgroup – after 12 weeks of a diet, the mice trained in the morning (two hours after turning on the light in the vivarium) for 1 hour per day 6 times a week for 4 weeks, continuing to eat the same diet; 3 subgroup – after 12 weeks of the diet, the mice trained in the evening (one hour after turning off the light in the vivarium) for 1 hour a day 6 times a week for 4 weeks, continuing to eat the same diet.

For the load rationing, a BMELAB SID-TM10 mouse treadmill was used. Forcing to run is carried out by electrical irritation, the voltage is applied to a metal grid located on the rear wall of the chamber. Training was carried out for 4 weeks with a gradual increase in intensity. By the 4th week, the maximum intensity was: 60 minutes per day, speed 18 m / min, rise 10 degrees.

It was shown that the applied fatty diet led to the formation of overweight (45% compared to control), the formation of glucose tolerance (the period of maximum glucose level increased from 30 to 60 minutes), while the insulin concentration tripled. Physical activity led to a 15% reduction in body weight, a decrease in glucose tolerance (evening workouts were more effective) and were accompanied by a decrease in insulin release by half.

### **ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОВЕНЬ ЭМПАТИИ СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ПРОФИЛЯ ОБУЧЕНИЯ**

**Карбашова К.С.<sup>1</sup>, Богданова А.М.<sup>2</sup>, Певзнер Д.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Гуманитарно-педагогический институт (структурное подразделение ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет), Севастополь, Россия; <sup>2</sup>Медицинская академия им. С.И. Георгиевского (структурное подразделение ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского), Симферополь, Россия; [annuta2607@yandex.ru](mailto:annuta2607@yandex.ru)

На данный момент в области исследований механизмов развития профессионального стресса актуальным является изучение психоэмоционального статуса, что позволяет оценить риск истощения адаптационных резервов организма, а также эмпатии как профессионально значимого личностного качества у будущих специалистов. В связи с этим целью нашей работы явилась оценка психоэмоциональных характеристик и уровня эмпатии у студентов разных профилей обучения. Осенью 2018 г. провели опрос 2 групп здоровых студентов КФУ им. В.И. Вернадского 18–25 лет: 1 группа – 13 юношей и 18 девушек, обучающихся в Медицинской академии им. С.И. Георгиевского; 2 группа – 23 юноши и 7 девушек, – студенты факультета физической культуры и спорта Таврической академии. Психоэмоциональное состояние оценивали с помощью теста САН (самочувствие, активность, настроение), опросника Спилбергера-Ханина (ситуативная (СТ) и личностная (ЛТ) тревожность); уровень эмпатии – опросники для оценки эмоциональной эмпатии А. Мехрабиана, Н. Эпштейна; эмпатических способностей В. Бойко; эмоционального интеллекта Н. Холла. Анализ исследуемых характеристик показал, что у большинства студентов показатели СТ и ЛТ соответствовали низким и умеренным значениям, при этом средние значения САН в первой группе были ниже на 20-30% ( $p < 0,001$ ) по сравнению со второй группой. У девушек по шкале самочувствие баллы были ниже на 12% ( $p < 0,05$ ), чем у юношей. В то же время показатели тревожности у студентов-медиков были выше на 25% ( $p = 0,000$ ), чем у спортсменов; у девушек уровень ЛТ был выше на 23% ( $p = 0,000$ ), чем у юношей. Анализ уровня эмпатии выявил достоверно более высокие значения ( $p < 0,05$ ) у медиков по сравнению со спортсменами, при этом среднегрупповые значения соответствовали среднему уровню. В то же время самомотивация спортсменов была вдвое выше ( $p = 0,037$ ), чем медиков. Дальнейший анализ выявил пониженный уровень эмпатических способностей, низкий уровень управления эмоциями, самомотивации, распознавания эмоций других людей, эмоционального интеллекта более чем у половины студентов в обеих группах. У девушек уровень эмпатии по большинству шкал был

выше ( $p < 0,05$ ), чем у юношей. Таким образом, установили, что студенты медицинского ВУЗа обладали более высоким уровнем эмпатии на фоне более низких значений самочувствия, настроения, активности, самомотивации, и более высокой тревожностью, чем студенты спортивного профиля обучения, что необходимо учитывать при профилактике дистресса.

### PSYCHOEMOTIONAL STATUS AND EMPATHY IN STUDENTS OF DIFFERENT FACULTIES

Karbashova K.S.<sup>1</sup>, Bogdanova A.M.<sup>2</sup>, Pevzner D.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Humanities and Pedagogy, Sevastopol State University, Sevastopol, Russia; <sup>2</sup> Medical academy named after S.I. Georgievsky, V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia; [annuta2607@yandex.ru](mailto:annuta2607@yandex.ru)

There is a growing need to study the mechanisms of occupational stress and to evaluate the psycho-emotional state reflecting the adaptation. Also empathy assessment is essential as one of the important professional qualities among future specialists. Thereby, the aim of our research was the assessment of the psycho-emotional characteristics and empathy among students from different universities. In autumn 2018 2 groups of 18-25 years old healthy students from V.I. Vernadsky CFU were examined: 1 group – 13 males and 18 females from Medical Academy named after S.I. Georgievsky; 2 group – 23 males and 7 females from Faculty of Physical Education and Sports from Taurida Academy. The psychoemotional state was assessed using the SAM test (state of health, activity, mood), Spielberger-Hanin questionnaire (situational (SA) and personal (PA) anxiety); empathy – questionnaires of emotional empathy by A. Mehrabian, N. Epstein; empathic abilities by V. Boyko; emotional intelligence by N. Hall. The values of SAM scales were medium and high in both groups, SA and PA were low and moderate. The average SAM values in group 1 were lower ( $p < 0,001$ ) compared to the group 2; also in females results of health scores were 12% lower ( $p < 0,05$ ) than in males. At the same time, anxiety scores were 25 % higher in group 1 ( $p = 0,00$ ) compared to the scores in second group. The level of PA in females was 23% higher ( $p = 0,00$ ), than in males. Empathy scores were significantly higher ( $p < 0,05$ ) in group 1 compared to the group 2. At the same time, self-motivation in group 2 was twice as higher ( $p = 0,037$ ), than in group 1. Further analysis revealed underestimated empathy levels, low level of emotional control, self-motivation, recognition of other people's emotions, emotional intelligence in more than half of students in both groups. The level of empathy was higher ( $p < 0,05$ ) among females. Thus, it was established that students from Medical academy had a higher levels of empathy along with lower values of health, mood, activity, self-motivation, and higher anxiety, than students from the faculty of Physical Education and Sports, which has to be considered while taking preventive measures as for the distress.

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕЙРОМЕТАБОЛИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ У ПАЦИЕНТОВ С СОСУДИСТЫМИ ФАКТОРАМИ РИСКА

Катаева Н.Г.<sup>1</sup>, Замощина Т.А.<sup>1,2</sup>, Светлик М.В.<sup>1,2</sup>, Короткова Е.И.<sup>3</sup>, Воронова О.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Сибирский государственный медицинский университет Минздрава России

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный университет

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
г. Томск, Россия, email: [beladona2015@yandex.ru](mailto:beladona2015@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m412.sudak.ns2019-15/206-207>

Хроническая ишемия мозга (ХИМ) без медикаментозной коррекции неизменно ведет к нарастанию оксидативного стресса и когнитивным расстройствам разного уровня. В комплексном лечении пациентов с ХИМ широко используются лекарственные средства, обладающие мультимодальным действием, например, 6-метил-3-гидроксипиридина сукцинат (мексидол) и комплексный препарат цитофлавин, содержащий янтарную кислоту, инозитол и рибофлавин. Они обладают множеством положительных эффектов, необходимых для лечения данной патологии. Целью настоящего исследования являлось определение суммарной антиоксидантной активности сыворотки крови на фоне лечения мексидолом или цитофлавином и препаратом сравнения винпоцетином (кавинтон комфорте) и оценка их влияния на психофизиологические характеристики пациентов, отражающие их пространственно-временные отношения с окружающей средой, и когнитивные функции.

**Материалы и методы.** Наблюдали 37 пациенток (60,1 лет) с ХИМ I стадии. 13 пациентов получали кавинтон комфорте по 30 мг в сутки, внутрь; 12 – мексидол по 250 мг в сутки и 12 – цитофлавин по 1 таблетке в сутки. Диагноз подтвержден клинически и наличием поражения сосудов головного мозга методами визуализации (УЗИ сосудов, КТ или МРТ головного мозга). Использовались методы: неврологический; психометрический (тест Мюнстерберга, тест на лобную дисфункцию, тест на зрительно-моторную координацию, тест Бентона на зрительную память), психофизиологический (13 тестов), оценивающий пространственно-временные отношения с окружающей средой (Корягина Ю.В., Нопин С.В., 2011). Обработка результатов проводилась непараметрической статистикой с использованием корреляционного анализа.

**Результаты.** Включение мексидола или цитофлавина в комплексную терапию ХИМ на протяжении 30 дней сопровождалось улучшением неврологического статуса пациентов, повышением избирательности их внимания ( $p < 0,05$ ), повышением работоспособности ( $p < 0,01$ , теппинг-тест), что, в целом, было сравнимо с кавинтоном комфорте после 3 мес. лечения. Структура корреляционных связей между психофизиологическими и когнитивными тестами существенно отличалась у трех групп пациентов, получавших эти препараты ( $p < 0,05$ ). После лечения мексидолом количество корреляций увеличилось в 1,5 раза ( $p < 0,05$ ), в сравнении с исходными и с группами, получавшими кавинтон или цитофлавин. Кроме того, антиоксидантная активность сыворотки повысилась после лечения только в группах пациентов, получавших цитофлавин или мексидол ( $p < 0,05$ ).

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF NEUROMETABOLIC DRUGS IN PATIENTS WITH VASCULAR RISK FACTORS

<sup>1</sup>Kataeva Nadezhda G., <sup>1,2</sup>Zamoshchina Tatyana A., <sup>1,2</sup>Svetlik Mihail V., <sup>3</sup>Korotkova Elena I., <sup>3</sup>Voronova Olesya A.

<sup>1</sup>FGBOU VO Siberian State Medical University of the Ministry of Health of Russia

<sup>2</sup>FGAOU VO National Research Tomsk State University

<sup>3</sup>FGAOU VO National Research Tomsk Polytechnic University  
Tomsk, Russia, beladona2015@yandex.ru

Chronic cerebral ischemia (ChCI) without drug correction invariably leads to an increase in oxidative stress and cognitive disorders of different levels. In the complex treatment of patients with ChCI, medications with a multimodal effect are widely used, for example, the domestic preparations of 2-ethyl-6-methyl-3-hydroxypyridine succinate (Mexidol) and complex drug – Cytoflavine. It has many positive effects necessary for treatment of this pathology. The purpose of this study was to determine the total antioxidant activity of blood serum against treatment with Mexidol or Cytoflavine and a comparator Vinpocetine (Cavinton comforte) and evaluate their impact on the psychophysiological characteristics of patients, reflecting their spatio-temporal relationships with the environment, and cognitive functions.

**Materials and methods.** 37 patients (60.1 years) with stage I ChCI were observed. 13 patients received Cavinton comforte 30 mg per day orally; 12-Mexidol 250 mg per day and 12-Cytoflavin 1 tablet per day. The diagnosis was confirmed clinically and by the presence of cerebral vascular lesions by imaging methods (ultrasound of vessels, CT or MRI of the brain). Methods used: neurological; psychometric (test Munsterberg, a test of frontal dysfunction, a test of hand-eye coordination, the Benton test for visual memory), physiological (13 tests), assessing spatio-temporal relationship with the environment (Koriagina Yu. V., Nopin S. V., 2011). The results were processed by nonparametric statistics using correlation analysis.

**Results.** The inclusion of Mexidol or Cytoflavine in the complex therapy of ChCI for 30 days was accompanied by an improvement in the neurological status of patients, an increase in the selectivity of their attention ( $p < 0.05$ ), an increase in efficiency ( $p < 0.01$ , stepping test), which, in general, was comparable to Cavinton comforte after 3 months. treatments. The structure of correlations between psychophysiological and cognitive tests differed significantly in three groups of patients receiving these drugs ( $p < 0.05$ ). After treatment with Mexidol, the number of correlations increased by 1.5 times ( $p < 0.05$ ), compared with the baseline and with groups treated with Cavinton or Cytoflavine. In addition, serum antioxidant activity increased after treatment only in groups of patients treated with Cytoflavin or Mexidol ( $p < 0.05$ ).

## НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

Катаманова Д.Л., Хундерякова Н.В., Сатаева Т.П., Бекирова З.Н.

Центр исследования живых систем, г. Симферополь, Россия, [katamanova\\_63@mail.ru](mailto:katamanova_63@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m413.sudak.ns2019-15/207>

Инновационная разработка предназначена для оптимизации работы головного мозга и функционального состояния организма человека. Она является результатом многочисленных научных исследований в области медицины, биологии и психологии (патент РФ №149915 от 30.08.2013г.). Разработка представлена 3 вариантах:

1. Прописи для гармонизации работы обоих полушарий мозга.
2. Комплект трафаретов для улучшения работы мозга.
3. Мобильное приложение «Гармония».

По мнению авторов разработки (Я.С. Ибадов, Д.Л. Катаманова, З.Н. Бекирова) ее применение способствует активизации процессов саморегуляции и самовосстановления организма, улучшению физического и психологического состояния и адаптационных возможностей организма. Результаты исследования показали, что применение разработки способствует улучшению функционального состояния организма, что проявлялось повышением уровня и резервов вегетативной регуляции (УВР, РВР), показателя адекватности процессов регуляции (ПАПР), индекса вегетативного равновесия (ИВР), снижении индекса напряженности (ИН). Также при анализе спектральной мощности ритмов мозга отмечалось повышение мощности альфа-ритмов мозга параллельно со снижением тета-ритмов. Это свидетельствует о снижении тревожности, негативных эмоциональных переживаний и подтверждает релаксирующий эффект данной разработки.

Исследования по определению однократного влияния программы в течение 15-30 минут на активность СДГ показали, что активность СДГ в результате малого воздействия повышается в 3-5 раз, а через сутки активность СДГ была выше исходного уровня на 30-40 %, т.е. наблюдается эффект физиологической активации, (активация по Гаркави малыми дозами адреналина). В результате исследования мы получили усиление и преобладание дыхательного фермента СДГ над гликолизом ЛДГ, что приводит к усилению энергообмена в лимфоцитах и организме в целом.

Проведенные исследования показывают, что данная разработка является физиологическим и эффективным средством повышения адаптационных возможностей организма.

## NEUROPHYSIOLOGICAL METHOD OF OPTIMIZING THE BRAIN AND THE FUNCTIONAL STATE OF HUMAN BODY

Katamanova Djemilya L., Khunderyakova Natalia V., Sataieva Tatiana P., Bekirova Zera N.  
Simferopol, Russia



## **ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ КОРТИКОСТЕРОНА В КРОВИ МЫШЕЙ В ПРОЦЕССЕ ДЕСЯТИДНЕВНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАНОСЕКУНДНЫМИ ИМПУЛЬСНЫМИ МИКРОВОЛНАМИ**

**Керея А.В.<sup>1,2</sup>, Жаркова Л.П.<sup>1,3</sup>, Купцова А.Е.<sup>3</sup>, Большаков М.А.<sup>1,3</sup>, Кутенков О.П.<sup>1</sup>, Ростов В.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск, Россия;

<sup>2</sup> Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия;

<sup>3</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия;  
[kereya21@mail.ru](mailto:kereya21@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m414.sudak.ns2019-15/208>

Установлено, что жировая ткань мышей чувствительна к наносекундному импульсно-периодическому микроволновому излучению (ИПМИ) и реагирует на десятидневное облучение ИПМИ изменением своей массы и размеров адипоцитов (Керея А.В., 2016). По современным представлениям она является важным нейроэндокринным органом (Шварц В., 2009). Поэтому исследование механизмов влияния наносекундного ИПМИ на жировую ткань является актуальной проблемой нейробиологии и физиологии с точки зрения возможного развития стресса в организме. Целью исследования являлось изучение динамики содержания кортикостерона в крови мышей в процессе десятидневного облучения эпидидимальной жировой ткани наносекундным ИПМИ. Работа выполнена на 54 белых мышах-самцах массой 25-30 г с соблюдением всех этических норм и правил. Паховая область мышей, где сосредоточена эпидидимальная жировая ткань в течение 3, 5, 7 и 10 дней подвергалась ежедневному однократному воздействию ИПМИ (4000 импульсов за сеанс), с пиковой плотностью потока мощности 1500 Вт/см<sup>2</sup> и частотами повторения 13 и 22 Гц. Для облучения использовался лабораторный генератор на основе магнетрона МИ-505 (Россия, несущая частота 10 ГГц, длительность импульсов 100 нс). Содержание кортикостерона в сыворотке крови облученных и ложнооблученных мышей определялось с помощью твердофазного иммуноферментного «сэндвич» метода (ELISA).

Полученные результаты показали немонотонно изменяющуюся динамику содержания кортикостерона. Эффекты зависели от частоты повторения импульсов и свидетельствовали как о развитии стресса в организме, так и формировании адаптации к воздействию фактору. В частности, в группах мышей, облученных с частотой повторения 13 Гц, содержание кортикостерона после 3 и 5 дней облучения не изменялось относительно ложнооблученных. После 7 дней воздействий уровень гормона уже соответствовал таковому у интактной группы, что указывало на развитие адаптации к воздействию наносекундным ИПМИ. После 3-дневного облучения с частотой 22 Гц наблюдалось статистически значимое увеличение кортикостерона, что указывало на высокий уровень эмоциональной напряженности, соответствующий стадии тревоги. Однако, результаты последующих 5-, 7- и 10-дневного воздействий продемонстрировали статистически значимое снижение кортикостерона, что характеризует развитие сильного стресса и наступление стадии истощения.

## **CORTICOSTERONE LEVEL DYNAMICS IN MICE BLOOD DURING 10 DAY EXPOSURE TO NANOSECOND MICROWAVE PULSES**

**Kereya Anna V.<sup>1,2</sup>, Zharkova Loubov P.<sup>1,3</sup>, Kuptsova Anita E.<sup>3</sup>, Bolshakov Michael A.<sup>1,3</sup>, Kutenkov Oleg P.<sup>1</sup>,  
Rostov Vladislav V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of High Current Electronics SB RAS, Tomsk, Russia; <sup>2</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russia;  
<sup>3</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [kereya21@mail.ru](mailto:kereya21@mail.ru)

Mice adipose tissue was found to be sensitive to nanosecond repetitive pulsed microwaves (RPMs). There was changing adipose mass and size of adipocytes after 10-day RPMs irradiation of adipose tissue (Kereya A.V., 2016). Adipose tissue is an important neuroendocrine organ according to modern concepts (Schwartz V., 2009). Therefore, the study of the mechanisms of RPM pulses effects on adipose tissue is an urgent problem of neurobiology and physiology since it can trigger stress in the body. The purpose of this study was to identify the dynamics of the corticosterone level in the blood of mice which was irradiated for 10 days with nanosecond RPMs to the epididymal adipose tissue. The aim of the study was to reveal the dynamics of corticosterone level in the blood of mice during the ten-day nanosecond RPMs irradiation of epididymal adipose tissue. The work was performed on 54 white male mice weighing 25-30 g in compliance with all ethical norms. The inguinal region of mice (where the epididymal adipose tissue is concentrated) was exposed to a single daily exposure to RPMs for 3, 5, 7, and 10 days (4000 pulses per session, a peak power flux density of 1500 W/cm<sup>2</sup> and pulse repetition frequency of 13 and 22 Hz). A laboratory generator based on the MI-505 magnetron (Russia, 10 GHz, pulse duration 100 ns) was used for irradiation. The corticosterone level in the serum of irradiated and sham-irradiated mice was tested using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

The results obtained showed a non-monotonically dynamics of the corticosterone level. The effects depended on the pulse repetition frequency and testified both to the development of stress in the body and to the formation of adaptation to the factor. In particular, in groups of mice irradiated with a pulse repetition frequency of 13 Hz, the content of corticosterone after 3 and 5 days of irradiation did not change with respect to false-irradiated ones. The hormone level after 7 days already corresponded to that one in the sham group of exposure, which indicated the development of adaptation to the RPMs. The statistically significant increase in corticosterone level was observed after 3 days of irradiation with a frequency of 22 Hz, that indicating a high level of emotional tension, corresponding to the stage of anxiety. However, the subsequent results after 5-, 7-, and 10-day exposures showed a statistically significant decrease in corticosterone level, which characterizes the development of severe stress and the onset of depletion.

## РАННЕЕ ПРОЯВЛЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ И ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ ЭНЦЕФАЛОПАТИЯМИ

Кижеватова Е.А., Омельченко В.П.

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение Высшего образования Ростовский государственный медицинский университет Министерства Здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия, [alyonatim@mail.ru](mailto:alyonatim@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m415.sudak.ns2019-15/209>

Электронцефалограмма широко применяется как дополнительный метод диагностики нарушений функциональной работы головного мозга, в том числе и проявления когнитивных нарушений у больных с дисциркуляторной диабетической энцефалопатиями.

Цель работы – применение метода многомерного шкалирования (МШ) для анализа ЭЭГ, демонстрация применения информационных технологий для повышения информативности компьютерного анализа ЭЭГ при ранней оценке нарушения когнитивных функций у больных с дисциркуляторной и диабетической энцефалопатиями.

В результате выполнения исследования ЭЭГ-данных сделаны выводы:

– при сравнении отведений ЭЭГ по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Растения», «Счет» у здоровых испытуемых координаты МШ совпадали практически по всем тестам, в некоторых случаях имелось отличие между тестом «Счет» (или «Растения») и остальными тестами; у пациентов с энцефалопатией отсутствовало совпадение точек при выполнении этих тестов;

– МШ для анализа ЭЭГ по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Буква», «Лишнее» показало, что у здоровых пациентов наблюдается совпадение координат по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Буква», формировалась область точек теста «Лишнее»; у больных отсутствовало совпадение координат по этим тестам, но результаты объединялись в группы;

– анализ ЭЭГ здоровых пациентов по тестам «Фон ОГ», «Фон ЗГ», «Слова 2-1», «Слова 2-2» показал практически полное совпадение координат по тестам, в некоторых случаях выделялись результаты теста «Слова 2-2»; для испытуемых с ДЭП – более хаотичное распределение точек, в некоторых случаях формировались области, определяющие один из тестов;

– при сравнении амплитуд ЭЭГ по отведениям выявлено: вертикальное расположение точек, соответствующих одному отведению, у здоровых пациентов практически во всех тестах; для больных – локализации данных по тестам в некоторых случаях и полное отсутствие вертикального расположения точек по отдельному отведению.

В результате проведенного исследования получен вывод о том, что МШ позволяет классифицировать здоровых и больных испытуемых по ЭЭГ-показателям на ранней стадии. С помощью этого метода в дальнейшем возможно проведение анализа состояния здоровья пациента и выявление степени заболевания.

## EARLY PROYLENE COENITIVE IMPAIRMENT IN PATIENTS WITH DIABETIC AND DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHIES

Kizhevatova Elena A., Omelchenko Vitaly P.

Federal state budgetary educational institution of Higher education Rostov state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Rostov-on – don, Russia  
[alyonatim@mail.ru](mailto:alyonatim@mail.ru)

Electroencephalogram is widely used as an additional method of diagnosis of functional disorders of the brain, including manifestations of cOEnitive impairment in patients with dyscirculatory diabetic encephalopathy.

The purpose of the work – application of method of multidimensional scaling (MSH) for the EEG analysis, the demonstration of the application of information technology to enhance the information content of computer analysis of EEG for early assessment of violations of cognitive functions at patients with diabetic and discirculatory encephalopathies.

As a result of the study of EEG data, conclusions are made:

– when comparing the EEG leads on the tests "Fon OE", "Fon CE", "Plants", "Score" in healthy subjects, the coordinates of the MS were the same in almost all tests, in some cases there was a difference between the test "Score" (or "Plants") and other tests; in patients with encephalopathy there was no coincidence of points when performing these tests;

– MS for the analysis of EEG tests "Fon OE", "Fon CE", "Letter", "Extra" showed that in healthy patients there is a coincidence of the coordinates of the tests "Fon OE", "Fon CE", "Letter", formed the area of test points "Extra"; patients did not match the coordinates of these tests, but the results were combined into groups;

– analysis of EEG of healthy patients on the tests "Fon OE", "Fon CE", "Words 2-1", "Words 2-2" showed almost complete coincidence of the coordinates of the tests, in some cases, the test results were allocated "Words 2-2"; for subjects with DEP – more chaotic distribution of points, in some cases, formed areas that determine one of the tests;

– when comparing amplitudes of the EEG for leads identified: vertical location of points corresponding to one abduction, in healthy people practically in all tests; for patients, the localization data on tests in some cases complete absence of the vertical location of the points for individual leads.

As a result of the study, it was concluded that MS allows to classify healthy and sick subjects by EEG indicators at an early stage. With this method in the future it is possible to analyze the patient's health and identify the degree of disease.

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ОТВЕТ НА ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННУЮ ЛЕКСИКУ С ЛИЧНОСТНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ЛЮДЕЙ**

Килина М.А., Бочаров А.В., Левин Е.А., Сапрыгин А.Е., Таможников С.С., Савостьянов А.Н.,  
Князев Г.Г.

Новосибирский Национальный Исследовательский Государственный Университет; Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия;  
[m.kilina@g.nsu.ru](mailto:m.kilina@g.nsu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m416.sudak.ns2019-15/210>

Вызванные потенциалы головного мозга отражают различные фазы распознавания внешнего сигнала. Целью нашего исследования было сравнение реакций на слова, описывающие личностные свойства людей, у испытуемых, которые сами различались между собой по личностным свойствам. В качестве участников приглашались 42 человека, здоровые праворукие студенты университета, средний возраст 22,6 года. Все участники заполняли комплект психологических тестов для определения их личностных особенностей. В эксперименте участникам последовательно предлагалось 90 слов русского языка, описывающих личностные особенности людей. Одна треть слов была эмоционально нейтральной, другая треть описывала эмоционально положительные качества и треть слов описывала эмоционально отрицательные качества. Испытуемый должен был последовательно отнести каждое слово к одной из четырех персон – самому себе, к любимому человеку, к неприятному человеку и к нейтральному человеку. ЭЭГ регистрировалось у всех испытуемых при помощи 128 канального усилителя фирмы Brain Products, Germany. В качестве меры мозговой активности во время выполнения задания были выбраны вызванные потенциалы головного мозга. Было показано, что пик P300 отражает отнесенность слова к одной из четырех персон. Наибольшая амплитуда реакции наблюдалась при отнесении слов к неприятному человеку. Пик N600 отражает эмоциональную окраску самого слова. Наибольшая амплитуда этого пика наблюдалась в ответ на эмоционально положительные слова. Амплитуды пиков коррелировали с такими личностными особенностями как экстраверсия, согласие и нейротизм, измеренные с помощью опросника Голдберга. В заключение, в задаче на понимание личностно-ориентированной лексики вызванные потенциалы головного мозга отражают как семантические особенности распознаваемых слов, так и личностные особенности людей, которые распознают лексику.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, грант № 17-18-01019 «Я и другие – предикторы и механизмы кооперативного и конкурентного поведения».*

**INTERACTION BETWEEN EVENT-RELATED POTENTIALS AS RESPONSE TO SELF- AND OTHER-REFERENCED ADJECTIVES AND SUBJECT'S PERSONALITY TRAITS**

Kilina Mariya A., Bocharov Andrey V., Levin Evgeny A., Saprygin Alexander E., Tamozhnikov Sergey S.,  
Savostyanov Alexander N., Knyazev Gennady G.

Novosibirsk State University, Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [m.kilina@g.nsu.ru](mailto:m.kilina@g.nsu.ru)

Event-related potentials (ERPs) represent different phases of external signal recognition. The aim of our research was to compare the responses to adjectives referenced to self and other among subjects who differ in their personalities. 42 Novosibirsk State University students, all healthy and right-handed, were invited as participants (mean age is 22.6 years). All of them replied to psychological questionnaires defining their personality traits. 90 words in Russian describing people's personalities were used. They were divided into 3 equal categories: emotionally neutral, positive and negative. Subjects were asked to consistently attribute each word to four people: self, loved one, unpleasant one and neutral one. EEG was recorded on a 128-channel Brain Products amplifier, Germany. Event-related potentials were chosen as a measure of brain activity in the condition of a task execution. We showed that P300 component reflects reference to one of four people. The largest amplitude was observed when subjects matched adjectives to an unpleasant person. N600 component reflects the emotionality of the word itself. The largest amplitude of this component was observed in response to emotionally positive words. The amplitudes of these components correlated with such personality characteristics as extraversion, agreeableness, and neuroticism measured by the Goldberg's questionnaire. In conclusion, ERPs reflect both semantic peculiarities of recognized words and subject's personality in self- and other-referenced adjectives recognition task.

*The study was supported by Russian Science Foundation, grant № 17-18-01019 "Me and others – predictors and mechanisms of cooperative and competing behavior"*

**МОБИЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ РЕГИСТРАЦИИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
Кипра С.А.**

ООО "НПК Центр комплексного оснащения", Барнаул, Россия

<https://doi.org/10.29003/m417.sudak.ns2019-15/210-211>

Основные проявления высшей нервной деятельности человека, обеспечивающие реагирование на окружающий мир, – внимание, эмоции и запоминание информации, имеют свои характерные физиологические проявления на уровне изменений в центральной нервной системе, отражающиеся в усилении активности определенных функциональных сетей и преобладанием одних мозговых ритмов над другими. Метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) позволяет исследовать функциональное состояние головного мозга путем регистрации его биоэлектрической активности в различных отделах, и рассмотреть не только топографию, но и исследовать временную динамику процессов с миллисекундным временным разрешением.

ANT Neuro предлагает высококачественные, высокотехнологичные продукты и услуги по всему миру, предоставляя технологические решения лидерам в сфере нейронауки и нейроразногностики. В течение

20 лет они создают и исследуют технологии для научного сообщества, находя различные пути к успешным решениям. Благодаря технологическим возможностям в исследованиях человека, сегодня ANT Neuro – это инновационная компания, предлагающая бескомпромиссное качество.

Для целей регистрации ЭЭГ в движении лучше всего подходят мобильные ЭЭГ-платформы, такие как eegosports (ультрапортативная платформа регистрации ЭЭГ до 64 каналов и до 24 биполярных ЭМГ каналов с аккумулятором на 6 часов регистрации, весом менее 500 грамм, работающая в режиме реального времени) или более мощная eego mylab, имеющая варианты от 32 до 256 ЭЭГ каналов и подходящая как для стационарного, так и для портативного использования. Также существует платформа eego rt, созданная специально для использования в составе интерфейсов мозг-компьютер (ИМК) и имеющая три варианта исполнения: 8, 32 или 64 высокоплотных канала.

Все продукты линейки eego поддерживают открытый API (advanced program interface), SDK (software development kit) и технологию записи и обработки данных в сторонних программах.

В паре с системами используется шлем waveguard, имеющий специальный дизайн, крепление, высококачественные электроды и специальный универсальный коннектор, что сокращает срок подготовки к регистрации до 10 мин. Экранирование делает шлем менее подверженным к внешним шумам и позволяет отказаться от специально экранированного помещения для регистрации.

Существуют как классические шлемы waveguard original, которые идеально подходят для высокоточных научных протоколов, так и разработанные специально для рутинного клинического применения waveguard connect, имеющие скрытие под дополнительным слоем ткани провода и коннекторы высокой плотности и идеально подходящие для диагностики. Оба вида шлемов возможно приобрести отдельно или в комплекте с ЭЭГ системой ANT. Доступны адаптеры для всех популярных ЭЭГ систем. Для областей, в которых невозможно применение гелевых электродов (скрининговые, полевые исследования в экстремальных локациях планеты, исследования в условиях невесомости) был разработан специализированный шлем с сухими электродами – waveguard touch, который имеет электроды Ag/AgCl с полимерным покрытием и гарантирует качество данных не уменьшая комфорта участника.

Все ЭЭГ шлемы совместимы с оборудованием для ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (rTMS), транскраниальной стимуляции постоянным и переменным током (tECS).

Вместе с мобильными ЭЭГ-платформами возможно использовать ПО, дающее возможность проводить обработку сигнала в реальном времени, например, OpenViBE, позволяющее собирать, отфильтровывать, обрабатывать, классифицировать и визуализировать мозговые сигналы.

**xensor** – программно-аппаратное решение, обеспечивающее наиболее практичный и простой подход к 3D – оцифровке индивидуального пространственного положения ЭЭГ электродов шлема в клинических и когнитивных исследованиях с использованием регистрации биоэлектрической активности высокого пространственного и временного разрешения. Система обеспечивает отслеживание, регистрацию и хранение данных о позициях электродов в реальном времени.

## PORTABLE BIOELECTRICAL BRAIN ACTIVITY REGISTRATION PLATFORMS

Kipra Stanislav A.

R&D Center of Complex Solutions, Ltd, Barnaul, Russia

## РОЛЬ РИСКОВ РАННЕГО РАЗВИТИЯ РЕБЕНКА ВОЗРАСТА 3-7 ЛЕТ В ФОРМИРОВАНИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ

Кириллова Г.А., Кунавин М.А.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,  
g.kirillova@narfu.ru

Диагностика и прогнозирование факторов риска в развитии ребенка является актуальной задачей современного образования. Дошкольный возраст (3-7 лет) является важным этапом в развитии целенаправленного поведения и познавательной деятельности. В этот период происходят изменения структурно-функциональной организации мозга, определяющие готовность ребенка к школе и обуславливающие возможность учебной деятельности и ее успешность. Отмечают, что 70 % будущих первоклассников имеют несформированные высшие психические функции, 70-80 % детей имеют задержку в развитии зрительного восприятия и организации деятельности.

Было обследовано 192 первоклассника (109 мальчиков и 83 девочки), обучающихся в школах г. Архангельска. Возраст детей на момент исследования 7-7,5 лет. Для выявления факторов риска использовалась анкета раннего развития ребенка, в частности, ответы 3 блока об особенностях деятельности и работоспособности ребенка, темповой организации, развитии мелкой моторики рук, общем запасе сведений и знаний, нервнопсихическом статусе, особенностях поведения и речевом развитии. Также в анкете оценивается игровой опыт и уровень мотивации перед школой. Для оценки уровня зрительного восприятия у первоклассников использовалась «Методика оценки уровня развития зрительного восприятия детей 5-7,5 лет» М. М. Безруких и Л. В. Морозовой. Анализ данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ SPSS 22.0.

Значимые отличия по частоте встречаемости отмечаются у таких факторов как: высокая подвижность у мальчиков – 26,6 %; значительно реже встречается данный риск у девочек – 6 % ( $p < 0,001$ ); отдельные невротические реакции встречаются в 15,6 % случаев у мальчиков и в 4,8 % у девочек ( $p = 0,055$ ); для 13,8 % мальчиков характерна агрессивность и вспыльчивость, у девочек этот риск встречается в 2,4 % случаев ( $p = 0,006$ ); отсутствие выраженной мотивации перед школой является самым часто встречающимся фактором риска у мальчиков 32,1 %, у девочек фактор встречается вдвое реже – 15,7 % ( $p = 0,014$ ).

Было установлено, что мальчики в возрасте от 3 до 7 лет попадают в группу риска по зрительному восприятию. С увеличением суммы факторов риска наблюдается ухудшение зрительно-моторной интеграции, а также снижение помехоустойчивости у детей в возрасте 7-7,5 лет. У мальчиков отмечается достоверная ( $p < 0,05$ ) обратная связь помехоустойчивости и суммы факторов риска раннего развития в

возрасте 3-7 лет. На уровне тенденции у мальчиков при увеличении суммы факторов снижается зрительно-моторная координация.

### **EARLY RISKS CHILD DEVELOPMENT 3-7 YEARS OLD THEIR ROLE IN FORMATION OF VISUAL PERCEPTION**

**Kirillova G., Kunavin M.**

Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [g.kirillova@narfu.ru](mailto:g.kirillova@narfu.ru)

Diagnosis and prediction of risk factors in the development of a child is an important task of modern education. Preschool age (3-7 years) is an important stage in the development of targeted behavior and cognitive activity. During this period, there are changes in the structural and functional organization of the brain determining the child's readiness for school and determine the possibility of learning activities and its success. They note that 70% of future first-graders have unformed higher mental functions, 70-80 % of children have a delay in the development of visual perception and organization of activities.

There was examined 192 first grade pupil (109 boys and 83 girls) studying in the schools of Arkhangelsk city. The age of the children at the time of the examination is 7-7.5 years. A child's early development questionnaire was used to identify risk factors. Answers 3 blocks on the characteristics of the child's activity and performance, tempo organization, development of fine motor skills of hands, general stock of information and knowledge, nervous and mental status, behavioral features and speech development. The questionnaire also determines the gaming experience and the level of motivation before starting education. «The methodology for assessing the level of development of the visual perception of children 5–7.5 years old» by M. Bezrukikh and L. Morozova was used to determine visual level of perception in first grade pupil. Data analysis was performed using the SPSS 22.0 application package.

Statistically significant differences in the factors: high mobility in 26.6% of boys; this risk is lower in girls – 6% ( $p < 0.001$ ); there are some neurotic reactions in 15.6% of cases in boys and 4.8% in girls ( $p = 0.055$ ); for 13.8% of boys are aggressive and quick-tempered, in girls this risk is found in 2.4% of cases ( $p = 0.006$ ); lack of motivation before school is the most common risk factor for boys 32.1%, for girls the factor is twice as rare – 15.7% ( $p = 0.014$ ).

It is established that boys aged 3 to 7 years are at risk of visual perception. With an increase in the amount of risk factors, visual-motor integration is worse, as well as noise immunity reduction in children aged 7-7.5 years. Boys have a reliable ( $p < 0.05$ ) feedback noise immunity and the sum of risk factors for early development at the age of 3-7 years. Boys trend to reduce visual-motor coordination with an increase in the sum of factors.

### **НОВЫЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МЕКСИДОЛА: ИНДУКЦИЯ МИТОХОНДРИО-И АНГИОГЕНЕЗА**

**Кирова Ю.И.<sup>1</sup>, Шакова Ф.М.<sup>1</sup>, Германова Э.Л.<sup>1</sup>, Романова Г.А.<sup>1</sup>, Воронина Т.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фармакологии им. В.В. Закусова», Москва, Россия; [bioenerg@mail.ru](mailto:bioenerg@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m418.sudak.ns2019-15/212-213>

Проблема повышения устойчивости головного мозга к функциональным нагрузкам, гипоксии, ишемии, травмам, интоксикациям, возрастной нейродегенерации сохраняет высокую медицинскую и социально-экономическую значимость. В последние годы в качестве перспективного нейропротекторного направления разрабатываются митохондриотропные фармакологические и немедикаментозные подходы, направленные на индукцию митохондриогенеза, поддержание  $Ca^{+2}$ -аккумулялирующей функции митохондрий, снижение проницаемости неспецифической поры (mitochondrial permeability transition pore, mPTP). Несмотря на широкие исследования в этой области арсенал фармакологических активаторов биогенеза митохондрий, эффективность которых подтверждена экспериментально и клинически, ограничивается лишь несколькими препаратами (ресвератрол; безафибрат; AICAR, 5-аминоимидазол-4-карбоксамидрибо-нуклеозид). В связи с чем, поиск и создание эффективных и безопасных нейроспецифических индукторов церебрального митохондриогенеза являются актуальной задачей экспериментальной и клинической нейронауки.

В качестве потенциального активатора биогенеза митохондрий был исследован сукцинатсодержащий нейропротекторный препарат мексидол (2-этил-6-метил-3-гидроксипиридина сукцинат). Известно, что сукцинат реализует сигнальную функцию через активацию сукцинатного рецептора SUCNR1/GPR91. При этом инициируются внутриклеточные сигнальные пути, активирующие и индуцирующие ключевой регулятор митохондриогенеза и ангиогенеза у млекопитающих PGC1 $\alpha$  (peroxisome proliferator activated receptor gamma coactivator 1 alpha).

Методом Вестерн-блот анализа впервые показано, что курсовое применение мексидола (40 мг/кг, в/брюшинно, 20 ежедневных инъекций) сопровождается индукцией PGC1 $\alpha$ , каталитических субъединиц дыхательных ферментов (NDUFV2, SDHA, cyt b, COX2), АТФ-синтазы (АТФ5А), фактора роста эндотелия сосудов VEGF и сукцинатного рецептора SUCNR1 в коре головного мозга крыс-самцов разных возрастных групп (от 3 до 20 месяцев). Эффективность мексидола в стимуляции церебрального митохондриогенеза зависит от возраста. Выраженность мексидол-индуцированной экспрессии митохондриальных ферментов меньше у стареющих животных и отмечается только при продолжительных курсах применения препарата. Проведенное исследование впервые выявило вовлеченность сукцинатсодержащего препарата мексидол в механизмы индукции ферментов энергопродуцирующей системы митохондрий, что существенно расширяет сложившиеся представления о механизмах его энерготропного действия и терапевтическом потенциале.

## NEW ASPECTS OF MEXIDOL NEUROPROTECTIVE ACTIVITY: INDUCTION OF MITOCHONDRIO- AND ANGIOGENESIS

**Kirova Yuliya I.<sup>1</sup>, Shakova Fatima M.<sup>1</sup>, Germanova Elita L.<sup>1</sup>, Romanova Galina A.<sup>1</sup>, Voronina Tatyana A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of General Pathology and Pathophysiology», Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budgetary Institution "Research Zakusov Institute of Pharmacology, Moscow, Russia; [bioenerg@mail.ru](mailto:bioenerg@mail.ru)

The problem of increasing brain tolerance to functional effort, hypoxia, ischemia, traumatic injury, intoxication, age-related neurodegeneration remains of high medical and socio-economic significance. In recent years, mitochondriotropic pharmacological and non-drug approaches aimed at the induction of mitochondriogenesis, maintaining the Ca<sup>2+</sup> accumulating function of mitochondria, reducing the permeability of nonspecific pores (mitochondrial permeability transition pore, mPTP) are elaborated as promising neuroprotective direction. Despite extensive research in this area the arsenal of pharmacological activators of mitochondrial biogenesis, the effectiveness of which is confirmed experimentally and clinically, is limited to only a few drugs (resveratrol; bezafibrat; AICAR, 5-aminoimidazole-4-carboxamide ribonucleotide). Therefore, searching for and creation of effective and safe neurospecific inducers of cerebral mitochondriogenesis are urgent tasks for experimental and clinical neuroscience.

The succinate-containing neuroprotective drug Mexidol (2-ethyl-6-methyl-3-hydroxypyridine succinate) was tested as a potential activator of mitochondrial biogenesis. It is known that succinate realizes the signaling function through the activation of the succinate receptor SUCNR1 / GPR91. At the same time, intracellular signaling pathways that activate and induce a key regulator of mitochondriogenesis and angiogenesis in mammals PGC1a (peroxisome proliferator activated receptor gamma coactivator 1 alpha) are initiated.

For the first time, by the Western blotting method it has been shown that course application of Mexidol (40 mg / kg, intraperitoneal, 20 daily injections) is accompanied by the induction of PGC1a, catalytic subunits of respiratory enzymes (NDUFV2, SDHA, cyt b, COX2), ATP synthase (ATP5A), vascular endothelial growth factor VEGF and succinate receptor SUCNR1 in the cerebral cortex of male rats of different age groups (from 3 to 20 months). The effectiveness of Mexidol in stimulating cerebral mitochondriogenesis depends on age. The severity of Mexidol-induced expression of mitochondrial enzymes is less in aging animals and is observed only with prolonged courses of drug use. For the first time the study revealed the involvement of the succinate-containing drug Mexidol in the mechanisms of induction of enzymes of the energy-producing system of mitochondria, which significantly broadens the prevailing ideas about the mechanisms of its energetropic action and therapeutic potential.

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СЛОЖНОСТИ ВЫБОРА В ЗАДАЧАХ КАТЕГОРИЗАЦИИ ЗРИТЕЛЬНЫХ СТИМУЛОВ ПО ПАРАМЕТРАМ ВП

**Кирой В.Н., Асланян Е.В.**

НИТЦ нейротехнологий ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия, [evaslanyan@sfedu.ru](mailto:evaslanyan@sfedu.ru)

С участием 40 добровольцев (20 девушек и 20 юношей, средний возраст 22,4±2,4 года) исследовали зависимость амплитуд (Ам) и латентных периодов (Лп) компонентов ВП от сложности задачи категоризации зрительных стимулов 2 типов – образов и обозначающих их слов, относящихся к категориям ФРУКТЫ и ПОСУДА. Задания, выполняемые обследуемыми, включали 4 этапа: (1) пассивный осмотр предъявляемых изображений (Пр), (2) распознавание стимулов, относящихся к одному понятию (Об), например, ЯБЛОКО, представленному разными типами (образ и/или слово), (3) распознавание разных стимулов одного типа, относящихся к одной категории (Гр), (4) распознавание разных стимулов обоих типов, относящихся к одной категории (Ка). ЭЭГ регистрировали непрерывно, монополярно от 14 областей коры (F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 по системе 10×20, референт ушной объединенный). Частота дискретизации ЭЭГ-сигнала составляла 1000 Гц, полоса пропускания от 0,5 до 100 Гц (режекторный фильтр – 50 Гц). На ВП методом когерентного усреднения и с учетом региональных особенностей выделяли 6 компонентов: P1 (P66), N1 (N124), P2 (P180), N2 (N248), P3 (P331) и N3 (N456).

Показано, что время реакции на стимулы-слова достоверно больше, чем на образы, и увеличивается в ряду Гр – Об – Ка. Это совпадало с результатами интервьюирования. Можно говорить о различной сложности заданий, причем категоризация объектов в пределах одного типа (образы или слова) является более простым заданием, чем категоризация объектов разного типа (образы и слова). Анализ компонентов ВП показал, что в ситуациях выбора (по сравнению с Пр) наблюдается уменьшение Лп компонентов P2, N2, P3 и увеличение – N3, снижение Ам средних (P2, N2) и рост – поздних (P3, N3) компонентов. Наиболее выраженное увеличение Лп компонентов ВП имеет место в лобных, а Ам компонентов P2 и P3 – в задних отведениях. Указанные изменения свидетельствуют о том, что реализация более сложных схем категоризации связана с более выраженной активацией лобных областей, что может быть связано с увеличением нагрузки на механизмы рабочей памяти, при параллельном снижении уровня активации непосредственно не вовлеченных в деятельность областей. Полученные результаты подтверждают высказанное ранее предположение о существовании специфических механизмов, «настроенных» на восприятие информации определенного типа – образной или вербальной.

## ASSESSING CHOICE DIFFICULTY IN VISUAL STIMULI CATEGORIZATION TASKS BY EP PARAMETERS

**Valeriy N. Kirov, Yelena V. Aslanyan**

Technological Research Center for Neurotechnologies with the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia, [evaslanyan@sfedu.ru](mailto:evaslanyan@sfedu.ru)

With 40 subjects (20 female and 20 male, average age 22,4±2,4), the dependency of amplitudes (Am) and latent periods (Lp) of evoked potential components on the difficulty of categorization tasks for the visual stimuli of two types – images and the corresponding words falling under the categories FRUIT and TABLEWARE. The subjects were assigned tasks that included 4 stages: (1) passive observation of the presented stimuli (Pr),

(2) detecting stimuli corresponding to the same notion (Ob) (e.g. APPLE) presented in different forms (image and/or word), (3) detecting various stimuli of the same type (Gr), (4) detecting different stimuli of both types falling under the same category (Ka). The EEG was registered continuously, monopolarly in 14 cortical areas (F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 по системе 10×20, the ear reference united). EEG signal sample rate was 1000 Hz, bandwidth was between 0.5 and 100 Hz (band-stop filter – 50 Hz). Six components were singled out of the EP record via coherent averaging – P1 (P66), N1 (N124), P2 (P180), N2 (N248), P3 (P331) и N3 (N456).

It was demonstrated that the response time for verbal stimuli is reliably longer than that for images and is growing in the sequence Gr – Ob – Ka. This corresponded with the results of the interview. It can be stated that the difficulty varies between the tasks. Categorizing objects within the same type (images or words) appears to be a simpler task than categorizing objects of different types (words and images). RP component analysis shows that in situations of choice-making (as compared to Pr) the Lp decreases for components P2, N2, P3 and increases for N3, the Am decreases for the middle phases (P2, N2) and increases for the late phases (P3, N3) of components. The most vivid Lp increase in EP components takes place on the frontal electrodes, and the Am increase of the P2 and P3 components – on the back electrodes. The stated changes prove that carrying out more complex categorization schemes is linked to a higher involvement of the frontal areas which may be connected with the increasing load on the operative memory mechanisms accompanied by the decreasing involvement of the areas that do not directly participate in the activity. The current results support the previously stated supposition that there exist specific mechanisms 'tuned' for perceiving information of a particular type – visual or verbal.

**ВООБРАЖАЕМЫЕ ДВИЖЕНИЯ КАК СПОСОБ РЕГУЛЯЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ МОТОРНЫХ ФУНКЦИЙ**  
Китов В.В.<sup>1</sup>, Шишкин Н.В.<sup>1</sup>, Шигуева Т.А.<sup>1</sup>, Томиловская Е.С.<sup>1</sup>, Мошонкина Т.Р.<sup>2</sup>, Городничев Р.М.<sup>3</sup>,  
Герасименко Ю.П.<sup>2</sup>, Козловская И.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Великие Луки, Россия; [arctg@yandex.ru](mailto:arctg@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m419.sudak.ns2019-15/214>

Задачей исследования являлось изучение механизмов сенсорно-моторной регуляции двигательной активности при механической стимуляции рецепторов опорной поверхности стопы в сочетании с методом "воображения движений" в эксперименте с участием здоровых испытуемых-добровольцев.

У испытуемых, находящихся в горизонтальной вывеске, изучали влияние "воображения движений" на инициацию произвольных шагательных движений при сенсорной стимуляции. Регистрировали ЭМГ-активность мышц ног и кинематику движений. Испытуемым предъявляли на мониторе реконструированное движение ног. Испытуемые получали инструкцию "воображать" такие движения при открытых и закрытых глазах. Стимуляция опорных зон стоп осуществлялась в условиях "воображения движений" и при покое.

Показано, что механическая стимуляция опорных зон стоп в локомоторном режиме сопровождается возникновением движений в суставах ног и электромиографической активностью мышц, аналогичных таковым при выполнении произвольных движений. Аналогичные паттерны движений в суставах и электромиографических ответов регистрируются также в случае выполнения испытуемым задачи воображения движений, а также счета в уме. Во всех перечисленных случаях опорная стимуляция в локомоторном режиме существенно увеличивает амплитуду двигательных ответов. Предъявление сигналов зрительной обратной связи при выполнении задачи воображения движений, не вызывая собственного двигательного ответа, существенно облегчает двигательные ответы на опорную стимуляцию.

*Работа поддержана Программой научных исследований Президиума РАН «Фундаментальные основы технологии физиологических адаптаций».*

**MOTOR IMAGERY AS A TOOL FOR REGULATION AND REHABILITATION OF MOTOR FUNCTIONS**

Kitov Vladimir.V.<sup>1</sup>, Shishkin Nikita.V.<sup>1</sup>, Shigueva Tatiana A.<sup>1</sup>, Tomilivskaya Elena S.<sup>1</sup>, Moshonkina Tatiana R.<sup>2</sup>, Gorodnichev Ruslan M.<sup>3</sup>, Gerasimenko Yuriy P.<sup>2</sup>, Kozlovskaya Inesa B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Pavlov institute of physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia; <sup>3</sup>Federal state educational institution of higher education State academy of physical training and sports of Velikie Luki, Velikie Luki, Russia; [arctg@yandex.ru](mailto:arctg@yandex.ru)

The study was aimed to investigate mechanisms of sensory-motor regulation of motor activity during mechanical stimulation of feet support zones combined with "movement imagining" method in an experiment with participation of healthy volunteers.

In subjects suspended horizontally we studied influence of "movement imagining" on initiation of walking-like movements during sensory stimulation. EMG of leg muscles and kinematics of legs motion were registered. Soles support zones stimulation was applied at rest and in combination with mental tasks of arithmetic calculation and imagining leg movements.

It is shown that mechanical stimulation of soles' support zones in a locomotor manner initiates movement in joints of legs accompanied with EMG activity which is analogous to the one during voluntary walking movements. Same patterns of movement and EMG activity are registered during motor imagery and arithmetic calculations. In all these cases support stimulation valuably increases motor responses amplitudes. Introduction of visual movement pattern during motor imagery does not initiate a motor response but increases amplitudes of motor responses to support stimulation.

*The study was supported by the Program of Presidium of the Russian Academy of Sciences "Fundamental base for technology of physiological adaptation".*

## ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕЙСТВИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ. ВЛИЯНИЕ "СУХОЙ" ИММЕРСИИ НА ПОРЯДОК ВОВЛЕЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ МЫШЦ ГОЛЕНИ

Китов В.В.<sup>1</sup>, Томиловская Е.С.<sup>1</sup>, Шигуева Т.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [arctg@yandex.ru](mailto:arctg@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m420.sudak.ns2019-15/215>

Игольчатая миография представляет собой удобный инструмент анализа состояния нервно-мышечного аппарата. Высокое соотношение сигнал-шум в записях, получаемых при использовании игольчатого электрода позволяет идентифицировать двигательные единицы (ДЕ) по форме кривой потенциала действия (ПД), что дает возможность детального анализа активации мотонейронного пула исследуемой мышцы.

К недостаткам метода следует отнести большое количество ПД, которые необходимо идентифицировать, а также невозможность идентификации ПД вручную в случае наложения ПД разных ДЕ. Последнее делает невозможным анализ записей, в которых имеется большое количество наложенных ПД, что в свою очередь ограничивает количество ДЕ в записи, пригодной для обработки.

До определенной степени бороться с этими недостатками позволяет полуавтоматический алгоритм распознавания форм ПД отдельных ДЕ и декомпозиции наложенных ПД, описанный Ronald S. Lefever и D Carlo J. DeLuca (1982). Алгоритм предполагает ручной выбор ПД с последующим автоматическим распознаванием отдельно стоящих ПД этой двигательной единицы. После определения всех отдельно стоящих волн ПД различных ДЕ производится декомпозиция волн, представляющих собой наложение двух ПД различных ДЕ. Применение этого алгоритма ускоряет обработку данных и позволяет выделять из сигнала больше информации, чем при выделении ПД вручную или при помощи простых алгоритмов, основанных на амплитудных характеристиках ПД.

Результаты исследования характеристик ДЕ показали, что при выполнении задачи удержания небольшого изометрического усилия мышцами-разгибателями голени при воздействии условий "сухой" иммерсии в большей степени вовлекаются ДЕ с большими межимпульсными интервалами, что свидетельствует о снижении возбудимости малых мотонейронов, в нормальных условиях обеспечивающих позно-тоническую функцию в двигательной системе.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-315-00287 мол\_а.*

## SEMI-AUTOMATIC ALGORITHM FOR MOTOR UNIT ACTION POTENTIALS RECOGNITION. EFFECT OF DRY IMMERSION ON CALF MUSCLES MOTOR UNITS RECRUITMENT ORDER

Kitov Vladimir V.<sup>1</sup>, Tomilovskaya Elena S.<sup>1</sup>, Shigueva Tatiana A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [arctg@yandex.ru](mailto:arctg@yandex.ru)

Needle EMG is a very handy instrument for neuro-muscular system analysis. High signal to noise ratio in records obtained with the use of a needle electrode allows motor units (MU) identification by the waveform of its action potential (AP) which makes it possible to make a detailed analysis of motoneuron pool activation for the muscle studied.

The weak points of the method are great number of APs to identify and inability of an operator to identify an AP when it is overlapped with an AP of another MU. The latter makes it impossible to analyze a record with a lot of overlaps of different APs which in its turn limits the number of MUs in one record suitable for analysis.

An algorithm of AP recognition and decomposition described by Ronald S. Lefever and D Carlo J. De Luca (1982) can improve analysis of such records. The algorithm uses manually selected AP waveforms for automatic recognition of other APs of the same MU. After all the standalone waveforms are recognized residual waveforms that result from two APs overlap are decomposed. Using the algorithm reduces time spent on signal processing and provides more information as compared to manual AP selection or simple threshold based algorithms.

A study of MUs' characteristics has shown that execution of the task of sustaining a small isometric effort with shin extensor muscles during Dry immersion involves more MUs with greater interspike intervals than in baseline records which implies a decrease of excitability of small motoneurons that in normal conditions carry out the tonic postural function of motor system.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-315-00287 мол\_а.*

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ СОСТОЯНИЯ РЕЛАКСАЦИИ, КОНЦЕНТРАЦИИ И ПРОСМОТРА АЛКОГОЛЬ-АССОЦИИРОВАННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ У ПАЦИЕНТОВ С АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТЬЮ

Климанова С.Г.<sup>1,2</sup>, Трусова А.В.<sup>2,1</sup>, Березина А.А.<sup>1,2</sup>

1– ФГБУ НМИЦ ПН им. В.М. Бехтерева (Санкт-Петербург, Россия), 2– Санкт-Петербургский Государственный Университет (Санкт-Петербург, Россия); [svetlanagk@mail.ru](mailto:svetlanagk@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m421.sudak.ns2019-15/215-216>

Нарушения эмоционально-когнитивной регуляции у лиц, страдающих алкогольной зависимостью (АЗ), особенно при воздействии ассоциированных с приемом алкоголя стимулов, являются одним из важных аспектов болезни, препятствующих лечению. Изучение механизмов саморегуляции при АЗ является одной из значимых теоретических и прикладных задач. Ниже представлены результаты изучения способности к саморегуляции психофизиологического состояния у пациентов с АЗ при релаксации, концентрации и просмотре изображений – нейтральных и ассоциированных с употреблением алкоголя.



В исследовании приняли участие 11 пациентов (мужчины, средний возраст  $43.18 \pm 11.02$  лет), проходящих лечение от АЗ (F10.20). Участники получали стандартную психофармакотерапию и были обследованы на 7-10 день нахождения в стационаре. Для измерения физиологических показателей использовался аппарат «ПБС БОС» (ТУ 9441-036-25888044-2008) с датчиками частоты сердечных сокращений, дыхательного цикла, миографии (устанавливался на левую трапециевидную мышцу) и электроэнцефалографии (отводы на Fp1, Fp2, O1 и O2). Процедура состояла из 7 непрерывных минисессий. В 1, 3, 5, и 7 минисессиях (2 мин каждая) участник сидел с закрытыми глазами, в минисессии 2 (1 мин 5 сек) концентрировался на предмете перед ним, в минисессии 4 (2 мин 35 сек) смотрел набор изображений с безалкогольными напитками и в минисессии 6 (2 мин 35 сек) – с изображениями алкогольных напитков.

Среднее и отклонения от среднего использовались для статистического анализа демографических показателей и дисперсионный анализ с повторными измерениями – для измерения изменений между минисессиями.

Результаты исследования выявили значимые различия между минисессиями только по показателями ЭЭГ и ЧСС. Показатели мощности альфа ритма в левом полушарии были значительно выше в 7й минисессии, по сравнению со 2й ( $p=0.050$ ), 4й ( $p=0.048$ ) и 6й ( $p=0.012$ ). Показатели мощности альфа ритма в правом полушарии были значительно выше в 7 минисессии по сравнению с 6 минисессией ( $p=0.047$ ). Средняя ЧСС в 3 минисессии была значительно выше по сравнению с 1 минисессией. Сравнение показателей 4й и 6й, а также 5 и 7 минисессий значимых различий не выявили.

Результаты исследования указывают на то, что снижение функциональной активности головного мозга (способность к релаксации), отразившееся в повышении показателей альфа-ритма, было наиболее выражено в последней минисессии. Необходимо дальнейшее изучение причин данного эффекта – является изменение показателей результатом тренировки и привыкания или реакцией на алкоголь-ассоциированные изображения. Также результаты указывают на то, что частота сердечного ритма значительно повысилась после задания на концентрацию. Однако последующие минисессии значимо не повлияли на данный показатель. Дальнейшее исследование эмоционально-когнитивного реагирования на пассивное и активное внимание к стимулам, ассоциирующимся с употреблением алкоголя, у пациентов с алкогольной зависимостью поможет в понимании данного эффекта.

*Исследование проводится при поддержке гранта РФФИ (№18-013-01237).*

#### **THE STUDY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF RELAXATION, CONCENTRATION, AND VIEWING OF ALCOHOL RELATED STIMULI IN PATIENTS WITH ALCOHOL USE DISORDER**

**Klimanova Svetlana G.<sup>1,2</sup>, Trusova Anna V.<sup>1,2</sup>, Berezina Anna A.<sup>1,2</sup>**

1– V.M. Bekhterev National Research Medical Center for Psychiatry and Neurology (St. Petersburg, Russia), 2– St. Petersburg State University (St. Petersburg, Russia), [svetlanag@mail.ru](mailto:svetlanag@mail.ru)

Emotion and cognitive self-regulation impairment in patients with alcohol use disorder (AUD) is one of the most major aspects of the disorder and barrier to treatment. This is why the study of self-regulation mechanisms in addiction presents both theoretical and practical significance. The goal of the current pilot study is to explore the ability of patients with AUD to self-regulate their psychophysiological state in situation of relaxation, concentration, and exposure to alcoholic and non-alcoholic beverages.

For the purpose of the study 11 patients with AUD (all men,  $43.18 \pm 11.02$  y.o.), who were undergoing in-patients treatment for the symptoms of AUD (F10.20) were recruited. The participants received standard treatment and took part in the study on the 7<sup>th</sup>-10<sup>th</sup> day of their hospitalization. The participants' psychophysiological states were measured using the biofeedback machine "PBS-BOS" with the sensors recording heart rate, breath rate, electromyography (on left trapezius muscle), and EEG (Fp1, Fp2, O1 и O2 points). The study procedure consisted of 7 minisessions. In the 1<sup>st</sup>, 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, and 7<sup>th</sup> minisession (2 min each) the participants were instructed to sit back with closed eyes and relax, in the 2<sup>nd</sup> minisession (1min 5 sec) – to focus on the object in front of him, in the 4<sup>th</sup> minisession (2 min 35 sec) – to view images of non-alcoholic beverages, and in the 6<sup>th</sup> minisession (2 min 35 sec) – to view images with alcohol beverages.

Means and standard deviation was used for presenting demographic data and repeated measures ANOVA – for analyzing the changes between the sessions.

The results of the study revealed that only parameters of EEG and heart rate changed significantly between minisessions. The amplitude of alpha waves in left hemisphere was significantly higher in the 7<sup>th</sup> minisession, as compared to the 2<sup>nd</sup> ( $p=0.050$ ), 4<sup>th</sup> ( $p=0.048$ ) and 6<sup>th</sup> ( $p=0.012$ ). The amplitude of alpha waves in right hemisphere was significantly higher in the 7<sup>th</sup> minisession, as compared to the 6<sup>th</sup> ( $p=0.047$ ). The average heart rate in the 3<sup>rd</sup> minisessions was significantly higher as compared to the 1<sup>st</sup> minisession. There were no significant differences between the 4<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> and between 5<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> minisessions.

The results of the study showed that the decrease in EEG activity (the participants' ability to relax) was more pronounced in the 7<sup>th</sup> sessions, as evidenced by the increase in alpha wave parameters. Further investigation is needed in order to explore the reason for such change – whether it was caused by the habituation to the task of relaxation or the result of exposure to alcohol-related images. In addition, the results indicated the heart rate increased only in the minisession following the concentration task. Further studies are needed in order to explore how emotion and cognitive regulation is affected by passive and active attention to alcohol related stimuli in patients with AUD.

*This research study was supported by Russian Foundation for Basic Research grant (18-013-01237).*

## УСПЕШНОСТЬ БАЗОВОЙ ЭНДОХИРУРГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ И ЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕНА У ЛЮДЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СИТУАЦИОННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ

Клименко А.В.<sup>1</sup>, Перцов С.С.<sup>1,2</sup>, Яковенко И.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава РФ, Россия, Москва; <sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Россия, Москва; [solidcid@mail.ru](mailto:solidcid@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m422.sudak.ns2019-15/217>

Ситуационная тревожность – фактор, определяющий особенности поведения в условиях стресса, в частности, в такой сфере деятельности, как медицина. Сведения о влиянии индивидуально-типологических факторов на качество врачебной подготовки немногочисленны и противоречивы. Целью нашей работы явилось изучение зависимости формирования базовых эндохирургических навыков от уровня ситуационной тревожности.

Исследования проведены на мужчинах (20,0±2,6 года). На основании теста Спилберга выделены 2 группы испытуемых, соответствующие 1 и 4 квартилям выборки: индивиды с низкой (группа I,  $n=22$ ) и высокой личностной тревожностью (группа II  $n=22$ ). Мужчины выполняли упражнения по системе БЭСТА на коробочном тренажере T5 Large RM в течение 10 ежедневных тренировок по 30 минут каждая. Фиксировали число допущенных ошибок и время выполнения манипуляций. Электромиограмму (ЭМГ) регистрировали во время тренировок на аппарате ВЮРАС МР 36. До и после тренировок определяли вариабельность сердечного ритма. Показано, что в 1-й день тренировок испытуемые из I группы справлялись с заданиями на 79 сек (13,6%) быстрее индивидов из II группы ( $p=0,006$ ). Среднее количество допущенных ошибок в группе I было на 4 единицы меньше, чем в группе II (38,5%;  $p=0,004$ ). К окончанию наблюдений межгрупповая разница по параметрам времени и числу ошибок уменьшилась и составляла 14 сек (4,5%;  $p>0,05$ ) и 0,2 единицы (4,9%;  $p>0,05$ ) соответственно. У субъектов I группы площадь волны кривой ЭМГ для обеих рук была меньше, чем у испытуемых II группы: в исходном состоянии – 35,96 мВ<sup>2</sup> (60,8%;  $p=0,03$ ), к окончанию наблюдений – 0,02 мВ<sup>2</sup> (0,05%;  $p>0,05$ ). Мощность LF-компонента спектра ВСР уменьшилась у индивидов из группы I (на 12,98 мВ<sup>2</sup>, ИКР -268,98–177,1), но возросла у испытуемых из группы II (на 35,1 мВ<sup>2</sup>, ИКР-181,87–381,78). Межгрупповое отличие показателя составило 48,08 мВ<sup>2</sup> ( $p=0,03$ ). В процессе тренировок у индивидов из группы I и особенно из группы II наблюдалось увеличение ТР спектра ВСР. В результате разнонаправленных изменений отношения LF/HF в процессе тренировочной деятельности – увеличения на 0,32 в группе II, но уменьшения на 0,19 в группе I – межгрупповые отличия этого параметра составили 0,51 ( $p<0,05$ ).

Таким образом, в исходном состоянии выявлены различия абсолютных величин, отражающих результативность целенаправленной деятельности людей. Однако в динамике наблюдений успешность базовой эндохирургической подготовки не зависит от уровня ситуационной тревожности. Индивиды с низкой ситуационной тревожностью отличаются более выраженным вегетативным равновесием и менее значимым влиянием со стороны симпато-адреналовой системы в процессе тренинга. Это свидетельствует о меньшей физиологической цене достижения результата деятельности у низкотревожных испытуемых.

## SUCCESS OF THE BASIC ENDOSURGICAL TRAINING AND ITS PHYSIOLOGICAL PENALTY IN PEOPLE WITH VARIOUS LEVELS OF SITUATIONAL ANXIETY

Klimenko Alexey V.<sup>1</sup>, Pertsov Sergey S.<sup>1,2</sup>, Yakovenko Igor Yu.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Moscow State University of Medicine and Dentistry named after I.A. Evdokimov, Moscow, Russia; <sup>2</sup>P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia; [solidcid@mail.ru](mailto:solidcid@mail.ru)

Situational anxiety is a factor which determines the specific behavioral features under stress conditions, e.g., in such a field of activity as medicine. There are few and contradictory data about the effect of individual-and-typological factors on the quality of medical training. Here we studied the dependence of formation of basic endosurgical skills on the level of situational anxiety.

The research was performed on men of 20±2.6 years. There were the following 2 groups of subjects (acc. to the Spielberg test), which corresponded to the 1st and 4th selection quartiles: low-anxiety subjects (group I,  $n=22$ ) and high-anxiety subjects (group II,  $n=22$ ). The men performed exercises (BESTA system) on a T5 Large RM box-trainer simulator for 10 consecutive days of 30 minutes each. The number of mistakes and total time of manipulations were recorded. Electromyogram (EMG) was recorded during the training session on a ВЮРАС МР 36 device. The heart rate variability (HRV) was determined before and after the training. On the first training day, group I subjects finished all the tasks in 79 sec (13.6%) faster than group II individuals ( $p=0.006$ ). The mean number of mistakes for group I was 4 points lower than for group II (38.5%;  $p=0.004$ ). By the end of observations, between-groups differences in the exercise time and number of mistakes decreased to 14 sec (4.5%;  $p>0.05$ ) and 0.2 points (4.9%;  $p>0.05$ ), respectively. The area of the EMG curve wave for both hands in group I subjects was lower than in group II subjects. These differences were observed in the initial state (by 35.96 mV<sup>2</sup>, 60.8%;  $p=0.03$ ) and by the end of a study period (0.02 mV<sup>2</sup>, 0.05%;  $p>0.05$ ). The power of the HRV LF was shown to decrease in group I subjects (by 12.98 mV<sup>2</sup>, IQR -268.98–177.1), but increased in group II subjects (by 35.1 mV<sup>2</sup>, IQR -181.87–381.78). The between-group difference in this parameter was 48.08 ( $p=0.03$ ). The training session was accompanied by an increase in the TP spectrum of HRV in group I and particularly in group II individuals. Due to opposite changes in the LF/HF ratio during training (increase by 0.32 in group II, but decrease by 0.19 in group I), between-group difference in this index were 0.51 ( $p<0.05$ ).

We conclude that the absolute indices for the result of goal-directed activity differ under basal conditions. However, the success of basic endosurgical training does not depend on the level of situational anxiety in various stages of observations. The individuals with a low level of situational anxiety differ in a greater autonomic balance and less significant influence of the sympathoadrenal system during training. These data illustrate a smaller physiological penalty for goal-directed behavior in low-anxiety subjects.

## НО-ЗАВИСИМЫЕ ПУТИ ДЕЙСТВИЯ ФНО- $\alpha$ НА ГИПОКСИЧЕСКИЙ ВЕНТИЛЯТОРНЫЙ ОТВЕТ

Клиникова А.А., Данилова Г. А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение наук Институт физиологии им. И.П. Павлова  
Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия, [klinnikova.an@gmail.com](mailto:klinnikova.an@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m423.sudak.ns2019-15/218>

Известно, что системный уровень провоспалительного цитокина фактора некроза опухоли-альфа (ФНО- $\alpha$ ) повышается при многих респираторных заболеваниях, таких как астма и хроническая обструктивная болезнь легких. При этих состояниях часто изменяется паттерн дыхания, уровень легочной вентиляции, развиваются патологические типы дыхания. В связи с этим актуальным является исследование возможных последствий увеличенной продукции провоспалительных цитокинов и механизмов их влияния на функцию дыхания. Предыдущие исследования показали, что в регуляции дыхания участвуют циклооксигеназные пути действия ФНО- $\alpha$ . Однако, цитокин действует на дыхательную систему при помощи комплексных механизмов, которые недостаточно хорошо изучены на сегодняшний день.

Целью этого исследования было проверить предположение о том, что существуют NO-зависимые пути реализации эффектов провоспалительных цитокинов.

Эксперименты проводились на трахеостомированных, анестезированных крысах-самцах линии Wistar. Мы использовали искусственно синтезированный блокатор NO-синтазы, препятствующий образованию в организме оксида азота – L-нитро аргинин метил эфир (L-NAME), который вводили в хвостовую вену в количестве 10 мг/кг, разведенных в 2 мл физиологического раствора за 10 минут до введения цитокина. ФНО- $\alpha$  вводили в хвостовую вену в кол-ве 40 мкг/кг массы тела в 1 мл физиологического раствора. Вентиляторный ответ измеряли с помощью техники возвратного дыхания гипоксической газовой смесью до введения L-NAME и ФНО- $\alpha$ , и через 40 минут после.

Предыдущие исследования показали, что через 40 минут после внутривенной инъекции ФНО- $\alpha$  возникает значительное снижение вентиляторного ответа на гипоксию.

Мы обнаружили, что при предварительном введении L-NAME, последующее введение цитокина не вызывает снижения прироста вентиляции (дыхательного объема, средней скорости инспираторного потока, минутного объема дыхания). Все эти параметры на 40 минуте были приближены к фоновым значениям до введения препаратов.

Мы предполагаем, что ингибитор NO-синтазы L-NAME значительно снижает действие провоспалительных цитокинов. Таким образом, NO-зависимые механизмы могут участвовать в ослаблении вентиляторного ответа на гипоксию, вызванного повышением системного уровня ФНО- $\alpha$ .

## NO-DEPENDENT PATHWAY IN MODULATION OF THE HYPOXIC VENTILATORY RESPONSE BY TUMOR NECROSIS FACTOR- $\alpha$

Klinnikova Anna A., Danilova Galina A.

Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, Russia, [klinnikova.an@gmail.com](mailto:klinnikova.an@gmail.com)

It is known that the systemic level of pro-inflammatory cytokine tumor necrosis factor –  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) increases in many respiratory diseases. Previous studies have shown that cyclooxygenase pathways involved in the regulation of respiration by the cytokine action. However, TNF- $\alpha$  effect on the respiratory system using complex mechanisms that are not been sufficiently studied at present.

The aim of the present study was to examine the hypothesis that there are NO-dependent ways of implementing the TNF- $\alpha$  effect.

The experiments were performed on tracheostomized anaesthetized rats. We used artificially synthesized inhibitor of NO-synthase, which prevents the formation nitric oxide in the body – L-NAME, that is injected the tail vein at 10 mg / kg dissolved in 2 ml of saline for 10 minutes before the administration of TNF- $\alpha$ . Tumor necrosis factor –  $\alpha$  was administrated in the tail vein in an amount of 40 ng/kg dissolved in 1 ml of saline. The ventilatory hypoxic response was measured by using rebreathing techniques before and after injections of L-NAME and TNF- $\alpha$ .

We found that pretreatment of L-NAME, and the subsequent injection of the TNF- $\alpha$  provides slope of the ventilatory, tidal volume and mean inspiratory flow responses to hypoxia for 40 minutes approaching the baseline values before administration of agents. On the other hand, previous studies have shown that significant reduction occurs ventilatory response to hypoxia 40 minutes after injection of cytokine.

We suggest that an inhibitor of NO-synthase L-NAME significantly reduces the effect of pro-inflammatory cytokine TNF- $\alpha$ . Thus, NO-dependent mechanisms may be involved in the attenuation of the ventilatory response to hypoxia-induced increase in systemic levels of TNF- $\alpha$ .

## ПОЛИРАЗМЕРНОСТЬ, СОЗНАНИЕ, ЭСТЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Кобляков А.А.

Композиторский факультет Московской государственной консерватории им. П.И.Чайковского, Москва,  
Россия; [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m424.sudak.ns2019-15/218-220>

В процессе исследования музыкального произведения нами был выявлен новый тип отношений, названный «трансмерными отношениями» или «трансмерностью» («transdimension», сокращенно TD). Трансмерностью мы назвали весь комплекс отношений между пространствами разных размерностей внутри многомерного целого. Остановимся на особом случае трансмерных отношений — «полиразмерности» («polydimension», сокращенно PD), то есть принадлежности объекта пространствам

разной размерности. Учет полиразмерности позволяет устранить дуализм, разделить «склеенные» понятия, обнаружив разное в казалось бы тождественном. Рассмотрим диаду «Язык-Речь». Во многих случаях "язык" и "речь" объединяют одним термином "ЯЗЫК", не замечая разницу между ними. Тем не менее язык как набор правил для построения предложения отличается от речи, в которой эти отдельные предложения связываются, создавая смысл. Язык абсолютен, может существовать без речи ("мертвые языки"), а вот речь контекстно-зависима, без языка не существует. Язык однозначен по определению (лексика и словари), живая же речь многозначна, смысл определяется через контекст, причем часто независимо от словаря (т.е. зачастую смысловое значение противоположно лексическому значению). Как же отделить одно от другого? С одной стороны мы имеем правила для построения предложения. В этом случае у нас есть только язык, набор дискретных точек-предложений. Но далее таких же общих (языковых) правил для объединения предложений нет, ибо здесь мы переходим от значения к смыслу, т.е. в сферу речи. Язык как набор правил для построения предложения отличается от речи, в которой эти отдельные предложения связываются, создавая смысл. В топологических представлениях размерность семантического пространства точек-предложений языка равняется 0 (в общем случае = N). Однако стоит нам не связанные точки-предложения соединить, у нас возникнет линия, объект большей размерности (=1, в общем случае = N+1): из дискретных значений возникнет непрерывный смысл как из точек – линия. Вот и получается, что единое целое – диада "язык-речь" – полиразмерна: языковая часть = размерность N, речевая = N+1. В простейшем случае их соотношение дает PD=1:2 – базовую ячейку полиразмерности. Рассмотрим оппозицию «дискретное-непрерывное», используя модель слухового восприятия. Одноголосная мелодическая линия в реальном исполнении воспринимается нами как непрерывная, хотя состоит из дискретных звуков-точек. Получается, что есть две мелодии: одна в реальном звучании, вторая – в абстракции. В первой – активное слуховое мышление-прогноз, постоянные вопросо-ответные версии сознания, связи «в уме», соединяющие дискреты в непрерывную линию. Во второй ничего этого нет – только несвязанные между собой звуки-точки. Размерность непрерывной мелодии-линии равна 1 (D=1), размерность дискретной («точечной») мелодии равна 0 (D=0), хотя эта одна и та же мелодия! Здесь полиразмерность помогает устранить дуализм, обнаруживая общее в разном: дискретное и непрерывное объединяются в высшей размерности! Такой же случай мы имеем в зрительном восприятии: объективация точек в линию дает полиразмерность (PD=0:1) одного и того же объекта. Вне восприятия мы имеем точки размерности 0; творческое восприятие с версиями-прогнозами дает линию размерности 1. Подобное же соотношение мы получаем, сравнивая зрительное восприятие ЭВМ и человека. В этих и во многих других случаях противоположности оказываются вложенными друг в друга, объединяясь в высшем измерении, устраняя тем самым дуализм. Теперь мы готовы показать ложность дуализма «материя-сознание». Материя оперирует только дискретными значениями, являясь в этом плане языком, а сознание – непрерывными смыслами, подобно речи, т.е. языком в смысловом контексте. Материя абсолютна, от сознания не зависит, в то время как сознание контекстно-зависимо, нерасторжимо связано с материей. Их соотношение – все та же полиразмерность PD=1:2, никакого дуализма! Но здесь требуется оговорка. «Склеенность» мышления не делает разницы между сознанием вообще (текстом-носителем которого может являться любая структура (эндокринная система у растений, полевые плазмиды в физическом мире и т.д.) и человеческого сознанием. А ведь наше сознание – всего лишь частный случай сознания вообще, и в качестве носителя имеет тоже частный случай материи вообще – высокоспециализированный мозг. Поэтому отношение «мозг – сознание» требует уточнения: «мозг – человеческое сознание». Оно в свою очередь подобно выше рассмотренной диаде «материя – сознание»: мозг абсолютен, не зависит от сознания; человеческое сознание относительно, не может существовать без функционирующего мозга и т.д. и т.п., опять PD=1:2. Но где же находится сознание, почему мы не видим его в окружающем нас материальном мире? Рассмотрим музыкальную модель «текст», включив в нее автора и исполнителя. Триада «автор-текст-исполнитель» полиразмерна: края триады находятся в большей размерности, чем середина (дискретный материальный текст) – ибо в них те самые версии и прогнозы, которые связаны с воспринимающим (творящим) Субъектом. На современном этапе наука изучает только материю, т.е. то, из чего текст сделан, физические, химические, биологические способы его организации («грамматические нормы и правила»). Субъект остается «за кадром», в высшей размерности, т.е. сознание изнутри текста принципиально не наблюдаемо!

### **POLYDIMENSIONALITY, CONSCIOUSNESS, AESTHETIC MODELING** **Koblyakov Alexander A.**

Composer's faculty of the Moscow State Conservatory of P.I. Tchaikovsky, Moscow, Russia; [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

In the process of researching a musical work, we identified a new type of relationship, called "transdimensional relations" or "transdimensionality" ("transdimension", abbreviated TD). Transdimensionality we called the whole complex of relations between spaces of different dimensions within a multidimensional whole. Accounting for polydimensionality allows eliminating dualism, separating "glued" concepts, revealing different things in what would seem to be identical. Consider the Language-Speech dyad. In many cases, "language" and "speech" are united by one term "LANGUAGE", without noticing the difference between them. Outside of perception, we have points of dimension 0; creative perception with versions of forecasts gives a line of dimension 1. We get the same correlation by comparing the visual perception of computers and humans. In these and in many other cases, opposites are nested in each other, uniting in a higher dimension, thereby eliminating dualism. Now we are ready to show the complexity of the "matter-consciousness" dualism. Matter operates with only discrete values, being in this plan language, and consciousness with continuous meanings, like speech, i.e. language in semantic context. Matter is absolute, does not depend on consciousness, while consciousness is context-dependent, indissolubly connected with matter. Their ratio is still the same poly-size PD = 1: 2, no dualism! "Gluedness" of thinking does not make a difference between consciousness in general (the text of which carrier can be any structure (endocrine system in plants, field plasmoids in the physical world, etc.) and human consciousness. But our consciousness is just a special case of consciousness in general, and as a carrier, it is also a special case of matter in general – a highly specialized brain. Therefore, the "brain-consciousness" relationship

requires clarification: "the brain is human consciousness." In turn, like the above considered dyad, "matter-cosm knowledge": the brain is absolute, does not depend on consciousness; human consciousness is relative, cannot exist without a functioning brain, etc., etc., again  $PD = 1: 2$ . But where is the consciousness, why do not we see it in the material world around us? Consider the "text" musical model, including the author and the performer. The author-text-performer triad is polydimensional: the edges of the triad are in greater dimension than the middle (discrete material text) —these versions and forecasts that are associated with the perceiving (creating) Subject. At the present stage, science studies only matter, i.e. what the text is made of, physical, chemical, biological methods of its organization ("grammatical norms and rules"). The subject remains "behind the scenes", in the highest dimension, i.e. consciousness from the inside of the text is not observable fundamentally!

## МУЗЫКА, ТЕКСТ, СОЗНАНИЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭСТЕТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кобляков А.А.

Композиторский факультет Московской государственной консерватории им. П.И. Чайковского,  
Москва, Россия; [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m425.sudak.ns2019-15/220-221>

Вся современная ментальность привязана к двумерной плоскости листа; письменная культура наложила отпечаток на наше мышление и язык. **Дискретные значения** в семантическом многомерном пространстве допускают отображения из объема в плоскость, иное дело – **непрерывный смысл**. Объемные смыслы невозможно без потерь отобразить на плоскости: появятся либо «разрыв» (одно и тоже как разное), либо «склеенность» (разное как одно и тоже). Отсюда и непреодоленный дуализм в научном мышлении, и отсутствие целостной картины мира. Науке необходима новая познавательная модель, в качестве которой предлагается модель музыкального произведения (шедевра), обобщенная на основе методологии нового типа – «проблемно-смыслового подхода» в нашей терминологии. Новый подход к музыкальному произведению выявил и новый тип отношений, названный нами **«трансмерными отношениями»** или **«трансмерностью»** (англ. «transdimensionalism», сокращенно TD – **весь комплекс отношений между пространствами разных размерностей внутри многомерного целого**). Важный частный вид трансмерности – «полиразмерность» (англ. «polydimensionality», сокращенно PD) – принадлежность объекта пространствам разной размерности. Учет полиразмерности позволяет устранить дуализм, разделить «склеенное» и соединить «разорванное». Одноголосная мелодическая линия в реальном исполнении воспринимается нами как непрерывная, хотя формально состоит из дискретных звуков-точек. Фактически у нас есть две мелодии: одна в реальном звучании, вторая – в абстракции. В первой – активное слуховое мышление-прогноз, постоянные вопросо-ответные версии сознания, связи «в уме», соединяющие дискреты в непрерывную линию. Во второй ничего этого нет – только несвязанные между собой звуки-точки. В семантическом пространстве объект "мелодия" полиразмерен ( $PD=0:1$ ): размерность непрерывной мелодии-линии равна 1 ( $D=1$ ), размерность дискретной («точечной») мелодии равна 0 ( $D=0$ ), хотя эта одна и та же мелодия! Сравним восприятие линии ЭВМ и человека. Непрерывную линию с дефектом (пропуском парой точек-пикселей) ИИ воспринимает как две отдельных линии с пробелом. Человек же автоматически домысливает эти две точки, заполняя пробел! Отсюда следует, что для реального приближения ИИ к ЕИ следует оснастить машину прогнозирующими программами на базе вопросо-ответных структур, имитирующих «версии в уме».

В квантовой физике известен дуализм «волна-частица». Трансмерный анализ этой диады показывает отсутствие дуализма, ибо сравниваются разноразмерные члены диады: одно на размерность меньше другого, дискретное вложено в непрерывное, полиразмерность целого ( $PD = 1: 2$ ), никакого дуализма! Точно также целый ряд парных категорий объединяются через трансмерные вложения: абсолютное-относительное, абстрактное-конкретное, аконтекстное-контекстуальное, значение-смысл, материя-сознание, содержание-форма и т.д. Первые члены этих диад вложены во вторые, вместо дуализма опять полиразмерность  $PD=1:2$ . На самом деле большая размерность включает в себя меньшую, чем избегаются «дуализмы» и «аннигиляции», восстанавливается целостность.

Остановимся на диаде «материя-сознание». В ней особенно остро проявляется несоответствие многомерности (и связанной с этим трансмерности) понятий и их упрощенно-плоской интерпретации. В итоге мы имеем все тот же ложный дуализм. Но материя – лишь текст, а сознание – произведение, текст в смысловом контексте! Материя абсолютна, от сознания не зависит, в то время как сознание нерасторжимо связана с материей. Материя вложена в сознание, объединяясь с ним в высшей размерности – все та же полиразмерность  $PD=1:2$ . Рассмотрим триаду «автор-текст-исполнитель». Сознание оказывается за рамками текста в двух функциях-категориях сразу: логическое начало (экстериоризация «изнутри – вовне», кодирование произведения во внешнем материале-носителе) и интуитивное (интериоризация, «извне – вовнутрь», восстановление произведения по его части – тексту). На современном этапе наука изучает только материю, т.е. то, из чего текст сделан, физические, химические, биологические способы его организации («грамматические нормы и правила»). Субъект (точнее, диалог двух Субъектов) остается «за кадром»; вот почему сознание изнутри текста принципиально не наблюдаемо!

Музыкальная модель позволяет понять уникальность позиции человека как медиатора двух миров, как и творца и исполнителя! Ведь и мы и наш мозг есть единство двух процессов, место встречи двух интенций одновременно: вовне (и здесь мы исполнители) и вовнутрь (и здесь мы творцы). (И в том и в другом случае речь идет о максимально расширенном сознании как вовне, так и вовнутрь). Мы исполнители в мире внешнем (мир физики ОТО) и творцы в мире внутреннем (мир квантовой физики). Отсюда огромная созидательная роль нашего «простого» наблюдения микромира, материализация «версий в уме» («парадокс кота Шредингера») и т.д. Здесь и ответ на вопрос Эйнштейна, заданный им Бору: «Разве может луна зависеть от того, наблюдаю я ее, или нет?». В квантовом мире, мире нашей внутренней ментальности – да, зависит! Луны нет, но стоит мне представить («взглянуть на нее») – и вот она есть! Ведь я ее создаю

самим актом наблюдения (представления) также, как «простым» наблюдением создаю вещество! Человек – медиатор двух вселенных («Мы, и режиссеры, и зрители» – Н. Бор), а Эйнштейн учитывал только одну.

Итак, музыкальный шедевр предложен как эталонная модель, объясняющая сопряжение материи и сознания, текста и произведения, значения и смысла, как универсальная модель становления целого на любом субстрате. Эстетическое моделирование не цифровое, а аналоговое: модель не «вычисляется, а «узнается»».

### **MUSIC, TEXT, CONSCIOUSNESS IN TERMS OF AESTHETIC MODELING**

**Koblyakov Alexander A.**

Composer's faculty of the Moscow State Conservatory of P.I. Tchaikovsky, Moscow, Russia; [akoblyakov@list.ru](mailto:akoblyakov@list.ru)

All modern mentality is tied to a two-dimensional plane of the sheet; written culture left its mark on our thinking and language. **Discrete values** in semantic multidimensional space admit mappings from volume to plane, otherwise it is **a continuous meaning**. Volumetric meanings cannot be displayed without losses on a plane: either a "gap" appears (the same as different) or "glued together" (different as the same). Hence, the incessant dualism in scientific thinking, and the lack of a holistic picture of the world. Science needs a new cognitive model, which is proposed as a model of a musical work (masterpiece), generalized on the basis of a new type of methodology – the "problem-semantic approach" in our terminology. A new approach to music has also revealed a new type of relationship, which we called "transdimensional relations" or "transdimensionality" (abbreviated as TD = **the whole complex of relations between spaces of different dimensions within a multidimensional whole**). Accounting for transdimensional relations as an indispensable attribute of the internal structure of the whole allows eliminating dualism, splitting the "glued together" and connecting the "torn apart".

Thus, the AI perceives a continuous line with a defect (skipping a pair of points-pixels) as two separate lines with a space. The person automatically thinks these two points, filling the gap! From this it follows that for a real approximation of the Artificial Intelligence to the Natural Intelligence, the machine should be equipped with prediction programs based on question-response structures that imitate the "mental version".

In quantum physics, wave-particle duality is known. The transdimensional analysis of this dyad shows the absence of dualism, since the different-dimensional members of the dyad are compared: one dimension less than the other, discrete nested in the continuous, poly-dimension whole (PD = 1: 2), no dualism! Similarly, a whole series of paired categories are combined through trans-dimensional attachments: absolute-relative, abstract-specific, kontekstno-contextual, meaning-meaning, matter-consciousness, content-form, etc. The first members of these dyads are embedded in the second, instead of dualism again the poly-dimensionality PD = 1: 2.

Let us dwell on the "matter-consciousness" and "brain and consciousness" dyads. They are particularly acute manifestation of multidimensionality (and the associated transdimensionality) of concepts and their simplistic-flat interpretation. As a result, we again have the same false dualism "matter-consciousness". After all, matter is only text, and consciousness is a work, a text in a meaningful context! Matter is absolute, does not depend on consciousness, while consciousness is indissolubly connected with matter. Consciousness is beyond the text in two categories of functions at once: a logical beginning (exteriorization "from the inside", coding the work in an external carrier material) and intuitive (interiorization, "from the outside – inside", restoring the work according to its part – text). At the present stage, science studies only matter, i.e. what the text is made of, physical, chemical, biological methods of its organization ("grammatical norms and rules"). The subject (more precisely, the dialogue of two Subjects) remains "behind the scenes", i.e. consciousness from the inside of the text is not fundamentally observable!

The musical model allows us to understand the uniqueness of the position of a person as a mediator of two worlds, as well as a creator and performer! After all, we and our brain are the unity of two processes, a meeting place of two intentions at the same time: outside (and here we are performers) and reality (and here we are creators). (In this and in the other case we are talking about the maximally expanded consciousness both outside and inside). We are performers in the outer world (the world of the physics of GR) and creators in the inner world (the world of quantum physics). Hence the enormous creative role of our "simple" observation of the microworld, the materialization of the "versions in the mind" (the "paradox of the Schrödinger cat"), etc. Here is the answer to Einstein's question to Bohr: "How can the moon depend on whether I watch it or not?". In the quantum world, the world of our inner mentality – yes, it depends! There is no moon, but as soon as I imagine ("look at it"), there it is! After all, I create it by the very act of observation (representation) as well as by "simple" observation I create matter! The man is a mediator of two universes ("We are both directors and spectators" – N. Bor), and Einstein considered only one.

So, a musical masterpiece is proposed as a reference model explaining the conjugation of matter and consciousness, text and work, as a universal model of the formation of a whole on any substrate. Aesthetic modeling is not digital, but analog: the model is not "calculated, but" recognized".

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ АСИММЕТРИИ ЛАТЕНТНОСТЕЙ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ Р300 С ЭФФЕКТОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕРАПИИ У ПОЖИЛЫХ С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ И КОГНИТИВНОЙ ДИСФУНКЦИЕЙ**

**Ковалев Д.В., Курзанов А.Н., Скибицкий В.В., Пономарева А.И.**

ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, Краснодар, Россия; [dvkovalev@mail.ru](mailto:dvkovalev@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m426.sudak.ns2019-15/221-222>

В последние годы было убедительно показано, что одним из ухудшающих качество жизни последствий артериальной гипертонии у пожилых людей является нарушение когнитивных функций. Поэтому важно в ходе антигипертензивной терапии добиваться по возможности также положительной динамики когнитивного статуса пациентов. Нами было показано, что включение в состав комбинированной терапии наряду с антигипертензивными препаратами селективного блокатора NMDA-рецепторов

мемантина в дозе 10-20 мг/сут приводило к улучшению важнейших когнитивных функций головного мозга, в частности, способности к обобщениям, динамического праксиса, речевой активности, краткосрочной и долговременной памяти, направленного внимания. Кроме того, в группе комбинированной терапии зарегистрировано достоверно более выраженное укорочение латентности и увеличение амплитуды когнитивного вызванного потенциала P300.

Отдельно мы проанализировали динамику латентности P300 в ходе изолированной антигипертензивной (АГТ) и комбинированной с мемантином (АГТ+М) терапии в группах пожилых гипертоников-правшей с исходным преобладанием увеличенной латентности P300 в левом (S>D) и правом (S<D) полушариях. Изолированная антигипертензивная терапия не сопровождалась достоверным отличием декремента латентности P300: в группе S>D он составил  $15,1 \pm 3,4$  мс, а в группе S<D  $13,3 \pm 3,1$  мс. Комбинированная же терапия (АГТ+М) приводила к достоверно ( $p < 0,0001$ ) большему укорочению латентности P300 в группе S>D, чем в группе S<D:  $40,1 \pm 7,2$  мс против  $26,3 \pm 5,0$  мс. Таким образом, есть основания предполагать, что увеличение латентности P300 преимущественно в левом полушарии следует рассматривать как предиктор более выраженного ответа на комбинированную терапию в виде снижения исходно увеличенной латентности P300 на большую величину.

#### **RELATIONSHIP OF ASYMMETRY OF COGNITIVE EVOKED POTENTIALS P300 LATENCIES AND EFFECT OF COMBINED THERAPY IN THE ELDERLY WITH HYPERTENSION AND COGNITIVE DYSFUNCTION**

**Kovalev Dmitry V., Kurzanov Anatoly N., Skibitsky Vitaly V., Ponomareva Asya I.**

FSBEI of Higher Education Kuban State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Krasnodar, Russia;  
dtkovalev@mail.ru

Last years it has been convincingly shown that one of the deteriorating quality of life effects of hypertension in the elderly is a cognitive dysfunction. It is therefore important to seek as far as possible and the positive dynamics of the cognitive status of patients during antihypertensive therapy. We have shown that the inclusion of a combined therapy along with antihypertensive drugs selective NMDA-receptor blocker, memantine at a dose of 10-20 mg/day resulted in a major improvement of the cognitive functions of the brain, in particular, the ability to generalize, dynamic praxis, voice activity, short-term and long-term memory, focused attention. Moreover, in the combined therapy group reported significantly greater shortening of latency and amplitude increase cognitive evoked potential P300.

Separately, we analyzed the dynamics of the latency of P300 in the isolated antihypertensive (AHT) and combined with memantine (AHT+M) therapy in right-handed elderly hypertensive groups with prevalence increased latency of P300 in the left (S> D) and right (S<D) cerebral hemispheres. An isolated antihypertensive therapy was not associated with significant difference of the latency of P300 decrement: in S>D group it was  $15.1 \pm 3.4$  ms, and in S<D group it was  $13.3 \pm 3.1$  ms. Combined therapy also (AHT+M) resulted in a significantly ( $p < 0,0001$ ) greater shortening of P300 latency in a group S>D, than in group S<D:  $40.1 \pm 7.2$  ms versus  $26.3 \pm 5.0$  ms. Thus, there is reason to believe that an increase in the latency of P300 in the left hemisphere mainly be regarded as a predictor of a more pronounced response to combined therapy in the form of reduced initial P300 latency increased by a larger amount.

#### **КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И ЧУВСТВО РИТМА**

**Ковалева А.В.**

ФГБНУ «НИИ Нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия, [a.kovaleva@nphys.ru](mailto:a.kovaleva@nphys.ru)

<https://doi.org/10.29003/m427.sudak.ns2019-15/222-223>

**Введение.** Точное и воспроизводимое движение является фундаментальной основой оптимального исполнения двигательного задания. Существует тесная связь между исполнительными функциями (когнитивными процессами высшего уровня) и способностью к таймингу: с рабочей памятью (Konoike et al., 2015; Vicario, 2013; Касаткин и др., 2017), вниманием и тормозным контролем (Vicario, 2013). Очевидно, что синхронизированный теппинг требует хорошего двигательного контроля, но он также требует и слухового процессинга, так как слушатели должны аккуратно отслеживать ритм ударов (звуки), чтобы воспроизводить их.

**Цель** – изучение взаимосвязи между исполнительными функциями и чувством ритма у взрослых.

**Методы.** В исследовании приняли участие 45 спортсменов (30 – мужчин, 15 – женщин, средний возраст  $19.4 \pm 4.1$  лет, от 15 до 31 года) разных видов спорта и разного уровня квалификации. Для оценки исполнительных функций (ИФ) применялись два теста из батареи тестов программно-аппаратного комплекса Schufried (Vienna Test Systems, Austria): тест Corsi на пространственную рабочую память и тест Струпа (Stroop Test) для оценки функции ингибирования. Для оценки скорости переключения внимания использовались красно-чёрные таблицы Горбова-Шультце («Практика-МГУ»). Для изучения слухо-моторной синхронизации и ритмического праксиса при разных условиях был использован специально разработанный программно-аппаратный комплекс «Сенсомоторный ритмограф». Прибор предназначен для диагностики и коррекции ритмического праксиса в норме и при патологии (Касаткин В.Н. и др., 2017) и позволяет реализовывать несколько заданий (протоколов) для изучения синхронизации с ритмами на разной частоте (в настоящем исследовании 40,60, 90, 120 уд/мин), а также более сложные функции (рабочая память на ритм, устойчивость к интерферирующим воздействиям).

**Результаты.** Наиболее тесно с показателями ритмического праксиса оказались связаны результаты теста Струпа (на ингибирование), однако преимущественно в ситуации конгруэнтности. Анализ корреляционных связей показывает, что чем выше устойчивость и точность удержания ритма, тем выше будет показатель точности и в тесте на переключение внимания. Спортсмены, более успешно переключающиеся с быстрого темпа на медленный (меньше значение показателя вариации)

демонстрируют более высокие результаты в тесте на переключение внимания. Чем выше точность слухо-моторной синхронизации, тем лучше будут показатели рабочей памяти (больше верных квадратов в тесте Corsi).

**Заключение.** Наиболее часто значимые корреляции ИФ выявляются с показателями слухо-моторной синхронизации с ритмом 40 уд/мин (период 1.5 сек), что согласуется с данными других исследований о вовлеченности ИФ в оценку длительных (более 1 сек) интервалов. Полученные результаты демонстрируют наличие связей между эффективностью выполнения ритмического действия и исполнительными функциями, что существенно расширяет понимание движения и позволяет рассматривать его в том числе и с когнитивной точки зрения. Такой подход может оказаться полезным в отношении повышения эффективности тренировочного процесса и комплексного воздействия на результативность спортсмена.

## COGNITIVE FUNCTIONS AND RHYTHM PERCEPTION AND REPRODUCTION

Kovaleva Anastasia V.

Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia, [a.kovaleva@nphys.ru](mailto:a.kovaleva@nphys.ru)

**Introduction.** Recent researches showed that performance in audio-motor synchronization task (both accuracy and variability) is associated with fine executive functions characteristics: spatial working memory, high processing speed and visual spatial span (Konoike et al., 2015; Vicario, 2013; Kasatkin et al., 2017), attention and inhibition (Vicario, 2013).

**The aim** of the current research was to reveal some associations between executive functions and rhythm perception and reproduction in healthy adults.

**Methods.** Forty five athletes (30 males and 15 females, 15 to 31 years old, mean age  $19.4 \pm 4.1$ ) of different kinds of sports and qualification level participated in the experiment. For executive functions assessment two tests from the Schufried Viena Test Systems (Austria) was used: Corsi test for spatial working memory measurement and Stroop test for inhibition measurement. For attention shifting measurement concentration grids were used ("Praktika-MSU"). During audio-motor synchronization task athletes had to tap out a regular beat with their dominant hand on a special pad. They performed four simple synchronization tasks: to synchronize hand movements (taps) with the external sounds with 40, 60, 90 and 120 bpm frequencies. Then participants performed two more complex tasks. One was so-called "rhythm memory test" and the other was "interfering rhythm test" (designed for distractibility assessment). The rhythm memory task consisted of two parts: synchronization phase (tap according to the metronome sound) and continuation phase (without auditory cues). The interfering rhythm task also consisted of two parts. The 1st part was to tap accordingly to the 60 bpm metronome beat (30 seconds). During the second part additional rhythm with different frequency and sound was switched on. An athlete should continue to tap according to the basic 60 bpm rhythm (next 30 seconds) and not to pay attention to the interfering rhythm (distractor).

**Results.** Correlation analysis revealed close relations between rhythm synchronization task results and Stroop test, attention shifting and working memory performance. The better audio-motor synchronization, the better executive functions.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ИНСУЛИНА И ЛЕПТИНА ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Ковалева Г.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет», Курган, Россия; [galinru@yandex.ru](mailto:galinru@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m428.sudak.ns2019-15/223-224>

Эмоциональное напряжение оказывает существенное влияние на все системы организма, в том числе и на желудочно-кишечный тракт. В этой связи факторы регуляции, такие как лептин, инсулин и их модуляции в зависимости от тонуса вегетативной нервной системы представляет особый интерес.

В исследовании принимали участие 36 юношей в возрасте 17-24 лет.

Содержание лептина в сыворотке крови у ваготоников в условиях фона находилось на нижней границе референсных значений и составляло  $0,69 \pm 0,13$  нг/мл ( $p < 0,05$ ), что достоверно ниже, чем в группах нормотоников и симпатотоников, где содержание данного гормона имело достоверных различий и составляло  $2,29 \pm 0,52$  нг/мл и  $1,99 \pm 0,16$  нг/мл соответственно.

Уровень инсулина у ваготоников, напротив, приближался к верхней границе нормы –  $11,97 \pm 0,88$  мкЕд/мл ( $p < 0,05$ ) и имел максимальные значения по сравнению с другими группами обследуемых, так у симпатотоников составлял  $9,94 \pm 0,59$  мкЕд/мл, у нормотоников –  $7,03 \pm 0,40$  мкЕд/мл.

Энергетическая лабильность, с учетом исследуемых гормонов просматривалась в ряду ваго – симпато – нормотония. При этом нормотонус определял минимальные модуляции баланса лептинового и инсулинового каналов регуляции, а ваго– и симпатотония имели разный уровень лабильности. Установлено, что коэффициент инсулин/лептин составлял 16,22 при ваготонии, 4,75 при симпатикотонии, 3,08 при нормотонии, подтверждая данное предположение.

При эмоциональном напряжении уровень лептина повышался у ваго– и симпатотоников, в то время как уровень инсулина в этих группах обследованных снижался. При нормотонии не выявлено достоверных различий в содержании исследуемых гормонов при действии эмоционального напряжения.

Содержание лептина и инсулина в сыворотке крови в покое и при действии эмоционального напряжения зависело от преобладания симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Индекс инсулин/лептин изменялся в ряду ваго– симпато– нормотония, снижаясь при этом в 9,65 раза, 4,79 раза, 1,45 раза соответственно. Таким образом, фоновые модуляции лептина и инсулина сохраняли свою зависимость от вегетативного тонуса и при действии эмоционального напряжения. Самые



низкие значения содержания лептина и высокие значения содержания инсулина выявлены у ваготоников по сравнению с нормо- и симпатотониками.

Установлено, что в условиях эмоциональной стабильности и при действии эмоционального напряжения вклад симпатического и парасимпатического отделов ВНС в регуляцию инсулина и лептина имеет разную степень значимости. При доминировании нормотонуса достоверных изменений в содержании исследованных гормонов не отмечалось. Максимальная лабильность ассоциирована с ваготонией, где коэффициент инсулин/лептин в условиях фон/стресс составлял 16,22/1,68, а при симпатикотонии – 4,75/0,99.

## FEATURES OF VEGETATIVE REGULATION OF INSULIN AND LEPTIN IN THE EMOTIONAL STRESS

**Kovaleva Galina A.**

Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kurgan State University", Kurgan, Russia;  
[galinru@yandex.ru](mailto:galinru@yandex.ru)

Emotional stress has a significant impact on all systems of the body, including the gastrointestinal tract. In this regard, regulatory factors such as leptin, insulin and their modulation depending on the tone of the autonomic nervous system are of particular interest.

The study involved 36 young men aged 17-24 years.

The serum content of leptin in vagotonics under background conditions was at the lower limit of reference values and was  $0.69 \pm 0.13$  ng/ml ( $p < 0.05$ ), which was significantly lower than in the normotonic and sympathotonic groups, where the content of this hormone had significant differences and was  $2.29 \pm 0.52$  ng/ml and  $1.99 \pm 0.16$  ng/ml, respectively.

The level of insulin in vagotonics, by contrast, was close to the upper limit of normal –  $11.97 \pm 0.88$  mked/ml ( $p < 0.05$ ) and had maximum values compared to other study groups, so sympathotonics was of  $9.94 \pm 0.59$  mked/ml, normotonikov – of  $7.03 \pm 0.40$  mked/ml.

Energy lability, taking into account the studied hormones, was seen in a number of Vago – sympatho – normotony. Normotony determined by a minimum modulation balance latinosware channels and insulin regulation, but a Vago – sympathotony had different levels of lability. It is established that the ratio insulin/leptin were 16,22 at vagotonia, sympathicotonia with 4,75, is 3.08 when normotonii, confirming this assumption.

With emotional stress, the level of leptin increased in Vago – and sympathotonics, while the level of insulin in these groups of patients decreased. In normotony there were no significant differences in the content of the studied hormones under the action of emotional stress.

The content of leptin and insulin in the blood serum at rest and under the action of emotional stress depended on the predominance of the sympathetic and parasympathetic parts of the autonomic nervous system. The insulin/leptin index changed in the series of Vago-sympatho – normotony, decreasing at the same time by 9.65 times, 4.79 times, 1.45 times, respectively. Thus, background modulations of leptin and insulin retained their dependence on vegetative tone and under the action of emotional stress. The lowest values of leptin content and high values of insulin content were found in vagotonics compared to normal and sympathotonics.

It is established that in conditions of emotional stability and under the action of emotional stress, the contribution of the sympathetic and parasympathetic departments of VNS to the regulation of insulin and leptin has a different degree of significance. With the dominance of normotone significant changes in the content of investigated hormones were noted. Maximum lability associated with vagotonia, where the ratio insulin/leptin in terms of background/stress was 16,22/1.68 m, and at sympathicotonia – 4,75/0,99.

## ВЛИЯНИЕ АФОБАЗОЛА® НА КОГНИТИВНЫЕ И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ У БОЛЬНЫХ С ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫМ ТРЕВОЖНЫМ РАССТРОЙСТВОМ

**Коваленок Т.В., Челепюк А.А., Сюняков Т.С., Метлина М.В., Дорофеева О.А., Незнамов Г.Г.**

Лаборатория клинической психофармакологии (зав. – профессор Г.Г. Незнамов) ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В. Закусова», 125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Тревожные расстройства (ТР) являются одной из наиболее распространенной в популяции (до 30%) психической патологией. ТР и отмечаемые при них когнитивные дисфункции представляют собой серьезную медицинскую, терапевтическую и социальную проблему, так как часто развиваются у лиц трудоспособного возраста, склонны к хронификации и при относительно неглубоком (непсихотическом) уровне нарушений негативно влияют на качество деятельности и социальное функционирование. В этой связи важным аспектом терапевтических возможностей анксиолитиков, применяемых при лечении ТР, является их влияние на когнитивные функции.

**Целью настоящей работы** являлась характеристика терапевтического влияния атипичного анксиолитика Афобазола® (фабомотизола) на когнитивные функции и психофизиологические показатели у больных с генерализованным тревожным расстройством (ГТР).

**Материалы.** Афобазол® применялся 14 дней в суточной дозе 30 мг, распределенной на 3 приема в течение дня у 18 больных ( $34,9 \pm 9,9$  лет) с ГТР (F41.1 по МКБ-10).

**Методы:** тест Векслера (WAIS) и компьютеризованная методика оценки психофизиологического состояния «Немо» применялись до начала и на 14 день терапии.

**Результаты.** Установлено позитивное влияние Афобазола® на результативность познавательной деятельности у больных ГТР, проявляющееся в достоверном улучшении значений вербальных и невербальных показателей когнитивного функционирования, а также психофизиологических параметров: скорости реакций, избирательности, переключаемости, устойчивости и концентрации внимания, кратковременной памяти, точности и скорости зрительно-моторной координации. Выявлены статистически значимые корреляционные связи между терапевтической динамикой интегральных показателей теста Векслера «Сумма вербальных оценок» и «Общий балл» с изменениями устойчивости внимания ( $r=0,64$ ,

$p=0,3$  и  $r=0,73$ ,  $p=0,01$ ), а также между отдельными субтестами Векслера и скоростью и точностью психомоторных реакций (субтеста «Недостающие детали» – со временем выбора светового сигнала:  $r=0,66$ ,  $p=0,02$ ; субтеста «Арифметический» – с долей ошибок в реакции выбора:  $r=-0,64$ ,  $p=0,03$ ).

Полученные данные позволяют полагать, что позитивное влияние Афобазола® на показатели когнитивного функционирования связано с наличием у препарата стимулирующего компонента фармакологического эффекта и нейропротективными свойствами, обусловленными взаимодействием с сигма-рецепторами. Установлено принципиальное отличие действия Афобазола® на когнитивные функции и психофизиологические параметры от их ухудшения при применении бензодиазепинов.

#### **THE INFLUENCE OF AFOBAZOL® ON COGNITIVE AND PHYSIOLOGICAL FUNCTIONS OF PATIENTS WITH GENERALIZED ANXIETY DISORDER**

**Kovalenok T.V., Chepelyuk A.A., Syunyakov T.S., Metlina M.V., Dorofeeva O.A., Neznamov G.G.**

Laboratory of clinical psychopharmacology (head – Prof G.G. Neznamov) FSBI "Zakusov Research Institute of pharmacology", 125315, Moscow, Baltiyskaya str., 8

Anxiety disorders (AD) are one of the most common mental pathologies in population (up to 30%). AD and peculiar to them cognitive dysfunctions represent a serious medical, therapeutic and social problem, often affecting people of working age, are prone to chronicity and at a relatively shallow (non-psychotic) level of impairments negatively affect the quality of activity and social functioning. In this regard, an important aspect of the therapeutic potential of the anxiolytics that are used in the treatment of AD is their impact on cognitive function.

**This study aims** at investigating the therapeutic effect of atypical anxiolytic Afobazol® (fabomotizole) on cognitive functions and psychophysiological indicators of patients with generalized anxiety disorder (GAD).

**Material.** 18 patients (mean  $34,9 \pm 9,9$  years) with GAD (F41.1). All patients were treated with Afobazol® for 14 days in a daily dose of 30 mg, distributed on 3 admissions during the day.

**Methods.** The Wechsler test (WAIS) and the computerized method of assessing the psychophysiological state "Nemo" were administered before and on the 14th day of therapy.

**Results.** It was found that the positive impact of Afobazol® on the effectiveness of cognitive activity of patients with GAD is appeared in a significant improvement in the values of verbal and nonverbal indicators of cognitive functioning, as well as psychophysiological measures: reaction rate, selectivity, switchability, stability and concentration of attention, short-term memory, accuracy and speed of visual-motor coordination. The statistically significant links between the therapeutic dynamics of the integral parameters of the Wechsler test "Sum of Verbal Assessments" and "Total Score" with changes in the stability of attention ( $r=0.64$ ,  $p=0.03$  and  $r=0.73$ ,  $p=0.01$ ) also between the individual Wechsler subtests and the speed and accuracy of psychomotor reactions (subtest "Missing Details" – with the time of the choice of the light signal:  $r=0.66$ ,  $p=0.02$ ; subtest "Arithmetic" – with a share of errors in the choice reaction:  $r=0.03$ - $0.64$ ,  $p=0.03$ ) are well established.

**Conclusion.** Obtained data allow to believe that the beneficial effects of Afobazol® on cognitive performance is associated with the presence of a stimulating component of the drug's pharmacological effect and neuroprotective properties due to the interaction with Sigma receptors. The principal difference between the action of Afobazol® on cognitive functions and psycho-physiological parameters from their deterioration in the use of benzodiazepines was established.

#### **ИНТЕРЛЕЙКИН-1БЕТА ИЗМЕНЯЕТ КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ**

**Кокурина Т.Н.<sup>1</sup>, Рыбакова Г.И.<sup>1</sup>, Александров В.Г.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия, kokurina.tatyana@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m429.sudak.ns2019-15/225-226>

Цитокины представляют собой плейотропные сигнальные молекулы, которые вырабатываются различными клетками и участвуют в контроле активности висцеральных систем. Целью настоящей работы стала экспериментальная проверка гипотезы, согласно которой провоспалительные цитокины при повышении их системного уровня могут изменять состояние церебросердечной оси, высший отдел которой образован областями префронтальной коры. Для этой цели было изучено влияние повышенного системного уровня провоспалительного цитокина интерлейкина-1бета (ИЛ-1б) на эффекты микроэлектростимуляции латеральной префронтальной коры. Эксперименты были проведены на анестезированных самцах крыс линии Wistar весом 250-300 гр. ( $n=15$ ). При помощи аппаратно-программного комплекса производилась регистрация пневмотахограммы и артериального давления, рассчитывалось среднее артериальное давление (АДср), частота сердечных сокращений (ЧСС), дыхательный объем (ДО), частота дыхания (ЧД) и минутный объем дыхания (МОД). Латеральную префронтальную кору стимулировали сериями прямоугольных импульсов. Частота следования импульсов составляла 50 имп/с, длительность 0,5 мс, амплитуда 150 – 200 мкА. Раствор ИЛ-1б (0,5 мкг в 0,5 мл физраствора) вводился внутривенно. В контрольной серии вместо ИЛ-1б вводился физиологический раствор. Эффекты электрической микроэлектростимуляции латеральной префронтальной коры проявлялись в виде кратковременного падения АДср при одновременном снижении ЧСС. Реакция системы дыхания состояла в уменьшении ДО и МОД при неизменной ЧД. Внутривенное введение ИЛ-1б приводило к постепенному изменению ответов кардиореспираторной системы на электростимуляцию. Полученные результаты подтверждают выдвинутую гипотезу.

## INTERLEUKIN-1BETA ALTERS THE CARDIORESPIRATORY EFFECTS OF ELECTRICAL STIMULATION OF THE PREFRONTAL CORTEX OF THE ANESTHETIZED RAT

**Tatyana N. Kokurina<sup>1</sup>, Galina I. Rybakova<sup>1</sup>, Viacheslav G. Aleksandrov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, St.-Petersburg, Russia, [kokurina.tatyana@mail.ru](mailto:kokurina.tatyana@mail.ru)

Cytokines are pleiotropic signaling molecules that are produced by various cells and involved in the autonomic control. The aim of present study was to test the hypothesis that an increase in the systemic level of proinflammatory cytokines can change the state of the brain-heart axis, the highest level of which is formed by areas of the prefrontal cortex. The action of an increased systemic level of the pro-inflammatory cytokine interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) on the effects of microelectrostimulation of the lateral prefrontal cortex had been studied. The experiments were carried out on anesthetized male Wistar rats weighing 250-300 grams. (n=15). Using the hardware-software complex, we recorded the pneumotachogram and blood pressure, calculated the mean arterial pressure (BP), heart rate (HR), tidal volume (TV), respiration rate (RR) and ventilation (VE). The lateral prefrontal cortex was stimulated with a series of rectangular pulses. The pulse rate was 50 imp/s, duration 0.5 ms, amplitude 150–200  $\mu$ A. A solution of IL-1 $\beta$  (0.5  $\mu$ g in 0.5 ml of saline) was administered intravenously. In the control series, physiological saline was injected instead of IL-1 $\beta$ . The effects of electrical microstimulation of the lateral prefrontal cortex manifested in a short-term drop in BP while simultaneously reducing HR. The reaction of the respiratory system consisted in decreasing the TV and VE with an unchanged RR. Intravenous administration of IL-1 $\beta$  has led to a gradual change in these responses. The results obtained confirm the hypothesis put forward.

## ВЛИЯНИЕ ПРОТОНОВ НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС Колесникова И.А.<sup>1,2</sup>, Буденная Н.Н.<sup>1,2</sup>, Северюхин Ю.С.<sup>1,2</sup>, Ляхова К.Н.<sup>1,2</sup>, Утина Д.М.<sup>1,2</sup>, Maria Lalkovičova<sup>1,4</sup>, Иванов А.А.<sup>1,3</sup>

1 Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Россия; [innakolesnikova@jinr.ru](mailto:innakolesnikova@jinr.ru)

2 Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Университет «Дубна», г. Дубна, Россия

3 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва

4 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovakia

<https://doi.org/10.29003/m430.sudak.ns2019-15/226-227>

Действие ИИ на центральную нервную систему (ЦНС) вызывает комплекс сложных биохимических и морфофизиологических реакций. Поэтому анализ и прогнозирование постлучевых поражений ЦНС одна из задач радиационной биологии. Целью проведенного эксперимента стало исследование изменений в поведении и морфологических изменений в нейронах гиппокампа крыс после облучения протонами. Эксперимент был проведен на самцах крыс линии Sprague Dawley, возраста 6,5-7,5 недель. Животные были подвергнуты облучению протонами в кранио-каудальном направлении в дозе 1 Гр с энергией 171 МэВ на выведенном протонном пучке Фазотрона ОИЯИ. Изучение поведенческих реакций было выполнено на установке «Открытое поле» (ОП) на 1, 7, 14, 30 и 90 сутки. Головной мозг выделяли и обрабатывали по стандартной гистологической методике (окраска крезилвиолетом по методу Ниссля). По результатам ОП после облучения протонами у облученных животных по отношению к группе контроля выявлены статистически значимые различия: 1) на 1 сутки показатель ориентировочно-исследовательская реакция (ОИР) меньше в оба периода, показатель эмоционального статуса (ЭС) был понижен с 1-3 минуты в 1,5 раза; 2) на 7 сутки показатель ОИР ниже с 1-3 минуты; 3) на 14 сутки ЭС повышен с 4-6 минуты в 1,5 раза; 4) на 30 сутки повышен показатель ОИР в 1,5 раза; 5) на 90 сутки повышен показатель ОИР в 2 раза. В работе была выявлена динамика развития структурных изменений нейронов после облучения протонами. Количество нейронов гиппокампа с морфофункциональными изменениями у облученных животных статистически значимо превышало число клеток с теми же изменениями у контрольной группы как на 30, так и на 90 сутки после облучения. Количество клеток без видимых морфологических изменений в контроле больше, чем у облученных крыс.

## THE EFFECT OF PROTON IRRADIATION ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE RAT BRAIN Kolesnikova Inna A.<sup>1,2</sup>, Budennaya Natalia N.<sup>1,2</sup>, Severiukhin Yurii S.<sup>1,2</sup>, Lyakhova Kristina N.<sup>1,2</sup>, Uтина Dina M.<sup>1,2</sup>, Lalkovičova Maria<sup>1,4</sup>, Ivanov Alexander A.<sup>1,3</sup>

1 Joint Institute for Nuclear Research, Moscow reg., Dubna, Str. Joliot-Curie 6  
[innakolesnikova@jinr.ru](mailto:innakolesnikova@jinr.ru)

2 Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education of Moscow Region "Dubna University", Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19

3 Science State Scientific Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow

4 Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Kosice, Slovakia

The study of the biological effects of ionizing radiation on the body at different time periods after irradiation is a current theme for solving the problems of space biology as the flight to Mars is in the preparation. Furthermore, the growing popularity of the use of proton therapy for cancer/oncology treatment in different parts of the brain makes it relevant to analyze and predict post-radiation lesions of the central nervous system (CNS). This research is focused on the analysis of CNS functional disorders in rat brains, and possible disturbances of behavioral reactions after proton irradiation. The experiment was carried out with Sprague Dawley male rats at the age of 6.5-7.5 weeks, the experimental animals were irradiated with protons with the energy of 1Gy and 171 MeV by proton

beam of the JINR Phasotron. The animals were tested in the Open field behavioral test on days 1, 7, 14, 30 and 90. Then, the decapitation of was performed, and brain tissue processed according to standard histological methods (stained with cresyl violet according to the Nissl method). Results of the OF showed that after irradiation with protons in irradiated animals with respect to the control group, there were statistically significant differences: 1) on day 1, the indicator for the orientation-exploratory reaction (OER) was lowered in both test periods, the indicator of emotional status (ES) was lowered from 1-3 minutes 1.5 times; 2) on the 7th day the OER index is lower from 1-3 minutes; 3) on day 14, the ES was increased from 4-6 minutes by 1.5 times; 4) on the 30th day, the OER index was increased by 1.5 times; 5) on the 90th day OER increased 2 times. The research showed also the dynamics of the development of structural changes in neurons after proton irradiation. The number of hippocampal neurons with morphofunctional changes in irradiated animals was significantly higher than the number of cells with the same changes in the control group, both on day 30 and 90 after irradiation. The number of cells without visible morphological changes in the control is greater than that of irradiated rats.

### **ОСОБЕННОСТИ ЭЭГ-РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕКСИКИ У ЛЮДЕЙ, ПРАКТИКУЮЩИХ ДЛИТЕЛЬНУЮ МЕДИТАЦИЮ**

**Колпакова Г.В., Таможников С.С., Судобин К.П., Лашин С.А., Матушкин Ю.Г., Савостьянов А.Н.**

Новосибирский Национальный Исследовательский Государственный Университет; Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия;  
[kolpakova.lina.v@yandex.ru](mailto:kolpakova.lina.v@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m431.sudak.ns2019-15/227-228>

Медитация осознанности — психофизиологическая практика, развиваемая в рамках религиозных обрядов буддизма. Интерес к медитации связан с тем, что практикующие её люди демонстрируют повышенные способности к произвольному управлению своим физиологическим состоянием. Целью данной работы было исследование поведенческих и нейрофизиологических особенностей людей, длительное время практикующих медитацию осознанности, в условиях распознавания ими эмоциональной письменной речи.

Обследование было организовано на базе Байкальского Медитационного Центра. В качестве участников приглашались 53 здоровых человека, из которых 17 не практиковали медитацию (контрольная группа), 18 человек практиковали медитацию в течение 3-5 лет (промежуточная группа) и 18 человек были признанными в буддистском сообществе мастерами медитационной практики с опытом от 15 до 30 лет (группа шаматхи). Испытуемым в случайном порядке предлагалось 200 предложений на русском языке, разделённых на 5 равных групп: описывающих неодушевленные предметы, собственную тревогу испытуемого, тревогу другого человека, агрессию испытуемого и агрессию другого человека. Половина предложений содержала грамматическую ошибку, задачей испытуемых было определить, является ли предложение правильным. ЭЭГ записывалось при помощи 128 канального усилителя потенциалов фирмы Brain Products, Germany. При анализе сравнивались амплитуда и корковое распределение пиков P300 и P600 для вызванных потенциалов.

В поведенческих показателях было выявлено отсутствие у обеих групп медитаторов различий в реакциях на информацию о себе самом и других людях, что достоверно отличало их от контрольной группы. Это может быть интерпретировано как показатель, отражающий влияние медитационной практики на направленность внимания. На ЭЭГ межгрупповые различия наблюдаются в основном в пределах фронто-париетальной системы мозга. Начальные этапы медитации связаны с увеличением амплитуды пика P600 (система распознавания синтаксиса), а поздние этапы медитации сопровождаются снижением амплитуды пика P600 и увеличением амплитуды пика P300. Этот эффект можно интерпретировать как переход функции контроля внимания на автоматический уровень регуляции.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 18-29-13027.*

### **FEATURES OF THE EEG-REACTIONS IN CONDITIONS OF COMPREHENSION OF EMOTIONAL LEXIS AMONG PEOPLE PRACTICING LONG-TERM MEDITATION**

**Galina V. Kolpakova, Sergey S. Tamozhnikov, Klimenty P. Sudobin, Sergey A. Lashin, Yury G. Matushkin, Alexander N. Savostyanov**

Novosibirsk State University, Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, State Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia; [kolpakova.lina.v@yandex.ru](mailto:kolpakova.lina.v@yandex.ru)

Mindfulness meditation is a psychophysiological practice, which is being developed within the Buddhist religious rites. Interest in meditation relates to the fact that people who practice it demonstrate increased abilities for voluntary control of their own physiological state. The aim of this project was to research behavioral traits and neurophysiological features of people practicing mindfulness meditation for a long time during recognition of written language.

The study was organized on the basis of Baikal Meditation Center. As participants were invited 53 healthy people, 17 of which had not practiced meditation (control group), 18 people had been practicing meditation for 3 to 5 years (an intermediate group), and 18 people had been recognized by Buddhist community as masters of meditation practice with 15 to 30 years of experience (Samatha group). To the subjects in a random order were presented 200 sentences in Russian, equally divided into 5 groups: describing inanimate objects, subject's own anxiety, anxiety of some other person, subject's aggression, and aggression of other person. Half of them contained grammatical mistakes. The task was to determine whether the sentence was correct or not and contained a hidden clause which were not announced to the participants. EEG was recorded using 128-channel amplifier by Brain Products, Germany. During the analysis the P300 and P600 amplitudes and cortical distribution for evoked potentials were compared.

As behavioral indicators the absence of differences in reactions to the information about oneself and other people in both groups of meditators, but not in control group, was found. This suggests that meditation practice changes the direction of attention in humans who practice it. In EEG there are differences mainly within frontal-parietal brain system. Early stages of meditation are associated with higher amplitude of the P600 peak (system of syntax recognition), while later meditation stages are accompanied by a decrease in the P600 peak amplitude and an increase in the P300 peak. This effect can be interpreted as a shift of attention control function to an automatic regulation level.

*The study was conducted with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research, the grant № 18-29-13027.*

**ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИЧЕСКОЙ КИСЛОРОДНО-АРГОНО-АЗОТНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ НА ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В БАРОКАМЕРЕ**  
**Комаревцев Сергей Владимирович, Чхинвадзе Тинатин Владимировна**  
ФГАОУ ВО «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ», Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m432.sudak.ns2019-15/228>

В 10 суточном модельном изоляционном эксперименте с участием 6 добровольцев, проведено изучение влияния на психологическое состояние человека факторов обитаемости в условиях пребывания в гипоксической газовой среде, содержащей аргон (14% кислорода, 33% аргона и 53% азота) и меняющихся параметров барометрического давления.

Особенности личностных характеристик испытуемых исследовались по методике Шварца; монотония, стресс, пресыщение и утомление от выполняемой деятельности – по методике ДОРС. Для оценки взаимоотношений в группе проведено социометрическое исследование

При анализе полученных данных использовался непараметрический метод сравнения двух и более зависимых выборок «Chi квадрат» Фридмана. Обработка материалов велась посредством программы СПСС 21.

В результате проведенных исследований выявлено, что значимых сдвигов индекса психологического благополучия у испытуемых не произошло. Показатели индивидуальной оценки работоспособности также фактически не изменились за исключением роста показателя монотонии. Уровень психоэмоционального стресса в ходе эксперимента существенно не изменился. Следовательно, проведенные исследования не выявили нарушений психологического благополучия и эмоционального статуса испытуемых, в отличие от характерных изменений психоэмоционального состояния при изоляции в обычной газовой среде, т.е. в атмосферном воздухе, без добавления аргона. В этой связи можно предположить, что применение аргона как компонента газовой среды в условиях изоляции смягчает физиологические компоненты стресса, стабилизирует эмоциональное состояние испытуемых и благотворно воздействует на ощущение психологического благополучия.

Таким образом, в результате выполненной работы получена научная основа для продолжения исследований влияния на организм человека инертных газов и обоснования возможности использования их эффектов при создании газовой среды в пилотируемых космических аппаратах при длительных околоземных и межпланетных полетах.

**INFLUENCE OF HYPOXIC OXYGEN-ARGON-NITROGEN GAS ENVIRONMENT FOR THE PSYCHOLOGICAL CONDITION OF TESTS WITH LONG INSULATION IN PRESSURE CHAMBER**

**Komarevtsev Sergey V., Chinvaдзе Tinatin V.**  
Russian university of friendship of people, Moscow, Russia

In the 10 daily model isolation experiment with the participation of 6 volunteers, a study was conducted of the influence on the psychological state of a person of factors of habitability in conditions of being in a hypoxic gaseous medium containing argon (14% oxygen, 33% argon and 53% nitrogen) and changing barometric pressure parameters.

The characteristics of the personal characteristics of the subjects were investigated by the method of Schwartz; monotony, stress, satiety and fatigue from the activities performed – by the method of DORS. To assess the relationship in the group conducted sociometric study

When analyzing the data obtained, a non-parametric method was used to compare two or more dependent samples of Friedman's Chi Square. Processing of materials was carried out through the program SPSS 21.

As a result of the research, it was revealed that significant changes in the index of psychological well-being of the subjects did not occur. The indices of individual assessment of working capacity also did not actually change except for the growth of the indicator of monotony. The level of emotional stress during the experiment did not change significantly. Consequently, the conducted studies did not reveal any disturbances in the psychological well-being and emotional status of the subjects, in contrast to the characteristic changes in the psycho-emotional state during isolation in the usual gaseous environment, i.e. in atmospheric air, without the addition of argon. In this regard, it can be assumed that the use of argon as a component of the gas environment in isolation softens the physiological components of stress, stabilizes the emotional state of the subjects and has a beneficial effect on the feeling of psychological well-being.

Thus, as a result of the work performed, a scientific basis was obtained for continuing research on the effect on the human body of inert gases and substantiating the possibility of using their effects when creating a gaseous environment in manned spacecraft during long-term near-earth and interplanetary flights.

## ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ДОКСИЦИКЛИНА

Комышева Н.П., Шишкина Г.Т.

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия; agarina93@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m433.sudak.ns2019-15/229>

Тетрациклиновый антибиотик доксициклин (ДОКС), широко используемый в клинике для терапии инфекционных заболеваний, может вызывать у пациентов побочные психиатрические эффекты, что обуславливает исследования психоэмоциональных последствий введения препарата в экспериментах на животных. В данной работе на взрослых самцах крыс были оценены тревожность в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ) и депрессивно-подобное поведение в тесте Порсолта после введения ДОКС (25 мг/кг) в течение 2-14 дней. Кроме того, учитывая важную провоцирующую роль воспалительного процесса в организме в развитии ряда психиатрических расстройств, а также анти-воспалительные свойства ДОКС, влияние антибиотика на поведение в обоих тестах было также оценено на фоне индуцированного липополисахаридом (ЛПС; 0.5 мг/кг) системного воспаления. Контрольные животные получали соответствующие инъекции физиологического раствора.

Непродолжительное (в течение 4-х дней) введение ДОКС увеличивало тревожность не получавших ЛПС животных, на что указывало достоверное уменьшение количества их входов в открытые рукава ПКЛ и продолжительности проводимого в этих рукавах времени. При более длительном введении ДОКС (14 дней), первоначальный анксиогенный эффект антибиотика нивелировался.

Введение одного ДОКС в течение 2-х, 7-ми или 14-ти дней не оказывало значительного влияния ни на латентное время до первого эпизода замирания, ни на суммарную продолжительность замирания в течение 5-минутного тестового периода теста Порсолта. Введение же антибиотика параллельно с введением ЛПС в течение 14-ти дней оказало выраженное анти-депрессантное действие, достоверно снижая по сравнению с животными, которым вводили только ЛПС, продолжительность пассивного поведения в тесте.

В целом полученные результаты позволяют заключить, что ДОКС на начальных этапах применения может оказывать транзиторное анксиогенное действие. В условиях активации системного воспаления, хроническое введение ДОКС способно ослаблять депрессивно-подобное состояние.

*Поддержано грантом РФФИ № 18-015-00082.*

## PSYCHO-EMOTIONAL EFFECTS OF DOXYCYCLINE

Komyshva Natalya P., Shishkina Galina T.

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia; agarina93@gmail.com

Doxycycline, the tetracycline antibiotic, widely used for the antibacterial therapy in medicine, may cause the psychiatric side effects, including anxiety and depression. The possibility of such effects is needed to be further investigated in animal models. Here, we evaluated the anxiety- and depressive-like behaviors of adult rats in the plus-maze and forced swimming tests (FST), accordingly, after Dox (25 mg/kg) administration with drinking water or by intraperitoneal injections during 2-14 consecutive days. In addition, based on the observation that inflammation may be a contributing factor in the development of some psychiatric disorders as well as on anti-inflammatory properties of Dox, effects of this antibiotic on behaviors in both tests were assessed in animals with LPS-induced (0.5 mg/kg) systemic inflammation. Control rats were injected with vehicle (saline).

The short-term (for 4 days) treatment with Dox significantly enhanced anxiety as indicated by the decreased percentages of the plus-maze open arm entries and time spent on the open arms. After the more prolonged Dox administration (14 days), an anxiogenic effect of antibiotic was not observed.

Administration of Dox alone for 2, 7 or 14 days did not markedly affect immobility latent time or immobility duration in the FST. However, when Dox was injected in parallel with LPS during 14 days, a significant decrease in immobility duration in the test was revealed, indicating a clear antidepressant-like effect.

The data suggest that during initial period of treatment, Dox can exert a transient anxiogenic-like effect. Under systemic inflammation, chronic treatment with Dox can ameliorate symptoms of depression-like state.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research N 18-015-00082.*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ И МЕТОДОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ КРЫС ВИСТАР ПОСЛЕ ПСИХОГЕННОГО СТРЕССА

Кондашевская М.В.

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт морфологии человека», Москва, РФ; [marivladiko@mail.ru](mailto:marivladiko@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m434.sudak.ns2019-15/229-230>

В связи с уникальностью этиологии посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) и невозможностью проведения многих исследований на людях, разработаны модели и методы исследования ПТСР на лабораторных грызунах. Однако, методы исследований не отличаются разнообразием, а практика тестирования ограничивается весьма небольшим спектром психоэмоциональных проявлений.

Эксперименты проведены на 2-х группах крыс по 10 голов в каждой (половозрелые самцы крыс Вистар): 1 – моделирование ПТСР, используя предаторный стресс; 2 – интактные крысы (контроль). Все экспериментальные процедуры проводили в соответствии с регламентом декларации ЕС от 2010 г. об использовании лабораторных животных. Для оценки тревожности использовали традиционное тестирование крыс поодиночке в приподнятом крестообразном лабиринте (ПКЛ) в модифицированном М.В. Кондашевской варианте и новую по сравнению с данными литературы модель – прогулочное поле (ПП), где животные могли демонстрировать добровольную локомоторную активность (ЛА) в социальной группе.

Применяли новую по отношению к указанным моделям методику регистрации 22-х разновидностей психоэмоциональных проявлений, относящихся к контекстным, пассивно и активно оборонительным реакциям. Для ПКЛ вычисляли *маркер тревожности* (МТ) по формуле, разработанной М.В. Кондашевской:  $MT = 100 - [(BOR/600 + ЧПЗ/ЧПП)/2]$ , где BOR – время нахождения в открытых рукавах, 600 – время тестирования в сек, ЧПЗ – число пройденных зон, ЧПП – число психоэмоциональных проявлений [Kondashevskaya M.V. Bull. of Exper. Biol. and Med. 2018. Vol. 164, No 4. P. 488-492]. Полученные данные подвергали статистической обработке.

Установлено, что уровень ЛА опытной группы в результате стрессирования резко снижался, составляя через 1 и 14 сут после окончания воздействия 78.1 и 66.7% в ПП и 34.1 и 30.3% в ПКЛ от исходного соответственно. В отличие от контрольных у животных опытной группы не наблюдалось привыкания к условиям ПП и ПКЛ. В обеих моделях стрессированные крысы демонстрировали значительно более расширенный репертуар психоэмоциональных проявлений всех классов, что является признаком тревожности. Время нахождения в открытых рукавах ПКЛ через 1 сут после окончания стрессирования у опытной группы крыс по сравнению с контролем было достоверно меньше ( $p \leq 0.03$ ), продолжая снижаться к концу эксперимента. Через 14 сут после окончания воздействия витального психогенного стресса поведенческие и психоэмоциональные характеристики, свидетельствующие о развитии ПТСР, подкреплялись повышенными значениями *маркера тревожности* и снижением уровня кортикостерона в сыворотке крови.

Полученные в настоящем исследовании данные свидетельствуют о валидности методики тестирования поведения животных в ПП и регистрации расширенного спектра психоэмоциональных проявлений в ПП и ПКЛ для изучения влияния стресса или любых других воздействий.

### APPLYING OF A NEW MODELS AND METHODS FOR TESTING OF RAT'S BEHAVIOR AFTER PSYCHOGENIC STRESS

Kondashevskaya Marina V.

Research Institute of Human Morphology, Moscow, RF, 117418, Tsurupa str., 3, E-mail: [marivladiko@mail.ru](mailto:marivladiko@mail.ru)

The models and methods for post-traumatic stress disorder (PTSD) study have been developed in laboratory rodents as the test object in connection with the uniqueness of the etiology and the inability to conduct many studies in humans. However, research methods are not characterized in broad variety, and testing practice is limited by a very small spectrum of psycho-emotional manifestations.

The experiments were carried out on 2 groups of rats with 10 animals in each (mature male Wister rats): 1 – modeling PTSD using predator stress; 2 – intact rats (control). All experimental procedures were carried out in accordance with the regulations of the 2010 EU Declaration on the using of laboratory animals. To assess the anxiety we used the traditional testing of rats one by one in a elevated plus maze (EPM) in a modified variant of M.V. Kondashevskaya and the new model, compared to the literature, that is made as the walking field (WF), which allows to demonstrate voluntary locomotor activity (LA) of the social group animals. A new method of registering 22 varieties of psycho-emotional manifestations relating to contextual, passive and active defensive reactions, was applied to these models. For EPM, marker of the anxiety (MA) was calculated using the formula developed by M.V. Kondashevskaya:  $MA = 100 - [(TOA/600 + NZC/NPM) / 2]$ , where TOA is the time spent in open arms, 600 is the testing time in sec, NZC is the number of zones covered, NPM is the number of psycho-emotional manifestations [Kondashevskaya M.V. Bull. of Exper. Biol. and Med. 2018. Vol. 164, No 4. P. 488-492]. The obtained data were subjected to statistical analysis.

It was established that the LA level in the experimental group was sharply decreased as a result of stressing, making up after 1 and 14 days 78.1 and 66.7% in the WF and 34.1 and 30.3% in the EPM from the control, respectively. In contrast to the control, animals from the experimental group did not become accustomed to the conditions of the WF and EPM. In both models, stressed rats showed a significantly more extensive repertoire of psycho-emotional manifestations of all classes, what is a sign of anxiety. The exposure time in the open arms of the EPM for experimental group of rats (1 day after the end of stressing) was significantly less ( $p \leq 0.03$ ) as compared with the control group, continuing to decline towards the end of the experiment. 14 days after the end of exposure to vital psychogenic stress, the behavioral and psychoemotional characteristics indicating the development of PTSD were supported by testing in EPM and a decreasing in the serum corticosterone levels.

The data obtained in this study give evidences about validity of the testing method for behavior of animals in the WF and registering an extended range of psycho-emotional manifestations in the WF and EPM for studying the effects of stress or any other effects.

### КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОИНЖЕНЕРНОГО КОМПЛЕКСА ИНТЕРФЕЙСА «МОЗГ-КОМПЬЮТЕР» И ЭКСОСКЕЛЕТА КИСТИ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ РУКИ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МУЛЬТИЦЕНТРОВОГО РАНДОМИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛИРУЕМОГО КЛИНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Кондур А.А.<sup>1</sup>, Котов С.В.<sup>1</sup>, Турбина Л.Г.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>2,3</sup>, Бирюкова Е.В.<sup>2,3</sup>, Бобров П.Д.<sup>2,3</sup>, Иванова Г.Е.<sup>3</sup>, Бушкова Ю.В.<sup>3,5</sup>, Мокиенко О.А.<sup>4</sup>, Люкманов Р.Х.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского (МОНИКИ), г. Москва, Российская Федерация, [annasams@mail.ru](mailto:annasams@mail.ru), [kotovsv@yandex.ru](mailto:kotovsv@yandex.ru), [lidiaturbina@gmail.com](mailto:lidiaturbina@gmail.com)

<sup>2</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва, Российская Федерация  
[aafrolov@mail.ru](mailto:aafrolov@mail.ru), [ebiryukova@mail.ru](mailto:ebiryukova@mail.ru)

<sup>3</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, научно-исследовательский институт цереброваскулярной патологии и инсульта, г. Москва, [bushkovay@yandex.ru](mailto:bushkovay@yandex.ru)

<sup>4</sup> Научный центр неврологии, Москва, [lesya.md@yandex.ru](mailto:lesya.md@yandex.ru), [xarisovich@gmail.com](mailto:xarisovich@gmail.com)

<sup>5</sup> Городская клиническая больница №31, Москва

<https://doi.org/10.29003/m435.sudak.ns2019-15/230-231>

**Ключевые слова:** реабилитация, инсульт, парез, экзоскелет, интерфейс мозг–компьютер, воображение движения

*Гранты РФФИ: 19-015-00192 (а), 16-29-08247 (ОФИ\_м).*

**Введение.** Современным подходом в реабилитации по восстановлению движения является применение методов, основанных на стимуляции процессов нейропластичности. Во многих работах было продемонстрировано эффективное влияние кинестетического воображения движения (ВД) пациентом на способность нервной ткани головного мозга к структурным перестройкам. Этот факт подтверждают исследования с применением функциональной магнитно-резонансной томографии, транскраниальной магнитной стимуляции, электроэнцефалографии, которые демонстрируют повышение активности, возникновение специфических нейрофизиологических паттернов в проекции двигательной коры головного мозга на фоне ментальных тренировок по ВД. Технология интерфейс мозг-компьютер (ИМК) представляет собой систему, позволяющая осуществлять контроль за воображением активного движения (разжимание кисти) на основе регистрации биоэлектрической активности мозга, возникающий при воображении целенаправленного движения, которая позволяет управлять внешним роботизированным устройством – экзоскелетом кисти. Наличие экзоскелета кисти в составе данной системы обеспечивает дополнительную проприоцептивную стимуляцию сенсомоторных зон головного мозга.

**Цели и задачи.** В задачи мультицентрового плацебо-контролируемого исследования входила оценка клинической эффективности применения ИМК-экзоскелета кисти в процессе постинсультной реабилитации двигательной функции руки у пациентов с различной выраженностью постинсультного пареза.

**Материалы и методы.** На базе трех клинических центров города Москвы, начиная с 2014 года, проводилось рандомизированное плацебо-контролируемое исследование с участием 187 пациентов, перенесших ишемический (79%) и геморрагический (21%) инсульт. Медиана давности инсульта составляла 8 [4;14] месяцев. Медиана возраста участников – 59[54;68] лет. У всех пациентов наблюдался постинсультный парез руки, от 1 до 4 баллов по Британской шкале оценки мышечной силы. Пациенты трех групп были сопоставимы по полу, возрасту, давности инсульта и тяжести двигательных нарушений. Пациенты основной группы (n=103) проходили ментальные тренировки на кинестетическое ВД (разжимания кисти) с использованием ИМК и экзоскелета кисти, в количестве 10 ежедневных процедур, по три сессии в каждой, с допустимым интервалом в 2 дня, а также стандартную терапию (ЛФК, физиотерапия, массаж по показаниям). Пациенты контрольной группы (n=44) получали имитацию процедуры ИМК, в ходе которой не давалась задача на ВД, экзоскелет кисти срабатывал в случайном порядке, осуществляя сеанс пассивной механотерапии в том же режиме что и в основной группе, и стандартную терапию. Группа сравнения (n=40) получала только стандартную терапию. Оценка проводилась с использованием двигательных шкал – Fugl-Meyer (FM), ARAT и использованием инструментального метода оценки движения – регистрации кинематического портрета активных движений в трех крупных суставах руки по семи степеням свободы.

**Результаты.** Динамика улучшения двигательной функции по FM была достоверно выше в основной группе у пациентов с грубым парезом (FM менее 33 баллов),  $p < 0,05$ . У пациентов с умеренным выраженным парезом (FM более 33 баллов) клинически значимое улучшение было получено в группе применения ИМК,  $p < 0,001$ . Функция захвата кисти по шкале ARAT достоверно выше была в группе ИМК,  $p < 0,001$  в подгруппе обследуемых с умеренным выраженным парезом руки, в подгруппе с грубым парезом улучшение функции захвата кисти было недостоверным ( $p = 0,13$ ). Проведенный анализ биомеханических параметров кинематического портрета для разных степеней поражения двигательной функции руки показал улучшение двигательной функции в случаях позднего восстановительного периода и тяжелых парезов, когда это улучшение не улавливалось клиническими шкалами.

В результате проведенных ментальных тренировок с использованием ИМК и экзоскелета кисти не было отмечено ухудшения соматической патологии и общего состояния пациентов.

**Выводы.** Полученные результаты демонстрируют эффективность восстановления двигательной функции руки с помощью экзоскелета кисти, управляемого ИМК, основанного на кинестетическом ВД.

*Гранты РФФИ: 19-015-00192 (а), 16-29-08247 (ОФИ\_м).*

## THE CLINICAL EFFICACY OF USING A BRAIN-COMPUTER INTERFACE BIO-ENGINEERING COMPLEX AND AN EXOSKELETON BASED ON THE RESULTS OF A MULTICENTER RANDOMIZED CONTROLLED CLINICAL TRIAL

Kondur Anna A.<sup>1</sup>, Kotov Sergey V.<sup>1</sup>, Turbina Lidiya G.<sup>1</sup>, Frolov Alexander A.<sup>2,3</sup>, Biryukova Elena V.<sup>2,3</sup>, Bobrov Pavel D.<sup>2,3</sup>, Ivanova Galina E.<sup>3</sup>, Bushkova Yulia V.<sup>3,5</sup>, Mokienco Olesya A.<sup>4</sup>, Lyukmanov Roman Kh.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Research Center of Neurology, Moscow, Russia

<sup>5</sup> Municipal Clinical Hospital no.31, Moscow, Russia

**Key words:** rehabilitation, stroke, paresis, exoskeleton, brain-computer interface, motor imagery

## ВНЕКЛЕТОЧНАЯ ДНК В МЕХАНИЗМАХ РЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА

Конорова И.Л.

Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И.Евдокимова,  
[konorova.irina@yandex.ru](mailto:konorova.irina@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m436.sudak.ns2019-15/231-232>

Изменение свойств внеклеточной ДНК (внкДНК) оказывает влияние на организацию актинового цитоскелета астроцитов [Конорова и др., 2018], ультраструктуру нейронов и нейроглиальные взаимоотношения [Фрумкина и др., 2015], что свидетельствует об изменении их функциональной активности. Физиологические потребности структур мозга обеспечиваются флуктуациями локального



мозгового кровотока (лМК) вследствие периодических изменений просвета артериол. Тонус мозговых сосудов контролируется активными регуляторными механизмами (миогенным, нейрогенным и эндотелий-опосредованным) [Мchedlishvili, 1968].

**Цель работы:** выяснить, как влияет изменение свойств циркулирующей в плазме крови вкДНК на факторы регуляции тонуса мозговых сосудов.

**Методы:** Следуя «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals», у самцов крыс Wistar (вес 380±50 г, n=18) под нембуталовым наркозом (45 мг/кг, в/б) и контролем системного АД исследовали лМК симметрично в проекции области НЛ сенсомоторной коры (по стереотаксическому атласу Schober, 1986). Крысам в/в вводили модельные образцы ДНК (в конечной концентрации 150 нг/мл): высокомолекулярную (20 т.п.н.) гомологичную (гДНК) (n=9) или её низкомолекулярную (0,2 – 0,4 т.п.н.) окислительную модификацию (охДНК, n=9). Уровень лМК регистрировали методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) до и 60 мин после введения ДНК. Использовали двухканальный ЛД-флоуметр (С150, ВЮРАС) с игольчатыми световодами (ТSD144, 1x25 мм) и стереотаксис (Dual new standard™ stereotaxic 51503, Stoelting). Вклад каждого механизма в регуляцию тонуса мозговых сосудов оценивали путём спектрально-частотного анализа ЛДФ-грамм [Крупаткин, Сидоров, 2013].

**Результаты:** До введения ДНК, на фоне АД 119±16 мм рт.ст. и температуры тела 36.8±0.2°C, уровень лМК составил 35.7±9.2 тканевых перфузионных единиц (ТПУ) в левом и 33.2±10.1 ТПУ в правом полушариях мозга. и не реагировал на процедуру введения ДНК. После инфузии гДНК имело место постепенное ослабление эндотелий-опосредованного вазодилаторного влияния на тонус артериол в левом полушарии мозга (снижение выброса NO (p<0.0001)) без изменения уровня лМК. После введения охДНК в обоих полушариях мозга усиливалось симпатическое адренергическое влияние на тонус артериол (p<0.005) и незначительно ослабевала миогенная реакция прекапилляров на изменение внутрисосудистого давления; к 60 мин лМК снижался без изменения системного АД, и выявлялась межполушарная асимметрия (17.3±2.1 и 26.4±2.9 ТПУ, p<0.05).

**Вывод:** Изменение свойств вкДНК плазмы крови, в частности её окислительная модификация, оказывает влияние на нейрогенный механизм регуляции тонуса мозговых артериол, способствуя снижению уровня лМК и развитию межполушарной асимметрии.

## CELL-FREE DNA IN THE MECHANISMS OF CEREBRAL BLOOD FLOW REGULATION

Konorova Irina L.

A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

[konorova.irina@yandex.ru](mailto:konorova.irina@yandex.ru)

Changes in the properties of extracellular DNA (cfDNA) affect the organization of the astrocyte actin cytoskeleton [Konorova et al., 2018], neuron ultrastrate and neuroglial relationships [Frumkina et al., 2015], which indicates a change in their functional activity. The physiological functions of brain structures are provided by fluctuations of the local cerebral blood flow (ICBF) due to periodic changes in the lumen of arterioles. Vascular tonus is controlled by active regulatory mechanisms (myogenic, neurogenic, and endothelium-mediated) [Mchedlishvili, 1968].

**The purpose of the work** is to find out how the change in the properties of circulating in plasma cfDNA affects the factors of the vascular tone regulation in the brain.

**Methods:** In accordance with the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, ICBF was studied symmetrically in the projection of the HL region of the sensorimotor cortex (Schober 1986, stereotactic atlas) in male Wistar rats (weight 380±50 g, n=18) under Nembutal anesthesia (45 mg/kg, ip) and the control of systemic blood pressure. The rats were injected intravenously with model samples of DNA isolated from rat brain tissue (at a final concentration of 150 ng/ml): high molecular weight (20 kb) homologous (gDNA) (n=9) or low molecular weight (0.2-0.4 tpn) oxidative modification (oxDNA, n=9). The ICBF was recorded by laser Doppler flowmetry (LDF) before and within 60 minutes after DNA injection. A dual-channel LD Flowmeter (C150, BIOPAC) with needle light sensors (TSD144, 1x25 mm) and stereotaxis (Dual new standard™ stereotaxic 51503, Stoelting) were used. The contribution of each controlling mechanism to the regulation of cerebral vascular tone was assessed by spectral-frequency analysis of LDF-grams [Krupatkin, 2013].

**Results:** Before DNA injection on the background of blood pressure of 119±16 mm Hg and body temperature of 36.8±0.2°C, the ICBF level was 35.7±9.2 ТПУ (tissue perfusion units) in the left and 33.2±10.1 ТПУ in the right brain hemispheres. After gDNA infusion, there was a gradual weakening of the endothelium-mediated vasodilator effect on the ICBF in the left brain hemisphere (decrease in NO emission (p <0.0001) without the change of ICBF level. After the injection of oxDNA, the sympathetic adrenergic effect on cerebral arteriole tone (p <0.005) increased and the myogenic response of the precapillaries to the change in an intravascular blood pressure both in the left and in the right brain hemispheres weakened. To 60 min, ICBF decreased without change in systemic blood pressure, and hemispheric asymmetry was detected (17.3±2.1 and 26.4±2.9 ТПУ, p <0.05).

**Conclusion:** Changes in the properties of cfDNA circulating in blood plasma, in particular its oxidative modification, affect the neurogenic mechanism of cerebral arteriole tone regulation, contributing to a decrease in the ICBF level and interhemispheric asymmetry development.

## ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕДУР БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Константинов К.В., Леонова М.К, Константинова К.К.

НИО «Клиника биоакустической коррекции», Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m437.sudak.ns2019-15/232-233>

Выполнено исследование параметров артериального давления в условиях раздельного предъявления акустических стимулов скоррелированных с текущей ЭЭГ правого и левого лобных отведений.

Обследовано 168 практически здоровых испытуемых, средний возраст  $32,0 \pm 11,5$  лет, 80 мужчин и 88 женщин, правши, которые проходили процедуры прослушивания акустических стимулов согласованных с собственной ЭЭГ в реальном времени. Звуки были ранжированы по частоте спектрального максимума (форманты) при постоянной частоте основного тона (400 Гц). Частота форманты устанавливалась в соответствии с длительностью текущего колебания ЭЭГ. В группах «Fp1» (50 человек) и «Fp2» (50 человек), прослушивали акустические стимулы, согласованные с ЭЭГ соответствующих отведений. В группе «контроль» (68 человек), прослушивали акустические стимулы, согласованные с воспроизводимой записью чужой ЭЭГ. Звуки предъявляли бинаурально. Длительность процедуры – 20 минут, глаза закрыты. Всем испытуемым измеряли артериальное давление до и после процедуры автоматическим тонометром Omron. Оценка достоверности проводилась по t-критерию Стьюдента.

В группе «Fp1» наблюдалось снижение систолического давления с  $126,0 \pm 12,1$  мм. рт. ст. до  $122,4 \pm 12,9$  ( $p < 0,001$ ), уровень диастолического давления не менялся:  $80,0 \pm 8,6$  мм. рт. ст. до процедуры и  $79,0 \pm 7,3$  после. В группе «Fp2» достоверных изменений систолического давления не наблюдалось:  $124,4 \pm 10,4$  до процедуры и  $122,6 \pm 10,7$  после; уровень диастолического давления уменьшился: с  $79,5 \pm 7,5$  до  $77,0 \pm 7,1$  ( $p < 0,001$ ). В группе «контроль» систолическое давление уменьшилось с  $128,8 \pm 14,7$  до  $123,1 \pm 14,4$  ( $p < 0,001$ ), диастолическое давление уменьшилось с  $83,1 \pm 11,1$  до  $79,9 \pm 11,2$  мм. рт. ст. ( $p < 0,001$ ).

Комфортные условия проведения процедур способствовали достоверному снижению систолического и диастолического давления в контрольной группе. Однако в группе «Fp1» наблюдалось снижение только систолического давления, а в группе «Fp2» только диастолического. Возможно, наблюдаемая дифференцированная динамика артериального давления обусловлена локальным влиянием проводимых процедур на соответствующие регуляторные структуры мозга в зависимости от локализации регистрирующих электродов.

### **BIOACOUSTIC CORRECTION PROCEDURES IMPACT ON ARTERIAL PRESSURE PARAMETERS**

**Konstantinov Konstantin V., Leonova Maria K., Konstantinova Ksenia K.**

«Bioacoustic correction clinic» Research Department, Saint-Petersburg, Russia

A study of blood pressure parameters was performed in conditions of separate presentation of acoustic stimuli correlated with the current EEG of the right and the left frontal and occipital leads.

168 volunteers in average age within  $32.0 \pm 11.5$  years were examined. There were 80 men and 88 women, all of them were right-handed. Their task was to listen to acoustic stimuli agreed with their own EEG in real time. Acoustic stimuli were ranked according to the formant frequency at a constant pitch frequency (400 Hz). The frequency of the formant was set in accordance with the duration of the current EEG oscillation. In the groups "Fp1" (50 people) and "Fp2" (50 people) volunteers were listened to acoustic stimuli coordinated with the EEG of the appropriate leads. In the "control" group (68 people) volunteers were listened to acoustic stimuli coordinated with a foreign EEG reproducible recording. The sounds presented were binaural. Duration of the procedure was 20 minutes with eyes closed. Blood pressure was measured before and after the procedure with an Omron automatic tonometer. The assessment of reliability was carried out according to the Student's t-criterion.

In the Fp1 group, a decrease in systolic pressure from  $126.0 \pm 12.1$  mm Hg to  $122.4 \pm 12.9$  mm Hg ( $p < 0.001$ ) was observed. The diastolic pressure level hasn't changed:  $80.0 \pm 8.6$  mm Hg before the procedure and  $79.0 \pm 7.3$  after. In the Fp2 group there were no significant changes in systolic pressure:  $124.4 \pm 10.4$  before the procedure and  $122.6 \pm 10.7$  after; the level of diastolic pressure decreased: from  $79.5 \pm 7.5$  to  $77.0 \pm 7.1$  ( $p < 0.001$ ). In the "control" group the systolic pressure decreased from  $128.8 \pm 14.7$  to  $123.1 \pm 14.4$  ( $p < 0.001$ ), the diastolic pressure decreased from  $83.1 \pm 11.1$  to  $79.9 \pm 11.2$  mm Hg ( $p < 0.001$ ).

Comfortable conditions of the procedure contributed to a significant decrease in systolic and diastolic pressure in the control group. However, in other groups different types of pressure were decreased (Fp1 – systolic pressure; Fp2 – diastolic pressure). It is possible that the observed differentiated dynamics of arterial pressure is due to the local influence of the procedures performed on the corresponding regulatory structures of the brain depending on the localization of the recording electrodes.

### **ВАРИАЦИЯ СОДЕРЖАНИЯ САТЕЛЛИТА 3 (1q12) В ГЕНОМЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ СТАРЕНИИ**

**Конькова М.С.<sup>1</sup>, Малиновская Е.М.<sup>1</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,2</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1,3</sup>, Долгих О.А.<sup>1</sup>, Вейко Р.В.<sup>1</sup>, Агафонова О.Н.<sup>1</sup>, Умрюхин П.Е.<sup>2</sup>, Костюк С.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия; <sup>2</sup> – ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, <sup>3</sup>ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m438.sudak.ns2019-15/233-234>

**Введение.** Геном человека содержит до 10% высокоповторяющихся сателлитных последовательностей, которые входят в состав гетерохроматина центромерных и прицентромерных районов хромосом. С помощью метода гибридизации *in situ* ранее показано, что при старении клеток происходит увеличение площади гибридизуемых с зондом на сателлит 3 (1q12) (SatIII) участков хромосом в интерфазных ядрах. Область 1q12 относится к наиболее нестабильным районам хромосом, поэтому можно ожидать изменение копийности SatIII в геноме при старении. **Методы.** Метод количественной ПЦР не применим для анализа высокоповторяющихся коротких tandemных повторов ДНК, поэтому для анализа содержания SatIII в ДНК лейкоцитов человека применили метод нерадиоактивной количественной гибридизации (NQH). Применили зонд на субфракцию сателлита 3, который гибридизуется с участком 1q12. Выборка доноров включала 436 человек без наследственной патологии в возрасте от 17 до 91 года. **Результаты.** Содержание анализируемого фрагмента SatIII в геноме человека варьировало от 5 до 40 пг/нг клеточной ДНК (среднее  $22 \pm 7$  пг/нг). В группе доноров в возрасте от 17 до 27 лет ( $N = 76$ ) 39% образцов ДНК содержали низкие количества SatIII ( $< 15$  пг/нг) и 10 % образцов содержали высокие количества SatIII

(> 29 пг/нг). В других возрастных группах содержание низкокопийных образцов уменьшалось до 10-20%. В группе доноров старше 77 лет (N = 90) количество образцов ДНК с высоким содержанием SatIII возрастало до 42%. **Выводы.** В геномах лейкоцитов крови людей старше 77 по сравнению с более молодыми людьми увеличено содержание сателлита 3 (1q12). Существует два возможных объяснения этому факту: (1) по мере старения в геноме человека увеличивается содержание сателлита 3 в результате геномных перестроек в области 1q12 и (2) до преклонных лет доживают люди с исходно более высоким содержанием этого повтора в геноме. Обе гипотезы нуждаются в дальнейшей проверке.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-15-00437.*

#### SATELLITE 3 (1Q12) CONTENT VARIATION IN THE HUMAN GENOME WITH AGING

**Konkova Marina S.<sup>1</sup>, Malinovskaya Elena M.<sup>1</sup>, Veiko Natalia N.<sup>1</sup>, Ershova Elizaveta S.<sup>1,2</sup>, Martynov Andrey V.<sup>1</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1,3</sup>, Dolgikh Olga A.<sup>1</sup>, Veiko Roman V.<sup>1</sup>, Agafonova Oksana N.<sup>1</sup>, Umriukhin Pavel E.<sup>1</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,2</sup>**

1 – Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow, Russia. 2 – I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia. 3 – Gabrichevsky Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia

**Introduction.** The human genome contains up to 10% of highly repeating satellite sequences, contributing to the heterochromatin of the centromeric and precentromeric chromosomes regions. As it was shown previously by *in situ* hybridization the cells aging increases the area of chromosomes hybridized with the probe on the satellite 3 (1q12) (SatIII) sites in interphase nuclei. Area 1q12 is one of the most unstable chromosome regions, so we can expect a change in the SatIII copy number in the genome with aging. **Methods.** Method of quantitative PCR is not applicable for the analysis of highly repeating short tandem repeats of DNA, therefore for SatIII analysis in leukocytes DNA the method of quantitative non-radioactive hybridization (NQH) was applied. We used the probe for satellite 3 subfraction, which hybridizes with 1q12 region. The sample of donors included 436 people without hereditary pathology aged from 17 to 91 years. **Results.** The content of the analyzed SatIII fragment in the human genome varied from 5 to 40 pg/ng of cellular DNA (mean  $22 \pm 7$  pg/ng). In the donor group aged from 17 to 27 years (N = 76) 39% of DNA samples contained low amounts of SatIII (<15 pg/ng) and 10% of samples contained high amounts of SatIII (>29 pg/ng). In other age groups, the content of low-copy samples decreased to 10-20%. In the donor group older than 77 years (N = 90), the number of DNA samples with a high content of SatIII increased to 42%. **Summary.** In white blood cells genomes of people over the age of 77 in comparison with younger population we found increased contents of the satellite 3 (1q12). There are two possible explanations for this fact: (1) with ageing the satellite 3 content increases as the result of genomic rearrangements in the 1q12 region and (2) people with initially higher content of this repeat in the genome live to older age. Both hypotheses need further testing.

*The work is supported by RSF grant No. 18-15-00437.*

1 – Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow, 115478, Russia

2 – I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia.

3 – Gabrichevsky Research Institute of Epidemiology and Microbiology.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВВЕДЕНИЯ ЛАКТОФЕРРИНА ЧЕЛОВЕКА МЫШАМ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ В МОЗГЕ

**Копеева М.Ю.<sup>1</sup>, Черепов А.Б.<sup>1</sup>, Зарайская И.Ю.<sup>1</sup>, Нестеренко М.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия; <sup>2</sup>ООО «Лактобио», Москва, Россия; kopayeva\_my@nrcki.ru

<https://doi.org/10.29003/m439.sudak.ns2019-15/234-235>

Лактоферрин (Лф) – полифункциональный белок из семейства трансферринов – широко представлен в различных секреторных жидкостях млекопитающих. Этот белок является ключевым защитным компонентом неспецифического врожденного иммунитета. Показано, что при ряде серьезных патологий центральной нервной системы, таких как болезнь Паркинсона и болезнь Альцгеймера, наблюдается усиление экспрессии рецепторов Лф на мембранах церебральных эндотелиальных клеток, и нейронах, что указывает на возможный терапевтический эффект Лф.

Целью исследования было изучение возможных путей транспортировки экзогенного человеческого Лф (чЛф) в мозг мыши, его дальнейшее распределение в мозге и определение фенотипа клеток, способных взаимодействовать с чЛф, с помощью флуоресцентного иммуногистохимического анализа. В работе был использован Лф, выделенный из женского молозива методом препаративной ионообменной хроматографии с последующей доочисткой на аффинном сорбенте гепарин-сефарозе. Работа выполнена на 2-2,5 месячных мышках самцах линии C57BL/6. Животных разделили на экспериментальные группы в зависимости от способа введения Лф: интраназально, конъюнктивально, подъязычно и внутрибрюшинно. Через 5, 10, 15, 30 или 60 минут после введения чЛф мышей транкардиально перфузировали и извлекали мозг для последующей иммуногистохимической детекции белка. На вибраторе Leica VT1200S готовили парасагиттальные срезы толщиной 50 мкм и проводили иммуногистохимическую реакцию на плавающих срезах по стандартной методике. Окрашенные срезы оцифровывали с помощью конфокального микроскопа Olympus FV10i и анализировали в программе Bitplane Imaris 7.4.2.

В настоящей работе впервые были изучены различные пути введения человеческого Лф в мозг мыши. Было установлено, что чЛф присутствовал в срезах мозга мышей после введения белка интраназально, подъязычно и внутрибрюшинно. При конъюнктивальном введении белок в анализируемых образцах не наблюдался. После интраназального введения чЛф быстро проникал в головной мозг и накапливался в цитоплазме эндотелиальных клеток сосудов в отдельных областях неокортекса, стриатуме, гиппокампе и таламусе. Мы предполагаем, что в клетках мозга мыши могут существовать специфические места связывания чЛф. Для проверки этой гипотезы мы использовали прямое нанесение раствора белка на

фиксированные плавающие срезы. Было выявлено высокоспецифичное связывание чЛФ в ядрах нейронов, астроцитов и клеток микроглии. Видимо именно эти клетки являются конечными мишенями для ЛФ в мозге, так как в ядрах эндотелиальных клеток он не был обнаружен. Полученные результаты подтверждают возможность использования чЛФ для неинвазивного транспорта новых терапевтических препаратов, разработанных на его основе, в головной мозг.

#### **THE USE OF DIFFERENT METHODS OF HUMAN LACTOFERRIN ADMINISTRATION TO MICE FOLLOWED BY ITS LOCALIZATION IN THE BRAIN**

**Копеева Марина Ю.<sup>1</sup>, Черепов Антон В.<sup>1</sup>, Зарайская Ирина Ю.<sup>1</sup>, Нестеренко Михаил В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; <sup>2</sup>"Lactobio" LLC, Moscow, Russia; [kopaeva\\_my@nrcki.ru](mailto:kopaeva_my@nrcki.ru)

Lactoferrin (Lf) is a multifunctional protein of the transferrin family that is widely represented in various secretory fluids of mammals. This protein is a key protective factor of nonspecific innate immunity system. It was demonstrated that overexpression of Lf receptors on endothelial cerebral cell membranes and neurons is associated with a number of serious neurodegenerative diseases, such as Parkinson's and Alzheimer's diseases, which indicates a potential therapeutic effect of Lf. The objective of our research was to study potential ways of exogenous LF transport into the mouse brain.

The aim of research was to study the possible ways of exogenous human Lf (hLf) transportation to the mouse brain, its further distribution in the brain and definition of cell types that have a potential to interact with hLf, as measured by fluorescent immunohistochemical analysis. Human Lf was isolated from colostrum by preparative ion-exchange chromatography followed by purification with affinity heparin-sepharose sorbent. C57Bl/6 2-2,5 months old male mice were used for the experiments. Animals were divided to four experimental groups depending on way of hLf administration: intranasal, conjunctival, sublingual and intraperitoneal. 5, 10, 15, 30 or 60 min after hLf administration animals were perfused. Whole brains were removed and parasagittal 50 µm sections were cut on Leica VT1200S vibratome. Immunohistochemical analysis of hLf was performed on floating sections according to standard protocols. Fluorescently immunolabeled sections were imaged on confocal microscope Olympus FV10i and analyzed with Bitplane Imaris 7.4.2 software.

Present study is the first to explore different ways of human Lf administration into the mouse brain. It was demonstrated that hLf was present in mouse brain sections after intranasal, sublingual and intraperitoneal administration. Once introduced conjunctivally no hLf was found in analyzed samples. hLf actively penetrated into the brain and accumulated in cytoplasm of vascular endothelial cells in separate areas of neocortex, striatum, hippocampus and thalamus after intranasal administration. We suggested that there may be specific sites of hLf binding in mouse brain cells. To test this hypothesis, we used direct application of protein solution to fixed floating sections. High-specific binding locations of hLf were found in the nuclei of neurons, astrocytes and microglia cells. We suggest that these particular cells present final hLf target in brain tissue since no hLf was detected in endothelial cell nuclei. Our results confirm application of novel hLf-based medication for non-invasive transport to the brain.

#### **НОВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ РЕФЛЕКТОРНОЙ ЭПИЛЕПСИИ, ИНДУЦИРУЕМЫЕ УЛЬТРАЗВУКОМ И ВАКУУМ ДЕКОМПРЕССИЕЙ У КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ). ПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ АНТИКОНВУЛЬСАНТОВ**

**Копаладзе Р.А.**

ФГБНУ «Институт общей патологии и патофизиологии». Москва, Россия, [revazkop@mail.ru](mailto:revazkop@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m440.sudak.ns2019-15/235-236>

Эпилептиформную реакцию, вызванную ультразвуком, именуем ультразвуковой эпилептиформной реакцией – УЭР. Эпилептиформную реакцию, вызванную вакуум декомпрессией, именуем гипобарической эпилептиформной реакцией – ГЭПР. Работа проведена на 120 крысах линии КМ обоих полов в возрасте 3-6 месяцев. **I. Моделирование УЭР.** На крыс КМ действовали ультразвуком. Использовали ультразвуковой излучатель Dazer II – США (24.3 кгц; 116 дБ). Определяли параметры УЭР: латентный период двигательного возбуждения (ДВ) в секундах (1-60 с) и тяжесть судорожного припадка по 9-ти балльной шкале. Ультразвуковое воздействие на крысах прекращали в момент наступления припадка или продолжали до 60 секунд в случае «нет припадка». В случае «нет реакции» латентный период ДВ условно принимали за 60 секунд, а тяжесть УЭР, как «0» баллов. В случае наличия ДВ без припадка тяжесть УЭР оценивали, как – 1 балл. Феномены УЭР и ГЭПР сходны. **II. Моделирование ГЭПР.** Каждую крысу помещали в индивидуальную проточную барокамеру – объемом 3-и литра, снабженную высотомером, и «поднимали» с помощью вакуум-насоса до «высоты» 5000 метров со скоростью 50 метров в секунду (вакуум декомпрессия; падение атмосферного давления от 760 до 405 Hg). В процессе «подъема» у крыс возникала ГЭПР. Определяли параметры ГЭПР: высота начала ДВ в метрах (300-5000м) и тяжесть судорожного припадка в баллах. Действие декомпрессии прекращали в момент наступления припадка и осуществляли рекомпрессию после завершения припадка или декомпрессию продолжали до «подъема» крыс на высоту 5000м, в случае «нет припадка». В случае «нет реакции» высоту начала ДВ принимали за 5000 метров, а тяжесть ГЭПР – 0 баллов. В случае наличия ДВ без припадка тяжесть ГЭПР оценивали, как 1 балл. **III. Испытание антиконвульсантов.** Антиконвульсанты – карбамазепин, леветиретацетам (кепра) и вальпроат натрия вводили крысам КМ внутривентрикулярно в дозе 30, 80 и 200 мг/кг соответственно. У крыс через 1-1.5 часа после введения антиконвульсантов лишь в 30-40% случаев возникали УЭР или ГЭПР, при этом наблюдалось увеличение латентного периода ДВ и снижение тяжести припадка. У остальных крыс реакция не возникала или возникала ДВ без судорожного припадка. У контрольных групп крыс УЭР и ГЭПР возникали в 100% случаев. Новые экспериментальные модели могут быть использованы для тестирования антиконвульсантов.

## NEW EXPERIMENTAL MODEL OF REFLEX EPILEPSY INDUCED BY ULTRASOUND AND VACUUM DECOMPRESSION IN KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) RATS STRAIN. PROTECTIVE EFFECTS OF ANTICONVULSANTS Kopaladze Revaz A.

FSBSI «Scientific Institute of General Pathology and Pathophysiology», Moscow, Russia, [revazkop@mail.ru](mailto:revazkop@mail.ru)

Epileptiform reaction caused by ultrasound is called ultrasonic epileptiform reaction – UER. Epileptiform reaction resulted from vacuum decompression is called hypobaric epileptiform reaction – HEPR. The work was performed on 120 KM rats of both genders aged 3-6 months. **I. Modelling of UER.** The rats were subjected to ultrasound. Ultrasonic emitter Dazer II – USA (24.3 kHz; 116 dB) was used. The following parameters of UER were determined: latent period of motor reaction (MR) in seconds (1-60s) and severity of convulsive seizure on a 9-score scale. Exposure of rats to ultrasound was stopped at the beginning of the seizure or continued as long as 60 s in case of lack of seizure. In case of "no reaction" after the introduction of anticonvulsants, the latent period MR was conditionally taken for 60s and the severity of the seizure was considered as "0" score. In the case of MR without seizure, the severity of UER was estimated as 1 score. Phenomena of UER and HEPR were similar. **II. Modelling of HEPR.** Every rat was placed in an individual 3 liters flow chamber equipped with an altimeter, and "raised" by a vacuum pump to a "altitude" of 5000 meters at a speed of 50 m/s (vacuum decompression; atmospheric pressure drop from 760 to 405 Hg). In the process of "raising" the rats developed the HEPR. The following parameters of HEPR were determined: altitude of the beginning of MR 300-5000 meters and the severity of convulsive seizure on a 9-score scale. Decompression was stopped at the beginning and after the seizure recompression was performed or the decompression continued until the "rise" of rats to altitude of 5000 m, in the case of "no seizure". In the case of "no reaction" the altitude of the beginning of the MR was taken for 5000 m, and the severity of HEPR – 0 score. In the case of MR without seizure, the severity of HEPR was estimated as 1 score. **III. Testing anticonvulsants.** Anticonvulsants – carbamazepine, levetiracetam (keppra) and sodium valproate were administered intraperitoneal to rats at doses of 30, 80 and 200 mg/kg, respectively. In 1-1.5 hours after the introduction of anticonvulsants, only 30-40% of the cases the rats had a UER or HEPR, besides there was an increase in the latent period of MR and a decrease in the severity of the seizure. The rest of the rats gave was no response or had MR no convulsive seizure. The control groups of rats revealed epileptiform reaction in 100% of cases. New experimental models can be used to test anticonvulsants.

## EMBODIED COGNITION IN MUSIC Korsakova-Kreyn Marina

Lander College for Women, Division of Touro College, 227 West, 60th Str. New York, NY 10023;  
[mnkors@gmail.com](mailto:mnkors@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m441.sudak.ns2019-15/236-237>

The presented model of embodied cognition proposes that the perception of tonal music involves non-apparent responses of the motor system. Music belongs to affective consciousness and is known colloquially as *language of emotions*. Music is a non-representational auditory art, suggestiveness of which is readily available for nonmusicians; this suggestiveness is not semantically bound since music has neither cognitive constants such as words nor familiar visual images. Empirical studies demonstrate that the perception of the basic melodic elements in music, such as the consonant and dissonant compounds, is available from babyhood (some studies indicate that music is available to preborn babies), and that music cognition does not require special training. It is quite possible that music perception relies on some very primitive and direct ways of communication. The presented model of embodied cognition in music proposes that the directness of musical communication relies on a connection between perceived tonal tension and physical tension.

Perceived tonal tension is the main morphological principle in music. The concept of perceived tension is commonly used in music pedagogy for explaining the tonal hierarchy (a musical scale) and musical phasing. Perceived tension is principal for the theoretical foundations of tonal space, for the analysis of functional harmony and musical architectonics, and for studies in music perception and cognition. Notably, some empirical studies indicate a link between perceived tension and real physical tension. This link, which connects music perception with the mighty motor system, is the most important aspect of the proposed model of embodied cognition in music. The model highlights the motion-generating potential of the tonal relationships by focusing on the principal dimensions of music – the tonal space and arrow of time. A musical scale (a tonal system of reference) creates a framework for generating a sense of motion – such as a motion from suspense and uncertainty towards tonal resolution. Overall, the tonal hierarchy makes scaffolding for creating musical forms infused with musical meaning. The tonal framework relies on the gradient of tonal tension, which in turn relies on the gradient of neuronal cost of auditory processing. The link between perceived tonal tension and physical tension allows for connecting emotional processing in music with the non-apparent motor activity of a listener's body in response to the consonant and dissonant compounds and stable and unstable tones. Patterns of perceived tonal tension generate corresponding patterns of physical tension in the music listener. It is plausible that the corresponding patterns of physical tension and release from tension make a decisive contribution to formation of musical emotion by imitating the primeval responses of the living organisms to the environment.

Musical content (encoded in tonal/temporal relationships) dictates the apparent motor behavior of music performers. Studies in musicianship-related brain plasticity show that years of practicing generate changes in white matter structures that are involved in the fine motor control; the studies also show a pattern of the increased density (volume) of gray matter, which suggests that musicians process motor, auditory, and somatosensory tasks differently than nonmusicians. The experience-dependent brain activation contrasts with the inborn sensitivity of listeners to the basic melodic elements.

The proposed model of embodied cognition in music connects core musicology with the data from empirical studies, including studies in music perception and cognition, affective neuroscience, and musicianship-related brain

plasticity. The model accentuates the importance of the fundamental knowledge in musicology and the philosophy of music for empirical research in music perception and cognition.

### ПРОСТЫЕ ИНДЕКСЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ В БАСЕЙНЕ МОРРИСА Коршунов В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [vkorshunov@ihna.ru](mailto:vkorshunov@ihna.ru), [korav-md@mail.ru](mailto:korav-md@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m442.sudak.ns2019-15/237>

Предложены простые и эффективные индексы для оценки выполнения животным задач в бассейне Морриса. Индекс дирекциональности  $w/m$  – результат деления длины траектории животного  $w$  на кратчайшее расстояние  $m$  между платформой и точкой запуска животного в бассейн. Пространственная задача в бассейне Морриса сводится к выбору правильного направления. Если направление выбрано верно, длина траектории приближается к кратчайшему расстоянию и  $w/m$  стремится к 1. В случае ошибки длина траектории растет и индекс увеличивается. Наивное животное обычно плавает вдоль стены бассейна. Индекс «обученности»  $w/c$  – результат деления длины траектории на длину стенки бассейна, где  $c=\pi*d$ , где  $d$  – диаметр бассейна. Этот индекс становится меньше 1, когда животное меняет реакцию избегания на целенаправленный поиск платформы. Попытку, когда индекс  $w/c$  становится меньше 1, можно использовать в качестве точки синхронизации для суммирования результатов, полученных у разных животных. Индекс «стратегии»  $w/d$  можно применять для оценки стратегий поиска платформы, используемых разными животными.

Поскольку все индексы нормализуют результаты, попытки всех животных могут быть представлены на одном графике без дополнительных пересчетов. Предложенные индексы зависят только от способности животных решать пространственные задачи.

Ключевые слова: крысы, мыши, пространственное поведение, бассейн Морриса, индексы выполнения.

### SIMPLE INDEXES OF ANIMAL PERFORMANCE IN MORRIS WATER MAZE TASK

Korshunov Victor A.

Institution of Russian Academy of Sciences Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, RUSSIA; [vkorshunov@ihna.ru](mailto:vkorshunov@ihna.ru), [korav-md@mail.ru](mailto:korav-md@mail.ru)

A simple and effective indexes of water maze probe test performance are suggested.

The index of directionality  $w/m$  is based on the division of trajectory length  $w$  by the shortest distance  $m$ . Spatial task in Morris water maze means to choose the correct direction. If the animal chose the correct direction, the length of trajectory of swimming will be close to the shortest distance between the platform and initial position of the animal; thus  $w/m$  is close to 1. If the animal makes a mistake, the length of trajectory becomes longer; this increases  $w/m$ . Naive animals usually swam along the wall of the water maze. The index of performance  $w/c$  is the result of division of trajectory length by the length of the maze wall  $c=\pi*d$ ,  $d$  – diameter of water maze. This index becomes less than 1 when the animal changes the strategy from escape reaction to search behavior. The trial when  $w/c$  index become less than 1 may be used as a correct synchronization point for summation of results obtained in different animals. Index  $w/d$  may be used for identification of searching strategy, which the animal prefers. Suggested indexes normalize data, thus it is possible to compare all trials without any additional calculations. Indexes depend only on capability of the animal to solve the spatial task.

Keywords: Swimming mice and rats; Spatial learning; Water maze; Index of performance.

### НЕЛИНЕЙНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ОНКОЛОГИИ

Корытова<sup>1</sup> Л.И., Бузов<sup>1</sup> Е.Я., Корытов<sup>1</sup> О.В., Рыбина<sup>2</sup> Л.А.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский научный центр радиологии и хирургических технологий МЗ РФ, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [prof-korytova@mail.ru](mailto:prof-korytova@mail.ru), [l.a.rybina@yandex.ru](mailto:l.a.rybina@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m443.sudak.ns2019-15/237-238>

Обеспокоенность и повышенное внимание к онкологии обусловлены устойчивой тенденцией роста заболеваемости во всем мире, которая и в обозримом будущем продолжит нарастать, что объясняется рядом субъективных и объективных причин – старением населения, экологическими, экономическими и другими факторами. В 2017 г. в России впервые выявлено почти 541 тыс. онкобольных (более 617 тыс. новых опухолей), умерло от злокачественных новообразований 290,7 тыс. больных, что составляет 15,9% в общей структуре смертности (вторая причина после сердечнососудистых заболеваний). Около 40% впервые выявленных злокачественных новообразований имеют III-IV стадию заболевания, что обуславливает достаточно высокий показатель одногодичной летальности (22,5%). Распределение впервые выявленных злокачественных новообразований по стадиях: I стадия – 29,8%, II – 25,8%, III – 18,8%, IV – 20,2%. Как правило, запущенный онкологический процесс сопровождается болевым синдромом. Кроме того, ежегодно прогрессирует значительное количество ранее установленных заболеваний, так же сопровождаясь болевыми проявлениями.

Главным критерием эффективности проводимой противораковой терапии являются 5-и и 10-и летняя общая выживаемость. Наряду с этим для самих пациентов крайне важным является сохранение удовлетворительного качества жизни. Организм – сложная открытая саморегулирующаяся нелинейная

система. Особенность реакций нелинейных систем на внешнее воздействие – они зависят не только от величины этого воздействия, но и от свойств самой системы. В связи с изменением взгляда на биологические процессы организма как процессы нелинейного характера возникла необходимость разработки новых природоподобных нелинейных методов воздействия и развития резонансных технологий, в том числе, с применением физических факторов.

Цель: исследование возможности коррекции психо-эмоционального состояния у онкологических больных путем воздействия нелинейно-модулированных стабилизированных музыкальных программ по данным электроэнцефалографии. Исследования проведены на базе отдела клинической радиологии РНЦРХТ им ак. А.М. Гранова. В исследование включено 58 онкологических пациентов без метастазов в головной мозг в возрасте от 42 до 73 лет. Из них женщин 26, мужчин 32, получавших специфическое лечение в стационаре.

До начала исследования у пациентов взято информированное согласие в соответствии с нормами Хельсинской декларации ВОЗ 2000 года.

Пациенты были разделены на 2 группы. 30 больным 1 группы представляли диски с одинаковым музыкальным фрагментом нелинейно модулированным по закону "золотого сечения" (стабилизирующая программа), а 28 пациентам 2 группы представляли диски с немодулированным фрагментом. Оценка состояния пациентов проводили на основании заполнения пациентами индивидуальных анкет и стандартизованного опросника САН (самочувствие, активность, настроение). При оценке индивидуальной анкеты особое внимание уделялось жалобам астеновегетативного, невротического и болевого характера.

Заключение. На достаточном статистическом материале проведены исследования эффективности коррекции посредством нелинейно модулированного звукового воздействия функциональной активности неспецифических регуляторных систем ЦНС у онкологических больных на фоне химио- и лучевой терапии. Выявлены значимые положительные изменения показателей субъективного состояния больных и ЭЭГ, свидетельствующие о нормализации неспецифических регуляторных функций и восстановлении тонуса коры головного мозга под влиянием нелинейно модулированного звукового воздействия. Способ коррекции функции состояния неспецифической регуляции ЦНС и психоэмоционального состояния у онкологических больных посредством нелинейных звуковых резонансных воздействий можно рекомендовать для клинического применения в условиях медицинских учреждений.

#### NONLINEAR EFFECTS IN ONCOLOGY

Korytova Luiza I., Buzov Evgenii Ya., Korytov Oleg V., Rybina Larisa A.

#### ЭКСПЕРИМЕНТ «САРКОЛАБ»: МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНАЯ И НЕРВНО-МЫШЕЧНАЯ АДАПТАЦИЯ К ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОМУ КОСМИЧЕСКОМУ ПОЛЕТУ

Юрий Коряк<sup>1</sup>, Инеса Козловская<sup>1</sup>, Jörn Rittweger<sup>2</sup>, Kirsten Albracht<sup>3</sup>, Mitzi Laughlin<sup>4</sup>, Wolfram Sies<sup>1</sup>, Roberto Bottinelli<sup>4</sup>, Miriam Capri<sup>5</sup>, Claudio Franceschi<sup>5</sup>, Paolo Cerretelli<sup>6</sup>, Mark Clarke<sup>7</sup>, Charles Layne<sup>7</sup>, Justin Reed<sup>7</sup>, Martin Flück<sup>8</sup>, Cecilia Gelfi<sup>9</sup>, Marco Narici<sup>10</sup>, Benjamin Stäudle<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГНЦ-ИМБП РАН, Москва, Россия, [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru), <sup>2</sup>German Aerospace Center, <sup>3</sup>University of Applied Sciences, Aachen, Germany, <sup>4</sup>Fondren Orthopedic Research Institute, Houston, Texas, <sup>4</sup>University of Pavia, Italy, <sup>5</sup>University of Bologna, Italy, <sup>6</sup>CNR-IBFM, Segrate (MI), Italy, <sup>7</sup>University of Houston, Texas, <sup>8</sup>University of Zürich, Switzerland, <sup>9</sup>University of Milan, Italy, <sup>10</sup>University of Padova, Italy

Хорошо известно, что длительное воздействие микрогравитации ( $\mu\text{G}$ ) на организм человека вызывает глубокие изменения в различных системах и органах, поскольку организм адаптируется к новой для него среде [Sibonga et al., 2008; Baker, Wear, 2008; Ploutz-Snyder et al., 2015; Petersen et al., 2017]. После воздействия  $\mu\text{G}$  снижаются объем и сила мышц, костная масса, отмечаются нарушения и в моторном контроле произвольного движения [Kozlovskaya et al., 1990; Edgerton, Roy, 1996; Baker, Wear, 2008; Ploutz-Snyder et al., 2015]. Изменения в мышечной активности, проприоцепции и позе [Wood et al., 2011] сопровождаются гипергидратацией жидкости, что способствует повышению риска развития грыжи шейного и поясничного межпозвоночного диска [Belavy et al., 2015] и сердечно-сосудистые изменения [Moore et al., 1985]. Это изменения не клинически больного человека, а отражение «адапционных» процессов, которые отрицательно влияют на физическую работоспособность и производительность человека в целом [Ploutz-Snyder et al., 2015; Wood et al., 2011] и становится особенно опасным на этапе возвращения космонавта из продолжительной космической миссии в гравитационное поле Земли. Наблюдаемые явления обусловлены не только изменениями нервно-мышечной регуляции и мышечной архитектуры, но также изменениями и в сухожильной ткани, определяющими и ограничивающими механическую мощность мышц. Экспериментальные данные свидетельствуют об изменении тонуса мышц [Kozlovskaya et al., 1987; Миллер, 20010], жесткости мышц и мышечно-сухожильного комплекса [Lambertz et al., 2001; Koryak, 2014, 2015].

Эксперимент «Сарколаб» предоставляет уникальную возможность для всестороннего анализа причин потери мышечной силы во время пребывания в условиях продолжительной  $\mu\text{G}$  с использованием интегративного экспериментального подхода, который позволил определить взаимодействие между мышечными, сухожильными и нервными изменениями. Для этого был разработан и поставлен на борт Международной космической станции изокинетическое устройство «MARES», которое открывает большие возможности для исследований различных функций антигравитационных мышц голеностопного и коленного суставов, обеспечивающих основные двигательные функции человека – это локомоции и позу, и включает целый ряд различных обследований и тестов. В первую очередь, с помощью ультразвуковой визуализации исследовали, как меняется архитектура мышц ног (длина и угол наклона мышечных волокон) при их активном и пассивном состояниях, а для углубленного анализа степени изменения объема мышц проводили МРТ-сканирование мышц голени. Кроме того, исследовались

Изменение эластических и механических свойств мышц определяли путем изменения положения голеностопного сустава и измерения мышечно-сухожильной и мышечно-суставной жесткости мышц. Для

оценки механических свойств Ахиллово сухожилия использовали данные ультразвуковых исследований. Сократительные функции мышц голени и бедра у человека оценивали по связи момент-суставной угол и момент-скорость, а также по скорости развития изометрического напряжения. Изменения в моторном контроле произвольного движения определяли при выполнении произвольного движения, с визуальным контролем, от минимального до максимального усилия с минимальными различиями в развиваемых усилиях. Для всесторонней оценки изменений нервно-мышечной адаптации осуществляли регистрацию электромиографической активности мышц при выполнении произвольных движений, а также оценивали изменения амплитудно-временных параметров сухожильного (Т-рефлекс) и моносинаптического (Н-рефлекс) рефлексов и электрических ответов мышцы (М-ответ). Утомляемость мышечного аппарата оценивали по выполнению произвольного ритмического теста в изометрическом режиме сокращения мышцы.

Таким образом, эксперимент «Сарколаб», позволяя получить комплексное представление о воздействии продолжительной  $\mu\text{G}$  на сократительные функции мышц, позволит ближе подойти к пониманию гравитационно-зависимых механизмов, а также создать научные предпосылки для разработки теоретических основ спортивной тренировки, совершенствования методов и средств физической тренировки у членов космических экипажей, а также в условиях гравитационной разгрузки на Земле.

### **SARCOLAB: MYOTENDINOUS AND NEUROMUSCULAR ALTERATIONS TO LONG-DURATION SPACE FLIGHT**

**Yuri Koryak<sup>1</sup>, Inessa Kozlovskaya<sup>1</sup>, Jörn Rittweger<sup>2</sup>, Kirsten Albracht<sup>3</sup>, Mitzi Laughlin<sup>4</sup>, Wolfram Sies<sup>1</sup>, Roberto Bottinelli<sup>4</sup>, Miriam Capri<sup>5</sup>, Claudio Franceschi<sup>5</sup>, Paolo Cerretelli<sup>6</sup>, Mark Clarke<sup>7</sup>, Charles Layne<sup>7</sup>, Justin Reed<sup>7</sup>, Martin Flück<sup>8</sup>, Cecilia Gelfi<sup>9</sup>, Marco Narici<sup>10</sup>, Benjamin Stäudle<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>SSC of RF-IBMP RAS, Moscow, Russia, [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru), <sup>2</sup>German Aerospace Center, <sup>3</sup>University of Applied Sciences, Aachen, Germany, <sup>4</sup>Fondren Orthopedic Research Institute, Houston, Texas, <sup>4</sup>University of Pavia, Italy, <sup>5</sup>University of Bologna, Italy, <sup>6</sup>CNR-IBFM, Segrate (MI), Italy, <sup>7</sup>University of Houston, Texas, <sup>8</sup>University of Zürich, Switzerland, <sup>9</sup>University of Milan, Italy, <sup>10</sup>University of Padova, Italy

The effects of prolonged exposure to microgravity ( $\mu\text{G}$ ) on the human body have been well studied [Sibonga et al., 2008; Baker, Wear, 2008; Ploutz-Snyder et al., 2015; Petersen et al., 2017] and include reductions of muscle volume and strength, bone mass and aerobic capacity [Ploutz-Snyder et al., 2015] as the human body adapts to its new environment. Reductions of muscle strength and stability are associated with lower physical performance capacity and have a number of health implications [Ploutz-Snyder et al., 2015; Wood et al., 2011]. There are alterations in muscle activity, proprioception and posture [Wood et al., 2011], disc hyperhydration associated with fluid shifts (Belavy et al., 2015) and cardiovascular changes [Moore et al., 1985]. This is not a "sick" but an "adapted" status, which may negatively affect physical performance and capacity, especially on return into Earth's gravity.

Experiment Sarcolab provides a unique opportunity for all-round analysis of the reasons for the loss of muscle strength during prolonged exposure in microgravity using an integrative experimental approach that enables delineation of the interplay between muscular, tendon and nervous changes. Isokinetic device MARES was designed for the International space station with the aim to study the ankle and knee antigravitational muscles executing the primary motor functions, i.e. locomotion and posture maintenance, with a whole set of investigations and tests. Ultrasonic visualization was used first to track modulation of the leg muscles architecture (length and inclination angles of myofibers) in active and passive states and then MRI analysis of changes in muscle size.

Elastic and mechanic muscle properties were assessed by altering position of the ankle joint to measure musculotendinous and musculoarticular stiffness. Ultrasonic investigations were performed to study Achilles tendon mechanics. Contractile functions of the lower leg and hip were assessed by the moment-joint angle and moment-velocity relations, and also by the rate of isometric tension development. Shifts in the motor control of voluntary movement were determined as movement progressed from a minimal to maximal effort with minimal visually observed difference in development. Neuromuscular adaptation was evaluated by analysis of EMG activity during voluntary movements, and changes in T-reflex amplitude and time, H- and M-response. Muscular fatigability was tested by voluntary isometric rhythmic contractions.

In summary, experiment Sarcolab gives an insight into the effects of extended  $\mu\text{G}$  on muscular contractility, approaches us to a better understanding of gravity-dependent mechanisms and lays the groundwork for a theory of sport training, update of fitness programs and equipment for space crews, and people exposed to gravitational unloading on Earth.

### **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ОПОРНОЙ РАЗГРУЗКИ НА СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРЕХГЛАВОЙ МЫШЦЫ ГОЛЕНИ**

**Коряк Ю.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН», Москва, Россия, [yurikoryak@mail.ru](mailto:yurikoryak@mail.ru)

Для имитации влияния факторов невесомости на нервно-мышечный аппарат человека в условиях Земли используются различные модели [Berg et al., 1991; Dudley et al., 1992; Koryak, 1995, 1996]. В настоящей работе в качестве модели, имитирующей физиологические эффекты микрогравитации, использовали метод «сухой» водной иммерсии (СИ) [Шульженко, Виль-Вильямс, 1976]. Ранее выполненные исследования показали возможность использования данного метода для изучения эффектов невесомости в условиях Земли в двигательной система и, в частности мышечной силе [Kozlovskaya et al., 1984]. В свою очередь эти физиологические изменения могут являться результатом изменений, как функций самих мышц, так и систем управления ими [Kozlovskaya et al., 1982; Jaweed et al., 1992; Koryak, 1997]. Получены данные, указывающие, что величина уменьшения силы сокращения мышцы не пропорциональна уменьшению веса



мышцы, диаметра волокон и концентрации сократительного белка [Fournier et al., 1983; St.-Pierre, Gardiner, 1985]. Это указывает, что электрическая активность может способствовать уменьшению силы сокращения мышцы при неупотреблении [Booth, 1982]. В настоящее время, из-за методологических трудностей, внимание исследователей в основном было обращено к изучению влияния факторов невесомости или моделей, имитирующих ее, на сократительные свойства мышц при произвольном движении конечности. Это первое исследование с количественной оценкой функциональных свойств отдельной мышцы у человека в условиях длительной физической разгрузки. Исследовались механические параметры трехглавой мышцы голени (ТМГ) — постуральной, антигравитационной, мышцы [Campbell et al., 1973]. Целью настоящей работы было изучить влияние 7 суточной СИ на механические и электрические ответы ТМГ. Экспериментальные процедуры были выполнены в соответствии с Хельсинской Декларацией и испытуемые после полной информации о процедурах и задачах исследования дали письменное согласие на участие в нем. Программа исследований была одобрена комиссией по биомедицинской этике ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Методы измерения электрически вызванной и произвольной силы сокращения ТМГ было подробно описано ранее [Koryak, 1994, 1995]. Измерялись: максимальная произвольная сила (МПС), сила одиночного сокращения ( $P_{oc}$ ), тетаническая сила ( $P_o$ ; частота 150 импульсов/сек), время одиночного сокращения (ВОС), время полурасслабления ( $1/2$  ПР), и общее время сокращения (ОВС), скорость развития и расслабления  $P_o$ . Разница между МПС и  $P_o$ , выраженная в процентах к  $P_o$ , позволяла определить величину силового дефицита (Рд). Электрическую активность мышцы (М-ответ) регистрировали поверхностными биполярными Ag-AgCl электродами ( $\varnothing$  8 мм, межэлектродное расстояние 23 мм), которые были помещены по средней линии брюшка камбаловидной мышцы «ведущей» конечности на уровне ниже 2 см головок икроножных мышц. До начала СИ все изучаемые показатели у испытуемых находились в пределах физиологической нормы для здоровых людей, ведущих обычный двигательный образ жизни. Исследования, выполненные после гравитационной разгрузки, выявили однонаправленность изменений характеристик ТМГ. Анализ полученных результатов изменений силовых свойств ТМГ после пребывания в условиях СИ обнаружил достоверное уменьшение всех силовых характеристик мышцы. Так, МПС и  $P_o$  уменьшились на 33.8 % ( $p < 0.01$ ) и на 8.2 % ( $p > 0.05$ ), соответственно, а величина Рд увеличилась на 44.1 % ( $p < 0.01$ ). Снижение МПС сопровождалось замедлением скорости развития напряжения (7.2 %). ВОС существенно не изменилось, но время  $1/2$  ПР и ОВС уменьшилось на 5.3 и 2.8 %, соответственно.  $P_{oc}$  существенно не изменилось и уменьшилась величина отношения  $P_{oc}/P_o$  на 8.7 %. Анализ М-ответа обнаружил увеличение длительности на 18.8 % и уменьшение амплитуды и общей площади на 14.6 % и 2.8 %;  $p < 0.05-0.01$ , соответственно. Сравнение электрических и механических изменений, зарегистрированных во время выполнения произвольных сокращений и электрически вызванных сокращений, позволяет предположить, что СИ модифицирует не только периферические процессы, ассоциируемые с сокращениями, но также изменяет центральную «моторную» команду. Из периферических факторов, возможно, внеклеточные процессы играют доминирующую роль в изменении сократительных свойств.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (RFMEFI61317X0074).*

### **THE EFFECTS OF LONG-TERM MUSCLE UNLOADING ON THE CONTRACTILE AND ELECTRICAL PROPERTIES OF THE HUMAN TRICEPS SURAE MUSCLE**

**Koryak Yu.**

State Scientific Center of the Russian Federation Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, yurikoryak@mail.ru

Various Earth-based models have been used in an effort to simulate unweighting of the neuromuscular system [Berg et al., 1991; Dudley et al., 1992; Koryak, 1995, 1996]. «Dry» water immersion (DI) has been used on occasion to simulate the unweighting effects of spaceflight on human [Shulzhenko, Vil-Villiams, 1976]. The results of such studied support the use of Earth-based models [Kozlovskaya et al., 1984]. It is known that inactivity results in deconditioning and physiological deconditioning induced by inactivity affects important system of the body including musculoskeletal. Skeletal muscle deconditioning is associated with adaptation to a microgravity environment. These physiological changes may result in altered muscle function and motor control [Kozlovskaya et al., 1982; Jaweed et al., 1992; Koryak, 1997-2001]. The interesting finding that the reduction of the mechanical tension is not proportional to the reduction of muscle weight, fiber diameter, and concentration of contractile proteins [Fournier et al., 1983; St.-Pierre, Gardiner, 1985], suggested that electrical activity might contribute to the reduction of the contraction force in disused muscle [Booth, 1982]. Up to now, owing to methodological difficulties, the free contractile properties of human skeletal muscles in a true weightless environment or during its simulation were beyond the field of vision of the scientists who in the main have concentrated on examining the mechanical features of the voluntary muscular contractions. This is the first study to make quantitative measurement of the functional properties of a single muscle in a man exposed to the long-term physical unloading. The investigation was concerned with the parameters of the mechanical responses of the human triceps surae muscle, which has been shown to be a postural antigravity muscle [Campbell et al., 1973]. The purpose of the present study was to determine the effects of 7 day of DI on the mechanical and electrical changes of the triceps surae muscle. The methods for measuring electrically evoked and voluntary forces have been described in detail elsewhere [Koryak, 1994, 1995]. Maximal voluntary contraction (MVC), maximal twitch (Pt), tetanic forces ( $P_o$ ; 150 impulses/s), time-to-peak tension (TPT), half-relaxation ( $1/2$  RT), and total contraction time (TCT) were measured. The difference between  $P_o$  and MVC expressed as a percentage of  $P_o$  and referred to as force deficiency has also been calculated. Rates of tension development and relaxation in the tetanus were also obtained. The surface action potential (SAP) was recorded by bipolar surface electrodes applied over the belly of the soleus. After DI, the MVC was reduced by 33.8 % ( $p < 0.01$ ), and the  $P_o$  was reduced by 8.2 % ( $p > 0.05$ ). The force deficiency increased by 44.1 % ( $p < 0.01$ ). The decrease in MVC was associated with a significant slowing of the corresponding rates of tension development by a voluntary isometric contraction. Analysis of the force-time curve of the electrically evoked

contractions did not reveal significant differences, but the corresponding rate of tension relaxation showed a slight significant increase when expressed on a relative scale. The TPT was not significantly changed and 1/2 RT, and TCT were decreased by 5.3 % and 2.8 %, respectively, but the Pt was not significantly changed and the Pt /Po ratio was decreased by 8.7 %. The muscle SAP showed an increase in duration (18.8 %) and decreases in amplitude and total area (14.6 % and 2.8 %;  $p < 0.05-0.01$ , respectively). Comparison of the electrical and mechanical alterations recorded during voluntary contractions, and in contractions evoked by electrical stimulation of the motor nerve, suggests that immersion not only modifies the peripheral processes associated with contraction, but also changes central and/or neural command of the contraction. At peripheral sites, it is proposed that the intracellular processes of contraction play a role in the contractile impairment recorded during unweighting (immersion).

*The study is supported by Ministry of Education and Science of the Russian Federation (RFMEFI61317X0074).*

### **ОСОБЕННОСТИ ГРУМИНГОВОЙ АКТИВНОСТИ И КАРТИНЫ КРОВИ САМЦОВ БЕЛЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ КРЫС С МОДЕЛЬЮ АУТОИММУННОГО ГИПОГОНАДИЗМА ДО И ПОСЛЕ КОРРЕКЦИИ АМИНОКАПРОНОВОЙ КИСЛОТЫ**

**Косторев А.С. Кустов Д.Ю.**

Государственная образовательная организация высшего профессионального образования "Донецкий Национальный Медицинский Университет им. М. Горького", Донецк, ДНР  
(Донецкая Народная Республика) devillanderson@gmail.com

Бесплодие – это одна из наиболее важных и сложных современных медико-социальных проблем. По данным ВОЗ от бесплодия во всем мире страдает 60 – 80 млн. пар. Поэтому проблема диагностики и лечения бесплодия является крайне актуальной в акушерско-гинекологической практике. Согласно данным последних исследований в Европе бесплодны около 10% супружеских пар, в США до 15%, в Канаде 17%, в Австралии 15,4%, в России 17,5%, в Беларуси 15%. Наблюдается тенденция к росту этих цифр. Одной из причин мужского бесплодия являются аутоиммунные реакции против сперматозоидов, которые сопровождаются выработкой антиспермальных антител (АСАТ). Аутоиммунное поражение гонадного здоровья у лиц обоего пола с бесплодием встречаются приблизительно в 13-30% случаев (27,9% женщин репродуктивного возраста с нормогонадотропной первично-яичниковой недостаточностью и 13,8% мужчин репродуктивного возраста с нормогонадотропной тестикулярной недостаточностью). Подобные нарушения являются дополнительным стрессирующим фактором, ухудшающим качество жизни больных. Это находит свое отражение и в изменении ВНД, в частности поведения, поэтому поиск адекватных методов коррекции данных нарушений является актуальным.

Нами был проведен анализ поведенческой активности и картины крови у самцов крыс с моделью аутоиммунного гипогонадизма (АГ), до и после коррекции аминокaproновой кислотой (АКК). Выявленные нами изменения в картине периферической крови у крыс с АГ отображают присущий аутоиммунному процессу лимфоцитоз. Введение АКК резко повысило уровень сегментоядерных гранулоцитов при АГ, в то время как такое же введение intactным животным его несколько снизило. При этом, у животных с АГ введение АКК нормализовало уровень эозинофилов, моноцитов и лимфоцитов. Моделирование АГ приводило к угнетению груминговой активности – количество времени, затраченного на груминг снижались, а его интенсивность наоборот повышалась. Дальнейшая коррекция АКК оказала положительное влияние на поведенческую активность крыс, однако установленный нами физиологический уровень изучаемых показателей достигнут не был.

Выявленные нами изменения лейкограммы свидетельствуют о наличии у АКК выраженной способности регулировать иммунные процессы в организме, что наиболее ярко проявляется при системных аутоиммунных заболеваниях; при этом его использование в умеренных дозах позволяет получать значительный терапевтический эффект при минимизации побочных явлений.

### **CHANGE OF GROOMING ACTIVITY AND THE PARAMETERS OF BLOOD MALE WHITE LABORATORY RATS WITH THE MODEL OF AUTOIMMUNE HYPOGONADISM BEFORE AND AFTER CORRECTION BY AMINOCAPRONIC ACID**

**Kostorev A.S. Kustov D. Yu.**

State Educational Organization of Higher Professional Education "Donetsk National Medical University. M. Gorky", Donetsk, DPR (Donetsk People's Republic) devillanderson@gmail.com

Infertility is one of the most important and complex modern medical and social problems. According to WHO, 60 to 80 million couples suffer from infertility worldwide. Therefore, the problem of diagnosis and treatment of infertility is extremely important in obstetric and gynecological practice. According to recent studies, about 10% of married couples are barren in Europe, up to 15% in the USA, 17% in Canada, 15.4% in Australia, 17.5% in Russia, 15% in Belarus. There is a tendency to increase these figures. One of the causes of male infertility are autoimmune reactions against spermatozoa, which are accompanied by the production of antisperm antibodies (ASAB). Autoimmune damage of gonadal health in persons of both sexes with infertility occurs in approximately 13-30% of cases (27.9% of women of reproductive age with normogonadotropic primary ovarian failure and 13.8% of men of reproductive age with normogonadotropic testicular failure). Such violations are an additional stressing factor that worsens the quality of life of patients. This is reflected in the change in the GNI, in particular behavior, so the search for adequate methods for correcting these violations is relevant.

We have analyzed behavioral activity and blood picture in male rats with a model of autoimmune hypogonadism (AH), before and after correction with aminocaproic acid (ACA).

The changes in the pattern of peripheral blood in rats with hypertension revealed by us reflect the

lymphocytosis inherent in the autoimmune process. The introduction of ACA sharply increased the level of segmented granulocytes in hypertension, while in intact animals it decreases it somewhat. At the same time, in animals with AH, the introduction of ACA normalized the level of eosinophils, monocytes and lymphocytes. Modeling of hypertension lead to in the inhibition of the grooming activity – the amount of time spent on grooming and all related indicators decreased, and its intensity, on the contrary, increased. Further correction of the ACA had a positive effect on the behavioral activity of the rats, but the physiological level of the studied parameters that we established was not achieved.

The changes in leukograms revealed by us indicate that ACA has a expressed ability to regulate immune processes in the body, which is revealed much pronounced in systemic autoimmune diseases, while its use in moderate doses allows to obtain a significant therapeutic effect while minimizing side effects.

### **АДРЕНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ВСАСЫВАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ У ПАРНОКОПЫТНЫХ** **Котомцев В.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт иммунологии и физиологии УО РАН, г.Екатеринбург, Россия.

<sup>2</sup>Уральский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии – филиал ФГБУ «НМИЦ ФПИ» Минздрава России, г.Екатеринбург, Россия, [2134012@gmail.com](mailto:2134012@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m444.sudak.ns2019-15/242-243>

Очень важной особенностью парнокопытных является преобладание в энергообмене летучих жирных кислот (уксусной, масляной и пропионовой (ЛЖК)). Для определения интенсивности всасывания ЛЖК использовали метод ангиостомии по Лондону-Солдатенкову, с определением артерио-венозной разницы. У опытных животных функциональную активность пищеварительной системы изменяли фармакологической стимуляцией или блокадой адренорецепторов, контрольным вводили физиологический раствор хлорида натрия. Опыты проведены на беспородных овцах 7-9 месячного возраста, у которых была выведена сонная артерия в кожный лоскут, а к воротной вене печени подшита металлическая канюля. Кровь брали одновременно из обоих сосудов до кормления и через 30 минут, 60, 120, 180, 240 минут после кормления.

При анализе биохимических показателей крови мы нашли, что активация альфа-адренорецепторов гидрохлорид -1-2-метиламиноэтанолом вызывает, по сравнению с контрольными животными, выделение ЛЖК из пищеварительной системы в кровь с наибольшим пиком выброса на 30 минуте опыта до 0,9 ммоль/л. Блокада альфа-адренорецепторов гидрохлорид– 2-N-пара-толил-N-аминометил имизодолилом вызывает увеличение в два раза транспорта ЛЖК из пищеварительной системы в кровь воротной вены. Активация бета-адренорецепторов сульфат-1-2-изопропиламиноэтанолом приводит у полигастричных к увеличению, по сравнению с контрольными исследованиями, выброса пищеварительной системой ЛЖК в среднем по опыту в 2,3 раза. Блокада бета-адренорецепторов гидрохлорид-1-изопропиламина-3-2-пропанолом практически, не влияет на обмен ЛЖК. Введение стимулятора альфа и бета аденорецепторов Эфедрина вызывало, по сравнению с контрольной группой животных, интенсивный выброс летучих жирных кислот (ЛЖК), с прекращением выброса свободных жирных кислот в порталный кровоток. Введение блокатора альфа и бета аденорецепторов аминазина приводило к меньшей потребности пищеварительной системой энергоносителей и рефлекторному увеличению выброса ЛЖК с А-В разницей до 0,57 ммоль/л против 0,03 ммоль/л в контроле.

*Исследование одобрено независимым этическим комитетом УНИИФ МЗ РФ (протокол № 2 от 8.02.2018). Работа выполнена согласно темам НИОКР УНИИФ Минздрава РФ № 114032140001 и 01201352042 ИИФ УО РАН, авторы благодарят Центр коллективного пользования ИИФ УО РАН за оказанную помощь в проведении эксперимента.*

### **ADRENERGIC REGULATION OF THE INTAKE OF FATTY ACIDS CLOVEN-HOOFED ANIMALS** **Kotomtsev Vyacheslav V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution of Science Institute of immunology and physiology of UO RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup>Ural research Institute of Phthisiopulmonology branch of the FSBI "NMITS FPI" of the Ministry of Health of Russia, Ekaterinburg, Russia, [2134012@gmail.com](mailto:2134012@gmail.com)

A very important feature of pedigree is the predominance of volatile fatty acids (acetic, butyric, and propionic (VFA)) in energy exchange.

To determine the intensity of LVH absorption, the method of angiostomy for London-Soldatenkov was used, with the determination of the arterial-venous difference. In experimental animals, the functional activity of the digestive system was changed by pharmacological stimulation or blockade of adrenergic receptors, a physiological solution of sodium chloride was administered as a control. The experiments were carried out on mongrel sheep 7-9 months of age, who had a carotid artery in the skin flap, and a metal cannula was sewn to the portal vein of the liver. Blood was taken simultaneously from both vessels before feeding and 30 minutes, 60, 120, 180, 240 minutes after feeding.

In the analysis of blood biochemical parameters we found that the activation of alpha-adrenergic hydrochloride -1-2-methylaminoethanol causes, compared with the control animals, the allocation of volatile fatty acids from the digestive system into the blood with the highest peak emissions in the 30th minute of the experience up to 0.9 mmol/L. Blockade of alpha-adrenoretseptorov hydrochloride – 2-N-para-tolyl-N-aminomethyl imidazolium causes an increase twice the transport of volatile fatty acids from the digestive system into the blood of the portal vein. Activation of beta-adrenergic receptors sulfate-1-2-isopropylaminoethanol leads to an increase in polygastric, compared with control studies, the release of the digestive system in the average experience of 2.3 times. Blockade of beta-adrenergic receptors hydrochloride-1-Isopropylamine-3-2-propanol practically does not affect the exchange of lzhk. The introduction of a stimulator of the alpha and beta adrenoretseptorov Ephedrine caused, in comparison with the control group animals, intense release of volatile fatty acids (volatile fatty acids), with the

termination of release of free fatty acids in portal blood flow. The introduction of alpha blocker and beta adrenoreceptorov chlorpromazine led to a smaller digestive system needs energy and reflex increase of emissions of volatile fatty acids with A difference-0.57 mmol/l vs 0.03 mmol/l in controls.

*The study was conducted after approval from independent ethics Committee of UNIF MOH of Russia (Protocol № 2 from 8. 02. 2018). The work is done according to the themes of R & d, UNIF of the Ministry of health of the Russian Federation No. 114032140001 and 01201352042, IIF UO Russian Academy of Sciences, the authors thank the Center for collective use of the IIF UO RAS for their assistance in the experiment.*

### **КОРТИКАЛЬНЫЙ ДИСБАЛАНС ГЛУТАМАТ/ГАМК ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**Кохан В. С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Москва, Россия;  
[viktor\\_kohan@hotmail.com](mailto:viktor_kohan@hotmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m445.sudak.ns2019-15/243>

Пилотируемые межпланетные полёты являются очередным шагом в космической экспансии человечества. Однако реализация дальних космических миссий сопряжена с рисками для здоровья космонавтов, связанных с воздействием факторов космического полёта. Ионизирующее излучение (ИИ), представленное, прежде всего, галактическими космическими лучами, является одним из основных лимитирующих факторов. Интенсификация исследований за последнее десятилетие, на фоне выявления ряда негативных эффектов в отношении ЦНС, привела к открытию анксиолитического, антидепрессантного, антиагрессивного и прокогнитивного эффектов ионизирующего излучения, проявляющихся в определённых дозах, составе и энергии ионизирующих излучений, а также на фоне действия стрессогенных факторов. Механизмы этих эффектов остаются нераскрытыми. Мы исследовали влияние комбинированного ИИ (400 мГр 661.7 кЭв  $\gamma$ -кванты и 0,14 Гр 450 МэВ ядра  $^{12}\text{C}$ ) на психоэмоциональный статус, когнитивные способности, а также кортикальное содержание и метаболизм глутамата (Glu) и  $\gamma$ -аминомасляной кислоты (GABA) на крысах линии Wistar на 1 и 8 месяце от даты облучения. Комбинированное действие ИИ привело к анксиогенному эффекту, обращаемому в ходе взросления животных, а также к стойкому усилению эффективности пространственного обучения. Стойкое снижение содержания GABA было отмечено как на 1 (на 20%), так и на 8 (на 17%) месяц. Эти данные подтверждают гипотезу о растормаживании ЦНС под действием умеренных доз ИИ, высказанную ранее. Дисбаланс Glu/GABA сопровождался усилением метаболизма этих нейротрансмиттеров – увеличением экспрессии GLT-1 (на 24%), GAD65 (на 17%), GABAT (на 24%) и GAT1 (на 34%). Одновременно с этим было отмечено снижение экспрессии NR1 субъединицы NMDA рецептора (на 17%). Примечательно, взросление животных привело не только к ребалансировке соотношения Glu/GABA за счёт снижения содержания Glu (на 12%), но и к нивелированию различий в уровнях экспрессии анализируемых биомолекул. Таким образом, комбинированное действие ионизирующего излучения в умеренных дозах приводит к долговременным изменениям психоэмоционального статуса и, что удивительно, повышению эффективности решения пространственных задач. Вместе с тем, наши результаты показывают, что ионизирующее излучение (в границах используемого состава и доз) может быть относительно безопасно для функций ЦНС.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 17-04-00598.*

### **CORTICAL IMBALANCE OF GLUTAMATE/GABA UNDER THE COMBINED ACTION OF IONIZING RADIATIONS**

**Viktor Sergeevich Kokhan**

Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia; [viktor\\_kohan@hotmail.com](mailto:viktor_kohan@hotmail.com)

Manned interplanetary flights are the next step in the space expansion of humanity. However, the deep-space missions are associated with the health risks for astronauts caused by space flight factors. Ionizing radiation (IR), represented primarily by galactic cosmic rays, is one of the main limiting factors. The intensification of research over the past decade along with detection of a number of negative effects on the central nervous system, has led to the discovery of anxiolytic, antidepressant, anti-aggressive and even pro-cognitive effects of ionizing radiation, that manifest itself in certain doses, composition and energy of ionizing radiation against the background of stress factors. The mechanisms of these effects remain unclear. We studied the effect of combined IR (400 mGy 661.7 keV  $\gamma$ -quanta and 0.14 Gy 450 MeV of  $^{12}\text{C}$  nucleus) on psycho-emotional status, cognitive abilities and cortical glutamate (Glu) and  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) content in Wistar rats at 1st and 8th months from the date of irradiation. The combined effect of IR has led to the anxiogenic effect which was reversed during the maturation of animals, as well as to a steady increase in the spatial learning performance. A persistent decrease in the content of GABA was observed both in the first (at 20%) and 8<sup>th</sup> (at 17%) months. These data confirm the hypothesis of disinhibition of the CNS under irradiation with moderate doses, proposed by us earlier. Glu/GABA imbalance was accompanied by an increase in the metabolism of these neurotransmitters — an increase in the mRNA expression level of GLT-1 (at 24%), GAD65 (at 17%), GABAT (at 24%) and GAT1 (at 34%). At the same time, a decrease in the expression level of NR1 subunit of the NMDA receptor was noted. It is noteworthy that maturation of animals led not only to the rebalancing of the Glu/GABA ratio by reducing the Glu (at 12%) content, but also to leveling the differences in the expression levels of the biomolecules of interest. Thus, the combined action of ionizing radiation in moderate doses leads to long-term changes in psycho-emotional status and, surprisingly, an increase in the efficiency of spatial learning performance. Remarkable, our results show that IR (within the borders of the composition and doses used) can be relatively safe for the functions of the CNS.

*The study was funded by the RFBR, the research projects № 17-04-00598.*

### **ЭФФЕКТ АСТАКСАНТИНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МИТОХОНДРИЙ СЕРДЦА КРЫС В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТИЯ НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ ПОРЫ МИТОХОНДРИИ**

**Крестинин Р.Р.<sup>1,2</sup>, Бабурина Ю.Л.<sup>1</sup>, Одинокова И.В.<sup>1</sup>, Сотникова Л.Д.<sup>1</sup>, Крестинина О.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики Российской Академии Наук, Пущино 142290 Пущино, Московской обл.; факс: (4967)33-0553, электронная почта: [rkrestinin@bk.ru](mailto:rkrestinin@bk.ru)

<sup>2</sup>Пущинский государственный естественно-научный институт

Митохондриальные дисфункции участвуют в этиологии различных заболеваний, таких как нейродегенеративные и сердечно-сосудистые заболевания, диабет, различные формы заболеваний печени и скелетно-мышечной системы, сепсиса и психиатрических расстройств. Окислительный стресс и ухудшение  $Ca^{2+}$ -гомеостаза считаются важными факторами в митохондриальных дисфункциях, в результате чего развивается программируемая гибель клеток. Нарушения функционального состояния митохондрий наблюдаются и при возникновении инфаркт миокарда, наиболее распространенной формой ишемической болезни сердца в мире, которая является причиной преждевременной смерти. Митохондрии играют ключевую роль в нормальном функционировании сердца, а также в патогенезе и развитии различных видов сердечных заболеваний. В норме запасы митохондриальной АТФ коррелируют с изменениями в потреблении АТФ сердцем, и это опосредуется в значительной степени, митохондриальными  $Ca^{2+}$ -транспортными путями, которые обеспечивают повышение митохондриальной концентрации  $Ca^{2+}$ . Митохондриальный  $Ca^{2+}$  имеет важное значение в генерации активных форм кислорода, а также в открытии поры неспецифической проницаемости (mitochondrial permeability transition pore, мПТР) – факторов, участвующих в возникновении как ишемии-реперфузии, так и сердечной недостаточности. Большое внимание уделяется исследованиям, направленным на повышение защитной реакции на окислительный стресс с помощью различных антиоксидантов, чтобы уменьшить стресс- и возраст-зависимые окислительные повреждения, и дисфункцию митохондрий. Известно, что роль защитной системы организма выполняют антиоксиданты. Среди интересных для изучения антиоксидантов следует отметить астаксантин (АСТ). АСТ является производным кетокаротиноидов-ксантофиллов, играющих важную роль в защите клеток организма от повреждений и преждевременного старения. Полярно-неполярно-полярная линейная структурная матрица позволяет АСТ связываться с клеточной мембраной. В настоящей работе мы исследовали влияние различных концентраций АСТ в условиях открытия мПТР на митохондриальное набухание, способность митохондрий удерживать  $Ca^{2+}$ , изменение субъединиц комплексов дыхательной цепи, а также изменение уровней модуляторов/регуляторов мПТР.

### **THE EFFECT OF ASTAXANTHIN ON THE FUNCTIONAL STATE OF RAT HEART MITOCHONDRIA UNDER PERMEABILITY TRANSITION PORE OPENING**

**Krestinin R.R.<sup>1,2</sup>, Baburina Yu.L.<sup>1</sup>, Odinokova I.V.<sup>1</sup>, Sotnikova L.D.<sup>1</sup>, Krestinina O.V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia,

<sup>2</sup>Pushchino State Natural Science Institute, Pushchino, Moscow region, Russia.

Mitochondrial dysfunctions are involved in the etiology of various diseases, such as neurodegenerative and cardiovascular diseases, diabetes, various forms of liver and musculoskeletal diseases, sepsis and psychiatric disorders. Oxidative stress and impairment of the  $Ca^{2+}$  homeostasis are considered important factors in mitochondrial dysfunction, because of which programmed cell death develops. Interruption of the functional state of mitochondria are also observed when a myocardial infarction occurs, the most common form of coronary heart disease in the world, which is the cause of premature death. Mitochondria play a key role in the normal functioning of the heart, as well as in the pathogenesis and development of various types of heart diseases. Normally, mitochondrial ATP stores are correlated with changes in ATP consumption in the heart, and largely mitochondrial  $Ca^{2+}$  transport routes, which increase the mitochondrial  $Ca^{2+}$  concentration, mediate it. Mitochondrial  $Ca^{2+}$  is important in the generation of reactive oxygen species, as well as in opening of the mitochondrial permeability transition pore (mPTP) – factors involved in the occurrence of both ischemia-reperfusion and heart failure. Much attention is paid to research aimed at increasing the defensive response to oxidative stress with various antioxidants to reduce stress and age-related oxidative damage, and mitochondrial dysfunction. It is known that the role of the organism defense system is performed by antioxidants. Among the interesting to study antioxidants should be noted astaxanthin (AST). AST is a derivative of xanthophyll ketocarotenoids, which play an important role in protecting body cells from damage and premature aging. The polar-nonpolar-polar linear structural matrix allows the AST to bind to the cell membrane. In this work, we investigated the effect of different AST concentrations under mPTP opening on mitochondrial swelling, the capacity of mitochondria to retain  $Ca^{2+}$  (CRC), the change of subunits of the respiratory chain complexes, and the change in the levels of mPTP modulators/regulators.

### **БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГИПОТАЛАМУСА ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВВЕДЕНИИ МЕЛАНОЦИТОСТИМУЛИРУЮЩЕГО ГОРМОНА (МСГ)**

**Кривой А. П., Бакалов Ю. В., Кирица Е. А., Друца А. П.**

Государственный Университет Молдовы, Лаборатория Экофизиологии Человека и Животных, Кишинев, Республика Молдова; [iurabacalov@mail.ru](mailto:iurabacalov@mail.ru)

Гипоталамус, как центр вегетативной регуляции, представляет большой интерес как для биологов, так и для врачей. Применение электрофизиологических методов исследования дает возможности глубже проникнуть в интимные механизмы действия гормонов, в частности меланоцитостимулирующего гормона (МСГ) на нервные структуры промежуточного мозга.

Изучение биопотенциалов гипоталамуса приводилось в опытах на 40 кроликах, разделенных на две серии. Для внутривенных инъекций применялся МСГ в дозах 10 ед/кг веса, а в контрольных опытах –

физиологический раствор. Введение электродов в различные структуры гипоталамуса осуществлялось с помощью стереотаксического прибора по координатам атласа. Правильность вживления проверяли рентгенографически и гистологически.

Биоэлектрическая активность переднего отдела гипоталамуса в исходном состоянии была представлена колебаниями с амплитудой от 12 до 32 мкВ и частотой доминирующего ритма от 8 до 30 Гц. Суммарная биоэлектрическая активность (СБА) переднего гипоталамуса равна  $588 \pm 87,12$  мкВ, а суммарная частота –  $16 \pm 1,48$  Гц. При введении МСГ наблюдается возрастание амплитуды до 72-84 мкВ, СБА достигает максимальной величины через 90 минут –  $794 \pm 57,30$  мкВ. К этому времени происходит падение частоты потенциалов до  $15 \pm 1,25$  Гц. Таким образом, при введении препарата наблюдается гиперсинхронизация – увеличение амплитуды при одновременном уменьшении частоты биопотенциалов.

В контрольных опытах при внутривенном введении физиологического раствора существенных изменений выявить не удалось.

Волнообразные изменения биоэлектрической активности наблюдали в среднем и в заднем отделах гипоталамуса.

Таким образом, однократное введение МСГ вызывает увеличение суммарной биоэлектрической активности гипоталамуса, достигающей максимальной величины на 90-й минуте в переднем и среднем отделах (супраоптические и вентромедиальные ядра) и на 360-й минуте в заднем (мамиллярные ядра). В процессе действия МСГ имеет место фазные изменения, которые наиболее четко выражены в вентромедиальных и мамиллярных ядрах гипоталамуса. Высказано предположение, что изменения электрической активности в соответствующих ядрах гипоталамуса, связаны с действием данного гормона на структуры гипоталамуса, непосредственно участвующие в регуляции и реализации меланоцитостимулирующего гормона.

### **BIOELECTRIC ACTIVITY OF THE HYPOTHALAMUS WITH A SINGLE INJECTION OF MELANOCYTE-STIMULATING HORMONE (MSH)**

**Crivoi A., Bacalov Iu., Chirița E., Druța A.**

State University of Moldova, Laboratory of Human and Animals Ecophysiology, Chisinau, Republic of Moldova;  
[iurabacalov@mail.ru](mailto:iurabacalov@mail.ru)

The hypothalamus as a center of vegetative regulation is of great interest for both biologists and doctors. The use of electrophysiological research methods provides an opportunity to deeply explore the intimate mechanisms of the action of melanocyte-stimulating hormone (MSH) on the body.

The study of the biopotentials of the hypothalamus was carried out in experiments on 40 rabbits, divided into two series. For intravenous injections, MSH was applied in doses of 10 units / kg of body weight, and in control experiments – saline solution. The introduction of electrodes into various structures of the hypothalamus was carried out using a stereotaxic instrument according to the coordinates of the atlas. The correctness of the implantation was checked radiographically and histologically.

The bioelectric activity of the anterior part of the hypothalamus in the initial state was represented by oscillations with an amplitude of 12 to 32  $\mu$ V and a frequency of the dominant rhythm of 8 to 30 Hz. The total bioelectric activity (TBA) of the anterior hypothalamus is  $588 \pm 87.12$   $\mu$ V, and the total frequency is  $16 \pm 1.48$  Hz. The bioelectric activity undergoes a certain change with the introduction of MSH – an increase in amplitude to 72-84  $\mu$ V is observed, the TBA reaches its maximum value 90 minutes after the administration of the drug –  $794 \pm 57.30$   $\mu$ V. By this time, the potential frequency drops to  $15 \pm 1.25$  Hz. Thus, with the introduction of the drug, there is the observance of hypersynchronization – an increase in amplitude with a simultaneous decrease in the frequency of biopotentials.

No significant changes were detected in control experiments with intravenous administration of saline solution.

Oscillatory changes in bioelectric activity were observed in the middle and in the posterior regions of the hypothalamus.

Thus, a single injection of MSH causes an increase in the total bioelectrical activity of the hypothalamus, reaching a maximum value on the 90th minute in the anterior and middle regions (supraoptic and ventromedial nuclei) and on the 360th minute in the posterior region (mamillar nuclei). Phase changes take place during the action of MSH. These changes are most clearly expressed in the ventromedial and mamillar nuclei of the hypothalamus. It has been suggested that changes in electrical activity in the corresponding nuclei of the hypothalamus are associated with the action of this hormone on the structures of the hypothalamus, directly involved in the regulation and implementation of melanocyte-stimulating hormone.

### **ЭНДОГЕННЫЙ УАБАИН И СКЕЛЕТНАЯ МЫШЦА**

**Кривой И.И.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [iikrivoi@gmail.com](mailto:iikrivoi@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m446.sudak.ns2019-15/245-246>

Обзор литературных данных и результатов собственных исследований. Na,K-АТФаза – один из наиболее распространенных интегральных белков плазматической мембраны животных клеток, который поддерживает градиенты концентраций ионов Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup>, обеспечивая электрогенез клетки, ее возбудимость, а также ряд других транспортных механизмов. Внеклеточные участки альфа-субъединицы Na,K-АТФазы формируют специфический рецептор для дигиталисоподобных сердечных гликозидов (кардиотонических стероидов), широко применяемых в клинике сердечно-сосудистых заболеваний. Кардиотонические стероиды являются специфическими ингибиторами Na,K-АТФазы. Кроме того, предполагается, что Na,K-АТФаза преобразует конформационные изменения при связывании молекул кардиотонических стероидов в сигналы, регулирующие разнообразные клеточные функции. Эндогенные

аналоги кардиотонических стероидов (прежде всего убаин) рассматриваются в качестве физиологических стимулов сигнальной функции Na,K-АТФазы. В настоящее время доказано существование эндогенного аналога убаина, который синтезируется в коре надпочечников и в гипоталамусе. Уровень эндогенного циркулирующего убаина в физиологических условиях лежит в субнаномолярном диапазоне концентраций. Однако при ряде физиологических и патофизиологических состояний отмечено существенное повышение уровня этого лиганда. Циркулирующий эндогенный убаин рассматривается в качестве физиологического регулятора в почке, сердечной и гладкой мышцах, в ЦНС. Повышение уровня эндогенного убаина происходит и при интенсивной двигательной активности. Основное количество Na,K-АТФазы у позвоночных сосредоточено в скелетных мышцах, в которых ко-экспрессируются альфа1 и альфа2 изоформы Na,K-АТФазы. Активность Na,K-АТФазы критически важна для поддержания электрогенеза, возбудимости и сократительной функции скелетных мышц. Самые разнообразные формы усиления двигательной активности характеризуются ростом общего количества Na,K-АТФазы в сарколемме скелетных мышечных волокон; длительное снижение двигательной активности вызывает противоположный эффект. Сведения о возможности регуляции функционирования скелетной мышцы циркулирующим эндогенным убаином пока немногочисленны. Имеются данные об эффектах субнаномолярных концентраций убаина, которые позволяют предположить участие убаин-чувствительной альфа2-изоформы Na,K-АТФазы в модуляции сократительной функции скелетной мышцы крысы через положительный инотропный эффект. Это предположение подтверждено в исследовании на скелетной мышце генетически модифицированных мышей с применением антител, связывающих циркулирующий убаин. Показано, что альфа2-изоформа регулируется эндогенным убаином и ее физиологическая роль может заключаться в динамической адаптации скелетной мышцы к физической нагрузке. В опытах с хроническим введением крысам экзогенного убаина (моделирование повышения уровня циркулирующего убаина) выявлена гиперполяризация сарколеммы, что указывает на возможность влияния эндогенного убаина на возбудимость мышечной мембраны. Эффект реализуется, предположительно, за счет повышения электрогенной активности альфа2-изоформы Na,K-АТФазы.

*Работа поддержана грантом РФФ № 18-15-00043.*

#### ENDOGENOUS OUABAIN AND SKELETAL MUSCLE

Krivoi Igor I.

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; iikrivoi@gmail.com

A present review is devoted to the analysis of literature data and results of our own research. The Na,K-ATPase is an ubiquitous plasma membrane integral protein detected in all types of animal cells. The Na,K-ATPase maintains the steep Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> gradients across the cell plasma membrane that generate the resting membrane potential, provide electrical excitability and furnish the driving force for numerous other transport mechanisms. The extracellular loops of the alpha-subunit of Na,K-ATPase form a specific receptor for digitalis-like cardiac glycosides (cardiotonic steroids), which are widely used in the treatment of cardiovascular diseases. Cardiotonic steroids are specific inhibitors of Na,K-ATPase. In addition, it is assumed that Na,K-ATPase converts the conformational changes caused by the cardiotonic steroids binding into signals which regulate a variety of cellular functions. The endogenous analogues of cardiotonic steroids (and above all ouabain) are likely to be a physiological stimuli for signaling function of the Na,K-ATPase. The existence of the endogenous analogue of ouabain, which is synthesized in the adrenal cortex and in the hypothalamus, has now been proven. The level of endogenous circulating ouabain in physiological conditions lies in a subnanomolar concentration range. However, in a number of physiological and pathophysiological conditions, a significant increase in the level of this ligand was noted. Circulating endogenous ouabain is considered as a physiological regulator in the kidney, heart and smooth muscle as well as in the CNS. An increase in the level of endogenous ouabain also occurs with intense motor activity. The largest pool of Na,K-ATPase in a vertebrate's body is contained in the skeletal muscles where the alpha1 and alpha2 isoforms of alpha-subunit are co-expressed. The Na,K-ATPase activity is critically important for electrogenesis, excitability and contractility of skeletal muscle. Increase in the motor activity is characterized by an increase in the Na,K-ATPase abundance in the sarcolemma of skeletal muscle fibers while a prolonged decrease in the motor activity causes the opposite effect. Information about the possibility of regulating the functioning of skeletal muscle via circulating endogenous ouabain while few. There is evidence of the effects of subnanomolar concentrations of ouabain, which suggest the involvement of ouabain-sensitive alpha2 isoform of Na,K-ATPase in modulating the contractile function of rat skeletal muscle through a positive inotropic effect. This assumption is confirmed in a study on skeletal muscle of genetically modified mice using antibodies that bind circulating ouabain. It has been shown that alpha2 isoform is regulated by endogenous ouabain and its physiological role may consist in the dynamic adaptation of skeletal muscle to physical load. In experiments with chronic administration of exogenous ouabain to rats (simulation of an increase in the level of circulating ouabain), hyperpolarization of the sarcolemma was detected, which indicates the possibility of the influence of endogenous ouabain on the excitability of the muscle membrane. The effect is realized, presumably, by increasing the electrogenic activity of the alpha2 isoform of Na,K-ATPase. Supported by RSF grant № 18-15-00043.

#### ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ СПОРТСМЕНОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ СПОРТИВНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Кривошеков С.Г., Балиоз Н.В., Баранов В.И.

Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины  
г. Новосибирск, Россия [krivosch@physiol.ru](mailto:krivosch@physiol.ru)

*Цель исследования* – изучить особенности адаптивных реакции спортсменов циклических видов спорта разного уровня подготовки в ответ на гипоксическую и гиперкапническую нагрузку. *Материал и методы.* Обследованы пловцы и легкоатлеты-бегуны ( все мужчины) от 18 до 23 лет, высокого и среднего уровня спортивной квалификации. Личностные особенности спортсменов оценивали с помощью опросников

Айзека, Стреляу, Спилбергера и др. Регистрацию кардио-респираторных показателей проводили на эргоспирометрической системе OxyconPro® (Erich Jaeger). Спортсмены– пловцы подвергались отдельным воздействиям: а) плавно-нарастающей (с 20.9 до 10% O<sub>2</sub>) гипоксии в течении 25 минут, б) плавно-нарастающей гиперкапнии (дыхание в замкнутое пространство) в течении 25 минут. Спортсмены-бегуны подвергались воздействию острой (10% O<sub>2</sub>) гипоксии в течение 10 минут. *Результаты.* Для высококвалифицированных спортсменов-пловцов характерно снижение ответных реакций сердца на гипоксию и меньшая чувствительность к изменениям парциального давления кислорода в альвеолярном газе. При этом у пловцов высокой спортивной квалификации происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции, что обеспечивает повышение «точности» физиологической настройки в изменениях вентиляторных и сердечных ответов на гипоксическое и гиперкапническое воздействие. Для высококлассных спортсменов-легкоатлетов (бегунов на средние дистанции) различий в абсолютных значениях на дыхание гипоксической смесью по сравнению со спортсменами более низкой квалификации *не наблюдается*, но также как и у пловцов имеется совершенствование механизмов межсистемной интеграции – повышение «точности» настройка газообменной регуляции на внутреннюю гипоксическую гиперкапнию, проявляющееся в усилении тесноты обратной связи прироста легочной вентиляции и прироста рСО<sub>2</sub> в артериальной крови. *Заключение.* Усиление межсистемной интеграции обеспечивает оптимальность хемореактивных ответов на гипоксические и гиперкапнические возмущения газового гомеостаза организма и отражает адаптивные настройки кардио-респираторной системы у спортсменов высокого класса при интенсивных аэробных нагрузках. В докладе также будут представлены результаты интегративных взаимодействий физиологических функций и личностных особенностей спортсменов в зависимости от уровня спортивной квалификации.

### FEATURES INTEGRATION FUNCTION SYSTEM OF ATHLETES DEPENDING ON THE LEVEL OF SPORTS SKILLS

**Krivoschekov S.G., Balioz N.V., Baranov V.I.**

Institute Physiology and basic medicine, Novosibirsk, Russia. [krivosch@physiol.ru](mailto:krivosch@physiol.ru)

*The purpose* is to study the features of adaptive response of athletes of cyclic sports of different levels of training in response to hypoxic and hypercapnic stress. *Material and methods.* Subjects – swimmers and runner (all men) from 18 to 23 years, high and medium sports level. Personal characteristics of the athletes was assessed using questionnaires Eystnck, Strelau, Spielberg, etc. Registration of cardio-respiratory parameters was performed on the ergospirometric system Oxycon Pro® (Erich Jaeger). Swimmers were subjected to separate effects: a) smoothly-increasing (from 20.9 to 10% O<sub>2</sub>) hypoxia for 25 minutes, b) smoothly-increasing hypercapnia (breathing in a confined space) for 25 minutes. Runners were exposed to acute (10% O<sub>2</sub>) hypoxia for 10 minutes. *Results.* For high-class swimmers characterized by a decrease in the response of the heart to hypoxia and less sensitivity to changes in the partial pressure of oxygen in the alveolar gas. At the same time, swimmers of high sports qualification improve the mechanisms of intersystem integration, which provides an increase in the "accuracy" of physiological adjustment in changes in ventilator and cardiac responses to hypoxic and hypercapnic effects. For high-class athletes (runners in the middle distance) differences in the absolute values of breathing hypoxic mixture compared to athletes of lower qualification is not observed, but also as swimmers there is an improvement of mechanisms of intersystem integration-improving the "accuracy" setting gas exchange regulation on internal hypoxic hypercapnia, manifested in increased tightness of feedback increase in pulmonary ventilation and increase in pCO<sub>2</sub> in arterial blood. *Conclusion.* Strengthening cross-system integration provides optimal chemreactiv responses to hypoxic and hypercapnic disturbances of gas homeostasis of the organism and reflects the adaptive adjustment of the cardio-respiratory system in high sports level athletes during intense aerobic exercise. The report will also present the results of integrative interactions of physiological functions and personal characteristics of athletes depending on the level of sports qualification.

### СВЯЗЬ ИЗМЕНЕНИЙ ИММУНИТЕТА, АКТИВАЦИИ СИСТЕМНОГО ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ОТВЕТА С КЛИНИЧЕСКОЙ ДИНАМИКОЙ ПРИ СИНДРОМЕ МЯГКОГО КОГНИТИВНОГО СНИЖЕНИЯ

**Крынский С.А.<sup>1</sup>, Малашенкова И.К.<sup>1,2</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>1</sup>, Пономарева Е.В.<sup>3</sup>, Гаврилова С.И.<sup>3</sup>, Дидковский Н.А.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>НИЦ "Курчатовский Институт", Москва, Россия. <sup>2</sup>ФНКЦ физико-химической медицины, Москва, Россия.

<sup>3</sup>ФГБНУ "Научный центр психического здоровья", Москва, Россия. E-mail: [srgkr002@gmail.com](mailto:srgkr002@gmail.com)

Синдром мягкого когнитивного снижения амнестического типа (aMCI) характеризуется высоким риском развития деменции Альцгеймеровского типа. По современным представлениям, прогрессированию нейродегенерации при болезни Альцгеймера (БА) способствует длительная латентная активация механизмов врожденного иммунного ответа в центральной нервной системе (нейровоспаление). Ранее нами было показано, что при MCI и БА отмечаются признаки дисбаланса иммунного ответа и хронической активации системного воспаления. Целью данной работы являлось изучение влияния нейротрофической терапии на показатели иммунитета у больных с MCI и прогностическое значение динамики иммунных показателей после лечения. Обследованы 20 пациентов с MCI, получавших 20 внутривенных инфузий церебролизина по 30 мл на протяжении 4 нед. Нейропсихологическое и иммунологическое обследование проводилось непосредственно до начала исследования, через 3 мес., 6 мес. и спустя 1 год после окончания лечения. Уровень С-реактивного белка (СРБ), провоспалительных цитокинов IL-1 $\beta$ , IL-8, TNF $\alpha$  оценивали методом ИФА. После терапии у пациентов в среднем по группе отмечалось заметное снижение сывороточного уровня маркеров воспаления: СРБ и TNF $\alpha$ . Так, в начале лечения уровень СРБ у большинства больных aMCI был повышен (у 14 из 20 чел.) в среднем до 14,2 мг/л (при норме от 0 до 5 мг/л). После лечения происходило его снижение, которое было достоверным через 6 мес. исследования (p = 0,017). Уровень TNF $\alpha$ , повышенный в начале наблюдения, достоверно снижался через 1 год. Содержание хемокина IL-8 в среднем в течение всего срока наблюдения не менялось. Но у пациентов, у которых через



3 мес. наблюдения эффект от терапии отсутствовал, содержание IL-8 достоверно повышалось в этой точке. При этом из 10 пациентов, у которых уровень IL-8 через 3 мес. был < 25 пг/мл, у 9 наблюдалось выраженное улучшение и у 1 минимальное улучшение. Из 10 больных, имевших уровень IL-8 > 25 пг/мл, выраженное улучшение отмечалось у 1, у 3 минимальное улучшение, и у 6 клинический эффект не наблюдался. При сравнении результатов по нейропсихологической шкале МОСА на 10 неделе пациенты с уровнем IL-8 < 25 пг/мл показали достоверно более высокий результат, чем при IL-8 > 25 пг/мл. Таким образом, нами обнаружена связь между повышением IL-8 через 3 мес., степенью когнитивного снижения и отсутствием оптимального эффекта нейротрофической терапии при aMCI. Представляет интерес изучение серологических маркеров инфекций, их взаимосвязи с уровнем маркеров системного воспаления и с эффектом терапии у пациентов с aMCI, получающих и не получающих терапию церебролизином.

#### **CHANGES OF THE IMMUNE RESPONSE, ACTIVATION OF SYSTEMIC INFLAMMATION AND CLINICAL DYNAMICS IN PATIENTS WITH AMNESTIC MILD COGNITIVE IMPAIRMENT**

**Krynskiy S.A.<sup>1</sup>, Malashenkova I.K.<sup>1,2</sup>, Hailov N.A.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1,2</sup>, Chekulaeva E.I.<sup>1</sup>, Ponomareva E.V.<sup>3</sup>, Gavrilova S.I.<sup>3</sup>, Didkovsky N.A.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia. <sup>2</sup>FSCC of physical-chemical medicine, Moscow, Russia. <sup>3</sup>FSBSI "Mental health research center", Moscow, Russia.

Amnesic mild cognitive impairment (aMCI) is characterized by a high risk of developing Alzheimer's dementia. According to contemporary views, long-term latent activation of the mechanisms of innate immune response in the brain contributes to the progression of neurodegeneration in AD. Previously, we have shown that in MCI and AD there are signs of imbalance of the immune response and chronic activation of systemic inflammation. The aim of this work was to study the effect of neurotrophic therapy on immunity in patients with MCI and the prognostic value of the dynamics of immune parameters after treatment. 20 patients with MCI receiving 20 intravenous infusions of Cerebrolysin (30 ml for 4 weeks) were examined. Neuropsychological and immunological examination was carried out immediately prior to the study, after 3 months, 6 months and 1 year after the end of treatment. Serum levels of C-reactive protein (CRP) and of proinflammatory cytokines IL-1 $\beta$ , IL-8, TNF $\alpha$  were assessed by ELISA. After therapy, patients showed a marked decrease in levels of CRP and TNF $\alpha$ . At the beginning of treatment, the level of CRP in most patients with aMCI was increased (14 of 20 people) to an average of 14.2 mg/l (normal range 0 to 5 mg/l). After treatment, there was a decrease, which was significant after 6 months ( $p = 0.017$ ). The level of TNF $\alpha$  was increased in the beginning of the observation and significantly decreased after 1 year. The level of chemokine IL-8 on average did not change during the whole period of observation. But in patients who at 3 months of observation had insignificant effect of therapy, the content of IL-8 was significantly increased at this point. Out of 10 patients with IL-8 level < 25 pg/ml after 3 months, 9 showed marked improvement and 1 moderate improvement. Of the 10 patients who had IL-8 > 25 pg/ml, a marked improvement was noted in 1, minimal improvement in 3, and in 6 there was insignificant clinical effect. When comparing the results on the neuropsychological MOCA scale at 10 weeks, patients with IL-8 < 25 pg/ml showed significantly higher results than in IL-8 > 25 pg/ml group. Thus, we found an association between the increase of IL-8 in 3 months, the degree of cognitive decline and the lack of optimal effect of neurotrophic therapy in aMCI. It is of interest to study serological markers of infections, their relationship with the level of markers of systemic inflammation and the effect of therapy in patients with aMCI, receiving and not receiving therapy with Cerebrolysin.

#### **ПИЩЕПОИСКОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ И ПРИВЕС МАССЫ ТЕЛА У КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ОДНОСЛОЙНЫХ И МНОГОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МАЛОЙ ДОЗЕ**

**Крючкова А.В.<sup>1</sup>, Лосева Е.В.<sup>2</sup>, Логинова Н.А.<sup>2</sup>, Панов Н.В.<sup>2</sup>, Иноземцев А.Н.<sup>1</sup>, Руссу Л.И.<sup>3</sup>, Мезенцева М.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, Москва; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России подразделение Институт вирусологии имени Д.И. Иванковского Минздрава России, Москва, Россия, [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m447.sudak.ns2019-15/248-249>

Вопрос о влиянии разных доз однослойных и многослойных углеродных нанотрубок (ОСУНТ и МСУНТ) на организм остаётся во многом открытым. Настоящая работа является одним из этапов большого эксперимента, где мы планируем сравнить воздействие малых доз ОСУНТ и многослойных углеродных нанотрубок (МСУНТ) при хроническом (14 дней) интраназальном введении на разные формы поведения крыс, а так же на состояние их мозга и иммунной системы. Мы предположили, что хроническое интраназальное введение этих наноматериалов, обладающих сверхпрочностью, гибкостью, электро- и теплопроводностью, может нарушить обоняние у крыс, что помешает им быстро находить пищу. Сравнительный анализ особенностей пищевого поведения у крыс, которым хронически вводили ОСУНТ или МСУНТ, и является основной задачей данного исследования. Кроме того, оценивали динамику привеса массы тела у этих животных.

Крысам-самцам Вистар массой 180-200 г. на начало эксперимента ежедневно интраназально вводили по 100 мкл взвеси ОСУНТ (группа ОСУНТ, n=9) или МСУНТ (группа МСУНТ, n=9) в физиологическом растворе (ФР) в малой дозе (5,2 мкг/кг) в течение 15-и дней. Контрольным крысам аналогично вводили по 100 мкл ФР (группа Контроль, n=10). Массу тела всех животных измеряли в 1-й, 5-й и 16-й дни введения препаратов.

Нами была разработана методика оценки пищевого поведения у крыс, которая в данной работе использована впервые. В один из углов камеры (55x33x14 см), прямоугольное дно которой было

покрыто обычной подстилкой (деревянные стружки) из домашних клеток, помещали 3 шоколадных шарика Nesquik (компания Nestle), к запаху и вкусу которых крыс приучали заранее. Крысу после пищевой депривации в течение 12-и часов помещали в камеру перпендикулярно короткой стенке, где был угол с шариками, и наблюдали за ее поведением в течение 5 минут. Если все три шарика крыса съедала раньше 5 мин, эксперимент заканчивали. Углы, куда помещали шарики, меняли случайным образом в разные сеансы эксперимента. Если крыса хорошо чувствовала запах шариков, она очень быстро их находила и съедала один за другим. Следует отметить, что шарики по внешнему виду были похожи на болюсы крыс, которые нередко встречались в подстилке, то есть ориентироваться на зрение в поиске шариков крыса практически не могла. У крыс всех групп (ОСУНТ, МСУНТ и контроль) на 3-й, 5-й, 7-й, 9-й и 15-й дни после начала введения нанотрубок или ФР оценивали следующие параметры: время эксперимента, латентный период взятия первого шарика, время поедания всех трёх шариков, число актов и продолжительность груминга и стоек, число посещенных углов ящика. Статистический анализ показателей поведения крыс проводили с помощью однофакторного анализа ANOVA с последующим сравнением по критерию Фишера.

Оказалось, что по параметрам пищепоискового поведения в динамике группы крыс мало отличались между собой. Только в группе МСУНТ, по сравнению с контролем, к 3-му дню увеличивалось время выполнения задачи, а к 15-му дню – время съедания шариков. Не наблюдались и отличия в динамике привеса массы тела между группами. Это свидетельствует о том, что интраназальное введение нанотрубок в малой дозе существенно не влияло на поиск и потребление пищи. То есть, наша гипотеза, что хроническое интраназальное введение нанотрубок может ухудшить обоняние крыс и нарушить пищепоисковое поведение, не подтвердилось.

Однако у животных, получавших ОСУНТ или МСУНТ, значительно увеличивались показатели груминга в камере для оценки пищепоискового поведения (число актов – у группы ОСУНТ на 7-й и 9-й и 15-й дни, а у группы МСУНТ на 3-й, 5-й и 9-й дни; длительность – у группы ОСУНТ на 7-й и 9-й дни, а у группы МСУНТ на 3-й, 9-й и 15-й дни), что может свидетельствовать о более тревожном поведении этих крыс по сравнению с контролем. Кроме того, у группы МСУНТ к 3-му дню возрастало количество стоек и двигательная активность. В дальнейшем тревожное поведение у этих животных будет проанализировано и в общепризнанных тестах – открытом поле, светло-тёмной камере, приподнятом крестообразном лабиринте.

Таким образом, хроническое введение ОСУНТ и МСУНТ в малой дозе практически не ухудшало поиска и потребления пищи у крыс, но вызывало у них тревожность, которая выражалась в усилении реакций груминга. Возможно, при хроническом интраназальном введении более высоких доз нанотрубок поиск пищи и привес массы тела могут нарушаться в большей степени.

*Работа поддержана Российской Академией Наук.*

#### **FOOD-SEARCH BEHAVIOR AND BODY WEIGHT GAIN IN RATS WITH CHRONIC INTRANASAL INJECTION OF A SMALL DOSE OF SINGLE-WALLED AND MULTI-WALLED CARBON NANOTUBES**

**Kruchkova Alina V.<sup>1</sup>, Loseva Elena V.<sup>2</sup>, Loginova Nadezhda A.<sup>2</sup>, Panov Nikolay V.<sup>2</sup>, Inozemtsev Anatoly N.<sup>1</sup>, Russu Leonid I.<sup>3</sup>, Mezentseva Marina V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS; <sup>2</sup> Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University; <sup>3</sup>Gamaleya Research Center of Epidemiology and Microbiology, Ivanovsky Institute of Virology Moscow, Russia, [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

The question of the effect of various doses of single-walled and multi-walled carbon nanotubes (SWCNT and MWCNT) in the organism remains largely open. We had presupposed that chronic intranasal injection of these nanomaterials, which have super strength, flexibility, electrical and thermal conductivity, can disturb the sense of smell in rats, which will prevent them from quickly finding food. A comparative analysis of the characteristics of the food-search behavior of rats that were chronically injected with a SWCNT and MWCNT in a small dose is the main objective of this research. In addition, we had evaluated the weight gain of these animals.

Male Wistar rats weighing 180–200 g at the beginning of the experiment were daily intranasally injected with 100 µl of SWCNT (SWCNT group, n = 9) or MWCNT (MWCNT group, n = 9) suspension in physiological solution (PS) in a small dose (5,2 µg / kg) for 15 days. Control rats were injected analogically with 100 µl of PS each (the Control group, n = 10).

In all groups of rats (SWCNT, MWCNT and control) on the 3rd, 5th, 7th, 9th and 15th days after the start of the nanotubes or PS injections, in a special chamber according to the method developed by us, were evaluated a number of parameters of food search behavior – number of acts and duration of motor activity, grooming and rears. The body weight of the animals was measured on the 1st, 5th and 16th days of drug injection. Statistical comparison of groups was performed using a one-factor analysis of ANOVA, followed by comparison by the Fisher criterion.

It was proven that groups of rats had a little differences in the parameters of food-search behavior in the dynamics. Only in the MWCNT group, compared to the control group, on the 3rd day were increased the time of completing the task, and on the 15th day – the time of eating the food. No differences were observed in the dynamics of body weight gain between the groups. This suggests that intranasal administration of nanotubes in a small dose did not significantly affect the search and consumption of food.

However, in animals that received SWCNT or MWCNT, the grooming indicators increased significantly (the number of acts – for the SWCNT group on the 7th and 9th, and 15th days, and for the MWCNT group – on the 3rd, 5th and 9th days; duration – for the SWCNT group on the 7th and 9th days, and for the MWCNT group on the 3rd, 9th and 15th days), which may indicate a more anxious behavior of these rats in comparison to the control. In addition, the number of rears and motor activity increased on the 3rd day for the MWCNT group.

Thus, the chronic injection of SWCNT and MWCNT in a small dose practically did not degrade the search and intake of food by rats, but had caused the anxiety in them, which was expressed in the increasing of the grooming reactions. It is possible that in a case of chronic intranasal injection of higher doses of nanotubes, the search for food and weight gain may be disrupted to a greater extent.

*Work was supported by the Russian Academy of Sciences.*

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНАХ ДЕМИЕЛИНИЗАЦИИ НА МОДЕЛИ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА У КРЫС

Кудабаева М.С.<sup>1</sup>, Ходанович М.Ю.<sup>1</sup>, Глазачева В.Ю.<sup>1</sup>, Губский И.Л.<sup>2</sup>, Наместникова Д.Д.<sup>2</sup>, Ярных В.Л.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия, <sup>2</sup>Центр МРТ малых лабораторных животных РНИМУ им. Пирогова, Москва, Россия; <sup>3</sup>Университет Вашингтона, Сиэтл, США

<https://doi.org/10.29003/m448.sudak.ns2019-15/250>

В исследовании использовался новый метод магнитно-резонансной томографии на основе быстрого картирования макромолекулярной протонной фракции (МПФ) – параметра, определяемого на основе переноса намагниченности между протонами воды и биологическими макромолекулами в живых тканях и позволяющего получить количественную информацию о распределении миелина в мозге, в том числе проследить динамику разрушения миелина (демиелинизации) и его восстановления (ремиелинизации) при различных заболеваниях. Цель данного исследования заключалась в сопоставлении измеренных неинвазивно изменений МПФ с постмортальным иммуногистохимическим исследованием восстановительных процессов в условиях ишемического инсульта.

В ходе исследования крысы-самцы линии Вистар ( $n = 6$ ) подвергались воздействию локальной ишемии мозга путем временной окклюзии срединной церебральной артерии (модель МСАО). Сопоставление карт МПФ и срезов мозга проводили на 56 сутки после инсульта. Иммуногистохимический анализ проводился на срезах мозга на уровне стриатума крыс в соответствии с расположением данных зон на картах МПФ. Мечение антителами к белку GFAP показало локализацию глиального шрама, образованного активированными астроцитами. При этом границы глиального шрама практически совпадают с границей зоны ишемического очага. По окраске на белок DCX выявлено повышение плотности мигрирующих нейробластов вблизи зоны ишемического очага, а также увеличение количества NG2-позитивных предшественников олигодендроцитов. Таким образом, в хронический период после моделирования инсульта в зоне демиелинизации, четко определяемой на основе карт МПФ, происходит значительное увеличение клеток со специфичными маркерами, связанными с процессами восстановления. Благодаря использованию карт МПФ можно выявить границы глиального шрама, спрогнозировать интенсивность восстановительных процессов после инсульта.

*Исследование проведено благодаря поддержке РФФ (проект № 18-15-00229), МРТ-сканирование животных проводилось в рамках выполнения государственного задания (проект № 18.2583.2017/ПЧ).*

### THE STUDY OF RECOVERY PROCESSES IN THE REGIONS OF DEMYELINATION IN THE MODEL OF ISCHEMIC STROKE IN RATS

Kudabayeva Marina S.<sup>1</sup>, Khodanovich Marina Yu.<sup>1</sup>, Glazacheva Valentina Yu. 1, Gubskiy Ilya L. <sup>2</sup>,  
Namestnikova Darya D. <sup>2</sup>, Yarnykh Vasily L. <sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation; <sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation, <sup>3</sup>the University of Washington, Seattle, WA, United States

In this research a new MRI method of fast macromolecular proton fraction (MPF) mapping has been used. MPF is a fundamental biophysical parameter determining cross-relaxation (magnetization transfer) between protons of water and biological macromolecules in tissues. MPF provides a quantitative estimation of myelin in the brain and enables to observe the dynamics of myelin destruction (demyelination) and myelin recovery (remyelination) in a variety of diseases. The research was aimed at comparison between noninvasively measured changes in MPF and postmortal immunohistochemistry studies of recovery processes after stroke.

For modeling local ischemia, male Wistar rats ( $n=6$ ) underwent surgery with transient occlusion of the middle cerebral artery (MCAO). Comparison between MPF maps and brain slices was done on the 56 day after stroke. Immunohistochemistry assay was performed on frozen slices at the level of the rat striatum in accordance with the regions on the MPF maps. Labeling by antibodies to GFAP elicited localization of a glial scar formed by reactive astrocytes. Additionally, the glial scar outlines were congruent with the boundaries of the ischemic core. Labeling by antibodies to DCX showed an increase in density of migrating neuroblasts near the region of the ischemic core and growing number of NG2-positive oligodendrocyte precursor cells. Thus, the number of cells positive to markers that correlate with recovery processes significantly increases in the chronic phase after modeling stroke in the regions of demyelination, which is clearly identified on MPF maps. Application of MPF maps permits to detect glial scar outlines and predict intensity of recovery after stroke.

*The study was supported by the Russian Science Foundation (project № 18-15-00229), animal MRI was carried out in the framework of state assignment № 18.2583.2017/ПЧ.*

### ПОКАЗАТЕЛИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА ХОККЕИСТОВ НА ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА

Кудря О.Н.

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, Россия;  
[olga27ku@mail.ru](mailto:olga27ku@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m449.sudak.ns2019-15/250-251>

Нервно-мышечный аппарат является конечным исполнительным органом при реализации любых двигательных актов. Его функциональное состояние выступает одним из факторов, определяющих и лимитирующих работоспособность в спорте.

В практике спорта диагностика состояния нервно-мышечного аппарата позволяет судить об уровне тренированности и функциональном состоянии организма спортсменов.

В связи с этим, актуальным является изучение состояния нервно-мышечного аппарата у хоккеистов в годичном цикле подготовки.

В исследовании принимали участие спортсмены хоккейной школы Авангард (г.Омск) в возрасте 15-16 лет (n=20). Стаж занятий спортом 9-10 лет. Обследование проходило в три этапа: 1 этап (сентябрь) – окончание подготовительного периода, 2 этап (февраль) – середина соревновательного периода, 3 этап (май) – окончание соревновательного периода. Исследования проводились перед тренировкой спортсменов, после дня отдыха, в хорошо освещенном помещении. Для оценки состояния нервно-мышечного аппарата использовали аппаратно-программный комплекс «Хронакс-7» (фирма «Микроникс» г. Омск). Регистрировали следующие параметры: порог возникновения Н-рефлекса, латентное время вызванного сокращения (ЛВВС), быстрых и медленных волокон

ЛВВС быстрых мышечных волокон (как минимальные, так и средние значения) не имели статистически значимых различий на этапах годичного цикла, что свидетельствует об отсутствии прироста скоростных и скоростно-силовых качеств в течении годичного цикла у хоккеистов 15-16 лет. ЛВВС медленных мышечных волокон (среднее и минимальное), которые отражают общее функциональное состояние медленных мышечных волокон, обеспечивающих работу на выносливость, также не имеют статистически значимых различий на этапах годичного цикла. Параметры Н-рефлекса (порог возникновения и амплитуда) можно использовать в качестве интегральных показателей, отражающих состояние спинальных структур центральной нервной системы. Было выявлено, что к концу соревновательного периода увеличивается порог возникновения Н-рефлекса по сравнению с показателями, регистрируемыми в подготовительном и соревновательном периодах.

Полученные результаты свидетельствует о снижении функционального состояния афферентного звена рефлекторной дуги, обеспечивающей выполнение двигательного рефлекса и, в целом, нервно-мышечного аппарата хоккеистов 15-16 лет, что требует коррекции тренировочного процесса и разработки комплекса восстановительных мероприятий.

### **INDICATORS OF NERVOUS-MUSCULAR APPARATUS OF HOCKEY PLAYERS AT STAGES OF ANNUAL CYCLE**

**Kudrya Olga N.**

Siberian state University of physical culture and sports, Omsk, Russia; olga27ku@mail.ru

The neuromuscular apparatus is the final executive body in the implementation of any motor acts. Its functional state is one of the factors that determine and limit the performance in sports.

In the practice of sports, the diagnosis of the state of the neuromuscular apparatus allows us to judge the level of fitness and the functional state of the body of athletes.

In this regard, it is relevant to study the state of the neuromuscular apparatus in hockey players in the annual training cycle.

The study involved athletes from the Avangard hockey school (Omsk) at the age of 15-16 years (n = 20). Experience sports 9-10 years. The survey took place in three stages: Stage 1 (September) – the end of the preparatory period, Stage 2 (February) – the middle of the competition period, Stage 3 (May) – the end of the competition period. Studies were conducted before training athletes, after a day of rest, in a well-lit room. To assess the state of the neuromuscular apparatus, the «Khronax-7» hardware-software complex was used. The following parameters were recorded: the threshold for the occurrence of the H-reflex, the latent time of the induced contraction (LVVS), fast and slow fibers

The LVVS of the fast muscle fibers (both minimum and average values) did not have statistically significant differences at the stages of the annual cycle, which indicate the absence of an increase in speed and speed-strength qualities during the annual cycle of hockey players 15-16 years. LVVS of slow muscle fibers (medium and minimal), which reflect the general functional state of slow muscle fibers that provide endurance performance, also have no statistically significant differences at the stages of the annual cycle. The parameters of the H-reflex (the threshold of occurrence and amplitude) can be used as integral indicators reflecting the state of the spinal structures of the central nervous system. It was found that by the end of the competitive period, the threshold for the appearance of the H-reflex increases compared with the indicators recorded in the preparatory and competitive periods.

The results indicate a decrease in the functional state of the afferent link of the reflex arc, ensuring the implementation of the motor reflex and, in general, the neuromuscular apparatus of hockey players 15-16 years, which requires correction of the training process and the development of a complex of remedial measures.

### **ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ КРЫС ЗАДАЧЕ ВЫБОРА НА МОДЕЛИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОГО НАВЫКА**

**Кузина Е.А., Ткаченко Н.С.**

Институт Психологии РАН, лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Москва, Россия,  
ehofir@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m450.sudak.ns2019-15/251-252>

Одним из поведенческих критериев формирования установки на обучение является вероятность выбора правильного акта из двух и более альтернатив. Наличие нескольких альтернативных вариантов поведения позволяет выявить стратегии, которыми пользуются индивиды при решении таких задач. В ряде работ были обнаружены значимые различия в поведении самцов и самок крыс при навигации в лабиринтах, обучении инструментальным и сложным моторным навыкам. В настоящем исследовании сравнивали особенности выполнения инструментального пищедобывательного поведения у самцов (n=6) и самок (n=5) крыс линии Long-Evans (9-12 мес), когда нажатие только на одну из трех педалей приводило к автоматической подаче кормушки, находившейся на противоположной от педалей стене экспериментальной камеры. Нажатия на неэффективные в данный момент педали не влияли на

вероятность получения подкрепления в результате выбора «правильного» акта. После 15-20 циклов, включающих в себя эффективную педаль (ЭП) и подход к кормушке, в псевдослучайном порядке происходила смена ЭП. Несмотря на то, что доля всех эффективных циклов (завершающихся получением пищи) значительно превышала относительное число неэффективных, как у самцов, так и самок, т.е. животные успешно обучались данной задаче, способы реализации данного поведения у самок и самцов различались. У самцов было значительно больше циклов, состоящих из нажатия на ЭП и подхода к кормушке, а у самок – достоверно больше «сложных» циклов, включающих в себя, кроме нажатия на ЭП, также подходы или нажатия на другие педали без подхода к кормушке. При этом, не только доля, но и число вариантов сложных последовательностей у самок были также значительно больше, чем у самцов. Таким образом, было обнаружено, что при одинаковой успешности поведения в ситуации свободного выбора альтернативных актов крысы могут формировать и использовать разные «стратегии» решения задачи: воспроизведение выученного «правила» выбора только одной из альтернатив или способ случайного перебора вариантов при реализации каждого следующего цикла. В настоящем исследовании также было показано, что при повторении выученного поведения в течение двух недель у крыс не наблюдалось значимого изменения в предпочитаемых способах достижения результата. Можно предположить, что стратегия случайного перебора, продемонстрированная самками, по-видимому, является для них менее ресурсозатратной.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-29-22045.*

## **LEARNING OF THE CHOICE TASK BY RATS IN THE MODEL OF THE FOOD-ACQUISITION OPERANT SKILL FORMATION**

**Kuzina Eugeniya Alexeevna, Tkachenko Nikolay Sergeevich**

Institute of Psychology, RAS, laboratory of psychophysiology n.a. V.B. Schyrkov, Moscow, Russia, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

One of the behavioral criteria for the formation of a learning set is the probability of choosing the correct behaviour from two or more alternatives. The presence of several alternative choices allows you to identify strategies that individuals use in solving such problems. In a number of studies, significant differences were found in the behavior of male and female rats when navigating in mazes, learning instrumental and complex motor skills. This study compared the performance of instrumental food-acquisition behavior in male (n = 6) and female (n = 5) Long-Evans rats (9-12 months), when pressing only one of the three pedals led to an automatic delivery of the feeder located on the opposite wall of the experimental chambers. Pressing the currently ineffective pedals did not affect the probability of receiving reinforcements as a result of choosing the "right" act. After 15–20 cycles, including an effective pedal (EP) and approach to the feeder, an EP was changed in a pseudo-random manner. Despite the fact that the proportion of all effective cycles (resulting in receiving the food) significantly exceeded the relative number of ineffective, both in males and females, i.e. animals successfully learned this task, the exact ways of execution of this behavior in females and males differed. The males had significantly more cycles consisting of pressing on the EP and approaching the feeder, while in the females there were significantly more "complex" cycles, which include in addition to pressing EP approaches or pressing other pedals without approaching the feeder. At the same time, not only the proportion, but also the number of variations of complex sequences in females were also significantly larger than in males. Thus, it was found that with equally successful behavior during the choice of alternative acts, rats can form and use different "strategies" of solving the task: reproducing the learned "rule" of choosing only one alternative or a method of a random search on each next cycle. In the present study, it was also shown that when the learned behavior was repeated for two weeks, no significant change in the preferred ways of achieving the result was observed in rats. It can be suggested that the random search strategy demonstrated by females seems to be less resource-consuming for them.

*This work was supported by RFBR grant № 18-29-22045.*

## **РЕАКТИВАЦИЯ ПАМЯТИ О РАНЕЕ ВЫУЧЕННОМ ПОВЕДЕНИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ НОВОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НАВЫКА**

**Кузина Е.А., Гладиллин Д.Л., Сварник О.Е.**

Институт Психологии РАН, лаборатория психофизиологии им. В.Б. Швыркова, Москва, Россия,  
[ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m451.sudak.ns2019-15/252-253>

В ранее проведенных исследованиях с использованием маркера генетической активности нейронов c-Fos было показано, обучение новому поведению сопровождается реорганизацией ранее приобретенного опыта, например, повышенной активностью соматосенсорной области коры, связанной с ранее приобретенным навыком использования вибрисс в питьевом инструментальном поведении (Svarnick et al., 2015). В настоящей работе проводилось сравнение активности гена c-Fos после формирования пищедобывательного навыка у крыс разного возраста, которые до этого участвовали в двух разных ситуациях, связанных с необходимостью повышенного использования вибрисс. Крысы линии Long-Evans (от 16 до 19 месяцев – «старые» (n=8), и 5 месяцев – «взрослые» (n=5)) проходили обучение трем последовательным задачам в разных экспериментальных клетках: 1) тест на предпочтение (ТП) нового объекта или нового местоположения ранее знакомого предмета, 2) инструментальный навык касания вибриссами (ВН) рычага для получения капли воды, 3) циклическое пищедобывательное поведение (ПН) нажатия на педаль для получения пищи из кормушки. Всего было 6 тестов на предпочтение «новизны», каждая сессия длилась 5 минут, интервалы между ними составляли 5 минут, 1 час и 24 часа (Кузина, Гладиллин, 2018). Оценивалось количество времени, в течение которого животные взаимодействовали с новым или изменившим свое положение объектом. Второму навыку в новой экспериментальной камере – циклическому поведению касания одной вибриссой подушкой (левой или правой) рычага для получения капельки воды крысы обучались поэтапно (по одному этапу в день) (Svarnick et al., 2015), после чего в течение 5-6 дней повторяли выученный навык. Последнему навыку (ПН) в третьей экспериментальной

камере животные обучались за одну 30-минутную сессию на следующий день после завершения тестирования ВП. Непосредственно перед началом обучения ПН 4 старых и 3 взрослых животных на 5 минут помещали в камеру с двумя объектами, в которой у них ранее проводили ТП, для «напоминания». Через 75 минут после окончания сессии обучения ПН у крыс забирали мозг для проведения иммуногистохимических процедур выявления экспрессии транскрипционного фактора c-Fos в ретросплениальной коре (РК) и бочонковом поле первичной соматосенсорной коры (СК). В отличие от ситуации с последовательным формированием только двух инструментальных навыков (ВН и ПН) (Svarnick et al., 2015), в настоящем исследовании не было обнаружено достоверных различий в количестве c-Fos положительных клеток между двумя полушариями в РК (Манн-Уитни,  $z=-1,16$ ,  $p=0,24$ ) и СК ( $z=1,7$ ,  $p=0,89$ ). В группах взрослых и старых крыс также не было обнаружено значимых различий между правым и левым полушариями двух корковых зон (Манн-Уитни,  $p>0,05$ ). Хотя все крысы использовали только одну сторону вибриссной подушки при выполнении ВН, у них не наблюдалось значимого предпочтения левой или правой стороны вибрисс при контакте с объектами в течение всех сессий ТП ( $z=-0,5$ ,  $p=0,62$ ). В исследовании (Амельченко и др., 2012) было показано, что простое напоминание о ранее приобретенном опыте при помещении животных в частично совпадающую с ситуацией обучения обстановку также может приводить к реконсолидации старого опыта. Несмотря на увеличение скорости выполнения ПН у животных в подгруппе «напоминание» ( $z=1,7$ ,  $p=0,89$ ), эти животные не отличались по выраженности нейрогенетических изменений в корковых нейронах от крыс подгруппы «без напоминания» (Манн-Уитни,  $z=0,64$ ,  $p=0,5$ ). Можно предположить, что отсутствие значимых различий в уровне экспрессии маркера повышенной активности нейронов, полученное в настоящем исследовании, было связано с особенностями процессов повторной реорганизации опыта, включающего в себя использование вибрисс в двух разнородных контекстах обучения, у всех экспериментальных животных.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 17-06-00999.*

### **REACTIVATION OF MEMORY ABOUT THE PREVIOUSLY ACQUIRED BEHAVIOUR DURING LEARNING OF A NEW OPERANT SKILL**

**Kuzina Eugeniya Alexeevna, Gladilin Dmitry Leonidovich, Svarnick Olga Evgenyevna**

Institute of Psychology, RAS, laboratory of psychophysiology n.a. V.B. Schyrkov, Moscow, Russia, [ehofir@mail.ru](mailto:ehofir@mail.ru)

The previous studies with the c-Fos genetic activity marker showed that learning a new behavior is accompanied by reorganization of previously acquired experience (see, for example, Svarnick et al., 2015). In the present work, activity of the c-Fos gene was compared after the formation of food-acquisition skill in aged and adult rats, who had previously participated in two different situations with increased need of using their vibrissae. Long-Evans rats (16 to 19 months old) ( $n = 8$ ) and 5 months old adults ( $n = 5$ ) were trained in three consecutive tasks in different experimental cages: 1) preference test (TP) of a new object or a new location of a previously familiar object, 2) the instrumental skill of touching the lever to get a drop of water (VS), 3) the food-acquisition skill behavior (PN) of pressing the pedal to get food from the feeder. There were no significant differences in the level of expression c-Fos either between two hemispheres in retrosplenial and barrel cortex, or between rats of different ages, or depending on the reminder of the previously learned context. It can be proposed that the absence of significant differences in the level of expression of the marker of increased neuron activity, obtained in this study, was due to the specifics of the process of re-reorganization of experience accompanying the enhanced exploration with vibrissae in two heterogeneous learning contexts.

*This work was supported by RFBR grant №17-06-00999.*

### **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ЗЕРКАЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ**

**Кузнецов В.Г.**, профессор, доктор философских наук,

зав. кафедрой философии и методологии науки философского факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m452.sudak.ns2019-15/253-255>

Зеркальными нейронами после их открытия при наблюдении над обезьянами группой итальянских этологов под руководством Джакомо Риззолатти стали называть одни и те же клетки головного мозга, которые активируются при выполнении определенного действия или при наблюдении такого же действия другим субъектом. Объяснение этого феномена предполагало, что разум есть совокупность различных функций, каждая из которых связана с зонами коры головного мозга (зрительной, слуховой, двигательной, речевой, восприятия лиц, мест, объектов, и пр.), такая корреляция была демонстрацией и репрезентацией такой связи.

Когнитивная наука, в контексте которой случилось это открытие, как правило, отказывалось от философских предпосылок и от всей «старой» философии. Обобщение эмпирических исследований происходит якобы без учета философских учений о разуме (как бы их ни называли («старыми», метафизическими, догматическими и т.п.).

Я постараюсь показать, что дело обстоит не так просто. Отказ от философии приводит к созданию новой философии, независимо от воли и желания некоторых ученых, которые хотели бы избавиться от философии совсем.

Как было уже отмечено многими исследователями, когнитивные науки и нейробиология запустили революцию в философии. Это высказывание следовало бы продолжить: «... которая стала предпосылкой формирования новой философской парадигмы».

Сегодня ситуация изменилась так, что можно, работая с реальными экспериментальными научными данными, создавать «новую» современную философию сознания.

Что значит работать с реальными данными? Как можно изучать сознание в эксперименте?

Изучать сознание экспериментально как отдельно взятое образование, что называется в чистом виде, просто невозможно, так как такого образования не существует. Если принять во внимание огромное количество сигналов, которые «обрушиваются» на мозг, и лишь незначительную часть стимулов, попадающих в нервную систему и становящихся осознанными (доступными сознанию), то ясно, что имеется множество неосознаваемых стимулов. Встает реальная проблема отличия неосознаваемого и осознаваемого восприятия. Эта проблема может быть представлена как проблема **доступа к сознанию** самых простых стимулов: зрительных, слуховых, осязательных, вкусовых, обонятельных и их комбинаций. В современной исследовательской практике принято изучать отдельные функции мозга, связанные с такими восприятиями, их интерпретировать, объяснять и сопоставлять, пытаться систематизировать, выдвигать и проверять пока еще предварительные теории. На неосознаваемом уровне мозговые процессы происходят по модульному принципу, паттерны коры работают параллельно, но когда происходит доступ к сознанию, многие поля объединяются в системно зависимую друг от друга работу. А.Р. Лурия называл согласованность действий и их мозгового восприятия «кинетической мелодией», при поражении определенных зон головного мозга эта мелодия разрушалась, потому что не было соответствующего *отражения* действия и его восприятия. Дэниел Деннет называл сознание «известностью в мозге» Станислав Деан называл сознание «глобализацией» в головном мозге. Если, например, зрительная информация становится доступной сознанию, то о ней можно сказать, ее можно сохранить в памяти, дать оценку и пр. Для системной работы необходима нейронная структура: Бернард Баарс назвал ее «глобальным рабочим пространством», Станислав Деан «глобальным нейронным рабочим пространством». Эта сеть предназначена для передачи информации от одной области мозга к другой. Доступ к сознанию не может быть обеспечен какой-либо одной областью. Даже простое сенсорное восприятие не может существовать без нейронной сети.

Изначально была принята гипотеза, что система зеркальных нейронов (СЗН) у человека позволяет определять намерения других при помощи наблюдения их действий. Проще говоря: одна и та же группа нейронов активизировалась (разряжалась, разряд фиксировался) при совершении действия и при восприятии такого же действия наблюдателем. Казалось, что открывается широчайшая перспектива: можно исследовать действия других, определять их цели и намерения, предсказывать поступки при помощи сравнения с собственными действиями. Ведь за восприятие чужих действий и выполнение своих отвечает одна и та же область коры. СЗН обнаружена методами нейровизуализации и функционирует **похожим** образом, как и отдельные нейроны у обезьян. Развитие теории СЗН опиралось на идею изначальной социальной природы мозга. Это подтверждали эксперименты по разделению простого восприятия движения от определения действия с целью, намерением. Если СЗН активизируется независимо от контекста (взятие чашки), то она отвечает за восприятие движений. Если же СЗН активизируется в зависимости от определенного контекста, то она отвечает за восприятие намерений. Эксперимент Марко Якобони (2005) (чаепитие или уборка после чаепития) показал, что намерения могут быть восприняты отдельно от действия. Но последующие открытия свидетельствовали о опровержении теории ЗН. Опыты Динштейна (Dinstein, 2007, 2008) и Карамазы (Caramazza, 2009) показали, что у человека за выполнение действий и их восприятие отвечают **разные** системы нейронов, что противоречит теории ЗН. Восприятие и выполнение движений у человека и обезьян не имеют такого большого сходства. Отсюда следует, что объяснение возникновения и развития человеческой культуры только на основе ЗН и подражания выглядит слишком упрощенно и является примером поспешного увлечения ЗН. Но работа не была напрасной: попытки исследования дали побочные результаты чрезвычайной важности.

## HISTORY OF DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF MIRROR NEURONS

**Kuznetsov V. G., Professor, doctor of philosophy, head.**

Department of philosophy and methodology of science

Faculty of philosophy, Lomonosov Moscow state University, Moscow, Russia

Mirror neurons after their discovery in the observation of monkeys a group of Italian ethologists under the leadership of Giacomo Rizzolatti began to call the same brain cells that are activated when performing a certain action or when observing the same action by another subject. The explanation of this phenomenon suggested that the mind is a set of different functions, each of which is associated with areas of the cerebral cortex (visual, auditory, motor, speech, perception of persons, places, objects, etc.), such a correlation was a demonstration and representation of such a connection.

Cognitive science, in the context of which this discovery occurred, as a rule, refused from philosophical premises and from the whole "old" philosophy. The generalization of empirical research takes place allegedly without taking into account philosophical doctrines about reason (whatever they are called "old", metaphysical, dogmatic, etc.).

I will try to show that it is not so simple. The rejection of philosophy leads to the creation of a new philosophy, regardless of the will and desire of some scientists who would like to get rid of philosophy altogether.

As has been noted by many researchers, cognitive Sciences and neuroscience have launched a revolution in philosophy. This statement should be continued: "... which became a prerequisite for the formation of a new philosophical paradigm".

Today the situation has changed so that it is possible, working with real experimental scientific data, to create a "new" modern philosophy of consciousness.

What does it mean to work with real data? How can one study consciousness in an experiment?

To study consciousness experimentally as a single entity, which is called in its pure form, is simply impossible, since such education does not exist. If we take into account the huge number of signals that "fall" on the brain, and only a small part of the stimuli that enter the nervous system and become conscious (available to consciousness), it is clear that there are many unconscious stimuli. There is a real problem of difference between unconscious and conscious perception. This problem can be presented as a problem of access to consciousness of the simplest stimuli: visual, auditory, tactile, gustatory, and olfactory and their combinations. In modern research

practice, it is customary to study individual brain functions associated with such perceptions, interpret them, explain and compare them, try to systematize, put forward and test the still preliminary theories. At an unconscious level, brain processes are modular, cortical patterns work in parallel, but when consciousness is accessed, many fields are combined into a system-dependent work. A.R. Luria called the consistency of actions and their brain perception "kinetic melody", with the defeat of certain areas of the brain, this melody was destroyed, because there was no corresponding reflection of the action and its perception. Daniel Dennett called consciousness is "fame in the brain" Stanislav Dehaene called the consciousness of "globalization" in the brain. If, for example, visual information becomes available to the consciousness, then it can be said about it, it can be stored in memory, evaluated, etc. for systematic work, a neural structure is necessary: Bernard Baars called it "global workspace", Stanislav Dean "global neural workspace". This network is designed to transmit information from one area of the brain to another. Access to consciousness cannot be provided by any one area. Even simple sensory perception cannot exist without a neural network.

Initially adopted the hypothesis that the mirror neuron system (SMN) in humans, allows to determine the intentions of others with observations of their actions. Simply put: the same group of neurons activated (discharged, the discharge was recorded) when performing an action and when the observer perceives the same action. It seemed that the broadest prospect was opening up: it was possible to study the actions of others, to determine their goals and intentions, to predict actions by comparing them with one's own actions. Because of the perception of others' actions and the performance of their answers the same cortical area. SMN is detected by neuroimaging methods and functions in a similar way as individual neurons in monkeys. The development of the SMN theory was based on the idea of the original social nature of the brain. This was confirmed by experiments to separate the simple perception of movement from the definition of action with the purpose, intention. If the SMN is activated regardless of the context (Cup taking), it is responsible for the perception of movements. If the SMN is activated according to a particular context, it is responsible for the perception of intentions. Experiment Marco Iacoboni (2005) (tea party or cleaning up after the tea party) have shown that intentions can be perceived separately from the action. But subsequent discoveries testified to the refutation of the theory of MN. The experiments of Dinstein (2007, 2008) and Caramazza (2009) have shown that a person for the execution of actions and their perception are different systems of neurons that contradicts the theory of MN. The perception and execution of movements in humans and monkeys do not have such a great similarity. It follows that the explanation of the origin and development of human culture only on the basis of MN and imitation looks too simplistic and is an example of hasty MN hobby. But the work was not in vain: attempts to study gave side results of extreme importance.

#### **БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ СКАФФОЛДЫ ДЛЯ НЕЙРОТРАНСПЛАНТАЦИИ И НЕЙРОРЕГЕНЕРАЦИИ**

**Кузнецова А.И.<sup>1</sup>, Митрошина Е.В.<sup>1,2</sup>, Мищенко Т.А.<sup>1,2</sup>, Широкова О.М.<sup>2</sup>, Ведунова М.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ННГУ им.Н.И. Лобачевского, <sup>2</sup>Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия; [Kuznetsova.A.I.15@yandex.ru](mailto:Kuznetsova.A.I.15@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m453.sudak.ns2019-15/255-256>

Скаффолды – биоинженерные конструкции, представляющие собой биоактивные матрицы для нейротрансплантации, содержащие в своём составе различные биологические соединения, ускоряющие процессы репарации нервной ткани. Наше внимание привлекли скаффолды на основе гиалуроновой кислоты, способной нейтрализовывать свободные радикалы, активизирующей функционирование клеток, стимулирующей регенерацию тканей. Цель исследования – изучить особенности культивирования культур диссоциированных клеток гиппокампа при использовании скаффолдов на основе гиалуроновой кислоты.

В эксперименте были задействованы интактные культуры диссоциированных клеток гиппокампа с и без добавления полиэтиленimina (ПЭИ), культуры, культивируемые на скаффолдах различной архитектоники на основе гиалуроновой кислоты. Конструкты были изготовлены методом микромолдинга, содержали конусообразные поры (~250 мкм), распределённые по поверхности. Культуры клеток получали от 18-дневных эмбрионов мышей линии C57BL/6 по стандартному протоколу. В ходе культивирования в конце первых суток было обнаружено прикрепление клеток к основанию конусообразных пор и поверхности скаффолдов. В дальнейшем на поверхности конструктов наблюдалось образование сложных сплетений отростков нервных клеток. По данным сканирующей электронной микроскопии (микроскоп JSM-IT300) был проведён анализ и сравнение морфометрических показателей культур четырёх экспериментальных групп (программа ImageJ). Было показано, что диаметр Ферета практически не отличается во всех исследуемых группах, при сравнении площади поверхности отдельных клеток и их конгломератов обнаружены значительные отличия. При проведении кальциевого имиджинга (микроскоп Zeiss LSM 510 NLO DuoScan, флуоресцентный зонд – Oregon Green 488 BAPTA-1 AM) было показано, что частота кальциевых осцилляций, возникающих у клеточных кластеров, расположенных на скаффолдах и связанных между собой, не превышает таковую у интактных культур, в отличие от их длительности. Процент активных клеток в интактных группах выше (74,43±15,81), чем на скаффолдах (25,21±11,64). Полученные результаты были статистически обработаны, достоверность различий между экспериментальными группами определялась в программе SigmaPlot 11.0. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

В ходе эксперимента было установлено, что все образцы скаффолдов являются нетоксичными для клеток и обладают достаточными адгезивными свойствами для прикрепления и развития культур диссоциированных клеток гиппокампа.

#### **BIODEGRADABLE SCAFFOLDS FOR NEUROTRANSPLANTATION AND NEUROREGULATION**

**Kuznetsova Alisa I.<sup>1</sup>, Mitroshina Elena V.<sup>1,2</sup>, Mishchenko Tatyana A.<sup>1,2</sup>, Shirokova Olesya M.<sup>2</sup>, Vedunova Maria V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lobachevsky State University, <sup>2</sup>PRMU MOH, Nizhny Novgorod, Russia; [Kuznetsova.A.I.15@yandex.ru](mailto:Kuznetsova.A.I.15@yandex.ru)



Scaffolds are bioengineering constructions that are bioactive matrices for neurotransplantation, containing various biological compounds that accelerate the repair of nervous tissue. Our attention attracted scaffolds based on hyaluronic acid, capable of neutralizing free radicals, activating the functioning of cells, stimulating tissue regeneration. The aim of the work is to study the cultivation features of cultures of dissociated hippocampal cells using hyaluronic acid based scaffolds.

The experiment involved intact cultures of dissociated hippocampal cells with and without the addition of polyethyleneimine (PEI), cultures cultured on scaffolds of various hyaluronic acid-based architectonics. Constructs were made by micromolding method, contained conical pores (~ 250 microns), distributed over the surface. Cell cultures were obtained from 18-day-old embryos of C57BL / 6 mice according to a standard protocol. During the cultivation at the end of the first day, the attachment of cells to the base of the cone-shaped pores and the surface of the scaffolds was discovered. Subsequently, the formation of complex plexuses of nerve cells was observed on the surface of the constructs. According to the data of scanning electron microscopy (JSM-IT300 microscope), analysis and comparison of the morphometric parameters of cultures of four experimental groups (ImageJ program) was carried out. It was shown that the Feret diameter is almost the same in all the studied groups, when comparing the surface area of individual cells and their conglomerates, significant differences were found. Calcium imaging (Zeiss LSM 510 NLO Duoscan microscope, fluorescent probe – Oregon Green 488 BAPTA-1 AM) showed that the frequency of calcium oscillations occurring in cell clusters located on scaffolds and interconnected does not exceed that of intact cultures, unlike their duration. The percentage of active cells in intact groups is higher ( $74.43 \pm 15.81$ ) than on scaffolds ( $25.21 \pm 11.64$ ). The results were statistically processed, the significance of the differences between the experimental groups was determined in the program SigmaPlot 11.0. Differences were considered statistically significant at  $p < 0.05$ .

During the experiment, it was found that all samples of scaffolds are non-toxic to cells and have sufficient adhesive properties for attaching and developing cultures of dissociated hippocampal cells.

### **ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МИКРОПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАССТРОЙСТВАХ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ** **Кузнецова Е.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»,  
Лечебно-диагностический центр «Арс Медика», Казань, Россия, [kkatrine@yandex.ru](mailto:kkatrine@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m454.sudak.ns2019-15/256-257>

Транскраниальная микрополяризация (ТКМП) головного мозга – это лечебный метод, позволяющий изменять функциональное состояние различных звеньев центральной нервной системы под действием постоянного тока силой в пределах 1 мА.

Цель исследования – изучение эффективности ТКМП головного мозга при функциональных расстройствах нервной системы.

Материал и методы. В исследование были включены пациенты в возрасте от 4 до 39 лет с моторными тиками, энурезом, логоневрозом и задержкой речевого развития (ЗРР). Критериями исключения из исследования были детский церебральный паралич, эпилепсия и наличие структурных изменений головного мозга по МРТ. Всем пациентам проводились в динамике электроэнцефалография (ЭЭГ) с депривацией сна и регистрация мигательного рефлекса (МР). Лечение методом ТКМП проводилось автором на аппарате «Магنون-Слип» (г. Екатеринбург) в соответствии с методическими рекомендациями В.Ю. Гуляева и др.

Результаты. У большинства пациентов с моторными тиками были выявлены признаки повышения рефлекторной возбудимости стволовых структур в виде уменьшения латентного периода и увеличения длительности позднего компонента МР, в 40% наблюдений – в сочетании с локальной островолновой активностью в лобных отведениях. При энурезе у 25% пациентов выявлены признаки диффузной эпилептиформной активности, у 90% – повышение рефлекторной возбудимости стволовых структур. При логоневрозе у 80% имелись признаки повышенной рефлекторной активности ствола мозга по данным МР при нормальной ЭЭГ. Что касается пациентов с ЗРР, выявлено преобладание медленноволновой активности тета– и дельта– диапазона в левом лобном отведении, реже – диффузные изменения биоэлектрической активности.

Проведённое исследование показало наибольшую эффективность ТКМП при моторных тиках и ЗРР. Как показало проведённое исследование, при повышенной рефлекторной возбудимости стволовых структур более эффективной является схема с расположением электродов в заднетеменных и задневисочных отведениях обоих полушарий. При наличии локальной островолновой активности предпочтительна схема с расположением электродов конралатерально, при диффузной эпилептиформной активности – в заднетеменных отведениях билатерально.

Выводы. ТКМП является эффективным методом лечения функциональных заболеваний нервной системы. Однако лечение методом ТКМП требует индивидуального подхода с обязательным предварительным нейрофизиологическим обследованием для подбора оптимальной схемы расположения электродов.

### **TRANSCRANIAL MICROPOLARIZATION IN FUNCTIONAL DISORDERS OF THE NERVOUS SYSTEM** **Kuznetsova Ekaterina A.**

Federal state budgetary educational institution of higher education "Kazan National Research Technological University", Medical Center "Ars Medica", Kazan, Russia, [kkatrine@yandex.ru](mailto:kkatrine@yandex.ru)

Transcranial micropolarization (TCM) of the brain is the therapeutic method that allows to change the functional state of various parts of the central nervous system under the influence of direct current within 1 mА.

**Objective.** To study the effectiveness of TCM of the brain in functional disorders of the nervous system.

**Material and methods.** The study included patients aged 4 to 39 years with motor tics, enuresis, logoneurosis and delayed speech development (DSD). The criteria for exclusion from the study were cerebral palsy, epilepsy and the presence of structural changes in the brain by MRI. All patients underwent in dynamics electroencephalography (EEG) with sleep deprivation and registration of the blink reflex (BR). Treatment by TCM was carried out by the author on the apparatus "Magnon-Slip" (Ekaterinburg) in accordance with the guidelines of Gulyaev and others.

**Results.** Most patients with motor tics showed signs of increased reflex excitability of stem structures in the form of a decrease in the latent period and an increase in the duration of the late component of BR, in 40% of observations – in combination with local sharp wave activity in frontal EEG leads. In enuresis 25% of patients showed signs of diffuse epileptiform activity, 90% – increased reflex excitability of stem structures. In logoneurosis 80% had signs of increased reflex activity of the brain stem according to BR data in normal EEG. As for patients with DSD, the predominance of slow wave activity of the theta and delta range in the left frontal lead was revealed, less often – diffuse changes in bioelectric activity.

The study showed the most efficacy of TCM in patients with motor ticks and DSD. As shown by the study, with increased reflex excitability of the stem structures, the scheme with the arrangement of electrodes in the posterior-parietal and posterior-temporal leads of both hemispheres is more effective. In the presence of local sharp wave activity, a scheme with the arrangement of electrodes is preferred contralateral, with diffuse epileptiform activity – in posterior-parietal leads bilaterally.

**Conclusion.** TCM is an effective method of treatment of functional diseases of the nervous system. However, treatment with TCM requires an individual approach with mandatory preliminary neurophysiological examination to select the optimal arrangement of the electrodes.

### **ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ БЛОКАДЫ NMDA-РЕЦЕПТОРОВ НА ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫЕ СЕТИ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА МИНДАЛИНЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6**

Кузьмина Д.М.<sup>1,2</sup>, Белоусова И.И.<sup>2</sup>, Мухина И.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород, Россия; dariak2294@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m455.sudak.ns2019-15/257-258>

Целью исследования явилось изучение последствий длительной блокады NMDA-рецепторов на структуру перинеурональных сетей внеклеточного матрикса миндалины головного мозга и соотношение глутаматных рецепторов в области миндалины. Предварительными исследованиями было выявлено, что гипофункция глутаматных рецепторов может вызывать изменение перинеурональных сетей нейронов в некоторых областях мозга, однако в области миндалины, играющей важную роль в генезе шизофрении, исследования не проводились.

В экспериментах использовали половозрелых мышей линии C57BL/6 (самцы), возраст 8 недель, n=25. Блокада NMDA-рецепторов осуществлялась путем применения неконкурентного антагониста NMDA-рецепторов – (-/-)МК-801 в течение 10 дней.

Хроническое введение антагониста NMDA-рецепторов вызывало типичный комплекс поведенческих реакций, сопровождающих шизофреноподобное состояние в эксперименте у мышей – снижение предстимульного торможения, достоверное ухудшение рабочей памяти в исследованиях пространственной ориентации, нарушение социального поведения, проявляющееся в снижении мотивации получения нового социального опыта, ухудшении распознавания неживых объектов.

Через 10 суток блокады NMDA-рецепторов были проведены гистологические и иммуноцитохимические исследования мозга мышей в области миндалины. Выявлена деградация перинеурональных сетей внеклеточного матрикса мозга, что подтверждалось снижением аггреган-положительных нейронов в области миндалины головного мозга. Также было показано изменение количества и локализации глутаматных рецепторов (GluA1/A2, GRINR2B) в области миндалины головного мозга мышей линии C57BL/6J.

Выявленные изменения в составе перинеурональных сетей нейронов и субъединичного состава глутаматергических нейронов может свидетельствовать о важной роли внеклеточного матрикса мозга миндалины в развитии шизофреноподобного фенотипа поведения мышей в эксперименте.

### **INFLUENCE OF NMDA RECEPTORS CHRONIC BLOCKADE ON THE PERINEURONAL NETS OF AMYGDALA EXTRACELLULAR MATRIX OF C57BL / 6J MICE BRAIN**

Kuzmina Daria M.<sup>1,2</sup>, Belousova Irina I.<sup>2</sup>, Mukhina Irina V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia;

<sup>2</sup>Privolzhsky Research Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia; dariak2294@gmail.com

The aim of the investigation was to study the effects of long-term blockade of NMDA receptors on the structure of the perineuronal nets of amygdala extracellular matrix of the brain and the number of glutamate receptors in the amygdala area. Preliminary studies revealed that glutamate receptors hypofunction may cause perineuronal nets changes in some areas of the brain, however, the amygdala, which plays an important role in the genesis of schizophrenia, has not been investigated.

The study was performed on mice of the C57BL / 6 line (males), age 8 weeks, n=25. Blockade of receptors was implemented during 10 days by a non-competitive NMDA receptor antagonist (- / -) MK-801.

Chronic injection of the NMDA receptor antagonist caused a typical complex of behavioral reactions of schizophrenia-like state of the experimental mice. Decrease in prepulse inhibition, significant decline of the working memory in studies of spatial orientation, a decrease in the motivation to obtain a new social experience as a violation of the social behavior, impaired object recognition were registered.

Histological and immunocytochemical studies of the brain amygdala were carried out after 10 days blockade of NMDA receptors. A degradation of the perineuronal nets of the brain extracellular matrix was confirmed by a decrease in number of aggrecan-positive neurons in the amygdala area. Also the number and localization of glutamate receptors (GluA1 / A2, GRINR2B) in the amygdala of the C57BL / 6J mice brain has changed.

The revealed changes in the composition of the perineuronal nets and the subunit composition of glutamatergic neurons may indicate the important role of the extracellular matrix of the brain amygdala in the development of the schizophreniform phenotype of the mice behavior in the experiment.

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА ПРЕОДОЛЕНИЯ БОЕВОГО СТРЕССА**

**Кузьмина Т.И.**

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия, [ta-1@list.ru](mailto:ta-1@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m456.sudak.ns2019-15/258>

Психологическая практика преодоления боевого стресса реализуется в двух направлениях: профилактическом и психокоррекционном. Профилактическое направление представляет собой подготовительные упражнения и тренинги в рамках семи блоков: мотивация, личность, экстремальные состояния, познавательная сфера, межличностные взаимоотношения, поведение, общая психопрофилактика. Психокоррекция предполагает работу с проявлениями травматических переживаний, профдеформаций, посттравматических стрессовых расстройств, в случае их наличия. Уровень психологического воздействия может быть различным. Целесообразно выделить 4 вида воздействия:

1) консультирование, когда предполагается сообщение информации, инструкций. Фокус – конкретная проблема; цель – решение этой проблемы.

2) Психотерапия – долгое немедикаментозное лечение, ориентированное на процесс. Фокус на человека. Проблема – это повод для психотерапии, поэтому она на заднем плане. Цель – изменение позиций, установок, способов переживания; укрепление сил; из этого будет расти измененное поведение. Выполняет замещающую функцию, помогая восстанавливать недостающее.

3) Самопознание клиента: получение картины себя, своих границ. Цель – расширение познаний о себе. Быть у себя в поле зрения.

4) Сопровождение боевой работы, интервенция кризиса. Цель – пролонгированная психологическая поддержка осуществления деятельности.

Для реализации психологической помощи структурируется индивидуальный алгоритм, учитывающих как общие, так и индивидуально-типологические психологические особенности комбатантов. Алгоритм учитывает систему упражнений, направленных на формирование и оптимизацию психологических навыков, необходимых для выполнения боевой работы, на персональную обработку эмоций и их компонентов, на психофизиологические тренировки, на ситуативную проработку состояний.

## **PSYCHOLOGICAL PRACTICE OF OVERCOMING A COMBAT STRESS**

**Kuzmina Tatiana I.**

Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia, [ta-1@list.ru](mailto:ta-1@list.ru)

The psychological practice of overcoming combat stress is implemented in two directions: preventive and psychocorrective. Preventive direction is a preparatory exercise and training in the framework of seven blocks: motivation, personality, extreme states, the cognitive sphere, interpersonal relationships, behavior, general psychoprophylaxis. Psychocorrection involves working with manifestations of traumatic experiences, professional deformations, post-traumatic stress disorders, if any. The level of psychological impact may be different. It is advisable to identify 4 types of effects:

1) consultation, when it is supposed to communicate information, instructions. Focus is a specific issue; The goal is to solve this problem.

2) Psychotherapy is a long process-oriented, non-drug treatment. Focus on the person. The problem is a cause for psychotherapy, so it is in the background. The goal is to change positions, attitudes, ways of experiencing; strengthening of forces; from this, the altered behavior will grow. Performs replacement function, helping to restore the missing.

3) Customer self-knowledge: getting a picture of yourself, your borders. The goal – the expansion of knowledge about yourself. Be in sight.

4) Support of combat work, crisis intervention. The goal is a prolonged psychological support for the implementation of activities.

For the implementation of psychological assistance, an individual algorithm is structured, taking into account both general and individually-typological psychological characteristics of combatants. The algorithm takes into account the system of exercises aimed at the formation and optimization of psychological skills necessary to perform combat work, at personal processing of emotions and their components, at psycho-physiological training, at situational study of states.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ЭТОЛОГИЯ ИЛИ КАК ТОЧНО И ОБЪЕКТИВНО ИССЛЕДОВАТЬ ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

<sup>1</sup>Куликов А.В., <sup>2</sup>Куликов В.А.

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия, <sup>2</sup>Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия, [akulikov@ngs.ru](mailto:akulikov@ngs.ru).

<https://doi.org/10.29003/m457.sudak.ns2019-15/259>

Исследование и анализ поведения лабораторных животных является ключевой процедурой в современной нейронауке и нейропсихофармакологии. От точности и объективности этого исследования часто зависят конечные результаты дорогостоящих экспериментов. Поэтому процедура исследования поведения должна быть максимально точной и объективной (не зависеть от наблюдателя). Видеотрэклинг является наиболее информативным, точным и объективным методом регистрации и анализа поведения лабораторных животных. В настоящее время имеется большое число различных коммерческих вариантов видеотрэклинга, реальные возможности которых сильно преувеличены рекламой. Компьютерная этология исследует возможности и границы видеотрэклинга, которые определяются следующими факторами: контрастностью объекта, алгоритмами анализа и моделями поведения. В системе EthoStudio контрастность объекта максимально повышена с помощью системы инвертированного освещения или 3D сенсоров. Существующие алгоритмы позволяют для каждого кадра только выделить объект и вычислить координаты всех ассоциированных с ним пикселей, а по последовательности кадров вычислить скорость изменения этих координат и плотность ассоциированных с объектом пикселей в выделенной области (например, в центре). По этим параметрам можно точно и однозначно оценить двигательную активность, неподвижность, тревожность, предпочтение в классических вариантах тестов «открытое поле», «приподнятый крестообразный лабиринт», «принудительное плавание», «подвешивание за хвост», оценить способность к обучению и память в тесте «водный лабиринт Морриса», частоту и время контактов с предметами тесте «новый объект». В настоящее время не существует надежных алгоритмов для однозначного компьютерного выделения сложных паттернов, поэтому они до сих пор регистрируются визуально опытным наблюдателем. Другой важной задачей компьютерной этологии является разработка алгоритмов представления и анализа последовательности различных паттернов. Большинство тестов оценивают поведение, которое зависит от состояния животного в момент тестирования. Поэтому, третьей ключевой задачей компьютерной этологии является разработка тестов, позволяющих выделить и оценить устойчивые тренды в поведении животного.

*Исследование поддержано грантом РФФ 17-15-01032.*

## COMPUTER ETHOLOGY OR METHODS OF ACCURATE AND OBJECTIVE STUDY OF ANIMAL BEHAVIOR

<sup>1</sup>Kulikov Alexander Viktorovich, <sup>2</sup>Kulikov Victor Alexandrovich

<sup>1</sup>Institute of Cytology and Genetics SB RAS Novosibirsk, Russia, <sup>2</sup>Skolkovo Institute of Science and Technology, Moscow, Russia, [akulikov@ngs.ru](mailto:akulikov@ngs.ru)

Study and analysis of behavior of laboratory animals are key procedures in modern neuroscience and neuropharmacology. The accuracy and objectivity of behavioral data define the result of whole experiment. Therefore, the study of behavior must be the maximal accurate and objective. The video tracking is the most informative, accurate and objective method of the registration and analysis of animal behavior. Now there are numerous commercial systems of video tracking, but their real capacities are greatly exaggerated by advertising. The computer ethology study the capacities and frontiers of video tracking. They depend on the object contrast, algorithms of analysis and models of behavior. The EthoStudio system maximally increases the object's contrast by means of transmitted lighting or 3D sensors. The existent algorithms can only detect the object under study and define the coordinates of all their pixels in each frame, as well as calculate the rate of alteration of these coordinates and density of the object's pixels in a selected area (for example, in the center) in the sequence of frames. These parameters are sufficient for accurate and definitely calculation of the locomotor activity, freezing, anxiety, place preference in the classic variants of the open field, elevated plus maze, forced swim and tail suspension tests, as well as learning ability, memory in the Morris water maze and the number and time of contacts in the novel object test. Now there are no reliable algorithms of automatic detection of complex patterns of behavior and they are registered visually by an experienced rater. Another important problem is the analysis of sequence of complex patterns. The majority of tests evaluate behavior that is dependent on the animal's physiological state during the test. Therefore, the third key problem of computer ethology is the development of tests for extraction of the steady trend in animal behavior.

*The study has been supported by the Russian Science Foundation (grant No 17-15-01032).*

## ВЛИЯНИЕ ОДОРАНТОВ РАЗНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ И НЕВЕРБАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Кундупьян О.Л., Айдаркин Е.К., Кундупьян Ю.Л., Старостин А.Н., Бибов М.Ю.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m458.sudak.ns2019-15/259-260>

Согласно данным некоторых исследователей, влияние ароматических веществ на функциональное состояние человека связано с функционированием двух механизмов: сенсорного и гуморального (Айдаркин, Кундупьян, 2007). Моторная преднастройка влияет на время и безошибочность решения когнитивных задач, существенно не конкурируя за ресурсы внимания (Aydarkin, Kundupyan O., Kundupyan Y., 2013). В литературе слабо изучено влияние одорантов разной направленности на нейрофизиологические механизмы решения вербальных и невербальных задач. Целью нашего исследования было изучить

динамику времени реакции (ВР) и спектральные характеристики ЭЭГ при выполнении вербальных и невербальных задач в контроле и при внесении в экспериментальную среду эфирных масел.

В исследовании принимало участие 35 человек, средний возраст – 25 лет. В качестве модели деятельности использовали методику поэтапного решения вербальных и невербальных задачи. Каждый обследуемый должен был проанализировать 100 слайдов для каждой задачи в контроле и на фоне ароматических масел, исключая неподходящее по смыслу слово или картинку на слайде. Во время выполнения теста регистрировали ВР, ЭЭГ. Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировали в программную среду MATLAB, где проводили дальнейшую обработку сигналов.

Анализ времени реакции показал, что в контроле вербальные и невербальные задачи выполняются быстрее левой рукой, что вероятно связано с моторной преднастройкой. Внесение одорантов в экспериментальную среду ускоряло время решения когнитивных задач и меняло характер моторной преднастройки. Спектральные характеристики ЭЭГ в контроле показали, что выполнение невербальных заданий сопровождалось активацией передней системы внимания в диапазоне дельта-, тета- и бета2-активности, а решение вербальных задач приводило к активации передней и задней системы внимания. Внесение в экспериментальную среду розмарина и лаванды вызывало активацию передней и задней систем, а внесение мелиссы активировало заднюю систему внимания при решении невербальных задач. Решение вербальных задач в присутствии одорантов мелиссы и лаванды активировало переднюю систему внимания, а в присутствии розмарина – переднюю и заднюю систему внимания в диапазоне тета-, бета1- и бета2-активности.

Таким образом, внесения одорантов в экспериментальную среду в процессе решения когнитивных задач достоверно ускоряло время выполнения заданий. Одоранты увеличивали амплитуду всех исследуемых видов активности по сравнению с контролем, особенно в диапазоне тета-, бета1- и бета2-активности, а также вызывали дополнительную активацию передней и задней системы внимания.

#### **THE EFFECT OF ODORANTS OF DIFFERENT DIRECTION ON THE EFFICIENCY OF VERBAL AND NON-VERBAL TASK SOLVING**

**Kundupyan Oxana L., Aydarkin Eugeny K., Kundupyan Yulia L., Starostin Artem N. and Bibov Mikhail Yu.**  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; [diamanta@mail.ru](mailto:diamanta@mail.ru)

Several studies showed that aromatic substances affect human functional condition is due to the functioning of sensor and humoral mechanisms (Aydarkin, Kundupyan, 2007). Motor presetting influences both time and correctness of cognitive task solving without significant competition for the attention resources (Aydarkin, Kundupyan O., Kundupyan Y., 2013). However, the effect of odorants of different direction on neurophysiological mechanisms of verbal and non-verbal task solving is poorly studied. The goal of this work was to investigate the reaction time (RT) dynamics and spectral characteristics of EEG at verbal and non-verbal task solving both under control conditions and after the introduction of essential oils into the experimental environment.

The study involved 35 volunteers, average age 25 years. Stepwise solving of verbal and non-verbal tasks was used as a model activity. Each individual was asked to analyze 100 slides for each task under control conditions and after the introduction of essential oils in order to exclude a senseless word of image. Both RT and EEG were registered throughout the test. Digitalized data of EEG and RT were exported into the MATLAB program for further analysis.

The RT analysis showed that under the control conditions both verbal and non-verbal tasks were solved faster with the left hand that is, apparently, due to motor presetting. Introduction of odorants into the experimental environment led to the increase in the RT of cognitive task solving and modified motor presetting features. Spectral characteristics of EEG revealed that solving of non-verbal tasks under control conditions was followed by activation of the anterior attention system in the delta-, theta- and beta2-diapasons of activity, whereas solving of verbal tasks led to activation of both anterior and posterior attention systems. Introduction of rosemary and lavender into the experimental environment led to activation of both anterior and posterior attention systems, while introduction of melissa resulted in activation of the posterior attention system during the non-verbal task solving. Solving of verbal tasks in the presence of melissa and lavender led to activation of the anterior attention system, whereas introduction of rosemary upregulated both anterior and posterior attention systems in the theta-, beta1- and beta2-diapasons of activity.

Therefore, introduction of odorants into the experimental environment during cognitive task solving confidently decrease the time of task fulfillment. Odorants increased the amplitude of all types of activity studied as compared with control conditions, especially in the theta-, beta1- and beta2-diapasons of activity. They also induced additional activation of the anterior and posterior attention systems.

#### **ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ДОФАМИНА НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ДОГЛОСРОЧНУЮ ПАМЯТЬ У ДАТ-КО КРЫС**

**Курзина Н.П.<sup>2</sup>, Аристова И.Ю.<sup>1</sup>, Вольнова А.Б.,<sup>1,2</sup> Гайнетдинов Р.Р.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», Санкт-Петербург, Россия. <sup>2</sup>Институт трансляционной биомедицины, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия.  
[n.kurzina@spbu.ru](mailto:n.kurzina@spbu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m459.sudak.ns2019-15/260-261>

Дофамин играет ключевую роль в регуляции поведения животных, а механизм обратного захвата дофамина мембранным переносчиком DAT регулирует эффективность дофаминергической передачи. Использование крыс линии DAT-KO, обладающих повышенным уровнем дофамина является перспективной моделью для изучения механизмов различного рода когнитивных нарушений. В настоящее время получены данные, что DAT-KO крысы способны обучаться сложным поведенческим задачам, однако сведения о

способности DAT-KO крыс длительно сохранять и воспроизводить ранее выработанные поведенческие навыки в литературе отсутствуют. В данной работе было проведено исследование сохранения DAT-KO крысами структуры окружающей среды в долговременной памяти. Для этой цели был использован «Лабиринт Хебба – Вильямса», в котором животных тестировали по одинаковой схеме три раза по 3 дня: первый раз, далее через три недели после первичного обучения и затем через два месяца после начального обучения в лабиринте. Поведенческая задача состояла в поиске крысой финишного отсека лабиринта с пищевым подкреплением.

В первой серии опытов все DAT-KO крысы обследованной группы плохо ориентировались в окружающей среде и с трудом находили финишный отсек. При повторных тестированиях через три недели и еще через два месяца все крысы целенаправленно доходили до финишного отсека и получали пищевое подкрепление. Полученные данные могут свидетельствовать о наличии у DAT-KO крыс долгосрочного хранения ранее изученной пространственной конфигурации окружающей среды. Можно предположить, что повышенная концентрация дофамина у животных линии DAT-KO может снижать скорость обучения данной поведенческой задаче, однако позволяет сохранить памятные следы на достаточно долгий интервал времени. Можно полагать, что у крыс с повышенным уровнем дофамина имеют место сниженные адаптационные способности и только при длительном обучении они достигают уровня, соответствующего норме. *Работа поддержана грантом РФФ № 19-75-30008.*

### **EFFECTS OF ENHANCED DOPAMINE LEVEL ON SPATIAL LONG-TERM MEMORY IN THE DAT-KO RAT** **Kurzina Natalia P.<sup>2</sup>, Aristova Irina Yu.<sup>1</sup>, Volnina Anna B.<sup>1,2</sup>, Gainetdinov Raul R.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State University», Saint Petersburg, Russia, <sup>2</sup>Institute of Translational Biomedicine, Saint Petersburg University, Saint Petersburg, Russia, [n.kurzina@spbu.ru](mailto:n.kurzina@spbu.ru)

Dopamine plays a key role in animal behavior, and the effectiveness of dopaminergic transmission is regulated by dopamine transporter (DAT) via mechanism of dopamine reuptake.

DAT-KO rats with the enhanced level of dopamine are a suitable model for investigating cognitive dysfunctions. New data shows that DAT-KO rats are able to learn complex behavioral tasks. However, there is no data available in the open literature about their ability to store in the long-term memory and retrieve previously elaborated behavioral skills. In this work the storage of the environment structure in the long-term memory of DAT-KO rats was investigated. The Hebb-Williams maze was used to test the DAT-KO rats three times using the same scheme. The tests were conducted three weeks and two months after the initial training. The rats had to find food reward in the finish box of the maze. During the initial training all experimental DAT-KO rats could not navigate the maze properly and hardly found the finish box with the food reward. During the following tests in three weeks and in two months all the rats knew where to find the finish box to get a food reward. The data obtained allows us to assume that DAT-KO rats are able to keep the previously learned spatial environment in their long-term memory. It appears that rats with the enhanced dopamine level are less adaptive to environment than control rats. Our findings indicate that long time training improves the adaptation level in DAT-KO rats.

*This work is supported by the Russian Science Foundation grant № 19-75-30008.*

### **ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯЦИИ И БЛОКАДЫ СЕРТОНИНЕРГИЧЕСКОЙ И ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМ НА ЧАСТОТУ СЕРДЦЕБИЕНИЯ И ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ НЕЛИНЕЙНЫХ КРЫС**

**Курьянова Е.В., Ступин В.О., Трясучев А.В., Трещева Е.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия; [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

Цель работы – выявить особенности изменений ЧСС и ориентировочно-исследовательского поведения (ОИП) крыс на фоне стимуляции и блокады серотонинергической (СтСРС и БлСРС) и дофаминергической (СтДФС и БлДФС) систем. Исследование ОИП выполняли в тесте «открытое поле» (Буреш Я.Н. и др., 1991; Ломтева Н.А., 2003). ОИП оценивали по числу пересеченных периферических (ПК) и центральных (ЦК) квадратов, периферических и центральных стоек, ПС и ЦС). Основная активность особей определялась по формуле:  $OA = ПК + ЦК + ПС + ЦС$ . СтСРС вызывали введением 5-гидрокси-*L*-триптофана (50 мг/кг м.т. в/бр) и флуоксетина (3 мг/кг м.т. в/бр), БлСРС – кетансерина и гранисетрона (по 0,1 мг/кг м.т. в/бр), СтДФС – комбинацией *L*-Допа и амантадина (по 20 мг/кг м.т. в/бр), БлДФС – сульпирида (10 мг/кг) и SCH-2339 (0,1 мг/кг м.т. в/бр). Контрольные животные получали инъекции физ. раствора. ЧСС определяли на основе анализа ЭКГ, которую регистрировали на аппаратно-программном комплексе «Варикард». Статистическую обработку проводили в Statistica 10.0.

СтСРС привела к резкому росту ЧСС (на 37,6%,  $p < 0,001$ ) и снижению ОА (на 23,2%,  $p < 0,001$ ), особенно за счет уменьшения числа пресеченных ЦК (в 2 раза,  $p < 0,001$ ), количество ПС и ЦС (в 4 и 4,7 раза,  $p < 0,01$ , соответственно). При БлСРС рост ЧСС был несколько меньше (на 27,4%,  $p < 0,001$ ), снижение ОА (на 19,5%,  $p < 0,001$ ) определялось ослаблением периферической активности: число ПК снизилось на 30,6% ( $p < 0,05$ ), число ПС – на 29,3%,  $p < 0,001$ ) при небольшом приросте активности в центре «поля». Воздействия на ДФС также привели к повышению ЧСС: при СтДФС на 19,4% ( $p < 0,001$ ), при БДФС – более резко – на 30% ( $p < 0,001$ ). ОА в обоих случаях почти не изменилась, значения показателей ОИП были близки, отличие было лишь в том, что при СтДФС снизилось число ЦС (почти в 2 раза,  $p < 0,1$ ), а при БДФС – число ПС (также почти вдвое,  $p < 0,05$ ).

Итак, стимуляция и блокада СРС, и ДФС вызывают повышение ЧСС, наибольший рост ЧСС происходит при СтСРС и БлДФС, то есть стимуляция СРС и блокада ДФС потенцируют усиление симпатических влияний на сердце. Это говорит об определенном антагонизме влияний СРС и ДФС на регуляцию ритма сердца. Из результатов следует, что большее влияние на ОИП оказывает состояние СРС, нежели ДФС. Стимуляция СРС приводит к общему угнетению ОИП, что может определяться изменением

вегетативного обеспечения двигательной активности. Блокада некоторых подтипов центральных серотониновых рецепторов вызывает признаки снижения тревожности животных.

### **INFLUENCE OF STIMULATION AND BLOCKADE OF SEROTONERGIC AND DOPAMINERGIC SYSTEMS ON THE HEART RATE AND BEHAVIORAL ACTIVITY OF NONLINEAR RATS**

**Kuryanova E.V., Stupin V.O., Tryasuchev A.V., Treshcheva E.A.**

Astrakhan, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Astrakhan State University,  
Astrakhan, Russia, [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

The aim of the work is to identify the features of the changes in the HRF and research orienting-exploratory behavior (OEB) of rats at stimulation and blockade of the serotonergic (StSRS and BISRS) and dopaminergic (StDPS and BIDPS) systems. The OEB study was performed in the "open field" test (Buresh Ya.N. et al., 1991; Lomteva N.A., 2003). OEB was assessed by the quantity of crossed peripheral (PS) and central (CS) squares, peripheral and central position, (PP and CP). The main activity of rats was determined by the formula:  $MA = PS + CS + PR + CR$ . StSRS was induced by injecting 5-hydroxy-L-tryptophan (50 mg/kg of b.w.) and fluoxetine (3 mg/kg of b.w.). BISRS – was ketanserin and granisetron (0,1 mg/kg of b.w.). StDPS was a combination of L-Dopa and amantadine (20 mg/kg of b.w.). BIDPS was sulpiride (10 mg/kg of b.w.) and SCH-2339 (0,1 mg/kg of b.w.). Control animals were given saline injections. HRF was determined on the basis of ECG analysis, which was recorded on the hardware-software complex «Varicard». Statistical processing was performed in Statistica 10.0. StSRS led to a sharp increase in HRF (by 37,6%,  $p < 0,001$ ) and a decrease in MA (by 23,2%,  $p < 0,001$ ), especially due to a decrease in the quantity of suppressed CS (2 times,  $p < 0,001$ ), quantity of PP and CP (4 and 4,7 times,  $p < 0,01$ , respectively). BISRS induced HRF growth, but it was slightly less (by 27,4%,  $p < 0,001$ ), a decrease in MA (by 19,5%,  $p < 0,001$ ) was determined by a decrease in peripheral activity: the quantity of PS decreased by 30,6% ( $p < 0,05$ ), quantity of PP – by 29,3%, ( $p < 0,001$ ) with a small increase in activity in the "field" center. Impacts on DPS also led to an increase in HRF: at StDPS by 19,4% ( $p < 0,001$ ), with BIDPS – more sharply – by 30% ( $p < 0,001$ ). MA in both cases almost did not change, the values of OEB were similar, the only difference was that during StDPS the quantity of CP decreased (almost 2 times,  $p < 0,1$ ), and with BIDPS – the quantity of PP (almost twice,  $p < 0,05$ ).

Thus, stimulation and blockade of both SRS and DPS induce an increase in HRF, the greatest increase in HRF was with StSRS and BIDPS, that is, stimulation of SRS and blockade of DPS induces an increase in sympathetic effects on the heart. This indicates a specific antagonism of the effects of SRS and DPS on the regulation of heart rate. The results show that SRS has a greater impact on OEB than DPS. Stimulation of SRS leads to a general inhibition of OEB, which can be determined by a change in the autonomic support of motor activity. The blockade of some subtypes of central serotonin receptors causes signs of decreased animals' anxiety.

### **УЧЕБНЫЙ СТРЕСС У СТУДЕНТОВ ПРИ РАЗНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ ЛИЧНОСТИ** **Лактионова О.И.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева», г. Орел, Россия, [Laktionova57@mail.ru](mailto:Laktionova57@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m460.sudak.ns2019-15/262-263>

Известно, что особенности личности опосредуют и определяют особенности стресса. В нашем исследовании мы рассмотрели роль эмоциональной направленности личности, которая, как считал Б.И. Додонов, проявляется в стремлении личности к определенным эмоциональным переживаниям и в ценностном отношении к ним. Этот ученый разработал опросник для определения десяти видов эмоциональной направленности. Гипотеза нашего исследования – эмоциональная направленность личности студентов определяет причины, особенности переживания и преодоления ими учебного стресса. В качестве индикаторов указанных особенностей учебного стресса использовали тест на учебный стресс Ю.В. Щербатых и опросник «Решение трудных ситуаций» (РТС). Связи между типом эмоциональной направленности и причинами, проявлениями и способами преодоления стресса выявляли с помощью корреляционного и факторного анализа.

В ходе исследования были установлены положительные связи между видами эмоциональной направленности и следующими причинами стресса: альтруистической направленности – с неумением распорядиться ограниченными финансами и правильно организовать свой режим дня, эстетической и акизитивной – с излишне серьезным отношением к учёбе, глорической эмоциональной направленности – с такой причиной стресса, как волнение перед экзаменом. «Гностики» не боятся трудностей в познавательной сфере, но отступают перед материальными трудностями и в сфере общения. Отрицательные связи были выявлены между глорической направленностью и стрессом из-за отсутствия учебников и конфликтами в группе, практической направленностью и большой учебной нагрузкой и жизнью удалы от родителей, пугнической направленностью – со стеснительностью и страхом перед будущим. Гностическая направленность отрицательно связана с нерегулярным питанием.

Учебный стресс при эстетической, гедонистической, акизитивной эмоциональных направленностях проявляется как раздражительность, нервозность и обидчивость.

Выявлены связи между видом эмоциональной направленности и способами решения трудных ситуаций. Лица с альтруистической и практической эмоциональными направленностями максимально мобилизуют свои ресурсы на достижение поставленной цели и не склонны использовать алкоголь и наркотики как способ решения проблем. Студенты с романтической эмоциональной направленностью, сталкиваясь трудностями, быстро отступают и теряют интерес к получению результата. Факторный анализ подтвердил результаты корреляционного. Полученные закономерности легли в основу рекомендаций для студентов с разной эмоциональной направленностью по преодолению учебного стресса.

## EDUCATIONAL STRESS IN STUDENTS WITH DIFFERENT EMOTIONAL ORIENTATION OF THE PERSON

**Laktionova Olga I.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Orel State University named after I. S. Turgenev", Orel, Russia, [Laktionova57@mail.ru](mailto:Laktionova57@mail.ru)

Currently, there is no doubt that the personal traits mediate and determine the stress characteristics. In our study we studied the role of the emotional orientation of the personality, which, as B.I. Dodonov, manifested in the desire of the individual to certain emotional experiences and value attitude towards them. This scientist has developed a questionnaire to determine ten types of emotional orientation. We hypothesized that the emotional orientation of the personality of students determines the causes, characteristics of experiencing and overcoming their academic stress. We used test for academic stress by Yu.V. Sherbatykh and questionnaire "Solving difficult situations" (RTS) as indicator of these features of educational stress. The data obtained was analyzed with STATISTICA 10 software using correlation and factor analysis.

We found positive relationships between the types of emotional orientation and the following causes of stress: altruistic orientation – with the inability to manage limited finances and properly organize your daily regime, aesthetic and aggressive – with too serious attitude to school, gloric emotional orientation – with such a cause of stress like excitement before the exam. "Gnostics" are not afraid of difficulties in the cognitive sphere, but they are retreating before material difficulties and in the sphere of communication. Negative connections were found between the gloric orientation and stress due to the lack of textbooks and conflicts in the group, the praxical tendency and the large academic load and life away from parents, the pugnic tendency – with shyness and fear of the future. Gnostic orientation is negatively associated with irregular diet.

Training stress with aesthetic, hedonistic, acidistic emotional orientation manifests itself as irritability, nervousness and touchiness.

We found the relationship between the type of emotional orientation and solution of difficult situations. Persons with altruistic and praxical emotional orientations mobilize their resources to achieve their goals and are not inclined to use alcohol and drugs as solution of problems. Students with a romantic emotional focus, faced with difficulties, quickly retreat and lose interest in getting a result. Factor analysis was in a good agreement with correlation results. The patterns obtained allowed us to formulate recommendations for students with different emotional orientation to overcome academic stress.

## ЗЕРКАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ РАЗЛИЧНЫХ АФФЕКТИВНЫХ РАССТРОЙСТВАХ: ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЕ

**Лебедева Н.Н., Каримова Е.Д., Буркитбаев С.Е., Мальцев В.Ю.**

ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, г. Москва, Россия;  
[e.d.karimova@gmail.com](mailto:e.d.karimova@gmail.com)

Зеркальные нейроны активируются в ответ на наблюдение, представление и выполнение какого-либо действия. Это свойство делает зеркальные нейроны ключевым звеном в таких процессах как обучении через подражание, в социальных взаимодействиях, понимании действий других людей. При аффективных расстройствах в значительной степени страдает социальный аспект жизни, в связи с этим актуальной задачей было выявить особенности работы зеркальной системы мозга у пациентов с различными аффективными расстройствами.

Известно, что при выполнении моторных задач происходит десинхронизация мю-ритма. Зеркальная система мозга (ЗСМ) опосредованно влияет на десинхронизацию мю-ритма, поэтому степень вовлеченности ЗСМ можно определить по снижению мощности ритма ЭЭГ в альфа-диапазоне. Была разработана методика заданий, позволяющая активировать систему зеркальных нейронов каждого испытуемого, включающая в себя наблюдение за моторным движением (сжатие руки), его представление и выполнение этого движения. Исследование проводилось на базе ГБУЗ НПЦ психоневрологии департамента здравоохранения г. Москвы. Группа пациентов – 30 человек с несколькими видами аффективных расстройств (депрессивный эпизод; смешанное депрессивное и тревожное расстройство). Контрольная группа – 15 здоровых испытуемых. Запись ЭЭГ осуществлялась с помощью энцефалографа-анализатора ЭЭГА-21/26 «ЭНЦЕФАЛАН 131-03», г. Таганрог в состоянии покоя с закрытыми и открытыми глазами (фон) и во время моторных задач. Статистический анализ – критерий Уилкоксона для парных сравнений, критерий Манна-Уитни и дисперсионный анализ ANOVA для повторных измерений. В программе Loreta была выполнена обратная задача ЭЭГ.

При выполнении различных проб достоверно происходила десинхронизация альфа-активности. При предъявлении стимульного материала средний уровень десинхронизации у здоровых испытуемых в триаде «наблюдение-представление-выполнение» составил 31,5%, 30,7% и 34,4% соответственно, а в группе пациентов – 26,5%, 29,5% и 35,4% соответственно. У пациентов в сравнении «Наблюдение-фон» и «Представление-фон» максимальная активация систем, задействованных в задачах, происходит в левой височной доле в нижней и средней височных извилинах, 38 и 21 зоны Бродмана и намного меньше в лобной доле в нижней, средней и верхней лобной извилинах в 10, 11, 47 зонах Бродмана. В последней задаче «выполнение» интенсивность положительной активации намного меньше.

## MIRROR NEURON SYSTEM IN NORMAL AND AT VARIOUS AFFECTIVE DISORDERS: EEG RESEARCH

**Lebedeva N.N., Karimova E.D., Burkitbaev S.E., Maltsev V.Yu.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[e.d.karimova@gmail.com](mailto:e.d.karimova@gmail.com)

Mirror neurons are activated in response to the observation, presentation and execution of an action. This property makes mirror neurons a key link in learning, in social interactions, understanding other people's actions. In



affective disorders, the social aspect of life suffers. In this regard, the actual task was to identify the features of the mirror system of the brain in patients with various affective disorders.

It is known that when performing motor tasks, a mu rhythm desynchronizes. The mirror neuron system (MNS) affects the desynchronization of the mu rhythm, so the degree of involvement of MNS can be determined by reducing the power of the EEG rhythm in the alpha range. A task methodology was developed to activate the system of mirror neurons of each subject: observation of the motor movement (squeezing the hand), its imagination and execution. The study was conducted on the basis of the scientific and practical center of psycho neurology. A group of patients – 30 people with several types of affective disorders (depressive episode; mixed depressive and anxiety disorder). The control group – 15 healthy subjects. EEG recording was performed using an EEG-21/26 encephalograph-analyzer ENCEFALAN 131-03, Taganrog at rest in the background and during motor tasks. Statistical analysis – Wilcoxon test for pairwise comparisons, Mann-Whitney test and ANOVA for repeated measurements. In the Loreta program, the inverse EEG task was performed.

When performing various tests, alpha-activity desynchronization occurred reliably. When a stimulus material was presented, the average level of desynchronization in healthy subjects in the tasks "observation-imagination-execution" was 31.5%, 30.7% and 34.4%, respectively, and in the patient group – 26.5%, 29.5% and 35.4%, respectively. In patients compared to Observation-Background and Presentation- Background, the maximum activation of the systems involved in the tasks occurs in the left temporal lobe in the lower and middle temporal gyri, 38 and 21 Brodmann areas and much smaller in the frontal lobe in the lower, middle and upper frontal gyri in 10, 11, 47 Brodmann areas. In the last task, "execution" the intensity of positive activation is much less.

### **ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ МОНОАМИНОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ И ЭКСПРЕССИЮ РЯДА ГЕНОВ В ГИППОКАМПЕ, ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ И СТРИАТУМЕ У КРЫС** **Лебедева-Георгиевская К.Б., Шахбазян Е.В., Митрофанова О.В.**

Государственный Научный Центр Российской Федерации институт медико-биологических проблем РАН,  
Москва, Россия, [kсенияGB@gmail.com](mailto:kсенияGB@gmail.com)

При подготовке межпланетных полетов наиболее остро встает вопрос о том, какое влияние оказывают факторы космического полета (ФКП) на сложные когнитивные функции, в первую очередь на обучение и память. При этом ряд факторов может оказаться лимитирующими, поскольку при длительном нахождении в космическом пространстве экипаж остается в состоянии полной изоляции. Влияние ионизирующего излучения (ИИ), как одного из наиболее значимых ФКП, выходит на передний план при планировании полетов с выходом за пределы магнитосферы Земли. Таким образом, необходимо заранее определить возможный негативный эффект от ИИ для физического и психического здоровья экипажа. На сегодняшний день в ряде работ отмечается изменение когнитивных способностей после воздействия ИИ в дозах, близких к тем, которые получит экипаж при осуществлении межпланетного перелета. Кроме того, в наших предыдущих работах показано наличие нейрохимических отклонений как результат влияния ИИ. В связи с этим встает вопрос о том, насколько глубокие процессы работы головного мозга затрагиваются после воздействия доз, эквивалентных космическим. На сегодняшний день работ о молекулярных механизмах нарушений функций центральной нервной системы в ответ на влияние ФКП крайне мало, хотя существуют данные, косвенно свидетельствующие об изменении экспрессии генов в гиппокампе в ответ на ИИ. Для оценки влияния радиационного ФКП самцов крыс облучили углеродом дозой в 1.5 Гр (<sup>12</sup>C 450 МэВ), и 3 Гр гамма. После чего провели оценку влияния ионизирующего излучения на когнитивные функции в батарее различных тестов, таких как: открытое поле, приподнятый крестообразный лабиринт и водный лабиринт Мориса. Сравнение проводили с не облученным контролем. Для исследования молекулярных механизмов изменения поведения была проведена оценка экспрессии ряда генов в гиппокампе, префронтальной коре и стриатуме. Что позволило предположить нарушения синаптического трафика, происходящее совместно с изменениями в моноаминергической системе. Полученные результаты говорят об усилении тревожного поведения. Кроме того, можно говорить о влиянии ионизирующего излучения на работу SNARE-комплекса, а именно, нарушение экспрессии генов, кодирующих альфа-синуклеин и синтаксин. Так, у группы, подвергнутой облучению, происходит статистически значимое снижение экспрессии этих генов. *Работа поддержана грантами РФФИ 17-29-01002*

### **THE EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE CONTENT OF MONOAMINES AND THE EXPRESSION OF GENES IN THE HIPPOCAMPUS, PREFRONTAL CORTEX AND STRIATUM IN THE RATS BRAIN** **Lebedeva-Georgievskaya K.B., Shakhbazyan E. V., Mitrofanova O. V.**

State Science Center Russian Federation – Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia

The nature of the influence of space flight factors (SFF) on cognitive abilities, primarily on learning and memory, is one of the most serious issues in the elaboration of interplanetary mission. A number of SFF may be limiting, since the crew remains in an isolation during a long stay in outer space. The effect of ionizing radiation (IR) comes to the fore when planning flights beyond the earth's magnetosphere. Thus, it is necessary to determine in advance the possible negative effect of IR on the physical and mental health of the crew.

To date, a number of works represent changes in cognitive abilities after exposure to IR in doses close to those that will receive the crew during the interplanetary flight. In addition, our early works show the neurochemical shifts as a result of the ionizing radiation.

This raises the question of how deep the brain processes will be affected after exposure to doses equivalent to interplanetary mission. Number of research on the molecular mechanisms of CNS disorders in response to the SFF is extremely small, although there is an indirect evidence of changes in the hippocampus gene expression in response to IR. In our research male rats were exposed to 450 MeV/ carbon-ion radiation by a total absorbed dose of 1.5 Gy and 3 Gy gamma. After that, we tested the cognitive abilities in the battery of various tests, such as open field, elevated cruciform maze and Maurice's water maze. The experimental group was compared with the

unirradiated control. To study the molecular mechanisms of behavior changes, the expression of a number of genes in the hippocampus, prefrontal cortex and striatum was evaluated. That allowed to assume violations of synaptic traffic, occurring together with changes in the monoaminergic system.

The results indicate increasing anxiety-like behavior. In addition, the ionizing radiation has an effect on the work of SNARE-complex, specifically, on the expression of genes encoding alpha-synuclein and syntaxin. Thus, in the group exposed to radiation, there is a statistically significant decrease in the expression of these genes.

### **ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ НА ПОДДЕРЖАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЗЫ**

**Левик Ю.С., Кожина Г.В., Сметанин Б.Н., Попов А.К.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; YuriLevik@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m461.sudak.ns2019-15/265-266>

Среди информации, формирующей представление человека о положении своего тела в пространстве, важную роль играют зрительные сигналы о структуре и размерах видимых объектов окружающего мира. Мы попытались выяснить, каким образом изменение размеров объекта в поле зрения влияет на устойчивость стояния у здоровых людей. Испытуемые стояли в стерео очках и маске, ограничивающей поле зрения, в затемненной комнате перед экраном (silver screen, 2 x 1.5 м), на который проецировалось трехмерное изображение шара, окрашенного в темно-серый цвет. В этих условиях они видели только виртуальное трехмерное изображение шара. Использовали четыре размера шара с диаметрами 8.75, 17.5, 35 и 70 см. Шары с этими размерами покрывали поля зрения в 4.5, 9, 18 и 36 градусов, соответственно. В контроле шар был неподвижен, а в тестовых условиях смещения шара в переднезаднем и боковом направлениях были синфазно или противофазно связаны с колебаниями центра тяжести (ЦТ) тела. Амплитуда колебаний шара в 2 раза превышала амплитуду колебаний ЦТ.

Испытуемые выполняли 36 проб по 40 с каждая, во время которых они спокойно стояли на стабิโลграфе и смотрели на шар. Все пробы разбивались на 6 блоков, каждый из которых включал в себя три контрольные пробы с неподвижным шаром и шесть проб, в которых движение шара было привязано противофазно либо синфазно к колебаниям ЦТ тела. Пробы производились с интервалом в 1 минуту. В каждом блоке проб шар имел один и тот же размер. После каждого блока испытуемый отдыхал сидя в течение 4-5 минут. Блоки проб с шарами разной величины чередовались в случайном порядке. Оценивали амплитудно-частотные характеристики двух элементарных переменных, вычислявшихся из траекторий центра давления стоп (ЦД) в переднезаднем и боковом направлениях: траектории проекции ЦТ тела на опору (переменная ЦТ) и разности между траекториями ЦД и ЦТ (переменная ЦД-ЦТ).

В тестовых условиях смещения шара дестабилизировали вертикальную позу. С увеличением размеров шара дестабилизация усиливалась. Ухудшение качества стояния происходило за счет изменений как амплитудных, так и частотных характеристик переменных ЦТ и ЦД-ЦТ. Увеличение размеров неподвижного шара в контроле вызывало противоположный эффект: колебания тела уменьшались. Изменения в устойчивости при увеличении размеров шара могут быть связаны с особенностями использования зрительной информации, поступающей из центрального и периферического полей зрения.

*Работа была поддержана грантом РФФИ 18-015-00222.*

### **THE EFFECT OF CENTRAL AND PERIPHERAL VISION ON THE MAINTENANCE OF THE VERTICAL POSTURE**

**Levik Yuri S., Kozhina Galina V., Smetanin Boris N., Popov Alexey K.**

The Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) of RAS, Moscow, Russia;  
YuriLevik@yandex.ru

Among the information that forms an internal representation of the body position in space, an important role is played by visual signals about the structure and size of visible objects of the surrounding world. In this study, we tried to find out how the change in the size of the observed object in the field of view affects the maintenance of vertical posture in healthy people. The subjects stood in stereo glasses and a mask restricting the field of view in a darkened room in front of the screen (silver screen, 2 x 1.5 m), onto which a three-dimensional image of a sphere painted in dark gray was projected. In these conditions, they saw only a virtual three-dimensional image of the sphere. Four sphere sizes with diameters of 8.75, 17.5, 35 and 70 cm were used. Spheres with these sizes covered visual fields of 4.5, 9, 18 and 36 degrees, respectively. In the control, the sphere was stationary, and in the test conditions the displacement of the sphere in the anteroposterior and lateral directions was inphase or antiphase related to fluctuations in the center of gravity (CoG) of the body. The amplitude of oscillations of the ball was 2 times the amplitude of oscillations of the body CoG.

The subjects performed 36 trials of 40 seconds each, during which they had to stand quietly on a stabilograph and look at the sphere. All trials were divided into 6 blocks, each of which included three control trials with a fixed sphere and six samples in which the movement of the sphere was tied either in antiphase or in phase to the oscillations of body CoG. Trials were performed at intervals of 1 minute. In each block of trials the sphere had the same size. After each block, the subject rested sitting for 4-5 minutes. Blocks of trials with spheres of different sizes alternated in random order. The amplitude-frequency characteristics of two elementary variables, calculated from the trajectories of the center of pressure of the feet (CoP) in the anteroposterior and lateral directions: the projection trajectories of the body CoG onto the support (variable CoG) and the differences between the trajectories of the CoP and CoG (variable CoP-CoG) were estimated.

In the test conditions, the displacement of the sphere destabilized the vertical posture. With increasing sphere size, destabilization increased. An increase in the size of the fixed sphere in the control caused the opposite effect: the body oscillations decreased. The deterioration in the quality of standing in the test conditions was due to

changes in both the amplitude and, in part, frequency characteristics of the variables CoG and CP-CoG. Changes in stability with increasing sphere size may be associated with the peculiarities of using visual information coming from the central and peripheral fields of view.

*The study was supported by PFBR grant 18-015-00222.*

## **ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ НЫРЯНИЯ В ТЕСТЕ «ЭКСТРАПОЛЯЦИОННОЕ ИЗБАВЛЕНИЕ» У КРЫС С РАЗЛИЧНЫМИ ПОРОГАМИ ВОЗБУДИМОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Левина А.С.<sup>1</sup>, Бондаренко Н.А.<sup>2</sup>, Ширяева Н.В.<sup>1</sup>, Вайдо А.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup> ООО «НПК Открытая наука», Москва, Россия; anna.avia@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m462.sudak.ns2019-15/266>

В исследованиях на селектированных линиях крыс с различным порогом возбудимости нервной системы было обнаружено, что для крыс высоковозбудимой линии НП характерно спонтанное поведение ныряния в поведенческих водных тестах (водном лабиринте Морриса и тесте Порсолта) – в отличие от низковозбудимой линии ВП, проявляющей подобное поведение значительно реже. Целью данной работы было более подробное рассмотрение механизмов этого межлинейного различия с использованием водного теста «Экстраполяционное избавление».

Материалом исследования служили взрослые пятимесячные самцы крыс двух линий, селектированных в лаборатории генетики высшей нервной деятельности Института физиологии им. И.П. Павлова РАН по величине порога возбудимости нервной системы (животные из Биоколлекции ФГБУН Института физиологии им. И.П. Павлова РАН (№ГЗ 0134-2016-0002)): НП («низкий порог», высоковозбудимые) и ВП («высокий порог», низковозбудимые) (Вайдо, Ситдииков, 1979). Для оценки поведения применяли водный тест «Экстраполяционное избавление» (НПК «Открытая Наука», Россия) (Бондаренко, 1982) с двумя последовательными экспозициями с интервалом в 2 часа. Оценивали латентный период двигательной активности, длительность прыжкового поведения и латентный период подныривания. Статистический анализ проводили с помощью критерия Манна-Уитни с поправкой на множественные сравнения по методу Бенджамини-Хохберга.

При первой экспозиции к тесту линии крыс не различались ни по одному из параметров, при второй у крыс линии ВП увеличился латентный период подныривания за счёт достоверного увеличения длительности прыжкового поведения. Смещение поведения в сторону менее продуктивной прыжковой активности у крыс линии ВП может быть связано с формированием контекстно обусловленной реакции страха перед нахождением в воде, что снизило их способность к решению когнитивной задачи избавления путём подныривания. Крысы линии НП, вероятно, не испытывали аналогичного страха перед водой, что позволило им одинаково успешно решить задачу подныривания и при первом, и при втором испытании. Таким образом, предположительно выявлена дифференциальная чувствительность крыс линий НП и ВП к таким стрессорам, как нахождение в воде и в замкнутом пространстве (цилиндре), что может быть связано с наследственно обусловленным уровнем возбудимости нервной системы. Обсуждается дальнейшее рассмотрение эмоциональных и когнитивных компонент поведения крыс в контексте функциональных особенностей их нервной системы.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-01024.*

## **DIVING BEHAVIOUR IN THE «EXTRAPOLATION ESCAPE TASK» IN RATS WITH DIFFERENT NERVOUS SYSTEM EXCITABILITY THRESHOLDS**

**Levina Anna S.<sup>1</sup>, Bondarenko Nina A.<sup>2</sup>, Shiryayeva Natalia V.<sup>1</sup>, Vaido Alexander I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> I.P.Pavlov Institute of physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup> RPC OpenScience Ltd, Moscow, Russia; anna.avia@gmail.com

Studies in selected rat strains differing in the nervous system excitability threshold demonstrated high-excitability «LT» rat strain to frequently perform spontaneous diving behaviour in the behavioural water tests such as the Morris water maze and the Porsolt swim test. In the mean time, a low-excitability «HT» rat strain shows this type of behaviour significantly less often. The aim of the present study was a more detailed assessment of the mechanisms contributing to this inter-strain difference using the «Extrapolation escape task».

Adult 5 month old male rats from two strains selected for high or low nervous system excitability threshold (Laboratory of higher nervous activity genetics, I.P.Pavlov Institute of physiology RAS, Saint-Petersburg, Russia) were used: «LT» («low threshold», high excitability) and «HT» («high threshold», low excitability). A water behavioural test «Extrapolation escape task» (OpenScience, Russia) was used as the procedure to assess the diving behaviour. The procedure included two sequential trials with a two hours interval. Parameters measured were the locomotion latency, the duration of jumping activity and the diving latency. Statistical analysis included the Mann-Whitney U-test with a correction for multiple comparisons using the Benjamini–Hochberg procedure.

Two rat strains showed no behavioural differences during the first trial, while during the second one «HT» rats demonstrated an increase in the diving latency resulted from a significant extension of the jumping activity. A behavioural shift to a less effective jumping strategy in «HT» rats could be due to a contextual fear conditioning from water immersion leading to a decrease in rats' cognitive ability to solve the escape task by diving. We also hypothesize that water immersion and diving were less aversive for the rats of «LT» strain which allowed them to solve the escape task successfully during both trials. Thus, we assume that the observed inter-strain behavioural difference between «HT» and «LT» rats in the «Extrapolation escape task» results from their different sensitivity to stressors such as water immersion and restraining in a cylinder which may be connected to the genetically controlled rats' nervous system excitability level. Further research on the emotional and cognitive components of rats behaviour considering the functional properties of their nervous system is being discussed.

*The reported study was funded by RFBR according to the research project № 18-34-01024.*

## ПСИХОЛОГИЧЕСКИЙ РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ НАРУШЕНИЕМ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Левицкая Т. Е., Атаманова И. В., Козлова Н. В.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия; [levic69@mail.ru](mailto:levic69@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m463.sudak.ns2019-15/267>

Актуальность реабилитации пациентов с цереброваскулярными заболеваниями в РФ обусловлена проблемой высокого уровня распространенности нарушений мозгового кровообращения, которые являются одной из наиболее частых причин инвалидности и смертности среди населения. Учитывая современные тенденции в медицинских и психологических науках, целью нашего исследования стало изучение индивидуально-психологических и личностных составляющих психологического реабилитационного потенциала (РП) пациентов с ОНМК. Методическая база исследования включала ряд методик, направленных на изучение личностных особенностей, которые можно рассматривать в качестве личностного ресурса пациентов с ОНМК, а также на определение уровня их психологического реабилитационного потенциала. К ним относятся следующие методики: «Опросник самоорганизации деятельности» (Е.Ю. Мандрикова), тест «Жизнестойкость» (С. Мадди в адаптации Д.А.Леонтьева и Е.И. Рассказовой), методика «Реабилитационный потенциал личности» (И. Ю. Кулагина; Л. В. Сенкевич). Из общей выборки пациентов 38 человек (63,3%) составили мужчины и 22 человека (36,7%) женщины. Возрастной диапазон – от 44 до 69 лет. Пациенты были сформированы в две функциональные подгруппы: I группа – пациенты с высоким РП и II группа – пациенты с низким РП. В группе с высоким РП были получены следующие средние значения показателей: «Планомерность» 16,4 балла; «Целеустремленность» 32,9 балла; «Настойчивость» 22,4 балла; «Самоорганизация» 16,1 балла; «Ориентация на настоящее» 8,16 балла. В группе с низким РП значения показателей самоорганизации были значимо ниже: «Планомерность» 12,2,  $p=0,003$ ; «Целеустремленность» 26,3,  $p=0,004$ ; «Настойчивость» 16,7,  $p=0,001$ ; «Самоорганизация» 12,5,  $p=0,001$ ; «Ориентация на настоящее» 9,69,  $p=0,04$ . Все шкалы Жизнестойкости в обеих подгруппах пациентов имеют значения ниже нормативных, особенно это выражено у пациентов с низким РП. Так показатель «Контроль» (0,59 балла,  $p=0,0001$ ), «Вовлеченность в процесс деятельности» (8,86 балла,  $p=0,007$ ) и «Принятие риска» (5,54 балла,  $p=0,005$ ). Исследование показало, что в реабилитационном процессе пациентов с ОНМК очень важен учет их личностного потенциала, а именно таких качеств, как жизнестойкость и особенности самоорганизации деятельности. Они вносят весомый вклад в структуру реабилитационного потенциала. Учет этих особенностей позволяет превратить пациента в активного участника реабилитационного процесса.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-013-00937.*

## PSYCHOLOGICAL REHABILITATION POTENTIAL OF PATIENTS WITH ACUTE CEREBROVASCULAR ACCIDENTS

Tatiana Ye. Levitskaya, Inna V. Atamanova, Natalia V. Kozlova  
National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [levic69@mail.ru](mailto:levic69@mail.ru)

The relevance of rehabilitation of patients with cerebrovascular diseases in the Russian Federation is due to the problem of high prevalence of cerebrovascular accidents (CVA), which are one of the most common causes of disability and mortality among the population. Given the current trends in medical and psychological sciences, the aim of our study was to explore individual-psychological and personality components of the psychological rehabilitation potential (RP) of patients with CVA. The methodological base of the study included a number of techniques aimed at evaluating personal characteristics that can be considered as a personal resource of patients with CVA, as well as determining the level of their psychological rehabilitation potential. These include the following research tools: Self-Organization of Activity Questionnaire (E. Yu. Mandlikova), Hardiness Survey (S. Maddy, adaptation by D. A. Leontiev and E. I. Rasskazova) and Rehabilitation Potential of Personality Questionnaire (I. Yu. Kulagina, L. V. Senkevich). Of the total sample, 38 patients (63.3%) were male and 22 patients (36.7%) were female. The age range was from 44 to 69 years. The patients were divided into two functional subgroups: Group I – patients with high RP and Group II – patients with low RP. In the group with high RP, the following average values were obtained: Planning – 16.4 scores; Purposefulness – 32.9 scores; Persistence – 22.4 scores; Self-Organization – 16.1 scores; Orientation to the Present – 8.16 scores. In the group with low RP, the values of self-organization indicators were significantly lower: Planning – 12.2,  $p=0.003$ ; Purposefulness – 26.3,  $p=0.004$ ; Persistence – 16.7,  $p=0.001$ ; Self-Organization – 12.5,  $p=0.001$ ; Orientation on the Present – 9.69,  $p=0.040$ . All the scales of the Hardiness Survey in both subgroups of patients had values below the standardized ones, especially in patients with low RP. Thus, these parameters were the following: Control (0.59 scores,  $p=0.0001$ ), Commitment (8.86 scores,  $p=0.007$ ) and Challenge (5.54 scores,  $p=0.005$ ), which is consistent with the results of the previous technique. The study showed that in the rehabilitation process of patients with CVA it is very important to take into account their personal potential, namely qualities such as hardiness and features of self-organization of activities because they make a significant contribution to the structure of psychological rehabilitation potential. Taking into account these features allows one to turn the patient from a passive rehabilitant into an active participant in the rehabilitation process.

*The study was conducted within the research project (18-013-00937) supported by the Russian Foundation for Basic Research.*

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: НЕЙРОРАЦИОНАЛЬНОСТЬ КАК ИНТЕРФЕЙС

Лещёв С. В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия  
[leshev.sergey@yandex.ru](mailto:leshev.sergey@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m464.sudak.ns2019-15/268>

Искусственный интеллект, в качестве отдельной дисциплины и философского фреймворка различных областей знания, становится сегодня все более всеохватным. Проникающий компьютеринг, цифрофизика и цифромодернизм являются естественными средами понимания феномена искусственного интеллекта. Преобразуется вся философия вычислимости как таковой, когнитивности как калькулятивности. Не последнюю роль играют здесь нейронные сети и нейрокомпьютеринг. Нейрокомпьютерные модели, с одной стороны, оказались достаточно контринтуитивны. С другой стороны, именно им суждено было очертить новую эру визуализации. Метафорические слоганы, подобные «Думай медленно решай быстро» (Д. Канеман, нейроэкономический подход), «Думай глобально, действуй локально» (Ф.Л. Райт) перестают восприниматься в качестве дальних аналогий. Они буквально описывают закономерности в функционировании нейронного субстрата. Последовательная синаптическая передача сигнала и широкополосное «внесинаптическое вещание» демонстрируют феноменологическое многообразие способов активации, трансляции, калькуляции сигналов. Сигнал, как семантическая единица и синтаксическая структура взаимодействует с разными уровнями наблюдателей. Таким образом, построение концепции нейрорациональности должно учитывать не только и не столько технопроекции машинной рефлексии, как это происходит в машинном обучении, но учитывать когнитивный спектр взаимодействий искусственно-интеллектуальных и естественных агентов обучения, наблюдения, калькуляции. Так, например, рассмотрение обратных связей в машинном обучении понимается исключительно компьютерно-механистически, т.е., синтаксически. Однако, совокупность обратных связей может характеризовать существенно более абстрактное единство сигнального процессинга, сравнимого с новым семантическим уровнем сети – нейрорациональностью. Точкой невозврата (от семантики к синтаксису, от первого лица к третьему, от понимания к объяснению, от мышления к калькуляции) может оказаться некая сложностная медиальная интерфейсная форма сигнальной агрегации, привычным образом оцениваемой с точки зрения технических модусов работы нейронов и синапсов. Нейрокомпьютерный искусственный интеллект, в этом отношении, является не просто эмерджентным топосом, но вполне технически описываемой структуризацией информационно-интерфейсных уровней, с локально прецизионным описанием функциональных единиц компьютерно-интерфейсного процессинга и глобальной синергией «послойных интенциональностей».

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE: THE INTERFACE OF NEURORATIONALITY

Leshchev Sergey V.

Federal state autonomous institution of higher education National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia. E-mail: [leshev.sergey@yandex.ru](mailto:leshev.sergey@yandex.ru)

Being considered as a specific scientific discipline and as a philosophical framework of different knowledge areas, artificial intelligence become to be tremendously all-embracing phenomena. Pervasive computing, digital physics and digital modernism are natural environment for understanding of artificial intelligence. The whole philosophy of computability and cognitivism are changing being influenced by artificial intelligence. Neurocomputing and neural networks are the most influential features of this progress. On the one hand neurocomputer models see to be counterintuitive. On the other hand, they ground the new era of visualization. Some metaphoric slogans («Think fast act slow» by D. Kahneman, neuroeconomics approach, and «Think globally act locally» by F.L. Wright) are not more considered as plain fast analogies. They literally describe patterns in the functioning of the neural substrate. Sequential synaptic signal transmission and broadband «extra-synaptic broadcasting» demonstrate the phenomenological diversity of activation, translation, and signal calculation methods. A signal as a semantic unit and syntactic structure interacts with different levels of observers. Thus, the construction of the concept of neurorationality should take into account not only and not so much the technoprojection of machine reflection, as it happens in machine learning, but also to take into account the cognitive spectrum of interactions of artificially-intellectual and natural agents of learning, observation, calculation. For example, consideration of feedback in machine learning is understood exclusively in a computer-mechanistic way, that is, syntactically. However, a set of feedbacks can characterize a substantially more abstract unity of signal processing, comparable to the new semantic level of the network — neurorationality. The non-comeback point (from semantics to syntax, from first person to third, from understanding to explanation, from thinking to calculation) might be a certain complexity medial interface form of signal aggregation, which is routinely evaluated from the point of view of the technical mode of the functioning of neurons and synapses. Neurocomputer artificial intelligence, in this respect, is not just an emergent topos, but a completely technically described structuring of information and interface levels, with a locally precise description of the functional units of computational processing and global synergy of layer-by-layer intentionality.

## ВЛИЯНИЕ ПОСТУРАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ВАРИАбельНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Лещенко<sup>1</sup> Д.Б., Бондарева<sup>1</sup> В.С., Сергеев<sup>2</sup> Т.В., Ярмош<sup>1</sup> И.В., Суворов<sup>2</sup> Н.Б.

<sup>1</sup>- ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>- ФГБУН «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; dashutka-av@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m465.sudak.ns2019-15/269>

Цель настоящего исследования: сравнить влияние постральных воздействий (ПВ) и физических нагрузок (ФН) на параметры гемодинамики и вариабельности сердечного ритма (ВСР) здоровых испытуемых.

Материалы и методы: в исследовании приняло участие 15 испытуемых без органических заболеваний сердечно-сосудистой системы обоего пола от 18 до 25 лет. Все испытуемые были предварительно распределены на 2 группы по уровню физической подготовки с помощью фиксированных физических нагрузок (ФН) в виде теста с приседаниями Руфье: 1 группа – тренированные, 2 группа – нетренированные. Проводилась регистрация ЭКГ: до и после фиксированных ФН; до, во время и после ПВ (отклонение от горизонтального уровня на 10 градусов). ВСР оценивалась по 5-минутным отрезкам ЭКГ. Используемое оборудование: компьютерный кардиограф «Диамант», регистратор «КАРДИОТЕХНИКА-САКР-И», тонометр, вертикализатор.

Результаты исследования: в 1 группе (7 испытуемых) средняя ЧСС после ФН = 69,6±8,45 уд.в мин, после ПВ 67,2±4,71 уд. в мин (p<0,05), систолическое АД после ФН 125±12,41 мм. рт. ст., после ПВ 104,6±7,61 мм. ст. ст. (p<0,05), диастолическое АД после ФН 68,2±10,46 мм. ст. ст., после ПВ 63,2±5,53 мм. ст. ст. (p<0,05). В 2 группе (8 испытуемых) средняя ЧСС после ФН 89,8±0,42 уд.в мин, после ПВ 83,7±1,4 уд. в мин (p<0,05), систолическое АД после ФН 126,6±6,6 мм. рт. ст., после ПВ 112±1,4 мм. ст. ст. (p<0,05), диастолическое АД после ФН 83±6,8 мм. ст. ст., после ПВ 71±2,1 мм. ст. ст. (p<0,05). В 1 группе SDNN после ФН 93,2±22,48 мс и после ПВ 77 ± 19,77 мс (p<0,05). Во 2 группе SDNN после ФН 61±0,63 мс и после ПВ 45 ± 0,544 мс (p<0,05).

Выводы: применение ПВ положительно влияет на параметры ВСР и нормализует АД и ЧСС эффективнее, чем фиксированные ФН. Причем у тренированной группы эти показатели исходно были лучше, чем у нетренированной группы. Это связано с меньшим напряжением регуляторных систем в покое и достаточным объемом функциональных резервов.

## THE INFLUENCE OF POSTURAL EFFECTS AND PHYSICAL EXERCISES ON THE HEART RATE VARIABILITY

Leshchenko Daria B.<sup>1</sup>, Bondareva Valeria S.<sup>1</sup>, Sergeev Timofey V.<sup>2</sup>, Yarmosh Irina V.<sup>1</sup>, Suvorov Nikolai B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Medical University named after Mechnikov I.I., Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Institute of Experimental Medicine of the North-West Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, St.Petersburg, Russia; dashutka-av@yandex.ru

The purpose of this study: to compare the influence of the postural effects (PE) and physical exercises (PhE) to the parameters of haemodynamics and heart rate variability (HRV) after healthy test persons.

Materials and methods: the 15 tests persons of both sexes, ages of 18-25, without the static disorders of cardio-vascular system were taken part in the study. All tests persons were divided into 2 groups on level of exercise training with the help of fixed physical exercises PhE in the form of the Rufie - test with squattings before: the 1 group – trained tests persons, the 2 group - untrained tests persons. The recordings of ECG were carried out: before and after the fixed PhE, before, during and after PE (the deviation from horizontal level at 10 degrees). The HRV was estimated by 5-minutes intervals of ECG. Employed equipment: the computer cardiograph «Diamant», the recording system «CARDIOTECHNIQUE-SACKR-I», the tonometer, the verticalizer.

Results: in the 1 group (7 tests persons) the medium heart rate after PhE 69,6±8,45 beats per minute, after PE 67,2±4,71 beats per minute (p<0,05), systolic blood pressure after PhE 125±12,41 mm Hg, after PE 104,6±7,61 mm Hg (p<0,05), diastolic blood pressure after PhE 68,2±10,46 mm Hg, after PE 63,2±5,53 (p<0,05). In the 2 group (8 test persons) the medium heart rate after PhE 89,8±0,42 beats per minute, after PE 83,7±1,4 beats per minute (p<0,05), systolic blood pressure after PhE 126,6±6,6 mm Hg, after PE 112±1,4 mm Hg (p<0,05), diastolic blood pressure after PhE 83±6,8 mm Hg, after PE 71±2,1 (p<0,05). In the 1 group SDNN after PhE 93,2±22,48 ms and after PE 77±19,77 ms (p<0,05); in the 2 group SDNN after PhE 61±0,63 ms and after PE 45±0,544 ms (p<0,05).

Results: employment of PE has positive effect on the HRV parameters and normalizes of blood pressure and heart rate more effective than fixed PhE. Interestingly, the trained group had better parameters initially, than the untrained group had. This is associated with less effort of regulatory systems at rest and sufficient dimension of functional backup.

## СТЕПЕНЬ ВЫРАЖЕННОСТИ ИНТЕЛЛЕКТА И ОСМЫСЛЕННОСТИ ЖИЗНИ У СТУДЕНТОВ С АУТИСТИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ

Лещинская С.Б., Богомаз С.А.

ФГАОУВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия; bogomazsa@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m466.sudak.ns2019-15/269-270>

Все чаще в повседневной образовательной практике встречаются молодые люди, имеющие отдельные аутистические черты. При этом, они могут обладать интеллектуальными преимуществами и

проявляют успехи в точных науках, но испытывают трудности в освоении гуманитарных дисциплин и во взаимодействии с преподавателями и другими студентами. Для скрининговой диагностики аутистических черт у здоровых людей мы использовали опросник Autism Spectrum Quotient (AQ, автор Simon Baron-Cohen). Использовались также методики «Арифметический счет», Опросник эмоционального интеллекта ЭМИн (Д.В. Люсин) и Тест смысложизненных ориентаций (СЖО, Д.А. Леонтьев). Методики были предоставлены участникам в электронной форме на платформе <https://docs.google.com/> и заполнены в анонимной форме. В исследовании участвовали студенты ВУЗов в возрасте от 18 до 24 лет (n=185, из них 56,3% девушек).

Средние показатели коэффициента аутичности AQ у студентов составили 21,6±5,97 баллов; аналитического интеллекта 15,7±5,95 баллов; межличностного эмоционального интеллекта МЭИ 35,1±12,0 баллов, внутриличностного эмоционального интеллекта ВЭИ 39,1±10,8 баллов; осмысленности жизни 97,5±20,8 баллов.

Факторный анализ (главные компоненты, 5 переменных, доля дисперсии 64,4%) выявил 2 фактора:

1) эмоциональный интеллект (МЭИ нагрузка 0,835, ВЭИ нагрузка 0,806, аналитический интеллект нагрузка 0,460);

2) «аутистические черты против осмысленности жизни» (на одном полюсе AQ с нагрузкой 0,743 и аналитический интеллект с нагрузкой 0,611, а на другом полюсе осмысленность жизни с нагрузкой -0,691).

Аутистические черты не коррелировали с показателем аналитического интеллекта, но отрицательно коррелировали с эмоциональным интеллектом (МЭИ  $r=-0,294$   $p=0,000$ ; ВЭИ  $r=-0,213$   $p=0,004$ ) и с осмысленностью жизни ( $r=-0,465$   $p=0,000$ ).

Полученные данные позволяют предположить, что наиболее выраженными затруднениями молодых людей с аутистическими чертами являются сниженный эмоциональный интеллект и дефицит осмысленности жизни. Следовательно, такие молодые люди могут являться группой риска по формированию различного рода неблагоприятных психологических состояний, связанных с экзистенциальными проблемами.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-013-00781.*

## ANALYTIC, EMOTIONAL INTELLIGENCE AND MEANINGFULNESS OF LIFE IN STUDENTS WITH AUTISTIC TRAITS

**Leshchinskaia S.B., Bogomaz S.A.**

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; [bogomazsa@mail.ru](mailto:bogomazsa@mail.ru)

During recent years, the number of students with autistic traits has become larger. Such students can have intellectual advantages and be successful in exact sciences, but have difficulties in humanitarian disciplines and communication with teachers and other students. Autism Spectrum Quotient (AQ, Simon Baron-Cohen) was used as a screening tool for autistic traits in healthy young people. Analytic intelligence was measured with «Arithmetic Count» test, emotional intelligence (EI) – with «Emotional Intelligence Questionnaire» (Lusin D. V.). «Noetic Orientations Test» (Leontiev D. A.) was used to measure life's meaningfulness. The questionnaires were administered through online platform <https://docs.google.com/> and filled in anonymously. The participants were 185 university students (56.3% female) aged 18-24 years.

The students' mean AQ score was 21,6±5,97; analytic intelligence 15,7±5,95; interpersonal EI 35,1±12,0, intrapersonal EI 39,1±10,8; life's meaningfulness 97,5±20,8.

Factor analysis (principal components, 5 variables) revealed 2 factors that accounted for 64,4% of variance:

1) Intelligence (interpersonal EI with factor loading 0,835, intrapersonal EI with factor loading 0,806, analytic intelligence with factor loading 0,460);

2) Autistic traits and decreased meaning of life (AQ with factor loading 0,743, analytic intelligence with factor loading 0,611, meaning of life with factor loading -0,691).

No correlation was observed between autistic traits and analytic intelligence, however there was a positive correlation between AQ and emotional intelligence (interpersonal EI  $r=-0,294$   $p=0,000$ ; intrapersonal EI  $r=-0,213$   $p=0,004$ ) as well as meaning of life ( $r=-0,465$   $p=0,000$ ).

The observed results suggest that main difficulties of young people with autistic traits are low emotional intelligence and decreased meaningfulness of life. Therefore, such young people can be at high risk for a wide range of adverse psychological, associated with existential problems.

*The research was conducted under the financial support of RFBR, project 18-013-00781.*

## РЕГЕНЕРАЦИЯ НЕЙРОНАЛЬНОЙ СЕТИ В ОБЛАСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ НА ПРИМЕРЕ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ КЛЕТКИ ИЗ КОРЫ МОЗГА КРЫСЫ

**Лисина О.Ю.<sup>1,2</sup>, Балясин М.В.<sup>3</sup>, Красильникова И.А.<sup>4</sup>, Шарипов Р.Р.<sup>1</sup>, Пинелис В.Г.<sup>4</sup>, Сурин А.М.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», г. Москва, Россия, [anezi@yandex.ru](mailto:anezi@yandex.ru); <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Москва, Россия; <sup>3</sup>ФГАУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия; <sup>4</sup>ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, г. Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m467.sudak.ns2019-15/270-271>

В работе исследовали регенерацию нейрональной сети в зоне механического повреждения первичной культуры нейронов коры головного мозга крысы. Развитие нейронов из кортекса однодневных крыс Вистар регистрировали с помощью автоматизированной системы визуализации EVOS FL Auto (США). Клетки сажали в 35-мм чашки Петри, имеющие лунку со стеклянным дном (MatTek, США), 2,5•10<sup>5</sup> клеток/лунку. Культуры во время наблюдения росли в мини-СО<sub>2</sub>-инкубаторе при 37°С, 5% СО<sub>2</sub>/95% воздуха на предметном столике EVOS FL Auto (США). Механическое повреждение (царапину) шириной ≈1 мм наносили на монослой клеток спустя 3, 14 и 18 дней после посадки культуры (3, 14, 18 ДВК). Алгоритм

подсчета средней длины нейритов, количества ветвлений и окончаний нейритов (в т. ч. конусов роста) на единицу площади поверхности, а также анализ динамики развития основан на комбинации результатов работы программ Ilastik, Cell Profiler и ImageJ. В «молодой» культуре (травму наносили на 3 ДВК) формирование нейрональной сети начиналось после латентного периода длительностью около суток, достигая наибольшую скорость на 2-3 день после нанесения царапины. В последующие дни развитие нейрональной сети в зоне повреждения замедлялось. Помимо роста нейритов, наблюдалась диффузия в поврежденную зону клеток из неповрежденной части культуры. В «зрелых» культурах (травму наносили на 18 ДВК) нейриты, прорастающие из неповрежденной зоны в сторону царапины, имели меньший диаметр и в 2-3 раза меньшее количество на единицу площади поверхности. В «зрелых» культурах прорастание нейритов начиналось одновременно с миграцией распластанных клеток большого размера, «выползающих» в зону царапины из-под слоя клеток неповрежденной зоны. Эти «выползающие» клетки не удалялись от края царапины более, чем на 100 мкм и никогда не пересекали зону царапины. Идентификацию нейронов и глиальных клеток осуществляли методом иммуноцитофлуоресцентного анализа. Таким образом, непрерывный оптический мониторинг позволяет получить уникальную информацию о процессе регенерации нейрональной сети в зоне механического повреждения в первичной культуре нейронов разного возраста.

*Исследование поддержано грантами РФФ 17-15-01487 (оптические измерения на культурах 3 и 14 ДВК) и РФФИ-КОМФИ 17-00-00106.*

### **NEURAL NETWORK REGENERATION IN THE MECHANICAL INJURY AREA ON THE MODEL OF PRIMARY CULTURE OF RAT BRAIN CORTEX**

**Lisina Oksana Yu.<sup>1,2</sup>, Balyasin Maxim V.<sup>3</sup>, Krasil'nikova Irina A.<sup>4</sup>, Sharipov Rinat R.<sup>1</sup>, Pinelis Vsevolod G.<sup>4</sup>, Surin Alexander M.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russia; <sup>2</sup>MIREA - Russian Technological University, Vernadskogo av., 78, Moscow, 119454, Russia; <sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Bolshaya Pirogovskaya str., 2, Moscow, 119991, Russia; <sup>4</sup>National Medical Research Center of Children's Health, Lomonosovsky av., 2/1, Moscow, 119991, Russia.

Regeneration of the neuronal network in the zone of mechanical damage of primary culture of neurons of the rat cerebral cortex was investigated. The development of neurons from the cortex of one-day Wistar rat pups was recorded using an automated imaging system EVOS FL Auto (USA) in phase contrast mode. Cells were plated in 35 mm Petri dishes with a glass bottom well (MatTek, USA), at density of  $2.5 \cdot 10^5$  cells/well. Culture of neurons during the experiment grew in a mini-CO<sub>2</sub> incubator at 37° C, 5% CO<sub>2</sub> / 95% air directly on the EVOS FL Auto sample stage. Mechanical damage (scratch) with a width of  $\approx 1$  mm was applied to a monolayer of cells at 3, 14 and 18 days in vitro (3, 14, 18 DIV). The outgrowth of neurites (axons and dendrites) into the scratch zone in the young culture (mechanical trauma was applied at 3 DIV) was significantly different from the similar process in mature cultures (scratching on 14 or 18 DIV). The algorithm of calculation of the neurites average length, the number of "growth cones" and branches per unit surface and analysis of the dynamics of cell culture development is based on a combination of programs Ilastik, Cell Profiler and ImageJ. In the young culture, the neuronal network formation began after a latent period of about a day, reaching the highest speed in 2-3 days after the scratch. In the subsequent days, the density of the neuronal network in the damage area increased more slowly. In addition to the growth of neurites, diffusion of cells from the intact part of the culture into the damaged area was observed (30-50 cells/mm<sup>2</sup> in 10 days after the scratch). The morphologically these cells resembled neurons, but some of them were capable of division. In mature cultures, the neurites sprouting from the intact zone into the scratch area had a smaller diameter and a 2-3 times fewer per unit area. In mature cultures, the neurites outgrowth began simultaneously with the migration of large glial cells, "crawling" into the scratch zone from the layer of cells of the intact zone. Immunocytofluorescence was employed to distinctly visualize neurons and glial cells. Thus, continuous optical monitoring allows obtaining unique information about the formation of the neuronal network in the mechanical damage area in the primary neuronal cultures of different ages.

*The study was supported by the grants of Russian National Science Foundation 17-15-01487 (optical measurements on cultures 3 and 14 DIV) and the Russian Foundation for Basic Research-COMFI 17-00-00106.*

### **К ПРОБЛЕМЕ ДИАГНОСТИКИ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ СИНДРОМЕ ИРЛЕН** **Лисова Н.А., Спиридонова М.С., Муллер Т.А., Черенёва Е.А.**

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия;  
nadia.krs@yandex.ru

**<https://doi.org/10.29003/m468.sudak.ns2019-15/271-272>**

Синдром Ирлен (скотопическая чувствительность, визуальный стресс) является зрительно-перцептивной проблемой, которая встречается у 15 % населения и влияет в основном на способность к чтению и обучению. Доказано, что синдром Ирлен -неврологическая проблема и связан преимущественно с неадекватной обработкой световых сигналов корковыми отделами зрительного анализатора (Ji Hyun Kim, et al., 2015). Лица с проявлениями синдрома испытывают значительные трудности в концентрации внимания, и пространственной ориентации, страдают от светочувствительности и головных болей. Установлена тесная взаимосвязь с мозговыми нарушениями, включая дислексию, синдром дефицита внимания и аутизм, при которых проявления синдрома могут выступать одним из патогенетических признаков. Но на сегодняшний день еще не существует объективных методов диагностики данного состояния и в частности его нейрофизиологической основы. Не изученным остаются и нейрометаболические особенности синдрома Ирлен.

Целью исследования было выявление особенностей нейрометаболизма коры головного мозга у лиц с проявлениями синдрома Ирлен. В исследовании принимали участие 32 человека в возрасте от 20 до 40



лет. Производилась регистрация уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга в 5 стандартных отведениях (Fz, Cz, Oz, Td, Ts).

Обнаружено нарушение нейрометаболизма в коре головного мозга у 100 % респондентов. При этом анализ показал диффузное увеличение УПП в сравнении с нормативными значениями в 1,5-2 раза, что указывает на нарушение метаболической активности нейронов с преобладанием процессов анаэробного окисления глюкозы. Наиболее значимые различия ( $p < 0,001$ ) с нормой наблюдались в затылочной зоне. В отдельных случаях зарегистрировано умеренное снижение УПП в левой височной и лобной областях коры, что может говорить о дисфункции этих зон за счет их «обкрадывания» чрезмерно активными участками.

Таким образом, имеются особенности нейрометаболизма головного мозга у лиц, с симптомами синдрома Ирлен, которые указывают на нарушение обменных процессов в коре головного мозга. Перспективным представляется использование метода нейроэнергокартирования для скрининга и диагностики метаболических нарушений при данном состоянии.

*Исследование проведено при поддержке Красноярского краевого фонда науки (грант № 2018011703300).*

### **TOWARD THE PROBLEM OF DIAGNOSIS NEUROPHYSIOLOGICAL DYSFUNCTION IN THE IRLEN SYNDROME**

**Lisova Nadezhda A., Spiridonova Mariya S., Muller Tat'yana A., Cherenyova Elena A.**  
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia

Irlen syndrome (scotopic sensitivity, visual stress) is a visual-perceptual problem that occurs in 15% of the population and affects mainly the ability to read and learn. It is proved that Irlen syndrome is a neurological problem and is associated primarily with inadequate processing of light signals by the cortical parts of the visual analyzer (Ji Hyun Kim, et al., 2015). Persons with manifestations of the syndrome have considerable difficulty in concentrating and spatial orientation, suffer from photosensitivity and headaches. There is a close relationship with brain disorders, including dyslexia, attention deficit disorder and autism, in which the manifestations of the syndrome can be one of the pathogenesis signs. Although, there are still no objective methods for diagnosing this condition, and in particular its neurophysiological basis. The neurometabolic features of Irlen syndrome remain unexplored.

The aim of the study was to identify the features of neurometabolism of the cerebral cortex in individuals with manifestations of Irlen syndrome. The study involved 32 people aged 20 to 40 years. The level of constant potential (DCP) of the brain was recorded in 5 standard leads (Fz, Cz, Oz, Td, Ts).

Violation of neurometabolism in the cerebral cortex was found in 100 % of respondents. At the same time, the analysis showed a diffuse increase in DCP in comparison with the normative values of 1.5-2 times, which indicates a violation of the metabolic activity of neurons with a predominance of anaerobic oxidation of glucose. The most significant differences ( $p < 0.001$ ) with the norm were observed in the occipital zone. In some cases, there was a moderate decrease in DCP in the left temporal and frontal areas of the cortex, which may indicate dysfunction of these zones due to their "stealing" by excessively active areas.

Thus, there are features of the neurometabolism of the brain in individuals with Irlen syndrome, which indicate a violation of metabolic processes in the cerebral cortex. It seems promising to use the neuro-energy mapping method for screening and diagnosing metabolic disorders in this condition.

*This study was funded by Krasnoyarsk Regional Fund of Science (grant № 2018011703300).*

### **АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ НА СТРЕСС-НАГРУЗКУ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА С РАЗНЫМ ТИПОМ ТЕМПЕРАМЕНТА**

**Лисова Н.А., Шилов С.Н.**

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Красноярск, Россия;  
[nadia.krs@yandex.ru](mailto:nadia.krs@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m469.sudak.ns2019-15/272-273>

Известно, что типологические свойства нервной системы, играют важную роль в адаптации организма к окружающей среде (А.С. Верозуб, 2012; М. Zentner, R.L. Shiner, 2015). Малоизученной остается, однако, влияние темперамента на характер энергетического обеспечения адаптивных реакций при стрессовых воздействиях различной природы. Целью исследования было выявление особенностей энергообеспечения адаптивных реакций организма лиц юношеского возраста с разным типом темперамента при умственной и физической нагрузке.

В исследовании приняли участие 82 студента гуманитарного вуза в возрасте 18-21 год. Использовались метод классификация энергоизмененных состояний (А.Н. Флейшман, 1994) с проведением нагрузочных тестов: 3-минутные счет в уме и гипервентиляция с периодами восстановления. Фиксировался сверхнизкочастотный диапазон variability сердечного ритма (VLF), индекс напряжения (ИН) и усредненный омега-потенциал головного мозга (ОП). Тип темперамента определялся с помощью опросника DOTS с выделением 3 ВП-типов по степени выраженности поведенческих проявлений.

Обнаружено, что при умственной и физической нагрузке у ВП-типа «интенсивные» наблюдалась депрессия мощности VLF и ОП, а ИН увеличивался на умственную нагрузку больше, чем в 2 раза. При этом полное восстановление до фонового уровня за периоды отдыха не происходило. В группе «спокойных» отмечен значимо более высокий уровень VLF-компонента спектра, но реакция на физический и когнитивный стресс выражалась в интенсивной депрессии мощности VLF и ОП с последующим восстановлением до фонового уровня. После гипервентиляции наблюдалось увеличение ИН в 1,5 раза. «Адекватные» реагировали на счет в уме и гипервентиляцию повышением мощности VLF, ИН и ОП, в постнагрузочном периоде эти показатели восстановились до уровня фона, что соответствует оптимальной реакции.

Таким образом, лица с разным типом темперамента по выраженности поведенческих проявлений имеют различия в характере энергообеспечения адаптивных реакций в условиях когнитивной и физической

нагрузки. При этом, среднеактивный тип темперамента чаще демонстрирует реакции, которые указывают на нормальное функционирование организма и высокий адаптационный потенциал. Высокоактивные и низкоактивные субъекты характеризуются дефицитом энергообеспечения адаптивных процессов и высоким напряжением регуляторных механизмов при нагрузках, что может представлять фактор риска развития нарушения адаптации.

### **ADAPTIVE REACTION TO STRESS-LOAD IN YOUNG PEOPLE WITH DIFFERENT TYPES OF TEMPERAMENT**

**Lisova Nadezhda A., Shilov Sergej N.**

Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk, Russia; [nadia.krs@yandex.ru](mailto:nadia.krs@yandex.ru)

It is known that the typological properties of the nervous system play an important role in the adaptation to environment (A.S. Verozub, 2012; M. Zentner, R.L. Shiner, 2015). However, the effect of temperament on the energy supply of adaptive reactions under various stressful influences remains little studied. The aim of the study was to identify the characteristics of the energy supply of adaptive reactions in young people with different types of temperament during mental and physical stress load.

The study involved 82 of humanitarian University aged 18-21 years. We used the method of classification of energy-altered states (A.N. Fleischman, 1994) with stress tests: 3-minute mental arithmetic and hyperventilation with recovery periods. The ultra-low frequency range of heart rate variability (VLF), stress index (SI) and the average DC-potential of the brain were recorded. The type of temperament was determined using the DOTS questionnaire with the release of 3 types according to the severity of behavioral manifestations.

It was found that during mental and physical activity in the VP-type "intense" observed depression of VLF and OP levels, and SI increased by mental load more than 2 times. At the same time, there was no full recovery to the background level during the rest periods. In the group of "calm" marked significantly higher level of VLF-component of the spectrum, but the reaction to physical and cognitive stress was expressed in an intense depression VLF-power and OP, followed by recovery to the background level. After hyperventilation, there was a 1.5-fold increase of SI. "Adequate" responded to the score in the mind and hyperventilation by increasing the power of VLF, IN and OP, in the post-load period, these indicators recovered to the background level, which corresponds to the optimal reaction.

Thus, persons with different types of temperament in terms of the severity of behavioral manifestations have differences in the energy supply of adaptive reactions under conditions of cognitive and physical activity. At the same time, the mid-active type of temperament often demonstrates reactions that indicate the normal functioning of the body and a high adaptation potential. Highly active and low-active subjects are characterized by a shortage of energy supply of adaptive processes and high voltage of regulatory mechanisms under load, which can be a risk factor for the development of adaptation disorders.

### **ВЛИЯНИЕ ОБЩЕЙ МОДЕЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ НА ЧЕЛОВЕКА**

**Литвинова Н.А., Трасковский В.В., Булатова О.В., Звягинцев П.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кемеровский государственный университет», Кемерово, Россия, [olgakemsu@mail.ru](mailto:olgakemsu@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m470.sudak.ns2019-15/273-274>

Вибрации – сопровождают практически все природные процессы и воздействуют на наше тело посредством механических колебаний при нахождении нас в автотранспорте, при строительных работах, прослушивании музыки и т. д. Низкочастотные волны распространяются по организму в виде сдвига, высокочастотные – в виде волн давления (В. А. Смирнова, 2017). Ответная реакция организма на вибрацию зависит от ее интенсивности, длительности воздействия и от того, какая часть тела была подвергнута вибрационным колебаниям. Воздействие вибрации на человека применяется в лечебных учреждениях и в тренировочном процессе у спортсменов. Так или иначе, действие вибрации на нас, необратимо связано с нашей повседневной жизнью, и последствия получения различных ее доз как никогда актуальны на сегодняшний день. Целью исследования стало выявление влияния модельной общей вибрации на организм человека.

В исследовании в течение 6 дней участвовали 19 здоровых юношей в возрасте 18-22 лет. Для создания общей вертикальной вибрации использовали собранную установку, состоящую из основания, опорной платформы, водительского сиденья, и вибровозбудителя (электродвигатель АИР56В2 0,25 кВт 3000 об/мин с неуравновешенным ротором), который находился под опорной пластиной. Величина виброускорения в течение всего исследования не превышала 0,8 м/с<sup>2</sup>. Частота вибрации составляла 25 Гц. Юноши подвергались 10-минутной вибрации в течение 5 дней, начиная со второго. В первый (фон), второй и пятый день до, во время и после вибрации снимали электроэнцефалограмму с 19 стандартных отведений по системе 10-20 в полосе частот 0,5 до 70 Гц с частотой дискретизации 1000. Рассчитывали спектры мощности быстрым преобразованием Фурье.

В результате проведенного дисперсионного анализа спектральной мощности ЭЭГ было выявлено, что у обследованных юношей в фоновой ЭЭГ преобладают дельта- и высокочастотный альфа-ритмы. Функциональная проба с открытием глаз наиболее выражена в альфа-ритмах и снижается после 10-минутного покоя с закрытыми глазами и совсем исчезает в левом полушарии после воздействия вибрации. Выявлено достоверное повышение спектральной мощности дельта-ритма и снижение в ведущем альфа-ритме у юношей после 10-минутного покоя с закрытыми глазами и воздействия вибрации, особенно выраженное в последний день обследования. Динамика изменения спектральной мощности во время воздействия вибрации выражена в дельта и альфа ритмах. В ответ на первое предъявление вибрации происходит повышение спектральной мощности дельта-ритма, усиливающегося к 7-8 минуте воздействия, сходное по амплитуде с первым днем обследования, и снижение спектральной мощности обоих

альфа-ритмов. Длительное воздействие вибрации вызывает более выраженное повышение спектральной мощности дельта-ритма, сопровождающееся повышением мощности низкочастотного тета- и депрессией альфа- ритмов, усиливающееся к последней минуте воздействия. Полученные результаты свидетельствуют о том, что кратковременная низкочастотная вибрация низкой интенсивности вызывает расслабление организма и снижение уровня бдительности.

**THE IMPACT OF GENERAL VIBRATION ON HUMAN**  
**Litvinova Nadezhda A., Traskovsky Vyacheslav V., Bulatova Olga V., Zvyagintsev Pavel Yu.**  
Kemerovo, Kemerovo State University, Russia

Vibrations - accompany almost all natural processes and affect our body through mechanical vibrations when we are in vehicles, during construction, listening to music, etc. Low-frequency waves propagate through the body in the form of a shift, high-frequency waves - in the form of pressure waves (V. A. Smirnova, 2017). The response of the organism to vibration depends on its intensity, duration of exposure and on what part of the body was subjected to vibrational vibrations. The influence of vibration on human is used in medical institutions and in the training process in athletes. One way or another, the effect of vibration on us is connected with our daily lives, and the consequences of receiving its various doses are relevant today as never before. The aim of the study was to identify the influence of the model of general vibration on the human body.

The research for 6 days was attended by 19 healthy young men aged 18-22 years. To create a common vertical vibration, we was used an installation consisting of a base, a supporting platform, a driver's seat, and a vibration exciter (electric motor with an unbalanced rotor AIR56B2 0.25 kW 3000 rpm ), which was under the base plate. The magnitude of the vibration acceleration throughout the research did not exceed 0.8 m / s<sup>2</sup>. The vibration frequency was 25 Hz. The young men were subjected to a 10-minute vibration for 5 days, starting from the second. On the first (background), second and fifth day before, during and after the vibration, an electroencephalogram was recorded from 19 standard brain areas on the 10-20 system in the 0.5 to 70 Hz frequency band with a sampling frequency of 1000. The power spectra were calculated using a fast Fourier transform.

As a result of the dispersion analysis of the spectral power of the EEG, it was found that delta and high-frequency alpha rhythms predominate in the background EEG of the examined young men. The functional test with the opening of the eyes is most pronounced in alpha-rhythms and decreases after 10 minutes of rest with eyes closed and disappears completely in the left hemisphere after exposure to vibration. Revealed a significant increase in the spectral power of the delta rhythm and a decrease in the leading alpha rhythm in young men after 10 minutes of rest with eyes closed and influence of vibration, especially pronounced on the last day of the survey. The dynamics of spectral power changes during vibration exposure are expressed in delta and alpha rhythms. In response to the first presentation of vibration, the spectral power of the delta rhythm increases, with a maximum on 7-8 minutes of exposure, similar in amplitude to the first day of the research, and the spectral power of both alpha rhythms decreases. Prolonged exposure to vibration causes a more pronounced increase in the spectral power of the delta rhythm, accompanied by an increase in the power of the low-frequency theta and depression of the alpha rhythms, increasing to the last minute of exposure. The results suggest that short-term low-frequency vibration of low intensity causes relaxation of the body and a reduction in level arousal.

**ТРЕНИРОВКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НЕЙРОМЫШЕЧНОГО ИНТЕРФЕЙСА**  
**Лобов С.А., Крылова Н.П., Шамшин М.О., Казанцев В.Б.**  
ННГУ им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, lobov@neuro.nnov.ru

<https://doi.org/10.29003/m471.sudak.ns2019-15/274-275>

Электромиографические (ЭМГ) сигналы достаточно широко применяются для управления моторизованными протезами. В настоящее время идут интенсивные исследования, направленные на интеграцию ЭЭГ- и ЭМГ-интерфейсов с экоскелетными комплексами и средствами передвижения людей с ограниченными двигательными возможностями. Ранее было показано, что основными факторами, лимитирующими использование ЭМГ-интерфейса, являются анатомические и физиологические особенности пользователей [1]. Задача данной работы состояла в исследовании возможности улучшения навыка использования ЭМГ-интерфейса индивидуально для каждого пользователя.

В основе системы ЭМГ-управления применялась предложенная нами схема совмещенного командно-пропорционального управления [2]. В качестве управляемого объекта использовался колесный робот Pioneer 3DX и виртуальный автомобиль в аркадной компьютерной игре. Испытуемые управляли мобильным объектом с помощью жестов руки, при этом система ЭМГ-интерфейса вырабатывала управляющие команды на основе классификации ЭМГ-паттернов и оценки степени усилия мышц.

В ходе исследования на 18 испытуемых показано, что в процессе кратковременной (двухнедельной) тренировки достигнуто существенное улучшение навыка использования ЭМГ-интерфейса в управлении мобильным объектом. В среднем к концу тренировочного периода время прохождения теста в случае с реальным роботом сократилось на 60%, а в случае с виртуальным объектом – на 50%. При этом точность классификации статичных ЭМГ жестов статистически значимых различий не продемонстрировала. Компаративный анализ траекторий показал, что кратковременное обучение приводит к улучшению четкости выполнения движений, управляющих мобильным объектом в динамически меняющихся условиях. Полученные данные позволяют сделать предположение о том, что в течение кратковременной тренировки в мозге имеют место пластические изменения на высоком (когнитивном) уровне принятия решения, в то время как изменения на более низком уровне, затрагивающим моторные нейроны и мышцы, требуют долговременной тренировки.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках государственного задания № 8.2487.2017/ПЧ.*

[1] Lobov S., Krilova N., Kastalskiy I., Kazantsev V., Makarov V.A. Latent Factors Limiting the Performance of sEMG-Interfaces // *Sensors*, 2018. Vol. 18, № 4. P. 1122

[2] Lobov S.A., Mironov V.I., Kastalskiy, I.A., Kazantsev V.B. Combined Use of Command-Proportional Control of External Robotic Devices Based on Electromyography Signals // *Sovrem. Tehnol. v Med. Nizhny Novgorod State Medical Academy*, 2015. Vol. 7, № 4. P. 30–38

**TRAINING USERS OF NEUROMUSCULAR INTERFACE**  
**Lobov Sergey A., Krylova Nadia P., Shamshin Maxim O., Kazantsev Victor B.**  
Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia

Electromyographic (EMG) signals are widely used to control motor prostheses. Currently, intensive studies are being conducted aimed at the integration of EEG and EMG interfaces with wheelchairs and exoskeleton complexes. Earlier, we showed that the main factors limiting the use of the EMG interface are the anatomical and physiological features of the users [1]. The task of this work was to study the possibility of improving the skill of using the EMG interface individually for each user.

At the kernel of the EMG control system, we used the previously developed combined command-proportional control scheme [2]. We used the Pioneer 3DX wheeled robot and a virtual car in an arcade computer game as a controlled object. The subjects controlled the mobile object using hand gestures, while the EMG interface produced control commands based on the classification of the EMG patterns and the assessment of the degree of muscle effort.

During the study on 18 subjects aged 20 to 40 years, we showed that in the process of short-term (two-week) training, a significant improvement in the skill of using the EMG interface in managing a mobile object was achieved. On average, by the end of the training period, the test passing time in the case of a real robot was reduced by 60%, and in the case of a virtual object, by 50%. At the same time, the classification accuracy of static EMG gestures did not demonstrate statistically significant differences. Comparative analysis of the trajectories showed that short-term learning leads to an improvement in the clarity of the movements that control the mobile object in dynamically changing conditions. The data obtained allow us to make the assumption that during a short-term exercise in the brain plastic changes take place at a high (cognitive) level of decision-making. Changes at a lower level, affecting motor neurons and muscles, require long-term training.

*This study was supported by the governmental assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (grant No. 8.2487.2017/ПЧ).*

[1] Lobov S., Krilova N., Kastalskiy I., Kazantsev V., Makarov V.A. Latent Factors Limiting the Performance of sEMG-Interfaces // *Sensors*, 2018. Vol. 18, № 4. P. 1122

[2] Lobov S.A., Mironov V.I., Kastalskiy, I.A., Kazantsev V.B. Combined Use of Command-Proportional Control of External Robotic Devices Based on Electromyography Signals // *Sovrem. Tehnol. v Med. Nizhny Novgorod State Medical Academy*, 2015. Vol. 7, № 4. P. 30–38

**ВЫЯВЛЕНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ КИНАЗ, УЧАСТВУЮЩИХ В АДАПТАЦИИ НЕРВНЫХ КЛЕТОК К ФАКТОРАМ ИШЕМИИ**

**М.М. Логинова<sup>1</sup>, А.И. Кузнецова<sup>1</sup>, Т.А. Мищенко<sup>1,2</sup>, М.В. Ведунова<sup>1</sup>, Е.В. Митрошина<sup>1,2</sup>**

**1 - ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Россия**

**2 - ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия, pandaagron@ya.ru**

**<https://doi.org/10.29003/m472.sudak.ns2019-15/275-276>**

Ишемия - патологическое состояние, которое возникает при нарушении кровообращения, приводящее к временной дисфункции или стойкому повреждению ткани или органа. Наиболее чувствительным к ишемическому повреждению органом является головной мозг. Глюкозная депривация рассматривается как один из основных факторов повреждения клеток головного мозга при ишемическом повреждении. Длительное нарушение энергетического обмена нейронов приводит к изменению процессов синаптической передачи, гибели клеток и разрушению нейронных сетей головного мозга.

В настоящее время идет активный поиск веществ, способных снизить разрушающее действие глюкозной депривации. Одной из возможных терапевтических мишеней являются ферменты киназы, входящие в состав различных метаболических путей в клетке. Существуют литературные данные о роли киназ в реализации антиапоптотических метаболических каскадов, однако до сих пор роль многих нейрональных внутриклеточных киназ при действии повреждающих факторов ишемии остается неизвестной.

Поэтому целью настоящей работы явилось изучение роли киназ в адаптации нервных клеток к глюкозной депривации.

Было исследовано влияние селективных и неселективных ингибиторов киназ на жизнеспособность клеток первичных культур гиппокампа при моделировании глюкозной депривации. В работе были использованы ингибиторы следующих киназ: TRKA, TRKB, TNF-а; DYRK1A; Erk1, Erk2, RAF1, BRAF, p38MAPK, AKT1, AKT2, AKT3, JAK1, JAK2, CDK2/CyclinA, CDK2/CyclinE, FLT3, FLT4, PAK4.

На первом этапе работы была проведена оценка влияния ингибиторов киназ на жизнеспособность клеток первичных культур гиппокампа в условиях нормоксии на 7 сутки после аппликации ингибиторов. Ингибиторы киназ PAK4, AKT1, AKT2, AKT3, Erk1, Erk2, p38MAPK, TNF-а, RAF1, BRAF достоверно снижали число живых клеток.

На втором этапе была проведена оценка роли данных киназ в адаптации клеток первичных культур нейронов гиппокампа к глюкозной депривации. Показано, что глюкозная депривация вызывает достоверное снижение числа живых клеток в культурах («Глюкозная депривация» 80,08±2,75%, «Интakтные» 91,02±5,44%). При аппликации ингибиторов PAK4 (70,52±2,99%) и BRAF, RAF1 (64,72±2,93%) наблюдалось снижение числа живых клеток по сравнению с группой «Глюкозная депривация».

Таким образом, было выявлено, что киназы PAK4, AKT1, AKT2, AKT3, Erk1, Erk2, p38MAPK, TNF- $\alpha$ , RAF1, BRAF играют важную роль в поддержании жизнеспособности клеток первичных культур гиппокампа при нормоксии. Показано, что ингибирование киназ PAK4 и BRAF, RAF1 снижает устойчивость нервных клеток к действию глюкозной депривации.

*Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект 18-75-10071)*

#### **IDENTIFICATION OF INTRACELLULAR KINASES PARTICIPATING IN NERVOUS CELLS ADAPTATION TO ISCHEMIC FACTORS**

**Loginova Maria M.<sup>1</sup>, Kuznetsova Alisa I.<sup>1</sup>, Mishchenko Tatyana A.<sup>1,2</sup>, Vedunova Maria V.<sup>1</sup>, Mitroshina Elena V.<sup>1,2</sup>**

1 - Nizhny Novgorod N.I. Lobachevsky State University (UNN), Nizhny Novgorod, Russia

2 - Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Ischemia is a pathological process that occurs when blood circulation is impaired, leading to temporary dysfunction or permanent damage of tissues and organs. Brain is the most sensitive organ to ischemic lesions. Glucose deprivation is considered as one of the main ischemic factors. Long-term violation of neuronal energy metabolism leads to changes in synaptic transmission processes, destruction of brain neural networks and cell death.

Nowadays, there is an active search for substances that can reduce the destructive effect caused by glucose deprivation. One of the potential therapeutic targets are kinases. These enzymes are part of various metabolic pathways in cell. Several experimental studies show the role of kinases in implementation of anti-apoptotic cascades, however, significance of many neuronal intracellular kinases under ischemic factors influence remains unknown.

The aim of this work was to study the role of kinases in the nervous cells adaptation to glucose deprivation.

The effect of selective and non-selective kinases inhibitors on viability of primary hippocampal culture cells under glucose deprivation was investigated. The inhibitors of the following kinases were used: TRKA, TRKB, TNF- $\alpha$ ; DYRK1A; Erk1, Erk2, RAF1, BRAF, p38MAPK, AKT1, AKT2, AKT3, JAK1, JAK2, CDK2 / CyclinA, CDK2 / CyclinE, FLT3, FLT4, PAK.

It was shown that PAK4, AKT1, AKT2, AKT3, Erk1, Erk2, p38MAPK, TNF- $\alpha$ , RAF1, BRAF, kinase inhibitors decreased significantly the number of viable cells in primary hippocampal cultures in normal conditions on day 7 after treatment. Glucose deprivation modeling caused a significant decrease the number of viable cells in cultures ("Glucose deprivation"  $80.08 \pm 2.75\%$ , "Sham"  $91.02 \pm 5.44\%$ ). Blockade of PAK4 ( $70.52 \pm 2.99\%$ ) and BRAF, RAF1 ( $64.72 \pm 2.93\%$ ) led to decrease the number of living cells in comparison with the "Glucose deprivation" group.

Thus, PAK4, AKT1, AKT2, AKT3, Erk1, Erk2, p38MAPK, TNF- $\alpha$ , RAF1, BRAF kinases play an important role in maintaining the viability of cells in primary hippocampal cultures during normoxia. Inhibition of PAK4 and BRAF, RAF1 kinases decreased the resistance of nervous cells to the glucose deprivation.

*The work was supported by the Russian Science Foundation (project 18-75-10071)*

#### **РОЛЬ СПЕЦИФИЧЕСКОГО БЛОКАТОРА АСТРОЦИТАРНЫХ ЩЕЛЕВЫХ КОНТАКТОВ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ ПОСЛЕ ИШЕМИИ МОЗГА У КРЫС**

**Логинова Н.А., Панов Н.В., Косицын Н.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, E-mail: [nadinvnd@yandex.ru](mailto:nadinvnd@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m473.sudak.ns2019-15/276-277>

При ишемии головного мозга происходит активация щелевых контактов (GJs). Однако их роль противоречива, поскольку через GJs могут проходить как проапоптотические факторы, так и нейротрофические. Для определения роли GJs часто используют блокаторы щелевых контактов.

Целью данного исследования было определение роли астроцитарных щелевых контактов через 3 суток после ишемии мозга, поэтому в данном исследовании мы применяли две схемы введения блокатора: за 30 минут до ишемии и через 30 минут после начала ишемии.

Работа была проведена на 32 крысах самцах линии Вистар ( $m=250-300g.$ ), у которых моделировали ишемию с помощью метода фотохимического тромбирования, при которой засветку проводили над моторной областью неокортекса. Мощность лазера составляла 2,8мВт/кв.мм, длительность засветки – 2 минуты. В качестве специфического блокатора астроцитарных щелевых контактов использовали пептид-миметик (ПМ) 43Gар 26 (AS-62644, AnaSpec, USA). ПМ апплицировали на поверхность неокортекса в концентрации 0,1мг/мл (объем – 10мкл). Крысы были разделены на следующие группы: 1) группа «ишемия» ( $n=8$ ) – у крыс моделировали ишемию, ПМ не апплицировали; 2) группа «ПМ+ишемия» ( $n=12$ ) – ПМ вводили за 30 минут до засветки; 3) группа «ишемия+ПМ» ( $n=12$ ) – ПМ вводили через 30 минут после засветки. Для оценки степени выраженности сенсомоторного дефицита (СМД) задних конечностей крыс использовали тест «сужающаяся дорожка» (ООО «НПК Открытая наука», Москва). Всех крыс тестировали до ишемии. Это измерение использовали в качестве контрольного. Повторное тестирование проводили на 3-и сутки после ишемии.

Для анализа динамики СМД использовали непараметрический критерий Вилкоксона для зависимых выборок. Для анализа межгрупповых отличий использовали ранговый дисперсионный анализ Краскела-Уоллеса с апостериорным сравнением по критерию Манна-Уитни.

СМД увеличивался у крыс из групп «ишемия» и «ПМ+ишемия» ( $p<0,1$  – тенденция) к 3-м суткам после ишемии мозга, что отражает нарушение функционирования задней конечности. Введение ПМ через 30 минут после ишемии вовсе не привело к нарушению функционирования задней конечности. Анализ данных сравнения групп между собой не выявил значимых отличий.

Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать о том, что на ранних этапах развития ишемии средней степени тяжести роль щелевых контактов сводится к попытке поддержания клеток на необходимом функциональном уровне, поэтому их блокада приводит к кратковременному ухудшению динамики восстановления.

*Работа поддержана Российской Академией Наук.*

#### **SPECIFIC BLOCKER OF ASTROCYTIC GAP JUNCTIONS INFLUENCES ON THE RECOVERY OF MOTOR FUNCTION AFTER THE CEREBRAL ISCHEMIA IN RATS**

**Loginova Nadezhda Alexandrovna, Panov Nikolay Viktorovich, Kositsyn Nikolay Stepanovich**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia

E-mail: [nadinvnd@yandex.ru](mailto:nadinvnd@yandex.ru)

Gap junctions (GJs) are activated during cerebral ischemia (CI). Their role is controversial because both proapoptotic and neurotrophic factors can pass through GJs. To determine the role of GJs their blockers are applied.

The aim of present research was to determine the role of astrocytic GJs in the 3d day after CI. Here we have used two schemes of application of blocker – 30 minutes before CI and 30 minutes after it.

The research was carried out on 32 male Wistar rats (m=250-300g). CI was produced with photochemical thrombosis above primary motor cortex (laser intensity was 2,5mV/sq.mm, duration – 2 minutes). We used peptide-mimetic (PM) 43Gap 26 as a specific astrocytic GJs blocker (AS-62644, AnaSpec, USA). We applied PM (0,1microg/ml, volume – 10microL) on the surface of neocortex. The rats were divided on three groups: 1) "ischemia" (n=8) – CI was carried out and PM was not applied; 2) "PM+ischemia" (n=12) – PM was applied 30 minutes before CI; 3) "ischemia+PM" (n=12) – PM was applied in 30 minutes after CI. We used the "beam-walking test" to estimate the sensorimotor disability (SMD) of rats' hindlimbs (Open Science, Russian Federation). All rats also were tested before CI. This measure we used as a control one.

Non-parametrical Wilcoxon test was used for the comparison of dynamic changes, and Kraskel-Wallis analysis with Mann-Whitney test we used for analysis of independent groups.

SMD was increased in groups "ischemia" and "PM+ischemia" (p<0,1 – tendency) on the 3d day after CI. It reflects the disturbance of the activity of hindlimbs. In the group "ischemia+PM" we did not discovered such increase. Analysis spent between groups did not reveal any significant differences.

Thus, the role of astrocytic GJs in early terms of moderate severity CI is implying the possible support of cells on the required functional level. As a result the blockade of GJs gets rise to short-term deterioration of recovery.

*The present research was supported by Russian Academy of Science.*

#### **МЕЛАТОНИН УСИЛИВАЕТ ДЕЙСТВИЕ РЕТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИТАРАБИНА ПРИ ОСТРОМ МИЕЛОИДНОМ ЛЕЙКОЗЕ НА МОДЕЛИ КЛЕТКИ KG-1**

**Ломовский А.И.<sup>1</sup>, Бабурин Ю.Л.<sup>1</sup>, Кобякова М.И.<sup>1</sup>, Фадеев Р.С.<sup>1,2</sup>, Акатов В.С.<sup>1,2</sup>, Крестинина О.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Теоретической и Экспериментальной Биофизики Российской Академии Наук, Пущино-142290 Пущино, ул. Институтская, 3 Московской обл.; факс: (4967)33-0553, <sup>2</sup>Пушчинский государственный естественно-научный институт, [lomovskyaalex@gmail.com](mailto:lomovskyaalex@gmail.com)

Острый миелоидный лейкоз (ОМЛ) – разновидность рака крови, характеризующаяся нарушением нормального кроветворения. Это онкологическое заболевание сопровождается производством избыточного количества аномально незрелых клеток крови – предшественников лейкоцитов. Патологически измененные клетки крови накапливаются в костном мозге и распространяются по организму, вызывая необратимые процессы: от формирования онкологических опухолей до летального исхода. В медицинской практике для лечения данного заболевания применяют различные противоопухолевые препараты, в частности, ретиноевую кислоту, цитарабин и другие. Однако, данные препараты оказывают токсичное действие на организм в целом, поэтому необходимо найти терапевтические подходы в лечении лейкозов, чтобы снизить действие химиотерапевтических веществ. Мелатонин (МЕЛ) является производным биогенного амина (серотонина), который в свою очередь синтезируется из аминокислоты триптофана, секретируется шишковидной железой и другими тканями. В клетке МЕЛ участвует в регуляции пролиферацией и дифференцировки. Существуют доказательства антипролиферативной, антиоксидантной и иммуностимулирующей активности МЕЛ. Аномальные уровни МЕЛ у раковых больных, показывают, что его можно считать физиологическим онкостатическим веществом. Ранее, мы исследовали сочетанное действие МЕЛ (1 мМ) с ретиноевой кислотой (при пониженной концентрации, 10 нМ) и цитарабином и обнаружили, что МЕЛ усиливал действие ретиноевой кислоты в клетках острого промиелоцитарного лейкоза (ОПЛ, на модели клеток HL-60). Клетки KG-1 являются предшественниками развития ОПЛ. Поэтому, в настоящей работе мы исследовали совместное действие МЕЛ со сниженными концентрациями ретиноевой кислоты и цитарабина на рост и активацию пролиферации клеток KG-1. Было обнаружено, что исследуемые сочетания препаратов снижали пролиферацию клеток, а также митотический индекс, усиливали дифференцировку. МЕЛ может улучшать действие химиотерапевтических агентов и может быть полезным для новых подходов в раковой терапии.

*Работа поддержана грантом РФФИ №17-04-00747.*

#### **MELATONIN ENHANCES THE ACTION OF RETINOIC ACID AND CYTARABINE IN ACUTE MYELOID LEUKEMIA ON THE KG-1 CELL MODEL**

**Lomovsky, A.I.<sup>1</sup>, Baburina Yu.L.<sup>1</sup>, Kobayakova, M.I.<sup>1</sup>, Fadeev, R.S.<sup>1,2</sup>, Akatov, V.S.<sup>1,2</sup>, Krestinina O.V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Theoretical and Experimental Biophysics RAS, Pushchino, Moscow region, Russia,  
<sup>2</sup>Pushchino State Institute of Natural Sciences, [lomovskyaalex@gmail.com](mailto:lomovskyaalex@gmail.com)

Acute myeloid leukemia (AML) is a type of blood cancer characterized by impaired normal blood formation. This cancer is accompanied by the production of an excessive amount of abnormally immature blood cells - the precursors of leukocytes. Pathologically altered blood cells accumulate in the bone marrow and spread throughout the body, causing irreversible processes: from the formation of cancer tumors to death. In medical practice, various anticancer drugs, in particular, retinoic acid, cytarabine and other, are used to treat this disease. However, these drugs have a toxic effect on the body as a whole; therefore it is necessary to find therapeutic approaches in the treatment of leukemia to reduce the effect of chemotherapeutic agents. Melatonin (MEL) is a derivative of a biogenic amine (serotonin), which in turn is synthesized from the amino acid tryptophan, secreted by the pineal gland and other tissues. In the cell, MEL is involved in the regulation of proliferation and differentiation. There is evidence of antiproliferative, antioxidant and immunostimulating activity of MEL. Abnormal levels of MEL in cancer patients show that it can be considered a physiological oncostatic substance. Earlier, we investigated the combined effect of MEL (1 mM) with retinoic acid (at a reduced concentration, 10 nM) and cytarabine and found that MEL enhanced the effect of retinoic acid in acute promyelocytic leukemia cells (APL, on the HL-60 cell model). KG-1 cells are precursors to the development of APL. Therefore, in the present work, we investigated the combined effect of MEL with reduced concentrations of retinoic acid and cytarabine on the growth and activation of the proliferation of KG-1 cells. It was found that the studied combinations of drugs reduced cell proliferation, as well as the mitotic index, increased differentiation. MEL may improve the effect of chemotherapeutic agents and may be useful for new approaches in cancer therapy.

*The study was supported by grant RFBR № 17-04-00747*

### **ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ БАЗОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПАМЯТИ У ДОШКОЛЬНИКОВ**

**Ломтатидзе О.В., Алексеева А.С.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия;  
olya.l@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m474.sudak.ns2019-15/278>

К 5-6 годам успешность дифференцировки свойств предмета при воспроизведении возрастает вдвое по сравнению с 3-4 летними детьми. Одним из базовых процессов, лежащих в основе этого, является интерференция памяти, включающая, в частности, механизм тормозного контроля. В качестве маркера развития базовых процессов памяти в работе определялись кинетический и пространственный нейропсихологические факторы, имеющие сенситивный период развития в изучаемой возрастной группе.

Для определения интерференции памяти на пилотной выборке в 25 дошкольников в возрасте 5.5-6.5 лет использовался "Программный комплекс для определения характеристик систем зрительно-пространственной памяти" О.М. Разумниковой, М.А. Совиных. Нейропсихологические факторы оценивались с помощью графической пробы «Забор» по методике Т.В. Ахутиной.

Анализ полученных результатов позволил выявить значимые прямые взаимосвязи успешности прохождения нейропсихологической пробы с продуктивностью воспроизведения информации. В то же время скорость воспроизведения информации демонстрирует обратную связь с успешностью выполнения нейропсихологической пробы, что свидетельствует о том, что пониженные значения времени воспроизведения, по всей вероятности, являются следствием недостаточной сформированности процессов тормозного контроля, оказывающего влияние на успешность принятия решения.

Таким образом кинетический фактор является коррелятом сформированности основных базовых процессов памяти, таких как продуктивность воспроизведения, тормозной контроль и успешность принятия решения. На данном этапе исследования встает вопрос о механизмах выявленных взаимосвязей, требующий уточнения в дальнейшей работе.

### **PSYCHOPHYSIOLOGICAL AND NEUROPSYCHOLOGICAL CORRELATES OF BASIC MEMORY PROCESSES AT PRESCHOOL CHILDREN**

**Lomtatidze Olga V., Alekseeva Anna S.**

UrFU (Ekaterinburg, Ural Federal University) Ekaterinburg, Russia

By the age of 5-6 years, the level of a differentiation of subject's properties at representation increases twice in comparison with 3-4 years children. One of the basic processes, which are the cornerstone of it, is the memory interference that includes, in particular, the mechanism of inhibition's control. Kinetic and spatial neuropsychological factors having the sensitive period of development in the studied age group were defined as markers of development of basic memory processes.

To research the interference of memory on pilot sample of 25 preschool children at the age of 5.5-6.5 years we used "The program complex for definition of characteristics of systems of visual and spatial memory" by O.M. Razumnikova, M.A. Sovinykh. Neuropsychological factors were estimated by means of graphic test "Fence" by T.V. Akhutina's technique.

The analysis of the results revealed the significant positive interrelations between the level of passing of neuropsychological test and the efficiency of representation of information. At the same time, the speed of the representation showed the significant negative interrelations with the level of passing of neuropsychological test that probably demonstrates that the small representation time are a consequence of insufficient formation of processes of the inhibition's control affecting on the success of decision-making.

Thus, the kinetic factor is a correlate of formation of the basic processes of memory, such as efficiency of representation, inhibition's control and success of decision-making. At this time, there is a question of mechanisms of the revealed interrelations demanding further research work.

## СУБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА Лопатина В.Ф.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования  
«Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова», Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m475.sudak.ns2019-15/279>

Для исследования пищевой мотивации применялись критерии, предложенные В.П. Белинским: изменение степени насыщения во время приема пищи и появление чувства голода после еды в течение суток (с 8 до 22 часов), динамика эффективности волевых усилий и др. Применялась двадцати балльная шкала оценки пищевой мотивации в интервале от -10 до +10 баллов с шагом 2.5 балла: -10 баллов — сильное чувство голода; -7.5 балла - обычное чувство голода; -5.0 балла — слабое чувство голода; -2.5 балла — нет голода, но способен есть; 0 баллов — нет определенного чувства; +2.5 балла - неполное насыщение; +5 баллов — комфортное насыщение; +7.5 балла — избыточное насыщение; +10.0 баллов — насыщение до отвращения. Под обычным приемом пищи понималось употребление такого ее количества, которое молодые люди получали по существующим нормативам довольствия. Желание приема пищи больше обычного оценивалось как «сильное чувство голода», потребность в обычном приеме пищи - как «обычное чувство голода»; ощущение «нет голода, но способен есть» определялось отсутствием желания приема пищи, но сохранением способности съесть некоторое ее количество, не испытывая при этом дискомфорта. Остальные характеристики не требуют дополнительных разъяснений. Юноши, обучающиеся в Высшем военном учебном заведении и получающие рацион питания по норме довольствия, были распределены на три группы: с оптимальной (ОМТ) (n=50), пониженной (n=20) (НМТ) и повышенной (n=35) массой тела (ПМТ). Лиц с недостаточной (дефицитом) массой тела среди обследованных не было обнаружено. При достаточно монотонном стереотипе питания и соблюдении энергетического баланса у лиц с ОМТ чувства голода за 20-30 минут перед приемом пищи регистрировались как «обычное и слабое» (-6.8±0.3 балла -до завтрака; -6.9±0.2 балла -до обеда; -6.0±0.4 балла -до ужина), а насыщение после приемов пищи через 20-30 минут ближе к «комфортному» (+4.6±0.2 - после завтрака; +4.7±0.2 - после обеда и +4.2±0.2 - после ужина). Отклонение массы тела существенно сказывается на динамике рецепции внутри соответствующих групп. После каждого приема пищи юноши с НМТ оценивали состояние насыщения «выше комфортного» (+5.8±0.2; +7.5±0.1; +5.8±0.4 -после завтрака, обеда и ужина), в то время как лица с ПМТ — «ниже комфортного насыщения» (+5.0±0.1; +3.8±0.4; +4.4±0.2 -после завтрака, обеда и ужина). Видимо, у юношей с ПМТ имелась мотивация для дополнительного приема пищи из-за субъективной недооценки степени насыщения. Юноши с НМТ оценивали более высоко состояние насыщения после приема пищи в сравнении с предыдущей группой. Испытуемые с ОМТ оценивали более адекватно чувства голода и состояние насыщения. Таким образом, для диагностики психофизиологических особенностей пищевого поведения целесообразно исследовать и оценивать пищевую мотивацию с использованием методики шкалирования чувства голода и насыщения, позволяющей выявлять различия в субъективных переживаниях человека, имеющего отклонения в статусе питания.

## SUBJECTIVE ESTIMATION OF HUNGER AND SATURATION IN PERSONS WITH DIFFERENT BODY WEIGHT Lopatina Vera F.

Federal state budgetary military educational institution of higher education "Military Medical Academy S.M. Kirov"  
Saint Petersburg, Russia

The criteria proposed by V.P. Belinsky: a change in the degree of saturation during a meal and the appearance of hunger after eating during the day (from 8 to 22 hours), the dynamics of the effectiveness of volitional efforts, etc. A twenty-point scale for assessing food motivation in the interval from -10 to + 10 points from step 2.5 points: -10 points - a strong feeling of hunger; -7.5 points - the usual feeling of hunger; -5.0 points - weak feeling of hunger; -2.5 points - no hunger, but able to eat; 0 points - no definite feeling; +2.5 points - incomplete saturation; +5 points - comfortable saturation; +7.5 points - excessive saturation; +10.0 points - saturation to disgust. Under the usual meal was understood the use of such a quantity that young people received according to existing standards of allowances. The desire to eat more than usual was assessed as "a strong feeling of hunger," the need for an ordinary reception of poor people — as an "ordinary feeling of hunger"; the feeling of "no hunger, but being able to eat" was determined by the lack of desire for food, but by preserving the ability to eat some of it, without experiencing discomfort. The remaining characteristics do not require further clarification. The young men studying at the Higher Military School and receiving a food ration according to the standard of allowances were divided into three groups: with optimal (n = 50), low (n = 20) and increased (n = 35) body weight. Persons with insufficient (deficit) body weight among the examined were not found. With a sufficiently monotonous stereotype of food and energy balance in individuals with optimal body weight, hunger for 20-30 minutes before eating was recorded as "normal and weak" (-6.8 ± 0.3 points — before breakfast; -6.9 ± 0.2 points — before dinner ; -6.0 ± 0.4 points - before dinner), and saturation after meals 20-30 minutes closer to the "comfortable" (+ 4.6 ± 0.2 after breakfast; + 4.7 ± 0.2 after lunch and + 4.2 ± 0.2 after dinner ). The deviation of body weight significantly affects the dynamics of reception within the respective groups. After each meal, a young man with a reduced body weight was assessed as "above comfortable" (+ 5.8 ± 0.2; + 7.5 ± 0.1; + 5.8 ± 0.4) after breakfast, lunch and dinner, while those with increased body mass "Below comfortable saturation" (+ 5.0 ± 0.1; + 3.8 ± 0.4; + 4.4 ± 0.2 - after breakfast, lunch and dinner). Apparently, young men with increased body mass were motivated for additional meals because of the subjective underestimation of the degree of saturation. Young men with a reduced body weight were more likely to assess their state of satiety after a meal, compared with the previous group. The subjects with the optimal mass evaluated the feelings of hunger and the state of saturation more adequately. Thus, for the diagnosis of psycho-physiological features of eating behavior, it is advisable to investigate and evaluate nutritional motivation using the scaling technique. feelings of hunger and satiety, which allows to identify differences in the subjective experiences of a person who has abnormalities in nutritional status.



## АБСОЛЮТНЫЕ ПОРОГИ ВОСПРИЯТИЯ ТЕСТОВЫХ РАСТВОРОВ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНОЙ МАССОЙ ТЕЛА

В.Ф. Лопатина

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования  
"Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова", Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m476.sudak.ns2019-15/280>

По мнению ряда авторов человек функционирует как одноканальная система, так как в каждый данный момент главной для него становится только один сенсорный вход (например, обонятельный, слуховой, зрительный). Следовательно, колебательный характер внимания представляет собой периодическое смещение акцента восприятия с одного входа на другой (П.В. Симонов, 1987, Б.Ф. Ломов, 1984). Ощущения пороговых концентраций могут существенно колебаться у одного человека в течение дня (K.N. Plattig, 1988).

В исследовании применялись восходящие ряды свежеприготовленных водных растворов химических веществ, применяемых в кулинарии и медицине. Нами изучались следующие абсолютные пороги чувствительности: пороги восприятия (ПВ) соленого (раствор NaCl от 0.01%), кислого (раствор лимонной кислоты от 0.01%), сладкого (раствор глюкозы от 0.01%) и горького (раствор CaCl<sub>2</sub> от 0.1%) вкусов у лиц с учетом их статуса питания, оцениваемого по массе тела (МТ): оптимальная, пониженная и повышенная. В ходе исследования не было выявлено лиц с болезненными (органическими) нарушениями вкусовых ощущений. Исследования проводились в группе, включающей не более 6 человек перед завтраком, обедом и ужином.

Динамика чувствительности сенсорного анализатора в течение суток была установлена на уровне тенденции у лиц с оптимальной МТ: ПВ соленого вкуса повышался с 0.4% до 0.6%, горького - с 0.4% до 0.95%, сладкого понижался с 0.8% до 0.4%, а кислого не изменялся и составил 0.04%. У лиц с пониженной МТ и повышенной МТ ПВ сладкого были достоверно выше (от 0.9% до 1.3%) и (от 0.9% до 1.0%), чем у лиц с оптимальной МТ. ПВ кислого вкуса был достоверно выше (от 0.04% до 0.1%) в группе с повышенной МТ по сравнению с лицами с оптимальной МТ. Достоверно ниже ПВ горького вкуса от 0.2% до 0.3% в группах с повышенной и пониженной МТ. Полученные данные иллюстрируют, что абсолютный ПВ не является величиной постоянной, а подвергается флюктуации в течение суток. Статистически значимые флюктуации по порогу того или иного вкуса могут указывать на развитие энергетического дисбаланса. Ощущение сладкого и горького вкусов проявляются как менее устойчивый сенсорный показатель, а, следовательно как более чувствительный информационный критерий перспективный для мониторинга за субъективными ощущениями и пищевым поведением в целом.

## ABSOLUTE THRESHOLD PERCEPTIONS OF TEST SOLUTIONS IN PERSONS WITH DIFFERENT BODY MASS

Lopatina Vera F.

Federal state budgetary military educational institution of higher education "Military medical Academy S. M. Kirov"  
Saint Petersburg, Russia

According to a number of authors, a person functions as a single-channel system, since at any given moment only one sensory input (for example, olfactory, auditory, visual) becomes main for him. Consequently, the oscillatory nature of attention is a periodic shift in the focus of perception from one entrance to another (P.V. Simonov, 1987, B.F. Lomov, 1984). Sensations of threshold concentrations can fluctuate significantly in one person during the day (K.N. Plattig, 1988).

The study used the ascending series of freshly prepared aqueous solutions of chemicals used in cooking and medicine. We studied the following absolute sensitivity thresholds: thresholds of perception (TP) of salt (NaCl solution from 0.01%), acidic (citric acid solution from 0.01%), sweet (glucose solution from 0.01%) and bitter (CaCl<sub>2</sub> solution from 0.1%) tastes individuals based on their nutritional status, as measured by body mass (BM): optimal, reduced and increased. During the study, no persons with painful (organic) disorders of taste sensations were identified. The studies were conducted in a group of not more than 6 people before breakfast, lunch and dinner.

During the day, the sensitivity dynamics of the sensory analyzer was set at the trend level in individuals with optimal BM: the salty taste TP increased from 0.4% to 0.6%, the bitter - from 0.4% to 0.95%, the sweet decreased from 0.8% to 0.4% changed and amounted to 0.04%. In persons with reduced BM and increased BM, the TP of sweet was significantly higher (from 0.9% to 1.3%) and (from 0.9% to 1.0%) than in individuals with optimal BM. The PV of sour taste was significantly higher (from 0.04% to 0.1%) in the group with increased BM compared with individuals with optimal BM. Significantly lower than TP bitter taste from 0.2% to 0.3% in groups with high and low BM.

The data obtained illustrate that the absolute TP is not a constant value, but is subject to fluctuations during the day. Statistically significant fluctuations at the threshold of a particular taste indicate the development of energy imbalance. The sensation of sweet and bitter tastes manifests itself as a less stable sensory indicator, and therefore as a more sensitive information criterion, promising for monitoring subjective sensations and eating behavior in general.

## УСКОРЕНИЕ АДАПТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ГИПОКСИИ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОГОРЬЯ

Лопатина В.Ф., Ганопольский В.П.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования  
"Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова", Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m477.sudak.ns2019-15/280-281>

При гипоксии отмечается ухудшение общего самочувствия, снижение жизненного тонуса, различные нарушения физиологических систем, преобладание жалоб церебрального характера. Степень снижения

физической работоспособности зависит от высоты над уровнем моря, она обусловлена уменьшением парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе, а также особенностями горного климата (температура и влажность воздуха, сила ветра, уровень солнечной радиации и др.). При мышечной деятельности в условиях гипоксии организму труднее полностью удовлетворять метаболический запрос в кислороде. Снижение уровня энергетического обмена приводит к падению уровня работоспособности, изменению гемодинамических показателей (повышение вязкости крови, сдвиги кислотно-основного состояния в сторону алкалоза).

Приоритет в разработке антигипоксантов в нашей стране принадлежит ученым Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова. В середине прошлого века под руководством профессора В.М. Виноградова были созданы первые антигипоксанты с поливалентным действием: гутимин, а затем амтизол, активно изучавшиеся впоследствии под руководством профессоров А.В. Смирнова, Л.В. Пастушенкова, П.Д. Шабанова. В условиях высокогорья применение фармакологических средств показано в следующих случаях: при необходимости облегчения полноценной адаптации вновь прибывших контингентов в условиях высокогорья и среднегорья; при необходимости повышения работоспособности во время подъемов в экстремальных условиях на большие высоты и в период ведения там активных действий; при необходимости ускорения восстановления сил после многодневных действий в горах, особенно при астенических состояниях и развитии прогрессирующего утомления. В качестве средств коррекции высотной болезни могут применяться следующие группы препаратов: метаболические активаторы; пептидные препараты; комбинированные средства (Б-300). Препараты гипоксен, трекрезан, метаболический коктейль Б-300, представляющий собой комбинацию метапрота (бемитила), трекрезана, никотиновой кислоты и рибофлавина, повышают устойчивость организма к быстро меняющимся условиям среды (пониженные и повышенные температуры, гипоксия), то есть они используются в качестве метеoadаптогенного средства. В целом применение антигипоксантов уменьшает негативные последствия акклиматизации при быстром перемещении спортсменов в другую климатическую зону.

### **ADAPTACION OF ATHLETES IN HYPOXIA IN THE HIGH MOUNTAINS**

**Lopatina Vera F., Ganapolsky Vyacheslav P.**

Federal state budgetary military educational institution of higher education "Military medical Academy S. M. Kirov"  
Saint Petersburg, Russia

During hypoxia, there is a worsening of the general state of health, a decrease in vitality, various disorders of the physiological systems, a predominance of complaints of cerebral character. The degree of physical performance reduction depends on the height above sea level, it is caused by a decrease in the partial pressure of oxygen in the air we breathe, as well as by the peculiarities of the mountain climate (temperature and humidity, wind force, solar radiation level, etc.). During muscular activity under hypoxic conditions, it is more difficult for the body to fully satisfy the metabolic demand for oxygen. A decrease in the level of energy metabolism leads to a drop in the level of efficiency, changes in hemodynamic parameters (increased blood viscosity, changes in the acid-base state towards alkalosis).

The priority in the development of antihypoxants in our country belongs to scientists of the Military Medical Academy. S.M. Kirov. In the middle of the last century under the guidance of Professor V.M. Vinogradov created the first anti-hypoxants with a polyvalent effect: gutimine, and then amtizol, which were subsequently actively studied under the guidance of professors A.V. Smirnova, L.V. Pastushenkova, P.D. Shabanov. In the highlands, the use of pharmacological agents is shown in the following cases: if necessary, facilitate the full-fledged adaptation of newly arrived contingents in the highlands and middle mountains; if it is necessary to improve performance during ascents under extreme conditions at great heights and during active actions there; if necessary, accelerate the recovery of strength after days of action in the mountains, especially in asthenic conditions and the development of progressive fatigue. As a means of correction of altitude sickness, the following groups of drugs can be used: metabolic activators; peptide drugs; combined means (B-300). Hypoxen preparations, trekrezan, metabolic cocktail B-300, which is a combination of metaprot (bemitil), trekrezan, nicotinic acid and riboflavin, increase the body's resistance to rapidly changing environmental conditions (low and high temperatures, hypoxia), that is, they are used as a meteadaptogenic facilities. In general, the use of antihypoxants reduces the negative effects of acclimatization with the rapid movement of athletes to another climate zone.

### **СИМПТОМЫ АТИПИЧНОГО ТРЕВОЖНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ПРИПОДНЯТОМ КРЕСТООБРАЗНОМ ЛАБИРИНТЕ У КРЫС ПРИ ОСТРОМ И ХРОНИЧЕСКОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В МАЛОЙ ДОЗЕ**

**Лосева Е.В.<sup>1</sup>, Логинова Н.А.<sup>1</sup>, Панов Н.В.<sup>1</sup>, Крючкова А.В.<sup>2</sup>, Руссу Л.И.<sup>3</sup>, Мезенцева М.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, Москва; <sup>2</sup>Московский государственный университет им М.В.

Ломоносова; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России подразделение Институт вирусологии имени Д.И.Ивановского Минздрава России, Москва, Россия, [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m478.sudak.ns2019-15/281-282>

Уникальные свойства углеродных нанотрубок (УНТ) (повышенные прочность, гибкость, электро- и теплопроводность) делают их очень перспективными для использования в самых разных областях человеческой деятельности. Но вопрос об их токсическом воздействии на организм активно обсуждается в литературе. Много данных о токсичности для организма больших доз УНТ, но практически не изучен вопрос о потенциальной опасности их малых доз. Ранее мы показали, что однократное интраназальное введение крысам взвеси однослойных УНТ (ОСУНТ) в малой дозе (4 мкг/кг) угнетало продукцию мРНК большинства цитокинов в селезенке и мозге. При этом усиливалась экспрессия раннего гена c-fos в обонятельной

луковице и пириформной коре [Лосева Е.В. и др., 2016]. Очень мало известно о влиянии малых доз ОСУНТ на поведение животных. Цель настоящей работы состояла в исследовании влияния малой дозы ОСУНТ при остром или хроническом интраназальном введении на показатели поведения крыс в тесте «приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ), который используется для оценки тревожности.

Крысам-самцам Вистар ежедневно интраназально вводили по 100 мкл взвеси ОСУНТ в физиологическом растворе (ФР) в малой дозе (5,2 мкг/кг) в течение 4-х (острое введение, n=9) или 13-и (хроническое введение, n=9) дней. Контрольным крысам аналогично вводили по 100 мкл ФР (n=18). Статистический анализ показателей поведения крыс в ПКЛ (по 5 минут) проводили с помощью рангового дисперсионного анализа Краскела-Уоллеса с последующим сравнением по непараметрическому критерию Манна-Уитни для независимых признаков с помощью программы STATISTICA 7.0.

Показано, что в тесте ПКЛ у крыс после 4-х кратного введения малой дозы ОСУНТ, по сравнению с контролем, наблюдалась активация поведения в центре и открытом рукаве, что выразилось в частом и длительном их посещении, но сокращении времени среднего акта таких посещений. У этих животных также увеличивалась вертикальная исследовательская активность (стойки), горизонтальная исследовательская активность (свешивания) и общая двигательная активность, но снижались показатели груминга.

После хронического введения ОСУНТ в малой дозе в течение 13-и дней направленность некоторых из этих изменений сохранялась, но была выражена в значительно меньшей степени (только на уровне тенденции по сравнению с контролем). Так, эти крысы, по сравнению с контролем, чаще и дольше посещали центральную площадку, чаще посещали открытые рукава и меньше времени находились в закрытых рукавах. При этом среднее время вытягивания из тёмного рукава у них было меньшим, а груминга, наоборот, большим, чем в контроле.

Таким образом, острое введение ОСУНТ в малой дозе вызывало у крыс нетипичные симптомы тревожности, которые выразались в ажиотированном поведении в установке ПКЛ, о чём свидетельствовала сильная активация большинства поведенческих реакций. Хроническое введение ОСУНТ в малой дозе также приводило к некоторой активации поведения или атипичной тревожности, но выражена она была гораздо в меньшей степени, чем при остром введении ОСУНТ. То есть, мы не наблюдали усиления ажиотированного поведения или кумулятивного отрицательного эффекта ОСУНТ при хроническом интраназальном введении. Мы предполагаем, что при хроническом введении у крыс происходит некоторое привыкание к малой дозе ОСУНТ, что сказывается на поведении в ПКЛ, которое не столь активно, как при остром введении.

*Работа поддержана Российской Академией Наук.*

#### **SYMPTOMS OF ATYPICAL ANXIETY BEHAVIOR IN ELEVATED PLUS MAZE IN RATS WITH ACUTE AND CHRONIC INTRANASAL INTRODUCTION OF A SMALL DOSE OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES**

**Loseva Elena V.<sup>1</sup>, Loginova Nadezhda A.<sup>1</sup>, Panov Nikolay V.<sup>1</sup>, Kruchkova Alina V.<sup>2</sup>, Russu Leonid I.<sup>3</sup>, Mezentseva Marina V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS; <sup>2</sup>Lomonosov Moscow state University;

<sup>3</sup>Gamaleya Research Center of Epidemiology and Microbiology, Ivanovsky Institute of Virology Moscow, Russia, [losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

The unique properties of carbon nanotubes (CNT) (increased strength, flexibility, electrical and thermal conductivity) make them very promising for use in various fields of human activity. But the question of their toxic effects on the body is actively discussed in the literature. There is a lot of body toxicity data of large doses of CNT, but the question of the potential danger of small doses of CNT is a practically unexplored issue. Earlier, we showed that a single intranasal injection of single-walled CNT (SWCNT) in a small dose (4 µg / kg) to rats inhibited the mRNA production of most cytokines in both spleen and brain. At the same time, the expression of the early c-fos gene in the olfactory bulb and the pyriform cortex was increased [Loseva E.V. et al., 2016]. It is known very little about the effect of low doses of SWCNT on animal behavior. The aim of this study was to investigate the effect of a small doses of SWCNT with acute or chronic intranasal injection on the behavior of rats in the elevated plus-maze (EPM) test, which is used to estimate the anxiety.

Male Wistar rats were daily intranasal injected 100 µl of SWCNT suspensions in physiological saline (PS) in small (5.2 µg / kg, n = 9) dose for 4 (acute injection, n = 9) or 13 (chronic injection, n = 9) days. Control rats were injected analogically 100 µl of PS (n = 18). A statistical analysis of indicators of rats' behavior in EPM (5 minutes each) was performed using Kruskal-Wallis one-way analysis of variance, and then using the comparison on the non-parametric criterion of Mann-Whitney for independent features by the program STATISTICA 7.0.

It was shown that in the EPM test in rats after 4-fold injection of a small dose of SWCNT, as compared with the control group, there was observed the behavior activation in the center and open arm, what was expressed in frequent and lengthy visits, but with a reduction of the average time of such visits. These animals also had increased the vertical exploratory activity (rears), horizontal exploratory activity (head dips) and motor activity, but the grooming indicators were decreased.

After chronic injection of SWCNT in a small dose for 13 days, the direction of some of these changes was maintained, but was expressed to a much lesser degree (only at the level of the tendency in comparison to the control group). So, these rats, compared with the control, more often and longer visited the central site, more often visited open arms and less time were in closed arms. At the same time, the average time of the dark visits was smaller, and the average time of grooming, on the contrary, was longer than in the control.

Thus, the acute intranasal injection of SWCNT in a small dose in rats had provoked atypical symptoms of anxiety, which were expressed in an agitated behavior in the EPM, as evidenced by the strong activation of most behavioral reactions. The chronic intranasal injection of SWCNT in a small dose also has led to some activation of behavior or atypical anxiety, but it was expressed to a much lesser extent than with the acute injection of SWCNT. There wasn't observed an increasing of agitated behavior or a cumulative negative effect of SWCNT during chronic intranasal injection. We can suggest that in a case of chronic injection of SWCNT to rats there is some habit-forming to a small dose, which affects the behavior in EPM, but not so actively as in a case of acute injection.

*Work was supported by the Russian Academy of Sciences.*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЛЩИНЫ РАЗНЫХ ОБЛАСТЕЙ НЕОКОРТЕКСА И ИХ СЛОЕВ У КРЫС, ВЫРОСШИХ В ПОЛНОЙ ТЕМНОТЕ И В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Лосева Е.В.<sup>1</sup>, Логинова Н.А.<sup>1</sup>, Гаврилов В.В.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН Институт психологии РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup>Московский государственный психолого-педагогический университет, Москва, Россия

[losvnd@mail.ru](mailto:losvnd@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m479.sudak.ns2019-15/283-284>

Известно, что ранняя сенсорная депривация приводит к различным компенсаторным изменениям в мозге и поведении. Изменение толщины разных областей неокортекса и их слоёв при экспериментальных воздействиях свидетельствует об изменении функциональной активности этих участков мозга. Задачей настоящего исследования был анализ толщины пяти областей новой коры и их слоёв в мозге крыс с интактной зрительной системой, выросших в полной темноте (опыт) и в условиях «естественного» освещения в виварии (контроль). Для морфометрического анализа использовали контрольную (n=8) и опытную (n=8) группы 3-х месячных крыс линии Лонг-Эванс. Криостатные фронтальные серийные срезы мозга толщиной 18-20 мкм делали на уровнях моторной (а. 3.20 мм), задней ретроспленальной (р. 4.52 мм), слуховой (р. 4.52 мм), соматосенсорной (р. 4.52 мм) и первичной зрительной (р. 7.30 мм) областей коры. Срезы окрашивали по методу Ниссля. Для каждой крысы отбирались по 3 среза с каждого уровня. Участки всех срезов с изучаемыми областями коры фотографировали при увеличении микроскопа x50 (Ахиоплан-2, Германия). С помощью компьютерной программы ImageJ измеряли толщину всех пяти областей коры и их слоёв. Статистическое сравнение групп проводили по непараметрическим критериям Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова для независимых выборок.

Было показано, что у крыс, выросших в темноте, уменьшается толщина всех исследованных областей коры. Это снижение в зрительной коре происходит за счёт уменьшения всех слоёв, кроме 1-го, в ретроспленальной – за счёт уменьшения только 4-го слоя, в слуховой – только за счёт уменьшения 2-3-го и 5-го слоёв, в соматосенсорной – за счёт уменьшения 1-го, 2-3-го и 5-го слоёв, и в двигательной коре - за счёт уменьшения всех слоёв, кроме 1-го.

Таким образом, несмотря на распространённое в литературе представление о том, что при депривации одной сенсорной модальности активность остальных усиливается в связи с компенсаторными механизмами, наши результаты показывают, что это не всегда так. В нашей работе оказалось, что у крыс, выросших в темноте, уменьшается толщина не только зрительной области, но и других сенсорных областей неокортекса – слуховой и соматосенсорной, что происходит за счёт уменьшения клеточных слоёв этих областей. У животных, выросших в темноте, была снижена двигательная активность, чему соответствует уменьшение толщины практически всех слоёв в двигательной области коры. Зрительная депривация и снижение двигательной активности, по-видимому, связаны с формированием значительно меньшего репертуара поведения, что на клеточном уровне связано с образованием меньшего количества связей между нейронами и снижением толщины коры. Снижение толщины было также показано в 4-м слое горизонтальных волокон ретроспленальной коры, которые обеспечивают взаимосвязь между разными областями неокортекса, и в особенности со зрительной областью. Мы предполагаем, что на основе сопоставления этих морфометрических данных с электрофизиологическими показателями активности этих областей мозга в поведении удастся углубить представления о роли зрения в организации поведения и формировании индивидуального опыта.

*Работа выполнена по госзаданию № 0159-2019-0001*

## MORPHOMETRIC ANALYSIS OF DIFFERENT AREAS OF NEOCORTEX IN RATS RAISED IN THE CONDITIONS OF TOTAL VISUAL DEPRIVATION AND OF NATURAL LIGHTING

Loseva Elena V.<sup>1</sup>, Loginova Nadezhda A.<sup>1</sup>, Gavrilov Vladimir V.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

Early sensory deprivation is known to elicit compensatory neural plasticity and changes in behaviour. Morphometric studies of neocortical cytoarchitectonic after long-term visual deprivation could shed light on its effects on the organization of neural activity. The aim of this study was to analyze the thickness of cortical layers in different brain areas in rats with an intact visual system raised in the conditions of total darkness (D) and in standard conditions of natural lighting (L). We prepared 18-20 µm frontal plane serial slices of motor (a.3.20), retrosplenial posterior (p.4.52), auditory (p.4.52), somatosensory (p.4.52) and primary visual (p.7.30) areas of the cortex in 4-month-old Long-Evans rats (D group, n = 8; L group, n = 8). The slices were stained with Nissl's method with the subsequent lighting procedure through alcohol of increasing concentrations. Three slices from each level were taken into analysis. Selected slices were photographed (Axioplan-2, Germany) with 50-fold amplification and analyzed using ImageJ program. Statistical comparisons were made using Mann-Whitney U test for independent samples.

The results showed that thickness of all cortical areas was decreased in rats from D-group, as compared with L-group: all layers, except the 1<sup>st</sup>, were decreased in primary visual cortex; 4<sup>th</sup> layer was decreased in retrosplenial cortex; 2-3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> layers in auditory cortex; 1<sup>st</sup>, 2-3<sup>rd</sup> and 5<sup>th</sup> layers in somatosensory cortex; and all layers, except the 1<sup>st</sup>, in motor cortex.

Thus, despite the accepted view that sensory deprivation in one modality is usually compensated by an increased involvement of other modalities, our results show that this is not always the case. Early visual deprivation in our study was associated with a decreased thickness of layers not only in visual cortex but also in other sensory brain areas, i.e. somatosensory and auditory. Rats raised in the conditions of total darkness also displayed

decreased motor activity. Visual deprivation and decreased motor activity in early development could account for the formation of a significantly smaller behavioural repertoire, which was reflected in the decreased thickness of cortical layers. We believe that these morphometric data taken together with electrophysiological measures of brain activity in behaving animals could assist in a deeper understanding of the role of vision in the organization of behavior and formation of individual experience.

*The study was performed on the state assignment No 0159-2019-0001*

### **ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АПК «НЕЙРОЧАТ»**

**Лужин А.О.**

Ассоциация «НП «Эксперт», Москва, Россия

Для создания возможностей для коммуникации людям, не имеющим возможности говорить и двигаться, год назад был разработан аппаратно-программный комплекс (АПК) «НейроЧат», представляющий собой интерфейс мозг – компьютер, работающий на основе вызванных потенциалов. За этот период была произведена опытная партия нейрогарнитур «ГарАнт-ЭЭГ», являющихся одним из основных компонентов АПК «НейроЧат», которая, вместе с необходимым программным комплексом, бесплатно предоставлялась в лечебные учреждения и в домашнее пользование больным. Основными пользователями АПК стали больные с диагнозами детский церебральный паралич, острое нарушение мозгового кровообращения, травматическая болезнь спинного мозга, черепно-мозговая травма, также систему использовали лица с рассеянным склерозом, боковым амиотрофическим склерозом, аутизмом и другими заболеваниями. Все пользователи получали необходимые инструкции по работе с АПК, которые предоставлялись либо сотрудниками Ассоциации «НП «Эксперт», либо обучающимися ими родственниками или сотрудниками лечебных учреждений. Нижеследующие данные основаны на результатах анализа работы с АПК «НейроЧат» 150 больных, участвовавших в двух – десяти занятиях продолжительностью от 20 до 40 минут. Выявлено, что точность набора букв имеет тенденцию к росту, если средняя точность набора в ходе первой сессии составляла 62,3%, то к десятой сессии она выросла до 92,1%, при этом наибольший рост точности отмечен в течение первых пяти сессий (до 87,9%). Также отмечено сокращение среднего времени, затрачиваемого пользователем для набора одной буквы, с 60,6 секунд в первой сессии до 38,9 секунд в десятой. Интересно, что если по точности набора больные пользователи приблизились к показателям здоровых обученных пользователей, то по времени, затрачиваемому на набор одной буквы показатели здоровых обученных пользователей в 2-4 раза лучше, чем у больных. Основные трудности, связанные с обучением работы с АПК, определены сложностями с коммуникацией с целевой группой больных, в том числе с неясностью, на сколько больной понял данные ему инструкции и какие из шагов в работе с системой вызывают у него трудности. На основе обобщения первого опыта использования АПК «НейроЧат» подготовлены рекомендации по повышению эффективности взаимодействия с пользователем в процессе его обучения. Год опытного использования АПК в больничных и домашних условиях показал, что больные, в большинстве случаев, успешно и быстро осваивают работу с комплексом, сам комплекс прост в применении и может широко использоваться больными.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОФИДБЭКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Лускова Ю. С.**

Тюменский государственный университет Институт психологии и педагогики, Тюмень, Россия

<https://doi.org/10.29003/m480.sudak.ns2019-15/284-285>

Большая информационная нагрузка на нервную систему, существующая в современном мире, приводит к ускорению переключения и рассеянности внимания, к более поверхностному восприятию действительности. Для преодоления данной проблемы необходимо создание методик, которые могли бы непосредственно влиять на работу мозга, формируя навык управления активацией познавательных процессов. Вышеупомянутые методики могут быть реализованы с помощью технологий нейробиоуправления.

Проверялась эффективность 15-сеансового бета-тренинга на программно-аппаратном комплексе «Медиком МТД» по выработке навыков биоуправления, а также в отношении возможного влияния на когнитивные процессы. Наличие изменений в когнитивной сфере проверялось с помощью теста интеллекта Амтхауэра, который проводился до и после тренинга. Выборку составили 17 человек – обучающиеся Медицинской академии им. С. И. Георгиевского. Основная группа состояла из 7 испытуемых, прошедших 15-сеансовый бета-тренинга, а контрольная из 11, прошедших только тест Амтхауэра с интервалом в 30 дней.

В отношении выработки навыков биоуправления были получены следующие результаты: резкий рост показателя бета1- (16-25 Гц) и пользовательского индекса (16-20 Гц) пришлось на второе тестирование, затем эти показатели уменьшались и достигали плато. На 15-й сеанс уровни бета 1- и пользовательского индексов были на 7% и на 6% выше исходных соответственно. Также была выявлена наибольшая эффективность этапа «Игра» в увеличении уровней индексов по сравнению с этапами «Разминка», «Звук», «Видеоряд». Для тета-индекса был получен восходящий тренд от первого до последнего сеанса. По результатам теста Амтхауэра были получены улучшения показателей у обеих групп, причем у контрольной группы улучшения сильнее выражены в числовом выражении, также в отношении значимости как сдвигов, так и сравнений, чем у основной.

Необходимо дальнейшее выяснение причины повышения уровня тета-ритма в результате бета-тренинга, которое превышало таковое у бета-индекса, который являлся целевым показателем, а также взаимосвязи с бета-ритмом и его роли в когнитивной деятельности (информация по данному вопросу в литературных источниках на сегодняшний день остается противоречивой). Также требует выяснения

причина большего улучшения результатов по тесту Амтхауэра в контрольной группе по сравнению с основной группой. Возможно, требуется индивидуальный подход в подборе БОС-тренингов по нейробиоуправлению исходя из первичного анализа клинической ЭЭГ.

### **PROSPECTS OF NEUROFIDBEK APPLICATION FOR OPTIMIZATION OF COGNITIVE PROCESSES** **Luskova Yuliya S.**

Tyumen State University Institute of Psychology and Pedagogy, Tyumen, Russia.

A large information load on the nervous system that exists in the modern world leads to an acceleration of switching and distraction of attention, to a more superficial perception of reality. To overcome this problem, it is necessary to create methods that could directly affect the brain, forming the skill of controlling the activation of cognitive processes. The above techniques can be implemented using neurofeedback technologies.

The effectiveness of 15-session beta-training at the Medicom MTD software and hardware complex to develop biocontrol skills, as well as with regard to the possible impact on cognitive processes, was tested. The presence of changes in the cognitive sphere was verified using the Amthauer's intelligence test, which was carried out before and after the training. The sample consisted of 17 people - students of the Medical Academy. S.I. Georgievsky. The main group consisted of 7 subjects who had undergone a 15-session beta-training, and the control group of 11 tested only Amthauer's test with an interval of 30 days.

In relation to the development of biofeedback skills, the following results were obtained: a sharp increase in beta1- (16-25 Hz) and a user indices (16-20 Hz) fell on the second testing, then these indicators decreased and reached a plateau. At the 15th session, the levels of beta-1 and user indices were 7% and 6% higher than baseline, respectively. The highest efficiency of the "Game" stage in the increase of the index levels compared with the "Warm-up", "Sound", and "Video Series" stages was also revealed. For theta-index, an uptrend was obtained from the first to the last session. According to Amthauer's test results, improvements were obtained in both groups, and in the control group, improvements were more pronounced in numerical terms, also in relation to the significance of both shifts and comparisons than in the main one.

It is necessary to further clarify the reason for the increase in the theta-rhythm as a result of beta-training, which exceeded that of the beta-index, which was the target indicator, as well as the relationship with the beta-rhythm and its role in cognitive activity (information on this issue in the literature on today remains controversial). It also requires clarification of the reason for the greater improvement in the Amthauer test in the control group compared with the main group. It is possible that an individual approach is required in the selection of biofeedback training for neurobiology based on the initial analysis of the clinical EEG.

### **АУДИОВИЗУАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ И МУЗЫКОТЕРАПИЯ В УПРАВЛЕНИИ АДАПТАЦИОННЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ СПОРТСМЕНОВ**

**Лысенко А.В., Лысенко Д.С.**

ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия физической культуры и спорта, Ростов-на-Дону, Россия; [alysenko@sfedu.ru](mailto:alysenko@sfedu.ru)

В настоящее время в спорте весьма остро стоит проблема поиска эффективных средств и методов повышения резервных возможностей организма атлетов и достижения высоких результатов без применения допинга. Актуальной задачей является также профессиональное долголетие, так как негативное влияние некоторых факторов спортивной деятельности часто приводит к преждевременному уходу перспективных атлетов из большого спорта. **Целью нашей работы** было исследование возможности использования аудиовизуальной стимуляции для управления функциональным состоянием и резервными возможностями организма спортсменов (на примере гребли на каноэ).

**Методы и результаты исследования.** Мы использовали прибор для аудиовизуальной стимуляции «Photosonix Nova Pro 100» (производство компании «PHOTOSONIX», США). В обследовании (на этапе подготовки к ответственным соревнованиям) приняли участие 20 юношей (возраст 18- 20 лет). К факторам профессиональной (спортивной) деятельности относят стрессорные физические и психоэмоциональные нагрузки, вынужденную рабочую позу, перегревание, переохлаждение, что является причиной травм, нарушения функций опорно-двигательного аппарата, иммунной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем. У всех спортсменов в первый день подготовки к соревнованиям до начала тренировки в покое были зарегистрированы оптимальные показатели функционального состояния. Показатели кардиоинтервалографии по Баевскому и биологического возраста по Войтенко в контрольной группе при приближении к соревнованиям сместились в опасную зону, что свидетельствует о высокой «цене адаптации» к тренировочным нагрузкам и может привести к «срыву» адаптационных возможностей. После использования (14 дней) сеансов аудиовизуальной стимуляции перед тренировками (программа «Полный вперед, 10 мин) и сеансов музыкотерапии после окончания тренировок (15 мин) отмечено достоверное улучшение показателей работоспособности, адаптационного потенциала и биологического возраста спортсменов экспериментальной группы по сравнению с юношами из контрольной группы. В результате у представителей экспериментальной группы появилась возможность выполнить нагрузку в 2 раза более продолжительную и интенсивную по сравнению с представителями контрольной группы и при этом сохранять показатели стрессоустойчивости в оптимальных пределах.

**Вывод.** Аудиовизуальную стимуляцию с элементами музыкотерапии можно использовать как эффективное средство повышения работоспособности и стрессоустойчивости спортсменов на этапе подготовки к ответственным соревнованиям.

### **AUDIOVISUAL STIMULATION AND MUSIC THERAPY IN THE MANAGEMENT OF THE SPORTSMAN ADAPTATION POTENTIAL**

**Lysenko A.V., Lysenko D.S.**

Southern Federal University, Academy of Physical Culture and Sports, Rostov-on-Don, Russia; [alysenko@sfedu.ru](mailto:alysenko@sfedu.ru)

At present, the problem of searching for effective methods for increasing the reserve capacity of the athletes and achieving high results without doping is very acute in sports. Professional longevity is also an urgent task, since the negative influence of some factors of sports activity often leads to the premature departure of prospective athletes from big-time sports.

**The aim of our work** was to study the possibility of using audiovisual stimulation to control the functional state and reserve capabilities of the athletes (for example, canoeing).

**Methods and results of the study.** We used the device for audiovisual stimulation "Photosonix Nova Pro 100" (manufactured by PHOTOSONIX, USA). In the survey (at the stage of preparing for responsible competitions) 20 young men took part (age 18–20 years). The factors of professional (sports) activity include stressful physical and psycho-emotional loads, forced working posture, overheating, hypothermia, which is the cause of injuries, impaired functions of the musculo-skeletal system, immune, cardiovascular and respiratory systems.

All athletes on the first day of preparation for the competition before the start of training at rest were recorded optimal performance of the functional state.

Indicators of cardiointervalography on Baevsky and biological age according to Voitenko in the control group, when approaching the competition, shifted to the danger zone, which indicates a high "cost of adaptation" to training loads and may lead to a "failure" of adaptive capabilities.

After using (14 days) audiovisual stimulation sessions before workouts (the program "Full Forward, 10 min) and music therapy sessions after the end of the trainings (during 15 min), there was a significant improvement in the performance, adaptive capacity and biological age of athletes of the experimental group compared with the young men from the control group.

As a result, the representatives of the experimental group had the opportunity to perform the load 2 times longer and more intense than the representatives of the control group and at the same time maintain stress tolerance indicators in the optimal range.

**Conclusion.** Audiovisual stimulation with elements of music therapy can be used as an effective means of improving the performance and stress resistance of athletes at the stage of preparation for important competitions

### ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ SiO<sub>2</sub> НА ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ, ВЫЗВАННЫЕ ИНФЕКЦИОННЫМ ФАКТОРОМ

Львова М.Н.<sup>1</sup>, Шевелев О.Б.<sup>1</sup>, Сердобинцева В.В.<sup>2</sup>, Калинин Д.В.<sup>2</sup>, Орловская И.А.<sup>3</sup>, Топоркова Л.Б.<sup>3</sup>,  
Завьялов Е.Л.<sup>1</sup>, Мордвинов В.А.<sup>1</sup>, Августинович Д.Ф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр, Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия;

<sup>2</sup> Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия;

<sup>3</sup> Институт фундаментальной и клинической иммунологии, Новосибирск, Россия,  
lvovamaria@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m481.sudak.ns2019-15/286-287>

В последние годы наночастицы диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) широко используются в медицине, пищевой и фармацевтической промышленности, однако, их влияние на мозг практически не исследовано. В наших экспериментах мы использовали наночастицы аморфного SiO<sub>2</sub> (aSiO<sub>2</sub>-NPs) размером 2 нм и моделировали гельминтоз у Сирийских хомячков на фоне хронического потребления наночастиц. Сначала животных разделили на 2 группы, в одной из которых они потребляли воду с aSiO<sub>2</sub>-NPs (концентрация 3x10<sup>10</sup>/г массы тела животного/сутки) в качестве единственного питья. Через 3,5 мес в каждой группе половину животных инфицировали метацеркариями трематоды *Opisthorchis felineus*, индуцирующими экспериментальный описторхоз. Сравнивали 4 группы хомячков: 1) интактных (CON); 2) длительно (6.5 мес) потребляющих воду с aSiO<sub>2</sub>-NPs (DOC); 3) *O. felineus*-инфицированных (3 мес) (OF); 4) испытывающих оба воздействия (DOC+OF). Исследование нейрометаболитов во фронтальной коре и гиппокампе мозга выполнено на горизонтальном томографе с напряженностью магнитного поля 11.7 Тесла. Данные <sup>1</sup>H-ЯМР спектроскопии сравнивали с гематологическими показателями крови, а также с поведением животных, помещенных в условия неизбежного острого стресса (цилиндр с водой). Как показала <sup>1</sup>H-ЯМР спектроскопия, во фронтальной коре соотношение метаболитов возбуждающих нейромедиаторов (глутамат+глутамин+аспартат) к тормозным (ГАМК + глицин) было выше у животных OF. Длительное предварительное потребление aSiO<sub>2</sub>-NPs препятствовало этому нарушению. Синергический эффект двух воздействий обнаружен при оценке поведения животных в условиях стресса: активность, связанная с попыткой выбраться из воды, у хомячков DOC+OF была такой же высокой, как у CON. Возможно, это связано с действием aSiO<sub>2</sub>-NPs не только на мозг, но и на клетки крови, прежде всего эритроциты, которые обеспечивают организм кислородом. Во всяком случае, обнаружено, что у животных OF ухудшаются свойства эритроцитов (средний объем и содержание гемоглобина в эритроците), а у хомячков DOC+OF эти показатели нормализуются. Таким образом, было обнаружено, что aSiO<sub>2</sub>-NPs при длительном превентивном применении препятствуют нарушениям, вызванным инфицированием животных трематодами *O. felineus*.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-00790) и бюджетного проекта Института цитологии и генетики СО РАН (№ 0324-2019-0041).

### SILICON DIOXIDE NANOPARTICLES AFFECT PATHOLOGICAL APPEARANCES IN THE BRAIN CAUSED BY INFECTIOUS FACTOR

Lvova Maria N.<sup>1</sup>, Shevelev Oleg B.<sup>1</sup>, Serdobintseva Valentina V.<sup>2</sup>, Kalinin Dmitriy V.<sup>2</sup>, Orlovskaya Irina A.<sup>3</sup>,  
Toporkova Ludmila B.<sup>3</sup>, Zavjalov Evgeniy L.<sup>1</sup>, Mordvinov Viatcheslav A.<sup>1</sup>, Avgustinovich Damira F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia;

<sup>2</sup> V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS, Novosibirsk, Russia;

<sup>3</sup> Scientific Research Institute of Fundamental and Clinical Immunology, Novosibirsk, Russia.

In recent years, silica nanoparticles (SiO<sub>2</sub>) are widely used in medicine, food and pharmaceutical industry, however, their effect on the brain has been almost unexplored. In our experiments, we used 2 nm nanoparticles of amorphous SiO<sub>2</sub> (aSiO<sub>2</sub>-NPs) and modeled helminth infection in Syrian hamsters against the background of chronic consumption of nanoparticles. At first, the animals were divided into 2 groups, in one of which they consumed water with aSiO<sub>2</sub>-NPs (concentration 3x10<sup>10</sup>/g body weight/day) as the only drink. In 3.5 months one-half of animals in each group was infected with metacercariae of liver fluke *Opisthorchis felineus* inducing experimental opisthorchiasis. 4 groups of hamsters were compared: 1) intact (CON); 2) chronic consuming water with aSiO<sub>2</sub>-NPs (DOC); 3) *O. felineus*-infected (OF); 4) subjecting to both treatments (DOC + OF). The neurometabolites in the frontal cortex and hippocampus were measured on a horizontal tomograph with a magnetic field of 11.7 Tesla. The <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy data were compared with hematological blood parameters, as well as with the hamsters' behavior under the unavoidable acute stress conditions (the cylinder with water). As shown by <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy, in the frontal cortex the ratio of metabolites of excitatory neurotransmitters (glutamate + glutamine + aspartate) to inhibitory ones (GABA + glycine) was higher in OF animals. Prolonged pre-consumption of aSiO<sub>2</sub>-NPs prevented this rise. The synergistic effect of both factors in the animals' behavior being under the stress was found: activity associated with trying to get out of the water in DOC + OF hamsters was as high as that of CON. Perhaps this is due to the action of aSiO<sub>2</sub>-NPs not only on the brain, but on the blood cells too, primarily red blood cells, which provide oxygen to the cells of the organism. Anyway, it was revealed the erythrocyte properties impair (mean corpuscular volume and mean corpuscular hemoglobin) in OF animals, but these indicators are normalized in DOC + OF hamsters. We suppose that aSiO<sub>2</sub>-NPs prevent disturbances caused by infection of animals with liver flukes *O. felineus*.

*The work was supported by the RFBR (grant No. 17-04-00790) and state program for the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences (project no. № 0324-2019-0041).*

### **КОММУНИКАТИВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА, СИНДРОМОМ ДАУНА И УМСТВЕННОЙ ОТСТАЛОСТЬЮ**

**Ляксо Е. Е., Фролова О. В., Городный В. А., Григорьев А. С., Николаев А. С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия;  
lyakso@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m482.sudak.ns2019-15/287-288>

Цель исследования – выявить особенности коммуникативных навыков детей 4-7 лет с расстройствами аутистического спектра (РАС), синдромом Дауна (СД) и умственной отсталостью (УО) по сравнению с типично развивающимися (ТР) сверстниками. В исследовании приняли участие 50 ТР детей, 30 детей с РАС, 10 детей с СД, 10 детей с диагнозом УО лёгкой степени. Разработана и адаптирована комплексная методика изучения вербальных и невербальных коммуникативных навыков детей. Произведена видеозапись поведения, аудиозапись речи детей в модельных ситуациях взаимодействия с экспериментатором и родителями: диалог, повторение слов, игра, чтение; психофизиологическое тестирование детей, включающее определение профиля функциональной латеральной асимметрии, дихотическое тестирование, проверку фонематического слуха. На основании лингвистического, перцептивного, фонетического и спектрографического анализа речи детей и обращённой к ним речи родителей выявлены показатели, характеризующие возможности вербальной коммуникации детей с различными диагнозами; на основании экспертного анализ видеозаписей – показатели невербальной коммуникации. Показано, что ТР дети используют вербальные ответы, содержащие сложные реплики, сопровождающиеся разнообразными жестами. Для детей с РАС характерна ограниченная коммуникация, эхолалия, мало функциональная, конкретная речь, неправильное употребление местоимений, жесты, не дополняющие речь, ограниченный репертуар эмоций. Дети с СД и УО заменяют и дополняют жестами речевые высказывания, более эмоциональны, чем ТР дети. Носители языка с высокой вероятностью распознают значение слов ТР детей, с наименьшей вероятностью – слов детей с СД, что подтверждается данными фонетического анализа о несформированности большинства согласных фонем у детей с СД. Выявлены специфические акустические характеристики голоса и речи детей. Для детей с РАС характерны высокие значения частоты основного тона (ЧОТ) и диапазона ЧОТ, высокие значения частоты и амплитуды третьей форманты, индекса артикуляции гласных (ИАГ), что определяет возможность чёткой артикуляции гласных. Значения ЧОТ у детей с РАС выше, чем у детей с СД, УО; минимальные значения ЧОТ - у ТР детей. Значения ИАГ минимальны у детей с УО и СД. Показана специфика коммуникации матерей детей с СД и РАС по сравнению с матерями ТР детей.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 17-06-00503а-ОГН, 18-013-01133а).*

### **COMMUNICATIVE SKILLS OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS, DOWN SYNDROME, AND MENTAL RETARDATION**

**Lyakso Elena E., Frolova Olga V., Gorodnyi Viktor A., Grigorev Aleksey S., Nikolaev Aleksandr N.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Saint-Petersburg State University", Saint Petersburg, Russia; lyakso@gmail.com

The aim of the study is to reveal the specificity of communication skills of 4-7 years old children with autism spectrum disorders (ASD), Down syndrome (DS) and mental retardation (MR) in comparison with their typically developing (TD) peers. The participants of the study were 50 TD children, 30 children with ASD, 10 DS children, and 10 children with mild mental retardation. The complex methodological approach for study of verbal and non-verbal communication skills of children has been developed and adapted. Video recording of behavior, audio recording of child's speech in model situations of interactions with an experimenter and parents: dialogue, words repetition, game, reading; psychophysiological testing of children, including determination of functional lateral



asymmetry, dichotic listening test, phoneme hearing test. The characteristics of verbal communication skills were described on the basis of linguistic, perceptive, phonetic and spectrographic analyses of children's speech and parents' child-direct speech; the elements of non-verbal communication were revealed on the basis of experts' analysis of video recordings.

TD children used verbal replies containing complex phrases accompanied by various gestures. ASD children are characterized by limited communication, echolalia, low-functional, concrete speech, wrong usage of pronouns, gestures which didn't supplemented speech, limited emotional repertoire. Children with DS and MR replace and complemented speech utterances by gestures, they are more emotional than TD children. Native speakers recognize meaning of the words of TD children with high probability, with the least probability – meaning of words of children with DS, as verified by phonetic data on the lack of formation of most consonant phonemes in children with DS. The acoustic features of voice and speech specific for children with various diagnoses were revealed. ASD children are characterized by high values of pitch and pitch range, high values of frequency and amplitude of the third formant and vowel articulation index which determines possibility of clear articulation of vowels. Pitch values in children with ASD are higher than in children with DS, MR, minimal pitch values are in TR children. The values of vowel articulation index are minimal in children with DS and MR. The specificity of communication in mothers of children with DS and ASD in comparison with mothers of TD children is revealed.

*The study is financially supported by the Russian Foundation for Basic Research (project 17-06-00503a-OGN, 18-013-01133a).*

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МОРАЛЬНОЙ ИНТУИЦИИ В РЕШЕНИИ ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ**

**Майленова Ф.Г., Киященко Л.П.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук, Москва, Россия, [farida.mailenova@mail.ru](mailto:farida.mailenova@mail.ru); [larisakiyashchenko@gmail.com](mailto:larisakiyashchenko@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m483.sudak.ns2019-15/288-289>

**Экзистенция - основа моральной интуиции.** Экзистенциальные переживания, сопровождающие жизнь человека, образуют экзистенциальный опыт, который дает о себе знать в особых кризисных ситуациях – выхода за пределы, за границы автоматически, линейно и монотонно исполняемой очевидности. Эта возможность, как оказалось, заложена в природе неординарного человеческого существования – сочетать несочетаемое. Поскольку экзистенция – это и бытийная основа человека, и особое измерение человеческой жизни, несводимость ни к каким объективациям и продуктам жизнедеятельности, постоянная открытость к любым возможностям, наконец, непосредственное переживание себя и в то же время не данность.

**Моральная интуиция.** Интуиция, которая быстра и обычно эмоционально насыщена, и рассуждение, которое является медленным, менее мотивированным эмоциями, а более структурируется аргументами принятых теорий в данном сообществе. Моральная интуиция выступает кентаврическим образованием, сочетающим в себе, по нашему мнению, меру и пропорцию этической составляющей рациональности по образу и подобию принятых «здесь и теперь» образцов существования и решений проблем в данном обществе, заданных традицией Нового времени.

**Мысленный эксперимент и вагонетология.** Развитию новой области моральной философии, которую ещё называют экспериментальной философией, послужила книга Д. Эдмондса «Убили бы вы толстяка? Задача о вагонетке: что такое хорошо и что такое плохо?». Задача о несущимся поезде, когда можно спасти пять человек, привязанных к рельсам, ценой гибели другого, обрела огромную популярность и, перестав быть чисто умозрительной, вышла за стены университетов. Исследование моральных интуиций в ситуациях мысленного эксперимента, когда необходимо выбрать не между добром и злом, а найти «меньшее зло», показали, насколько непроста «кухня» принятия морального решения и какое огромное количество факторов может на него повлиять.

**Практическое значение исследований моральной интуиции.** Моральная философия, получив новый импульс для понимания живого (обыденного) морального мышления, прирастает прикладной этикой, включая биоэтику. Эти исследования чрезвычайно важны при общении с пациентами, попавшими в жизненные ситуации, связанные со смертью и рождением (в частности, в репродуктологии, когда необходимо сделать выбор, который повлияет на всю жизнь), для того чтобы помочь им разобраться в системе их мотиваций и принять верное решение в экзистенциальной ситуации.

*Подготовлено при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-011-01082.*

### **THE STUDY OF MORAL INTUITION IN THE SOLUTION OF AN EXISTENTIAL SITUATION**

**Mailenova Farida G., Kiyashchenko Larisa P.**

Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.  
[farida.mailenova@mail.ru](mailto:farida.mailenova@mail.ru) [larisakiyashchenko@gmail.com](mailto:larisakiyashchenko@gmail.com)

**Existence is the basis of moral intuition.** The existential experiences that accompany a person's life form an existential experience that makes itself felt in special crisis situations - beyond the limits, beyond the limits of the automatically, linearly and monotonously executable evidence. This possibility, as it turned out, is embedded in the nature of an extraordinary human existence - to combine the incongruent. Since existentialism is both the existence basis of man and the special dimension of human life, the irreducibility to any objectification and products of life, the constant openness to any possibilities, finally, the direct experience of oneself and at the same time not given.

**Moral intuition.** An intuition that is fast and usually emotionally intense, and a reasoning that is slow, less emotionally motivated, and more structured by the arguments of accepted theories in a given community. Moral intuition is a Centauric formation that combines, in our opinion, the measure and proportion of the ethical component of rationality in the image and likeness of the accepted "here and now" patterns of existence and problem-solving in a given society, set by the tradition of the New Age.

**Mental experiment and trolleyology.** The development of a new field of moral philosophy, which is also called experimental philosophy, was served by the book by D. Edmonds "Would You Kill the Fat Man? The Trolley Problem and What Your Answer Tells Us about Right and Wrong". The task of saving five people tied to the rails at the cost of the death of another has gained great popularity and, beyond mere speculation, has gone beyond the walls of universities. The study of moral intuition in situations of mental experiment, when it is necessary to choose not between good and evil, but to find a "lesser evil", showed how difficult the "kitchen" of making moral decisions and what a huge number of factors can affect it.

**The practical significance of moral intuition research.** Moral philosophy, having received a new impulse for understanding living (ordinary) moral thinking, is growing in applied ethics, including bioethics. These studies are extremely important when dealing with patients in life situations involving death and birth (particularly in reproductive health, when it is necessary to make choices that will affect their lives) in order to help them understand their motivations and make the right decisions in an existential situation.

*The article was prepared with the financial support of the RFBR grant No. 18-011-01082.*

## **ЗОНАЛЬНАЯ ТЕРМОСТИМУЛЯЦИЯ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА Макашев Е.К.**

РГП Институт физиологии человека и животных, Алматы, Республика Казахстан; e\_makashev@mail.ru

Проблемой обработки температурной информации, поступающей от кожных рецепторов, на уровне спинного мозга занимался долгое время создатель нейрофизиологической школы в Республике Казахстан профессор Тлеулин Серик Жумагалиевич. Он и его ученики изучали механизмы переключения афферентной импульсации на преганглионарные нейроны (ПН) по отношению к передаче температурной информации через особенностей спинальной интеграции. Исследования в этой области помогли существенно углубить наши знания в механизме влияния местных температурных раздражений кожи на мышечную активность человека. И в этом направлении продолжают научные разработки для применения термостимуляции в прикладных целях.

На основании экспериментальной части исследования и полученных результатов, а также после анализа и переработки информации температурных сигналов поступающих в спинной мозг их характеристики преобразования в различных отделах спинного мозга и вовлечение мотонейронов и преганглионарных нейронов в повышении функциональных систем. Выяснили перспективные дальнейшие прикладные исследования, в этом направлении. В данное время рассматриваются термоактивные системы, оснащенные термометрическими интегрированными подпитывающими датчиками для повышения функциональных систем организма человека, находящегося в любых условиях жизнедеятельности.

В коже человека выявлены и изучены зоны преимущественной концентрации рецепторов, воспринимающих определенные диапазоны «тепловых» и «холодовых» температур (термочувствительные зоны кожи). При этом каждая термочувствительная зона задействует свой набор систем, в определенной комбинации. Результатом такой безмедикаментозной коррекции функционального состояния организма является согревание человека, снятие утомления, повышение общей работоспособности и нормализация функции тех или иных систем. Метод позволяет проводить: коррекцию дозозологических состояний, лечение вегетососудистой дистонии, артериальной гипертензии I и II стадии, нормализацию функций органов грудной клетки, органов брюшной полости и малого таза (тонкий и толстый кишечник, придатки матки) лимфатической системы, шейного, грудного и поясничного отделов позвоночника путем адекватной температурной стимуляции чувствительных зон кожи. Впервые разработан прибор для температурной стимуляции чувствительных зон кожи предназначенный для нанесения адекватной температурной стимуляции на определенные участки кожи с целью не только согревания организма, но и безмедикаментозной коррекции нарушений функционального состояния, возникших в результате длительного пребывания в экстремальных условиях, а также снятия состояния утомления.

Исследования проведены на пациентах с полным или частичным моторным поражением спинного мозга и при черепно-мозговых травмах, а также людей с ограниченными возможностями. Впервые использование неинвазивных методов термостимуляции при коррекции двигательных нарушений у спортсменов, детей с тяжелыми формами ДЦП, больных при различных заболеваниях продемонстрировали в нейрофизиологических исследованиях положительный эффект. Механизм действия термостимуляции происходит на уровне центральных механизмов через мотонейроны миотатической единицы. При стимуляции рецепторов кожи возбуждающий эффект наблюдается с контралатеральной поверхности, а мотонейроны для разгибателей с ипсилатеральной конечности стали тормозящими.

Таким образом, модель локальной термостимуляции с включением рефлекторных реакций мотонейронов и преганглионарных нейронов стали эффективными методами в двигательной нейрореабилитации. Неинвазивные методы создадут оптимальные решения в профилактике и коррекции выявленных изменений гормонально-метаболического статуса с клинико-физиологической картиной в восстановительной медицине.

## **ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ КАРДИОРИТМА И ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЮНОШЕЙ-ВАГОТОНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ**

**Максимов А.Л.<sup>1</sup>, Борисенко Н.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, республика Коми, Россия; arkmax@mail.ru;

<sup>2</sup> Военный институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия; tietosta@yandex.ru

В исследованиях спортсменов и лиц, жизнедеятельность которых проходит в экстремальных природно-климатических условиях, было показано, что динамика сдвига показателей вегетативной нервной

системы организма в сторону ваготонии отражает лучшие функциональные резервы и адаптационные возможности человека. Поиск высокоинформативных критериев variability сердечного ритма (BCP), позволяющих на фоне тестирующих проб и нагрузок, дифференцировать активность различных звеньев вегетативной регуляции и проводить оценку не только текущего состояния человека в обычных условиях жизнедеятельности, но и прогнозировать его изменение при воздействии на организм различных экстремальных факторов окружающей среды, составляло цель проводимых нами исследований. Оказалось, что даже среди юношей 18-23 лет, ведущих сопоставимый образ жизни, активно занимающихся спортом и имеющих исходный нормо-ваготонический характер вегетативной регуляции, при выполнении стандартной функциональной нагрузки в виде дыхания в замкнутом пространстве и локальном холодном воздействии, различия в показателях BCP весьма индивидуальны. Так значения BCP варьировали в следующих диапазонах: мода ( $M_0$ ), 0,687-1,165 мс.; амплитуда моды ( $AM_0$ ), 14-41 %; разница между максимальным и минимальным значением ( $MxDMn$ ), 0,215-0,890 мс.; стандартное отклонение всего массива (SDNN), 46-250 мс; число пар с разностью более 50 мс в % к общему числу R-R интервалов, ( $pNN50$ ), 1-73 %; стресс индекс (SI), 12-135 ед.; высокочастотная составляющая мощности спектра (HF), 138-24713 мс<sup>2</sup>; низкочастотная составляющая мощности спектра (LF), 1010-8523 мс<sup>2</sup>; общая мощность спектра (TP), 1699-1999 мс<sup>2</sup>. Учитывая, что метод дисперсионного картирования (ДК), основанный на регистрации электрических микроальтераций ЭКГ-сигнала, позволяет неинвазивно проводить оценку метаболических процессов в миокарде, нами была проведена изучение индексов «Миокард», «Ритм» и величин G1-G9, характеризующих де и реполяризацию предсердий, желудочков и проявления гипертрофии. Установлено, что в процессе пробы с ререспирацией и сохранением нормотонической реакции, все характеристики дисперсионного картирования находятся в пределах нормы, предложенной разработчиками аппарата «КардиоВизор-06с», а при выраженном ваготоническом и симпатотоническом реагировании выходили за предложенные нормативы. Таким образом, проведенные исследования лдновременной оценки BCP и ДК позволяют более точно определить регуляторные возможности вегетативной нервной системы и резервы организма при сочетанном гипоксически-гиперкапническом и холодном воздействии.

#### **INFORMATIVITY OF PARAMETERS OF VARIABILITY OF CARDIORHYTHM AND DISPERSION MAPPING AT EVALUATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF YOUNGSTERS WITH VAGOTONY GOING IN FOR SPORTS** **Maximov A.L.<sup>1</sup>, Borisenko N.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Physiology, Komi Science Center, The Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Komi Republic, Russia; arkmax@mail.ru;

<sup>2</sup> Military Institute of Physical Training, Saint-Petersburg, Russia; tietosta@yandex.ru

In studies of athletes and people, whose life activity takes place in extreme climatic conditions, it was shown that the dynamics of the shift in the parameters of the autonomic nervous system of the organism towards vagotony reflects the best functional reserves and adaptive capabilities of a person. Search of highly informative criteria of heart rate variability (HRV), allowing during test trials and loads, to differentiate the activity of various parts of the autonomic regulation and evaluate not only the current state of a person under normal conditions, but also to predict its change under the influence of various extreme factors, was the goal of our research. It turned out that even among young men aged 18-23 years old, leading a comparable lifestyle, actively involved in sports and having the initial normo-vagotonic character of the autonomic regulation, during performing standard functional load in the form of breathing in a closed space and local cold exposure, the differences in HRV parameters are quite individual. HRV parameters varied in the following ranges: mode ( $M_0$ ), 0.687-1.165 ms; mode amplitude ( $AM_0$ ), 14-41 %; the difference between the length of the largest and the smallest intervals ( $MxDMn$ ), 0.215-0.890 ms; the standard deviation of NN intervals (SDNN), 46-250 ms; the number of pairs with a difference of more than 50 ms in% to the total number of R-R intervals, ( $pNN50$ ), 1-73%; stress index (SI), 12-135 units; high-frequency component of the power spectrum (HF), 138-24713 ms<sup>2</sup>; low-frequency component of the power spectrum (LF), 1010-8523 ms<sup>2</sup>; total power spectrum (TP), 1699-1999 ms<sup>2</sup>. Considering that the method of dispersion mapping (DM), based on registration of electric microalternations of the ECG signal, allows non-invasive assessment of metabolic processes in the cardiac muscle, we studied the «Myocard» and «Rhythm» indices and the G1-G9 values which characterize de and repolarization of atria, ventricles, and manifestations of hypertrophy. It was established that during the test with rerespiration and preservation of the normotonic reaction, all the characteristics of dispersion mapping are within the normal ranges, which were proposed by the developers of the «CardioVisor-06с», while in case of pronounced vagotonic and sympathotonic response they went beyond the proposed standards. Thus, the carried out studies of the combined assessment of HRV and DM make it possible to determine more accurately the regulatory capabilities of the autonomic nervous system and reserves of organism during combined hypoxic-hypercapnic and cold exposure.

#### **Мастер-класс** **ТЕЛЕСНО ОРИЕНТИРОВАННАЯ ПСИХОТЕРАПИЯ. РАБОТА С БЛОКАМИ ТЕЛА** **Максимова Елена Владимировна** руководитель научно-методической группы, ООО Центр "Со-творение", Москва, Россия

Эмоции - всегда вторичны. Они идут вслед за восприятием. Эмоции - это сила или энергия, которая дается нам, чтобы действовать.

Если мы ее не использовали, затормозили, то наши переживания сохраняются в теле как напряжения или блоки. Тогда новые впечатления будут "цепляться" за то, что фиксировано в теле. Например, у вас, взрослого, проблемы с активностью - поскольку даже мысль об активности "цепляется" за запрет, поставленный в детстве.

На мастер-классе мы, с помощью несложных упражнений, уберем, растопим часть ваших блоков.

**Master class**  
**BODY-ORIENTED PSYCHOTHERAPY. WORK WITH BLOCKS OF THE BODY**  
**Maksimova Elena V.**

*Center "Co-creation", the head of scientific and methodical group, Moscow, Russia*

Emotions are always secondary. They are following the perception. Emotions are the power or energy that is given to us to act. If we do not use it, our experiences are stored in the body as tensions or blocks. Then new impressions will "cling" to what is fixed in the body. For example, you, an adult, have problems with activity - because even the thought of activity "clings" to the ban put in childhood. At the master class, we, with the help of simple exercises, we will remove, melt some of your blocks.

**НЕВРОЗЫ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА: ПРИЧИНЫ, МЕХАНИЗМЫ, ПРОФИЛАКТИКА**  
**Максудова Е.А., Максудов М.Ю.**

Государственное образовательное учреждение Московский городской психолого-педагогический университет, Федеральное государственное учреждение «Психологический институт» Российской академии образования, Москва, Россия, [emax84@yandex.ru](mailto:emax84@yandex.ru), [maxm92@yandex.ru](mailto:maxm92@yandex.ru)

Современное общество глубоко невротизировано, в результате чего оно не только способствует входу в невротический поведенческий паттерн, проявляющийся в навязанном образе жизни и ценностях, но и сопротивляется выходу отдельно взятого человека из невроза. Такому обществу выгодно присутствие большого количества невротических личностей, т.к. невротик тревожен, расколот на множество частей, а значит, становится легко внушаемым и управляемым. Гедонистические ценности бесконечного потребления, формирование извращенных потребностей (в сильно денатурированной пище, в алкоголе, в табаке, в развлекательно-информационной продукции) толкает человека к интенсификации способов зарабатывания денег, что является одним из главных симптомов современной невротической направленности личности как перфекционизм и ряда различных невротических синдромов: отложенной жизни, упущенной выгоды, хронической усталости, дефицита внимания и др.

Патогенными факторами современной коммерческой цивилизации, приводящие к неврозу, являются: **культ наживы** как базисная мотивация современной деловой активности, сводящая все бытие к накоплению материальных благ; **конкуренция** как основная социальная ценность, приводящая к тому, что жизнь превращается в непрекращающуюся войну буквально со всеми; **индивидуализм** и сопряженная с ним невозможность удовлетворить естественную человеческую потребность в сопереживании и любви. Следствием этого является небывалый рост депрессивных расстройств. Все эти факторы особенно опасны потому, что затрагивают тот слой бытия, который определяет формирование сущностных качеств человека: способность к критическому мышлению, состраданию, чувство общности и духовного бессмертия. Неврозы, являясь платой за нереализованные жизненные ожидания, бесцельность и бессмысленность существования, в особо тяжелых случаях приводят к, так называемому, экзистенциальному неврозу, что проявляется в вегетативной дисрегуляции и манифестации психосоматического процесса.

Психологическая практика и терапия неврозов направлена на гармонизацию личностного развития, формирование непротиворечивой и адекватной ценностно-смысловой сферы личности, которая бы способствовала максимально полноценной и качественной жизни, учитывала бы интересы других и не разрушала бы окружающее пространство. Психокоррекционная практика неврозов должна быть направлена на осознание того, что человек – в высшей степени социальное существо, а значит, жизнь необходимо строить на принципах коллективизма и любви. Смысловая идентификация с миром способствует не столько отражению, сколько осмысленному преображению действительности и самого себя.

**NEUROSES OF MODERN SOCIETY: THE CAUSES, MECHANISMS, PREVENTION**  
**Maksudova E.A., Maksudov M.Y.**

State educational institution of Moscow City Psychological-Pedagogical University, Federal State Institution "Institute of Psychology" of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia, [emax84@yandex.ru](mailto:emax84@yandex.ru), [maxm92@yandex.ru](mailto:maxm92@yandex.ru)

Modern society is deeply neurotic, as a result of which it not only promotes the entry into the neurotic behavioral pattern, manifested in the imposed lifestyle and values, but also resists the exit of a single person from the neurosis. Such a society benefits from the presence of a large number of neurotic personalities, as the neurotic is anxious, split into many parts, and therefore becomes easily suggestible and manageable. Hedonistic values of infinite consumption, the formation of a perverted needs (in denaturirovannaya much food, alcohol, tobacco, entertainment and information products) pushes the man to the intensification of the ways of making money, which is one of the main symptoms of the modern neurotic orientation of the individual as perfectionism and a number of different neurotic syndromes: delayed life, loss of profits, chronic fatigue, attention deficit etc.

Pathogenic factors of modern commercial civilization, leading to neurosis, are: **the cult of profit** as the basic motivation of modern business activity, reducing all existence to the accumulation of material goods; **competition** as the main social value, leading to the fact that life turns into an ongoing war with literally everyone; **individualism** and coupled with it the inability to satisfy the natural human need for compassion and love. The consequence is an unprecedented increase in depressive disorders. All these factors are especially dangerous because they affect the layer of existence that determines the formation of the essential qualities of a person: the ability to critical thinking, compassion, a sense of community and spiritual immortality. Neuroses, being a payment for unrealized life expectations, aimlessness and lack of dust of existence, in especially severe cases lead to the so-called existential neurosis, which manifests itself in vegetative dysregulation and manifestation of the psychosomatic process.

Psychological practice and therapy of neuroses is aimed at the harmonization of personal development, the formation of a consistent and adequate value-semantic sphere of the individual, which would contribute to the most complete and high-quality life, would take into account the interests of others and would not destroy the

surrounding space. Psychocorrectional practice of neuroses should be aimed at the realization that a person is a highly social being, and therefore life should be built on the principles of collectivism and love. Semantic identification with the world contributes not so much to the reflection as to the meaningful transformation of reality and oneself.

#### ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ЭНДОГЕННЫХ ПСИХОЗАХ

**Малашенкова И.К.<sup>1,2</sup>, Крынский С.А.<sup>1</sup>, Хайлов Н.А.<sup>1</sup>, Огурцов Д.П.<sup>1,2</sup>, Мамошина М.В.<sup>1,3</sup>, Чекулаева Е.И.<sup>1</sup>,  
Кувырченкова А.П.<sup>1</sup>, Захарова Н.В.<sup>4</sup>, Ушаков В.Л.<sup>1</sup>, Дидковский Н.А.<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>НИЦ «Курчатowskiй Институт», Москва, Россия. <sup>2</sup>ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА России, Москва, Россия. <sup>3</sup>Московский физико-технический институт, Москва, Россия. <sup>4</sup>ГБУЗ ПГБ №1 им. Н.А. Алексеева ДЗМ, Москва, Россия. E-mail: [malashenkova.irina@bk.ru](mailto:malashenkova.irina@bk.ru).

Шизофрения (ШЗ) - многофакторное полиморфное психическое расстройство с характерными расстройствами мышления и восприятия. В настоящее время накоплены убедительные эпидемиологические, генетические и клинические доказательства наличия нейровоспаления и системных иммунных нарушений при ШЗ при обострениях заболевания. Цель работы - исследование факторов естественного и адаптивного иммунитета и системного воспаления в подострой стадии ШЗ для уточнения роли этих систем в хронизации болезни. Обследовали 31 больного с диагнозом шизофрения после 3-4 недель терапии. Исследовали уровни маркеров системного воспаления (циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), С-реактивный белок (СРБ), кортизол), содержание цитокинов IL-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$  и IL-12 (p40r70), растворимого рецептора IL-1 $\beta$  - IL-1RA, нейротрофических факторов (НТ) BDNF, NGF $\beta$ , NT-4 методом ELISA в сыворотке крови. У больных ШЗ оказались существенно повышены уровни IgM, СРБ и кортизола в крови по сравнению с группами здоровых. У большинства больных выявлено увеличение содержания цитокинов IL-8 (92,5 $\pm$ 38,97 пг/мл при норме 8,5 $\pm$ 0,7 пг/мл), IL-6 (37,17 $\pm$ 22,1 пг/мл при норме 3,65 $\pm$ 0,65 пг/мл) и IFN $\gamma$  (91,49 $\pm$ 41,42 пг/мл при норме 37,61 $\pm$ 7,49 пг/мл). Наибольшее повышение уровней показателей системного воспаления и цитокинов было при первом психотическом эпизоде. Содержание НТ отличалось вариабельностью, при этом уровень NT-4 и фактора роста нервов  $\beta$  (NGF $\beta$ ) у большинства больных ассоциирован с содержанием IL-6. При повышенном BDNF содержание NT-4 и NGF $\beta$  повышалось, при нормальном уровне IL-6 оно также было в пределах нормы. Более чем у половины больных ШЗ уровень BDNF был нормальным. При его низком уровне содержание Ig было нормальным, но существенно повышались уровни ЦИК, кортизола, IL-8, IL-6 и IL-10. Клинически преобладали симптомы бреда, неяркий галлюцинаторный синдром сохранялся на фоне терапии только у 2 из 7 человек. При нормальном или повышенном уровне BDNF (у 19 из 24 случаев) галлюцинаторный синдром был ярко-выраженным и продолжительным. Таким образом, хотя по данным литературы, антипсихотические препараты оказывают противовоспалительный и иммуномодулирующий эффекты, нами у больных ШЗ были обнаружены признаки системного воспаления, активации и дисфункции иммунитета, несмотря на проведенную терапию. С учетом гипотез патогенеза ШЗ можно предположить, что сохранение иммунных расстройств и системного воспаления может через различные пути нейроиммунных взаимодействий участвовать в прогрессировании заболевания. Необходимы дальнейшие исследования триггерных механизмов хронической иммунной активации.

*Работа выполнена при поддержке НИЦ «Курчатowskiй Институт» (приказ № 1604 от 5 июля 2018 года НИЦ «Курчатowskiй Институт»).*

#### IMMUNE DISTURBANCES IN PATIENTS WITH ENDOGENOUS PSYCHOTIC DISORDERS

**Malashenkova I.K.<sup>1,2</sup>, Krynskiy S.A.<sup>1</sup>, Hailov N.A.<sup>1</sup>, Ogurtsov D.P.<sup>1,2</sup>, Mamoshina M.V.<sup>1,3</sup>, Chekulaeva E.I.<sup>1</sup>,  
Kuvyrchenkova A.P.<sup>1</sup>, Zaharova N.V.<sup>4</sup>, Ushakov V.L.<sup>1</sup>, Didkovsky N.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia. <sup>2</sup>FSCC of physical-chemical medicine, Moscow, Russia. <sup>3</sup>Moscow Physical-Technical Institute, Moscow, Russia. <sup>4</sup>State Psychiatric Hospital №1 of Moscow Department of Health, Moscow, Russia.

Schizophrenia (SC) is a multifactorial polymorphic mental disease with characteristic disorders of thinking and perception. Currently, there is a strong epidemiological, genetic and clinical evidence of neuroinflammation and systemic immune disorders in the acute phases of the disease. The aim of this work was to study the factors of natural and adaptive immunity and systemic inflammation in the subacute stage of SC. We examined 31 patients diagnosed with SC, after 3-4 weeks of therapy. Serum levels of markers of systemic inflammation (circulating immune complexes (CIC), C-reactive protein (CRP), cortisol), of key cytokines IL-1 $\beta$ , TNF $\alpha$ , IL-6, IL-8, IL-10, IFN $\gamma$  and IL-12 (p40r70), soluble receptor IL-1 $\beta$  - IL-1RA, neurotrophic factors (NT) BDNF, NGF, NT-4 were studied by ELISA. Results. Levels of IgM, CRP and cortisol were significantly increased in patients with SC compared with healthy controls. Most patients showed an increase in the content of proinflammatory cytokines: IL-8 (92.5 $\pm$ 38.97 pg/ml, normal range 8.5 $\pm$ 0.7 pg/ml), IL-6 (37.17 $\pm$ 22.1 pg/ml, normal range 3.65 $\pm$ 0.65 pg/ml) and IFN $\gamma$  (91.49 $\pm$ 41.42 pg/ml, normal range 37.61 $\pm$ 7.49 pg/ml). The greatest increase in the levels of systemic inflammation and cytokines was observed in the first psychotic episode. The content of NT was highly variable, with the level of NT-4 and NGF $\beta$  in most patients associated with the content of IL-6. More than half of the patients had normal BDNF levels. At its low level, Ig levels were normal, but levels of CIC, cortisol, IL-8, IL-6 and IL-10 were significantly increased. In patients with low BDNF symptoms of delusions prevailed, while mild hallucinatory syndrome persisted on the background of therapy only in 2 out of 7 people. In the cases of normal or elevated BDNF (19 out of 24 cases), hallucinatory syndrome was pronounced and prolonged. Thus, although according to the literature, antipsychotic drugs have anti-inflammatory and immunomodulatory effects, we have found signs of systemic inflammation, activation and dysfunction of the immune system in patients with SC, despite the therapy. Taking into account the hypotheses of the pathogenesis of SHZ, it can be assumed that the preservation of immune disorders and systemic inflammation can participate in the progression of the disease through various ways of neuroimmune interactions. Further studies of the trigger mechanisms of chronic immune activation are needed.

*This work was conducted with the support of NRC "Kurchatov Institute" (order № 1604, 05 July 2018, NRC «Kurchatov Institute»).*

## **СПОСОБЫ И ВАРИАНТЫ ПРОГНОЗА ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**Малтусова Е.В., Похачевский А.Л., Умрюхин А.Е.**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет), Москва, Россия; sport\_med@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m484.sudak.ns2019-15/293>

Анализ индивидуальной переносимости физической нагрузки (ФН) объективно связан с изменчивостью временного ряда (ВР) кардиоритмограммы (КРГ). Ее математическое моделирование (М) – один из наиболее детальных способов изучения. Цель исследования: выявить изменчивость КРГ стресс-теста методом математического моделирования ее временного ряда с целью обнаружения прогностических маркеров переносимости ФН.

Материалы и методы. Исследована смешанная выборка практически здоровых испытуемых 18-22 лет (68 человек) из которой выделены 2 равные группы (34 человека): спортивной (1) и неспортивной (2) молодежи. Проведено максимальное велоэргометрическое тестирование по индивидуальному протоколу. Выделенный ВР КРГ подвергнут математическому моделированию. Маркеры М ВР КРГ раннего адаптационного периода (РАП) сопоставлены (Spearman) с индивидуальными нагрузочными и восстановительными показателями. Проведено межгрупповое сравнение (Mann-Whitney). Результаты. Изменчивость КРГ РАП несет в себе характерные черты всего нагрузочного периода и связана с индивидуальной переносимостью ФН. Маркеры линейной и гиперболической модели РАП отражают особенности всего ВР и могут быть использованы для изучения изменчивости и связей с иными адаптационными механизмами. Минутные модели РАП выявили его критические этапы: максимальной изменчивости (1-2 мин), и стабильности (3 мин); максимальной скорости изменчивости (1 мин), выраженного снижения скорости (2 мин), минимальной скорости (3 мин). Последняя (3) минута РАП в смешанной выборке и 2 группе наилучшим образом отражает предел индивидуальной нагрузочной переносимости. Однородные группы, существенно отличаются друг от друга по максимальному уровню и хронотропным параметрам переносимости ФН, времени начала и скорости изменения ВР КРГ. При этом для смешанной выборки и группы неспортивной молодежи маркеры М РАП отражают индивидуальную переносимость ФН в меньшей степени, чем средние и максимальные значения ЧСС определенные за весь нагрузочный период. Для спортсменов настоящие маркеры в меньшей степени определяют максимум переносимости, но свидетельствуют о качестве переносимости ФН. Маркеры М РАП могут быть использованы: в смешанной популяции для скрининга; в спортивной группе – для изучения и прогноза формирования выносливости, контроля усвоения ФН в динамике, профилактики перегрузки, перетренировки; в группе неспортивной молодежи свидетельствовать о существенности нарушений адаптационных процессов (переносимости ФН).

## **METHODS AND OPTIONS FOR THE PREDICTION OF PHYSICAL PERFORMANCE**

**Maltusova Evgenia V., Pokhachevsky Andrei L., Umryukhin Aleksey E.**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia; sport\_med@list.ru

Analysis of individual physical exercise (PE) tolerance is objectively related to the variability of the cardiac rhythmgram (CRG) time series (TS). Mathematical modeling (M) is one of the most detailed methods to study it. Research objective: reveal the variability of the cardiac rhythmgram (CRG) under stress testing using mathematical modeling of its time series in order to determine prognostic PE tolerance markers. Materials and methods. We examined a mixed sample (MS) of apparently healthy test subjects of 18-22 years old (68 persons), which we divided into two equal groups (34 persons): sporting (1) and non-sporting (2) youth. We performed maximal ergometry testing upon individual protocol. We applied M to the derived CRG TS. Markers of M for CRG TS of the early adaptation period (EAP) were matched (Spearman) with individual load and recovery figures. We performed inter-group comparison (Mann-Whitney).

Results. The variability of EAP CRG has characteristic traits of the entire loading period and is connected with the individual PE tolerance. Markers of M for CRG TS reflect peculiarities of the entire time series and can be used to study the variability and relations with other adaptation mechanisms. Minute models of EAP allowed to reveal its critical stages: maximal variability (1-2 min), and stability (3 min); maximal velocity of the variability (1 min), prominent velocity reduction (2 min), minimal velocity (3 min). Last (3) minute of EAP in the mixed sample and 2 group in the best way reflects the limit of the individual loading tolerance. Homogeneous groups significantly differ from each other by the maximal level and chronotropic parameters of PE tolerance, start time and the velocity of CRG TS changing. At that, for the mixed sample and the non-sporting youth group, markers of M for CRG TS reflect individual PE tolerance just as average and maximal HR values determined for the entire loading period. For sportsmen, the present markers to a less extent determine the tolerance maximum, but speak for the quality of PE tolerance. Markers of M for CRG TS that reveal traits and peculiarities of chronotropic adaptation can be used: in a mixed population for screening; in the sporting group — to study and forecast for the tolerance and training level elaboration, follow-up control of PE mastering, preventive measures from overload, overtraining; in the non-sporting youth group — on the health state, significance of disorder in adaptation processes (PE tolerance).

## ЭКСПРЕССИЯ NNOS И КАЛЬБИДИНА В ЯДРАХ ГИПОТАЛАМУСА САМЦОВ И САМОК

**Маслюков П.М., Емануйлов А.И., Моисеев К.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
"Ярославский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия, [mpm@ysmu.ru](mailto:mpm@ysmu.ru)

Гипоталамус является наиболее важным интегратором вегетативной и эндокринной регуляции и отвечает за рост, развитие, репродуктивную функцию и метаболизм. Известно, что отдельные ядра гипоталамуса, в частности преоптическая область, обладает половым диморфизмом. Тем не менее, нейрохимические особенности вентромедиального (ВМГ) и дорсомедиального (ДМГ) ядер гипоталамуса, ответственных за регуляцию обмена веществ и энергии в организме у животных разного пола остаются малоисследованными.

Целью работы явилось определение экспрессии нейрональной синтазы оксида азота (nNOS), кальбиндина (КБ), локализации и морфологических характеристик nNOS-иммунореактивных (ИР) и КБ-ИР нейронов в вентромедиальном (ВМГ) и дорсомедиальном (ДМГ) ядрах гипоталамуса у взрослых самцов и самок с использованием иммуногистохимических методов и вестерн-блоттинга.

Результаты показали, что nNOS и КБ экспрессируются в ВМГ и ДМГ у самцов и самок. При этом достоверно больший процент nNOS-ИР нейронов и больший уровень экспрессии nNOS выявлялся в ВМГ у самок по сравнению с самцами. КБ-ИР нейроны отсутствовали в вентролатеральной части ВМГ, но выявлялись в большом количестве в дорсомедиальной области этого ядра. Достоверных различий по экспрессии КБ в ВМГ и ДМГ не наблюдалось.

Таким образом, наблюдаются половые различия в экспрессии nNOS в различных ядрах гипоталамуса.

*Работа поддержана Российским научным фондом, грант 19-15-00039.*

## NNOS AND CALBINDIN EXPRESSION IN THE HYPOTHALAMIC NUCLEI OF MALES AND FEMALES

**Masliukov P.M., Emanuilov A.I., Moiseev K.Yu.**

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia, [mpm@ysmu.ru](mailto:mpm@ysmu.ru)

The hypothalamus is the most important integrator of the autonomic and endocrine regulation and is responsible for growth, development, reproductive function and metabolism.

It is known that the individual nuclei of the hypothalamus, in particular the preoptic region, possess sexual dimorphism. However, the neurochemical features of the ventromedial (VMH) and dorsomedial (DMH) nuclei of the hypothalamus, which are responsible for regulating the metabolism and energy in the body in animals of different sexes, remain little-studied.

The aim of the work was to determine the expression of neuronal nitric oxide synthase (nNOS), calbindin (CB), localization and morphological characteristics of nNOS-immunoreactive (IR) and CB-IR neurons in the ventromedial (VMH) and dorsomedial (DMH) hypothalamic nuclei in adult males and females with using immunohistochemical methods and western blot.

The results showed that nNOS and CB are expressed in the VMH and DMH in males and females. At the same time, a significantly higher percentage of nNOS-IR neurons and a greater expression level of nNOS was detected in the VMH in females compared with males. CB-IR neurons were absent in the ventrolateral part of the VMH, but were detected in large numbers in the dorsomedial region of this nucleus. Significant differences in the expression of CB in the VMH and DMH were not observed.

Thus, sexual differences are observed in the expression of nNOS in different nuclei of the hypothalamus.

*This work was supported by Russian Science Foundation, grant N 19-15-00039.*

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АСМ К ИССЛЕДОВАНИЮ РОЛИ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР Ni(Fe)-ARD ДИОКСИГЕНАЗ В МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ

**Матиенко Л.И., Бинюков В.И., Миль Е.М., Албантова А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru), [mila.matienko@yandex.ru](mailto:mila.matienko@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m485.sudak.ns2019-15/294-295>

Важную роль в биологии, в биологических структурах играют водородные связи. Мы предложили новый подход, использование метода Атомно-Силовой Микроскопии (АСМ), к изучению роли водородных связей и супрамолекулярных структур в механизмах гомогенного и ферментативного катализа (Ni(Fe)-ARD Ациредуктон Диоксигеназы). Ферменты Ni(Fe)-ARD участвуют в methionine salvage pathway (MSP), универсальном пути превращения серосодержащих метаболитов в метионин. Ni(Fe)-ARD представляют необычный случай катализа, поскольку отличаются механизмом действия по отношению к общим субстратам, Ациредуктону и O<sub>2</sub>. В результате действия Fe-ARD образуется метионин, а в реакции, катализируемой Ni-ARD, образуется монооксид углерода, CO, являющийся нейротрансмиттером, который идентифицирован в качестве антиапоптозной молекулы у млекопитающих. Различная активность Ni(Fe)-ARD могла быть связана с самоорганизацией катализаторов в различные макроструктуры за счет межмолекулярных H-связей. Мы впервые высказали предположение, что в случае функционирования Ni(Fe)-ARD необходимо учитывать роль второй координационной сферы, включающей Туг-фрагмент. С помощью метода АСМ мы наблюдали образование очень стабильных супрамолекулярных структур на основе тройных систем {Ni(асас)<sub>2</sub>+L<sup>1</sup>+L<sup>2</sup>} (L<sup>1</sup>=His=L-Гистидин и L<sup>2</sup>=Туг=L-Тирозин), являющихся моделями Ni-ARD. Супрамолекулярные структуры на основе тройных комплексов Fe<sup>III</sup><sub>x</sub>(асас)<sub>y</sub>(His)<sub>m</sub>(Туг)<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>p</sub>, моделирующих активный центр Fe-ARD, по форме напоминают структуру микротрубочек тубулина. Бинарные системы {Fe(асас)<sub>3</sub>+His}, в отсутствие L-Тирозина, образуют менее четкие структуры, которые

быстро распадаются. Данные УФ-спектроскопии свидетельствуют о внутри- и внешнесферной координации L-Гистидина и L-Тирозина с комплексом металла. Вполне возможно, что в случае образования тройных комплексов железа с Tyr- и His- лигандами, снижения активности фермента не происходит. Напротив, внешнесферная координация Tyr- и His- фрагментов с комплексом железа с образованием тубулин подобных структур может способствовать активации O<sub>2</sub> и реакциям, приводящим к образованию метионина. Полученные данные могут приблизить нас к пониманию процессов, происходящих в результате функционирования Ni(Fe)-ARD Дιοксигеназ, регуляторной роли Tyr- и His-фрагментов в синтезе метионина и CO.

*Работа получила финансовую поддержку РАН 34П, Номер НИОКТР: АААА-А17-117121920169-0*

### **APPLICATION OF THE AFM METHOD TO INVESTIGATION OF THE ROLE OF SUPRAMOLECULAR STRUCTURES OF NI(Fe)-ARD DIOXYGENASES IN THE MECHANISMS OF THE ENZYMES ACTION**

**Matienko Ludmila I., Binyukov Vladimir I., Mil Elena M., Albantova Anastasia A.**

The Federal State Budget Institution of Science N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS, Moscow, Russia, [matienko@sky.chph.ras.ru](mailto:matienko@sky.chph.ras.ru); [mila.matienko@yandex.ru](mailto:mila.matienko@yandex.ru)

Important role in biology, in the biological structures is played by hydrogen bonds. We offered new approach, use of method of Atomic-force Microscopy (AFM), to the study of role of hydrogen bonds and supramolecular structures in the mechanisms of homogeneous and enzymatic catalysis (Ni(Fe)-ARD Acireductone Dioxygenases). Enzymes Ni(Fe)-ARD are involved in methionine salvage pathway (MSP), the universal way of converting sulfur-containing metabolites into methionine. Ni(Fe)-ARD present the unusual case of catalysis, as differ in the mechanism of action in relation to general substrates, Acireductone and dioxygen. Because of action of Fe-ARD appears methionine. In the reaction, catalyzed by Ni-ARD, carbon monoxide, CO, forms. CO is a neurotransmitter, which is identified as an anti-apoptotic molecule in mammals. The different activities of Ni(Fe)-ARD could be associated with the self-organization of catalysts into different macrostructures due to intermolecular H-bonds. We suggested for the first time, that in case of functioning of Ni(Fe)-ARD is necessary to consider the role of the second coordinating sphere, including Tyr-fragment. By AFM method we observed the formation of very stable supramolecular structures based on the triple systems {Ni(acac)<sub>2</sub>+L<sup>1</sup>+L<sup>2</sup>} (L<sup>1</sup>=His=L-Histidine and L<sup>2</sup>=Tyr=L-Tyrosine), which are the models of Ni-ARD. Supramolecular structures based on triple complexes of Fe<sup>III</sup><sub>x</sub>(acac)<sub>y</sub>(His)<sub>m</sub>(Tyr)<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>p</sub>, modeling an active center Fe-ARD, resemble a tubuline micro fiber tube. Binary systems {Fe(acac)<sub>3</sub>+His}, in absence of L-Tyrosine, form less clear structures that quickly decompose. UV-spectroscopic data indicate the intra- and outer-sphere coordination of L-Histidine and L-Tyrosine with a metal complex. It is very possible, that in case of formation of triple complexes of iron with Tyr- and His- ligands, there is no the decrease in activity of enzyme. On the contrary, the outer-sphere coordination of Tyr- и His-fragments with the Fe complex with the formation of tubuline similar structures can promote oxygen activation and reactions leading to the formation of methionine. The obtained data can bring us closer to understanding the processes occurring as a result of the functioning of Ni(Fe)-ARD Dioxygenases, the regulatory role of Tyr- and His-fragments in the synthesis of methionine and CO.

*The work was supported by the RAS 34P, State registration number АААА-А17-117121920169-0.*

### **ДЕСТРУКТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРЕССОГЕННОЙ СРЕДЫ НА ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЛИЧНОСТИ**

**Медведева Н.И.**

ФГБОУ ВО "Ставропольский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации. Ставрополь, Россия. [nigstav@mail.ru](mailto:nigstav@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m486.sudak.ns2019-15/295-296>

Изучение современных теоретических подходов к клинической персонологии показало обилие и многообразие различных взглядов и гипотез. «Пограничная зона» исследования здоровой и больной личности стала достаточно популярной проблемой в настоящее время, время деструктивного воздействия политических, экономических, социальных событий, носящих трудно осознаваемый для человека характер. Существующие закономерности формирования пограничного личностного расстройства показывают, что промежуточные формы между здоровьем и болезнью находятся между двух границ, областью пограничных состояний - одна от здоровья, другая от болезни. Применительно к нашей проблеме встает задача исследования деструктивного перехода «от нормальной поведенческой эмоции к эмоции фиксированной, патологической» (Анохин П.К.). В клиническом аспекте для этого перехода к субнормальному проявлению характерны признаки: кратковременность и изолированность некоторых эмоционально-волевых реакций, которые носят абортивный, рудиментарный характер и проявляются в виде микро- и макросимптомов, четко связаны с аффективными реакциями и с психогенными ситуациями, без устойчивой обработки конкретной личностью.

Факторами, провоцирующими эмоциональное нездоровье могут быть психотравмирующие жизненные ситуации, патохарактерологическое развитие ребенка под деструктивным длительным влиянием микросоциальных воздействий, в частности семейных, школьных дефектов воспитания и обучения. Неблагоприятная динамика характерологических девиаций, переходящая в соответствующие приобретенные психопатии связана с негативным влиянием микросреды, постепенно приводящее к обострению психопатического облика личности. В основе систематики психопатий за основу взят целесообразный этиологический принцип, психопатии подразделяют на три патогенетические подгруппы: в «ядерной», конституциональной определяющую роль отводят наследственным факторам, рано обнаруживается психопатический склад личности; в «краевой», нажитой проявляется промежуточный этап формирования как патохарактерологическое развитие личности, детерминирующими факторами является



деструктивное воздействие социальной среды; в «органической» важным фактором являются пренатальные, катальные и ранние постнатальные поражения головного мозга.

### **THE DESTRUCTIVE EFFECT OF STRESS ENVIRONMENT ON THE EMOTIONAL HEALTH OF A PERSON**

**Medvedeva Nina I.**

Stavropol state medical University of the Ministry of health of the Russian Federation. Stavropol, Russia.  
nigstav@mail.ru

The study of modern theoretical approaches to clinical personology showed the abundance and diversity of different views and hypotheses. "Border zone" research healthy and sick person has become quite a popular problem at the present time, the destructive impact of political, economic, social events that are difficult to realize for a person character. The existing regularities of the formation of borderline personality disorder show that the intermediate forms between health and disease are between two borders, the area of borderline States - one from health, the other from disease. In relation to our problem there is a problem of research of destructive transition "from normal behavioral emotion to emotion fixed, pathological" (Anokhin P. K.). In the clinical aspect, this transition to the subnormal manifestation is characterized by signs: short-term and isolation of some emotional - volitional reactions, which are abortive, rudimentary in nature and are manifested in the form of micro-and macro-symptoms, are clearly associated with affective reactions and psychogenic situations, without stable treatment by a particular person.

The factors provoking emotional illness can be stressful situations, patoharakterologicheskie development of a child long under the destructive influence of microsocial influences, namely family, school defects of education and training. The unfavorable dynamics of characterological deviations, passing into the corresponding acquired psychopathy is associated with the negative influence of the microenvironment, gradually leading to an exacerbation of the psychopathic appearance of the individual. The basis of systematics psychopathy the basis is appropriate etiological principle of psychopathy are divided into three pathogenetic subgroups: "nuclear", constitutional assign the decisive role of genetic factors, early detected by the psychopathic warehouse person; "regional", acquired manifested an intermediate step as the formation patoharakterologicheskie personal development, a determining factor is the destructive influence of the social environment; in "organic" important.

### **ПРОИЗВОЛЬНОЕ И НЕПРОИЗВОЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИРРЕЛЕВАНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧЕ НА РЕШЕНИЕ АНАГРАММ**

**Медынцев А.А., Дятлова О.В., Каютина Д.В. Сабатов П.А.**

Институт психологии РАН, Москва, Россия, medintseff@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m487.sudak.ns2019-15/296-297>

Согласно концепции Я.А. Пономарева, мышление включает два компонента: логический и интуитивный. При этом работа интуитивного компонента, хотя и не осознается индивидом, но играет важную роль в поиске решения. В ряде исследований было показано, что на работу компонента влияет так называемая «иррелевантная решению информация» – информация, не содержащая решение, но облегчающая его поиск.

Целью нашей работы было сравнить влияние иррелевантной информации произвольно и непроизвольно используемой испытуемым на эффективность решения анаграмм.

Для этого был проведен эксперимент в котором испытуемому в случайном порядке предъявлялись два типа стимулов: анаграммы (наборы букв, из которых можно составить осмысленное слово) и псевдослова (наборы букв, из которых осмысленного слова составить было нельзя).

В ходе эксперимента испытуемый должен был последовательно выполнить два задания:

1. Опознать, что за стимул предъявлен (анаграмма или псевдослово);
2. В случае если стимул был анаграммой - решить ее.

В качестве иррелевантной информации выступало различие в морфологическом строении анаграмм и псевдослов.

Испытуемые были разделены на две группы.

В первой (Инструктированной) группе испытуемым сообщалось о морфологическом различии и просили использовать это знание для эффективного опознания анаграмм.

Во второй (Наивной) группе о различии не сообщалось. Испытуемым Наивной группы предлагалось самостоятельно придумать способ опознавать анаграммы и рассказать о нем в конце исследования.

Полученные данные демонстрируют влияние иррелевантной информации на эффективность решения анаграмм как в Инструктированной, так и Наивной группе.

В частности, было показано что при успешном опознании анаграммы испытуемый решает достоверно большее количество анаграмм, нежели при неуспешном (когда анаграмма принимается испытуемым за псевдослово).

Также было показано, что решения, отнесённые испытуемым к инсайтным (т.е. возникшим неожиданно, «из неоткуда») чаще возникают при успешном опознании анаграммы, нежели при неуспешном. Следует отметить, что такой эффект имел место только в Наивной группе и не наблюдался в Инструктированной.

Электрическая активность мозга, зарегистрированная в ходе исследования, демонстрируют различия в амплитудных характеристиках ранних потенциалов, связанных с предъявлением анаграмм и псевдослов у двух групп.

Полученные данные демонстрируют, что иррелевантная информация вовлекается в процесс решения анаграмм. При этом имеет разный механизм вовлечения в зависимости от того используется ли она произвольно или нет.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-013-00765.*

## VOLUNTARY AND INVOLUNTARY INFLUENCE OF IRRELEVANT INFORMATION ON ANAGRAMM SOLUTION TASK

**Medintsev Alexey A., Diatlova Olga V., Kaiytina Diana V., Sabadosh Pavel A.**  
Institute of Psychology RAS, Moscow, Russia

According Ya.A. Ponomarev opinion, solving of problems consist of two components: logical and intuitive. At the same time, the subject is not aware about the intuitive component processing, but it plays an important role in the search for a solutions.

Number of studies have shown that intuitive component is affected by so-called "irrelevant information" - information that does not contain a problem solution, but facilitates its search.

The aim of our study was to compare the effect of voluntary and involuntary influence of irrelevant information on anagram solutions.

For this we designed a experiment where two types of stimuli: anagrams and pseudowords were presented to participants. During experiment, participant had to: 1. identify what kind of stimulus was presented to him (an anagram or pseudoword); 2. If this stimulus was an anagram, he had to solve it.

The irrelevant information was the difference in morphological structure of anagram and pseudowords.

In our study participants were divided into two groups. In the first (Instructed) group, the participants were aware about this morphological difference and they were asked to use it for effective anagram identification. In the second (Naive) group, participants were not aware about it.

Our results demonstrate the influence of irrelevant information on anagram solution in both groups.

In particular, it was shown that successful anagram identification (compare with unsuccessful) leads to significantly larger number of successful anagram solutions.

Also we have found that "insight" solutions often took place after successful anagram identification. But such differences take place only in Naive group of participants, but not observed in Instructed group.

The electrical brain activity, which was recorded during experiment, demonstrates the amplitude differences of early potentials related with presentation of anagrams and pseudowords in the two groups.

Our results show that irrelevant information is involved in the process of anagram problem solving. Also it was shown that voluntary and involuntary influence of irrelevant information to anagram decision task are based on different mechanisms.

## О БИСТАБИЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ НЕОДНОЗНАЧНЫХ ОБРАЗОВ

**Е.З. Мейлихов<sup>1,2</sup>, Р.М. Фарзетдинова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РНЦ "Курчатовский институт", 123182 Москва, Россия; [meilikhov@yandex.ru](mailto:meilikhov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт, 141707, Долгопрудный, Россия

Бистабильность восприятия появляется при предъявлении субъекту неоднозначного образа, допускающего две различные интерпретации (например, «левый» куб Некера  $\Leftrightarrow$  «правый» куб Некера). В этом случае восприятие образа случайным образом осциллирует во времени между двумя возможными интерпретациями. Почему это происходит? Конкретный «микроскопический» механизм этого явления не известен, но предложены различные формальные модели, основанные, в основном, на принципе конкуренции между различными нейронными популяциями (энграммами). Важным атрибутом большинства таких моделей является наличие флуктуаций (шума), которые приводят к случайному переключению между различными восприятиями.

Мы используем популярную модель, согласно которой динамический процесс бистабильного восприятия может быть сведен к движению частицы по энергетическому ландшафту в присутствии достаточно сильных «шумов» [H. Haken, Principles of Brain Functioning, Springer, 1996]. Относительно глубокие ямы этого ландшафта соответствуют старым нейронным паттернам (в долговременной памяти), а новые образы, предъявляемые для идентификации, - это области ландшафта с более высокой энергией. Узнавание образа аналогично переходу частицы в соседнюю более глубокую яму, соответствующую некоторой известной энграмме. Возможная бистабильность восприятия возникает в связи с тем, что вероятности переходов в различные ямы, соответствующие разным образам, отличаются слабо, в то время как обычно (при предъявлении однозначного образа) одна из этих вероятностей существенно выше другой. Основная проблема в рамках такой модели - установить, какие характеристики динамики системы определяют свойства бистабильно восприятия.

Показано, что вероятности перехода от одного восприятия к другому определяются барьерами, разделяющими соответствующие ямы энергетического ландшафта, и шумами, которые влияют на этот процесс и величина которых может быть оценена из экспериментальных данных. Предсказываемые моделью результаты согласуются с экспериментами.

## ON BISTABLE PERCEPTION OF AMBIGUOUS IMAGES

**E.Z. Meilikhov<sup>1,2</sup>, R.M. Farzетdinova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Nat. Res. Centre "Kurchatov Institute", 123182 Moscow, Russia, [meilikhov@yandex.ru](mailto:meilikhov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, 141707, Dolgoprudny, Russia

Bistable perception is manifested when a subject is presented with an ambiguous image admitting two interpretations (for example, the left Necker cube  $\Leftrightarrow$  the right Necker cube). In that case the image perception oscillates with time in a random manner between those two possible interpretations. Why those oscillations occur? Concrete «microscopic» mechanism of that phenomenon is not known but various formal models are suggested based, mainly, on the idea of competitions between distinct neuron populations (engrams). The fundamental attribute of the most part of similar models is the existence of fluctuations (the noise) which leads to the random switching over different perceptions.

We exploit the popular model according to which the dynamical process of the bistable recognition might be reduced to traveling the ball along the energy landscape in the presence of the high enough "noise" [H. Haken, Principles of Brain Functioning, Springer, 1996]. Relatively deep wells of that landscape correspond to old neuronal patterns ("long-stored" in the memory), while new images, being subjected to identification, are landscape regions with higher energy. The image recognition by the brain is analogous to removing the ball in the nearest deeper well corresponding to some known engram. Then, the possible perception bistability is due to the fact that probabilities of transitions in different wells corresponding to different images, differ weakly, while in the usual situation (with unambiguous image recognition) one of these probabilities significantly outweighs another one. Now, the main problem is to establish, which details of the system dynamics define characteristics of the bistable image recognition.

In the considered model, probabilities of transitions from one perception type to another are determined by barriers separating respective wells of the energy landscape, and noises influencing that process whose relative value could be estimated from experimental data. Perception features, predicted by the model, agree with experiments.

### К ТЕОРИИ ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО СТРЕССА

**Е.З. Мейлихов<sup>1,2</sup>, Р.М. Фарзетдинова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РНЦ "Курчатowski институт", 123182 Москва, Россия; [meilikhov@yandex.ru](mailto:meilikhov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт, 141707, Долгопрудный, Россия

Демографические катастрофы (война, миграция, эпидемия, голод, взрыв рождаемости и проч.) приводят к сильной деформации возрастной пирамиды отдельных стран (на ней появляются горбы и провалы), и эти деформации в большей мере, чем текущие вариации рождаемости или смертности, определяют многие демографические изменения. Плавность и инерционность демографических изменений в этих странах нарушается – в них возникают так называемые демографические волны. Известный пример – демографические волны, порожденные второй мировой войной в странах-участниках войны. Она запустила в ряде стран циклы колебаний численности населения с периодом приблизительно в 30 лет. Каждая такая особенность повторяется в виде провала на возрастной пирамиде. Глубина каждого последующего провала падает (по сравнению с предыдущим), а ширина, наоборот, растет, что, в конечном итоге, приводит к размытию и исчезновению соответствующих особенностей.

В работе предложена теория таких демографических волн, позволяющая отслеживать во времени и предсказывать количественные параметры этих особенностей, а именно – ширину и глубину последовательных провалов возрастной пирамиды.

### ON THE THEORY OF DEMOGRAPHIC STRESS

**E.Z. Meilikhov<sup>1,2</sup>, R.M. Farzsetdinova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Nat. Res. Centre "Kurchatov Institute", 123182 Moscow, Russia, [meilikhov@yandex.ru](mailto:meilikhov@yandex.ru)

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology, 141707, Dolgoprudny, Russia}

Demographic catastrophes and explosions (war, migration, famine, baby boom, and so on) lead to the strong deformation of the population pyramids in some countries (humps and holes arise in these pyramids), and those defects to a greater extent predetermine a lot of demographic changes than current variations of the birth and the death rates. Smoothness of demographic variations in those countries is then violated and the so called demographic waves arise. The demographic waves, being generated by the World War II in countries-contestants, are the well-known example.

In a number of countries the War has launched the process of population oscillations of the period being approximately equal to 30 years. Each of those features is repeated as a set of holes in the population pyramid. The depth of each successive hole decreases (comparing with the preceding one) and the width, conversely, increases that, in the end, leads to wearing off and disappearing relevant features.

In the present work, the theory of such waves is suggested, which allows to monitor in time and predict quantitative parameters of those features, such as the width and the depth of consecutive holes in the population pyramid.

### КУРЕНИЕ КАК ПРИЧИНА СНИЖЕНИЯ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ

**Меретукова А.А., Наматян А.Б., Наматян Т.Б., Михальчик И.О.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ростовский государственный медицинский университет», Ростов-на-Дону, Россия

<https://doi.org/10.29003/m488.sudak.ns2019-15/298-299>

Курение является одной из чрезвычайно серьезных угроз для здоровья, когда-либо возникавших в мире. По подсчетам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) употребление табака является причиной 16% всех смертей среди взрослых старше 30 лет, причем большинство этих смертей являются преждевременными. В связи с этим важно оценивать масштабы влияния на все системы нашего организма, а так же на когнитивные функции. Цель нашего исследования - оценить влияние табакокурения на когнитивные функции человека. Данная исследовательская работа проводилась на базе кафедры медицинской и биологической физики РостГМУ. Участие приняли 41 студент в возрасте  $21,1 \pm 0,6$  (18-25) лет. Все участники прошли предварительное анкетирование, по результатам которого были сформированы в 2 группы. Исследуемая группа – 21 курящий испытуемый, контрольная группа – 20 некурящих. Был учтен и стаж курения – не менее 1 года. Каждый испытуемый прошел тест Монреальской шкалы (MoCA) для оценки когнитивных функций, который включал в себя задания на оценку следующих когнитивных функций:

зрительно-конструктивные навыки, называние, память, внимание, речь, абстрактное мышление, ориентирование. При выполнении каждого задания фиксировались баллы, набранные за задание и время, затраченное на его выполнение. После рассчитывалась эффективность выполнения заданий как отношение баллов, набранных за выполнение задания, ко времени его выполнения. Статистическая обработка полученных данных (выявление значимости различий результатов тестирования) проводилась при помощи программы Statistica 10. Были выбраны непараметрические критерии Вальда-Вольфовица и Манна-Уитни для несвязанных выборок, в связи с небольшим объемом исследуемой выборки. Уровень достоверности составлял  $p \leq 0,05$ . У исследуемой группы наблюдается значимое увеличение времени выполнения почти всех заданий. Так, например, среднее время прохождения теста некурящего человека составляет 10 мин, курильщик же затрачивал от 13 минут и выше. За задания на выявление зрительно-конструктивного навыка набрано меньше баллов. Эффективность выполнения таких когнитивных задач как отсроченное воспроизведение ранее звучавших слов резко снижается. Значимо страдала внимательность испытуемых исследуемой группы. Такие различия результатов можно наблюдать в большинстве заданий. Также курящим испытуемым значительно труднее давались задания на память.

Курение негативно влияет на большинство когнитивных функций. Как выяснилось в результате исследования, замедляется скорость реакции, ухудшается память, ослабевает внимание.

### SMOKING AS A CAUSE OF REDUCED COGNITIVE FUNCTIONS

Meretukova Albina A., Namatyan Artur B., Namatyan Tornik B., Mikhanchich Irina O.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Rostov State Medical University",  
Rostov-on-Don, Russia.

Smoking is one of the extremely serious health threats that has ever occurred in the world. The World Health Organization (WHO) estimates that tobacco use accounts for 16% of all deaths among adults over 30 years old, the majority of which are premature. In this regard, it is important to assess the extent of influence on all systems of our body, as well as on cognitive functions. The goal of our study is to evaluate the effect of smoking on a person's cognitive functions. This research work was conducted on the basis of the Department of Medical and Biological Physics of Rostov State Medical University. Participated 41 students aged  $21.1 \pm 0.6$  (18-25) years. All participants underwent a preliminary survey, which resulted in the formation of 2 groups. The studied group - 21 smoking subjects, the control group - 20 non-smokers. The smoking experience was also taken into account - at least 1 year.

Each subject underwent a Montreal scale test (MoCA) for assessing cognitive functions, which included tasks for assessing the following cognitive functions: visual and constructive skills, naming, memory, attention, speech, abstract thinking, orientation. For each task, the points scored for the task and the time spent on its execution were recorded. After calculated the effectiveness of the assignments as the ratio of points scored for the assignment, to the time of its execution. Statistical processing of the obtained data (revealing the significance of differences in test results) was carried out using the Statistica 10 program. Non-parametric Wald-Wolfowitz and Mann-Whitney criteria were selected for unrelated samples, due to the small sample size. The confidence level was  $p \leq 0.05$ . The study group has a significant increase in the execution time of almost all tasks. For example, the average time for a non-smoker to pass a test is 10 minutes, while the smoker spent 13 minutes or more. For assignments to identify visual-constructive skill scored less points. The effectiveness of performing such cognitive tasks as the delayed reproduction of early-sounding words is sharply reduced.

Significantly suffered attentiveness of the subjects of the study group. Such differences in results can be observed in most assignments. Also, smokers were much more difficult to test the memory tasks.

Smoking negatively affects most cognitive functions. As it turned out as a result of the study, the reaction rate slows down, memory deteriorates, attention weakens.

### РЕАКЦИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ЧРЕСКОЖНУЮ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЮ СПИННОГО МОЗГА НА ФОНЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОЛЬНЫХ И ПАССИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Миняева А.В.<sup>1</sup>, Моисеев С.А.<sup>2</sup>, Пухов А.М.<sup>2</sup>, Щербакова Н.А.<sup>3</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>3</sup>, Мошонкина Т.Р.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Тверской государственный университет; <sup>2</sup>Великолукская государственная академия физической культуры и спорта;

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Россия, Minyaeva.AV@tversu.ru

<https://doi.org/10.29003/m489.sudak.ns2019-15/299-300>

Для реабилитации пациентов со спинальной патологией рекомендуется использование чрескожной электростимуляции спинного мозга в комплексе с электротренажером позволяющим выполнять как активные произвольные, так и пассивные шагательные движения.

Целью настоящей работы было изучение влияния чрескожной стимуляции спинного мозга на вентиляцию легких при выполнении произвольных и пассивных шагательных движений.

Для регистрации дыхания использовалась система Cosmed Quark CPET. Чрескожная электростимуляция спинного мозга производилась стимулятором Биостим-5 (ООО Косима). Для выполнения произвольных и пассивных шагательных движений использовался комплекс Биокин (ООО Косима). Параметры спонтанной вентиляции легких регистрировались у 7 молодых мужчин в положении лежа на спине: а) в покое (5 мин), б) при выполнении произвольных шагательных движений (3 мин), в) при выполнении пассивных шагательных движений (3 мин). На 2-й мин произвольных и пассивных шагательных движений производилась электростимуляция спинного мозга на уровне T11-T12 (30 сек) и Th12-L1+ L1-L2 (30 сек) позвонков.

Выявлено, что синхронное укорочение вдоха и выдоха на старте произвольных движений более выражено, чем в начале пассивных движений. При электростимуляции на фоне произвольных движений достоверно уменьшается время и растёт скорость выдоха. На фоне пассивных движений эти изменения незначительны. После отмены стимуляции время выдоха увеличивается. Скорости вдоха и выдоха при пассивных движениях снижаются, а при произвольных значительно увеличиваются.

*Исследование поддержано грантом РФФИ № 16-29-08277.*

#### **THE REACTION OF THE RESPIRATORY SYSTEM TO TRANSCUTANEOUS STIMULATION OF THE SPINAL CORD DURING VOLUNTARY AND PASSIVE MOVEMENTS**

**Minyaeva Arina V.<sup>1</sup>, Moiseev Sergey A.<sup>2</sup>, Pukhov Aleksandr M.<sup>2</sup>, Chsherbakova Natalya A.<sup>3</sup>, Gerasimenko Yury P.<sup>3</sup>, Moshonkina Tatyana.R.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Tver State University, Tver, Russian Federation; <sup>2</sup>Velikie Luki State Academy of Physical Education and Sports, Velikie Luki, Russian Federation; <sup>3</sup>Pavlov Institute of Physiology Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation, [Minyaeva.AV@tversu.ru](mailto:Minyaeva.AV@tversu.ru)

Transcutaneous stimulation of the spinal cord is recommended for the rehabilitation of patients with spinal pathology in combination with an electric stimulator.

The aim of the study was to elucidate the influence of transcutaneous electrical spinal cord stimulation on the lung ventilation during voluntary and passive stepping movements.

The respiratory parameters were recorded by the Cosmed Quark CPET system. The original stimulator BiokinES-5 was used for electrical transcutaneous stimulation of the spinal cord. The Biokin complex was used for making voluntary and passive stepping movements. The lung ventilation were registered on 7 men in lying position: a) at rest (5 min), b) at voluntary stepping movements (3 min), c) at passive stepping movements. Stimulation of the spinal cord at the level of T11-T12 (30 s) and Th12-L1 + L1-L2 (30 s) vertebrae was performed during the 2 nd minute of voluntary and passive stepping movements.

It is revealed that the start of voluntary movements equally reduces the time of inspiration and expiration more than the start of passive movements. Transcutaneous stimulation during voluntary movements reduces expiratory time and significantly increases expiratory flow. These changes are minor during passive movements. The end of stimulation increases the expiration time. Inspiratory and expiratory fluxes decrease during passive movements, and significantly increase during voluntary movements.

*The study was supported by the RFBR grant No. 16-29-08277.*

#### **НОВЫЙ ПОДХОД К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ РАЗВИТИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ**

**Миронова Г.Д.**

ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук, Пущино,  
Московская область, Россия; [mironova40@mail.ru](mailto:mironova40@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m490.sudak.ns2019-15/300-301>

Гипоксия является актуальной проблемой сегодняшнего дня, так как любое патологическое состояние прямо или косвенно связано с нарушением кислородного гомеостаза. В многочисленных исследованиях показано, что основным патогенетическим звеном при развитии в организме гипоксии является повреждение митохондрий, приводящее к нарушениям энергообеспечения ткани. Наша лаборатория занимается этими проблемами на протяжении нескольких последних лет и основной подход, который мы используем, связан с изучением роли митоКАТФ канала в повышении адаптации организма к гипоксии. Известно, что фармакологические активаторы митохондриального АТФ-зависимого калиевого канала (миток-АТФ), регулируют образование в организме АФК и, тем самым, защищают сердце от гипоксического повреждения. Мы обнаружили, что уридинфосфат (УДФ) является метаболическим активатором митоК-АТФ, и показали, что введённый в организм Уридин, который в отличие от УДФ проникает в клетку и увеличивает в ней концентрацию УДФ, предупреждает развитие окислительного стресса. Было воспроизведено 5 экспериментальных моделей различных заболеваний, связанных с развитием окислительного стресса, а именно: острый инфаркт миокарда, ишемия-реперфузия, бактериальное воспаление, отёк лёгкого и повреждение миокарда при тяжёлой форме гипоксии, а также плавание крыс с нагрузкой. В работе использовались электронно-микроскопические, биохимические, биофизические и иммунохимические методы. На этих моделях установлено, что Уридин снижает зону инфаркта миокарда, предупреждает снижение уровня АТФ и креатинфосфата, а также предупреждает накопление АФК, и снижение антиоксидантов на моделях инфаркта миокарда. Уридин снижает повышенную активацию сигнальных систем и воспалительных цитокинов при бактериальном воспалении, предупреждает развитие отёка лёгкого и структурные изменения в миокарде и ткани лёгкого, наблюдаемых при тяжёлой гипоксии, а также увеличивает время плавания животного при нагрузках, когда развивается гипоксия. При этом Уридин предупреждает деструктивные изменения в митохондриях и нарушения в энергообеспечении организма, при развитии в тканях гипоксии. Защитный эффект Уридина предупреждается специфическим ингибитором митоК-АТФ 5-гидроксидеканоата (5-ГД). Полученные данные подтверждают существенную роль митоК-АТФ в защите тканей от гипоксии и показывают, что предшественник природного активатора этого канала-Уридин, может быть использован в медицинской практике для защиты различных тканей, таких как сердце, мышц, лёгких и селезёнки от развития окислительного стресса.

*This work was supported by grants from the Russian Scientific Foundation №16-15-00157, and the Russian Foundation for Basic Research №16-04-00692a.*

## NEW APPROACH TO THE PREVENTION OF OXIDATIVE STRESS IN CARDIOVASCULAR AND OTHER DISEASES

Mironova Galina D.

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS, Institutskaya Str. 3, Moscow Region, Pushchino 142290, Russia, mironova40@mail.ru

Hypoxia is the major crucial problem today, since any pathological condition is directly or indirectly associated with a disturbance of oxygen homeostasis. Numerous studies have shown that the main pathogenetic link in hypoxia is mitochondrial dysfunction, leading to a decrease in the energy supply of tissues. Our laboratory has been dealing with these issues over the past few years, and the main approach we use is related to the study of the role of the mitochondrial ATP-dependent potassium channel (mitoK-ATP) in the body's adaptation to hypoxia. It is known, that pharmacological activators of the mitochondrial ATP-dependent potassium channel (mitoK-ATP) regulate the formation of active oxygen forms ROS in the body and, thus, protect the heart from hypoxic damage. We discovered that uridine 5'-diphosphate (UDP) is metabolic activator of mitoK-ATP, and showed that uridine introduced into the body, increases UDP concentration in tissues, that prevents the development of oxidative stress. Five experimental models of various diseases associated with the development of oxidative stress were reproduced, namely: acute myocardial infarction and chronic (ischemia-reperfusion) hypoxic heart damage in rats, bacterial inflammation in mice, damage to hypoxia and swimming rats under loads in rats. Electron-microscopic, biochemical, biophysical and immunochemical methods were used in the work. It has been established that uridine reduces the zone of myocardial infarction and eliminates the development of arrhythmia, prevents a decrease in the level of ATP and cryotin phosphate, and also prevents the accumulation of ROS and a decrease in antioxidants on myocardial infarction models. It reduces the increased activation of signaling systems and inflammatory cytokines in bacterial inflammation and prevents the development of pulmonary edema and structural changes in the myocardium and lung tissue observed during severe hypoxia. During physiological hypoxia (swimming of a rat under load), in which hypoxia also develops, uridine increases the swimming time of the animal. It also prevents the development of destructive changes in mitochondria and disorders in the energy supply of the body, with the development of severe hypoxic hypoxia. The protective effect of uridine is prevented by a specific inhibitor of mitoK-ATP 5-hydroxidecanoate. Thus, the precursor of the natural activator of this channel, uridine, can be used in medical practice to protect various tissues such as the heart, muscles, lungs and spleen from the development of oxidative stress.

*This work was supported by grants from the Russian Scientific Foundation №16-15-00157, and the Russian Foundation for Basic Research №16-04-00692a.*

## ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ РЕТРОСПЛЕНИАЛЬНОЙ КОРЫ КРЫС ПРИ ЗАПРЕТЕ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ПОВЕДЕНЧЕСКОГО АКТА

Михайлова Н.П.<sup>1</sup>, Чистова Ю.Р.<sup>2</sup>, Горкин А.Г.<sup>1,2</sup>, Александров Ю.И.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ Государственный академический университет гуманитарных наук, <sup>2</sup> ФГБУН Институт психологии РАН, <sup>3</sup> Московский Государственный психолого-педагогический университет, г. Москва, agorkin@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m491.sudak.ns2019-15/301-302>

Адаптация к изменяющейся среде подразумевает не только приобретение нового опыта, но и своевременное прекращение реализации уже имеющегося опыта, когда его использование становится неадекватным или невозможным при существенных изменениях в среде. В данном исследовании нас интересовали механизмы этой адаптации, процессы, происходящие на нейронном уровне. С позиции системно-эволюционного подхода предполагается, что ситуации, связанные с невозможностью или неадекватностью реализации субъективно значимого поведения, приведут к изменениям в структуре индивидуального опыта в результате разрешения возникшего рассогласования.

Эксперимент был проведен на 7 животных. Животные были обучены циклическому пищедобывательному поведению (нажатие на педаль – получение пищевой таблетки в кормушке – подход к педали и т.д.) на одной стороне клетки, затем проводилась операция по вживлению многоканальных электродов в мозг, и после восстановительного периода животные обучались аналогичному поведению на второй стороне клетки. Далее, в процессе регистрации нейронной активности после выполнения серий пищедобывательных циклов на обеих сторонах клетки, первая выученная педаль изымалась. В результате поактового сравнения общепопуляционной активности до и после процедуры удаления педали в актах разных форм поведения с помощью статистического критерия Вилкоксона обнаружено, что в 6 из 9 сессий (с удалением педали - «запретом») средняя частота активности популяции нейронов достоверно не изменилась ( $p > 0,05$ ). Для этих сессий был проведен более подробный анализ потоков активности отдельных нейронов в поведении на стороне, где педаль не удалялась. Было выделено 30 потоков активности нейронов в сессиях «запрета». Поактовое статистическое сравнение по критерию Вилкоксона показало, что частота активности 14 нейронов при реализации «сохранившегося» поведения, достоверно не изменилась после постановки животного в ситуацию «запрета». В 16 потоках импульсации после наложения «запрета» были выявлены достоверные изменения в отдельных актах сохранившегося эффективности цикла ( $p < 0,05$ ): «подход к кормушке» - 7 нейронов; «опускание морды в кормушку» - 4 нейрона; «прохождение середины стенки» - 6; «подход к педали» - 3; «нахождение в углу педали» -3; «нажатие на педаль» - 4. Таким образом, можно утверждать, что введение «запрета» на реализацию поведенческого цикла на одной стороне клетки приводит к изменению активности нейронов во время реализации актов сохранившего свою эффективность поведения, и соответственно перестройке структуры индивидуального опыта.

*Работа поддержана грантом РФФИ №17-06-00909.*

## CHANGES IN THE ACTIVITY OF RETROSPLENIAL NEURONS OF RATS WITH THE BAN ON THE REALIZATION OF A BEHAVIORAL ACT

Mikhaylova Natalia P.<sup>1</sup>, Chistova Yulia R.<sup>2</sup>, Gorkin Alexandr G.<sup>1,2</sup>, Alexandrov Yuri I.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>State academic humanitarian university, <sup>2</sup>Institute of psychology RAS, <sup>3</sup>Moscow State psychologo-pedagogic university, Moscow, [agorkin@yandex.ru](mailto:agorkin@yandex.ru)

Adapting to a changing environment implies not only acquiring new experience, but also timely discontinuing the implementation of existing experience when its use becomes inadequate or impossible with significant changes in the environment. In this study, we were interested in the mechanisms of this adaptation, the processes taking place at the neural level. From the point of view of the system-evolutionary approach it is assumed that the situations associated with the impossibility or inadequacy of the implementation of subjectively significant behavior will lead to changes in the structure of individual experience as a result of resolving the resulting mismatch.

The experiment was conducted on 7 animals. The animals were trained in cyclic feeding behavior (pressing the pedal – getting a food tablet in the feeder – the approach to the pedal, etc.) on one side of the cage, then a surgery was carried out to implant multi-channel electrodes into the brain, and after the recovery period the animals were trained in similar behavior on the second side of the cage. Further, in the process of registering neural activity after a series of food cycles on both sides of the cell, the first learned pedal was withdrawn. The result of comparison of population activity in similar acts before and after pedal removal using the Wilcoxon test revealed that in 6 out of 9 sessions (with the removal of pedals - a "ban"), the average activity of a population of neurons was not changed ( $p > 0.05$ ). For these sessions, a more detailed analysis of the activity streams of individual neurons in the behavior on the side where the pedal was not removed was carried out. There were 30 streams of neuronal activity in sessions of "ban". Statistical comparison by Wilcoxon test in similar acts showed that the frequency of the activity of 14 neurons in the implementation of the "remained" behavior, was not significantly changed after setting of the animal in the "ban" situation. In 16 neuronal streams after the "ban" we identified significant changes in some acts of the cycle which retained the effectiveness ( $p < 0.05$ ): "approach to the feeder" - 7 neurons; "lowering the muzzle into the feeder" - 4; "passage of the middle of the wall" - 6; "approach to the pedal" - 3; "being in the corner of the pedal" - 3; "pressing the pedal" - 4. Thus, it can be argued that the introduction of a "ban" on the implementation of the behavior on one side of the cage leads to a change in the activity of neurons during the implementation of acts of preserved its effectiveness behavior, and accordingly the restructuring of the individual experience.

*The work was supported by RFBR grant № 17-06-00909.*

## НЕЛИНЕЙНОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОМ СКЛЕРОЗЕ

Михальчик И.О., Омельченко В.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; [irisa-irisa@bk.ru](mailto:irisa-irisa@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m492.sudak.ns2019-15/302-303>

Доказано, что головной мозг человека можно рассматривать как сложную динамическую систему возбужденных и невозбужденных нейронов, самоорганизующихся в макроскопические паттерны ансамблей клеток посредством нейробиохимических взаимодействий. Их динамические аттракторы соответствуют состояниям восприятия, движения, эмоции, мыслей и даже сознания. При нарушениях работы мозга, характерных для патологического состояния, нарушается и состояние этой сложной динамической системы, что может быть выявлено при помощи методов теории динамического хаоса (ТДХ).

Данное исследование посвящено изучению фрактальных характеристик электроэнцефалограмм (ЭЭГ) больных рассеянным склерозом в сравнении со здоровыми людьми. Запись и последующий анализ электроэнцефалограмм проводилась на кафедре медицинской и биологической физики РостГМУ. Для регистрации и предварительной обработки сигналов биоэлектрической активности головного мозга 18 пациентов с диагнозом рассеянный склероз (РС) и 18 здоровых обследуемых использовали электроэнцефалограф-анализатор ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» («Медиком МТД», г. Таганрог, Россия). Для последующего анализа были выбраны безартефактные отрезки ЭЭГ длительностью 8192 отсчета (около 30 с.). Фрактальный анализ проводился при помощи программ Visual Recurrence Analysis 4.9 (VRA, автор – Е. Кононов) и Fractan 4.4 (автор – В. Сычев). Были построены рекуррентные диаграммы и фазовые портреты сигналов ЭЭГ, а также рассчитаны численные нелинейные характеристики такие как размерность вложения, корреляционная и фрактальная размерности, корреляционная энтропия и показатель Хёрста. Значимость статистических различий фрактальных характеристик ЭЭГ больных РС и здоровых испытуемых оценивалась при помощи программы Statistica 10.

Визуальные отличия рекуррентных диаграмм и фазовых портретов ЭЭГ здоровых и больных РС дают основание предполагать, что при РС биоэлектрические процессы становятся более предсказуемыми и упорядоченными. Полученные значения нелинейных показателей ЭЭГ больных рассеянным склерозом значимо отличаются от соответствующих величин здоровых. Значимое снижение корреляционной размерности и показателя Хёрста может свидетельствовать об упрощении процессов, протекающих в ГМ, под действием патологического процесса. Приближение значения экспоненты Хёрста у больных РС к 0 может свидетельствовать о повышении роли эффектов кратковременной памяти в функциональной системе головного мозга при РС. Можно сделать вывод, что «сложность» и высокая размерность биоэлектрических сигналов есть показатель здоровья ГМ. Значимые различия нелинейнодинамических характеристик ЭЭГ здоровых и больных дают право говорить о перспективности дальнейших исследований ЭЭГ больных РС с использованием методов ТДХ.

## NONLINEAR DYNAMIC ANALYSIS OF ELECTROENCEPHALOGRAM IN MULTIPLE SCLEROSIS

Mihalchich Irina O., Omelchenko Vitaly P.

Federal state budgetary educational institution of higher education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-don, Russia; irisa-irisa@bk.ru

The human brain can be considered as a complex dynamic system of excited and non-excited neurons, self-organizing into macroscopic patterns of cell ensembles through neurochemical interactions. Their dynamic attractors correspond to States of perception, movement, emotion, thoughts and even consciousness. In diseases of the disturbed and the state of the system. Can be this revealed by the methods of the theory of the Chaos theory (CT).

This study is devoted to the study of fractal characteristics of electroencephalograms (EEG) in patients with multiple sclerosis in comparison with healthy people. EEG was and analyzed at the Department of medical and biological physics of RostSMU recorded. For registration and preliminary processing of signals of bioelectric activity of the brain of 18 patients diagnosed with multiple sclerosis (MS) and 18 healthy subjects used electroencephalograph analyzer EEGA-21/26 "Encephalan-131-03" ("Medicom MTD", Taganrog, Russia). The analysis of EEG segments lasting about 30 seconds was performed using Visual Recurrence Analysis 4.9 (VRA, author – E. Kononov) and Fractan 4.4 (author – V. Sychev). Recurrent diagrams and phase portraits of EEG signals are constructed. Numerical nonlinear characteristics such as embedding dimension, correlation and fractal dimensions, correlation entropy and Hurst exponent are calculated. To determine the significance of statistical differences was in the fractal characteristics of EEG patients with MS and healthy subjects evaluated using the program Statistica 10.

Visual differences between recurrent diagrams and phase portraits of EEG healthy and MS patients suggest that in MS bioelectric processes become more predictable and orderly. The obtained values of nonlinear EEG indices in patients with multiple sclerosis differ significantly from the corresponding values of healthy ones. A significant decrease in the correlation dimension and Hurst index may indicate a simplification of the processes occurring in the brain, under the influence of the pathological process. Approaching the value of the Hurst exponent in patients with MS to 0 may indicate an increase in the role of short-term memory effects in the functional system of the brain in MS. It is possible to draw a conclusion that "complexity" and high dimension of bioelectric signals are an indicator of health of brain. Significant differences in the non-linear dynamic characteristics of EEG in healthy and sick patients give the right to talk about the prospects of further studies of EEG in MS patients using CT-methods.

## ФОРМА $\alpha$ -СИНУКЛЕИНОПАТИИ У МЫШЕЙ BLRB-Rb(8.17)1em С СИМПТОМАМИ КАТАТОНИИ, АКАТИЗИИ И ПАРКИНСОНИЗМА

Моисеева Е.В.<sup>1</sup>, Аронов Д.А.<sup>1,2</sup>, Шубернецкая О.С.<sup>2</sup>, Семушина С.Г.<sup>1</sup>, Молчанов И.А.<sup>1</sup>, Комизерко Л.А.<sup>1</sup>, Соловьева О.А.<sup>3</sup>, Антипова Н.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт биоорганической химии РАН, Москва, evmoise@gmail.com

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» министерства здравоохранения РФ

<sup>3</sup> ФГБНУ НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, Москва

<https://doi.org/10.29003/m493.sudak.ns2019-15/303-304>

Ранее мы показали, что уже у молодых самок оригинальной инбредной линии мышей BLRB, носителей транслокации Rb(8.17)1em, отмечаются патологические рефлексии, напоминающие экстрапирамидные расстройства у человека, а уровень дофамина (ДА) в стриатуме достоверно снижен по сравнению с 3 линиями, включая бэкграунд C57BL/6. Частота симптомов кататонии и акатизии не зависит от возраста. Около половины самок к возрасту 90 нед. демонстрируют тремор покоя при отсутствии выраженной брадикинезии; уровень ДА снижался с возрастом не значительно и был повышен у самок с проявлением тремора покоя. Снижение уровня экспрессии гена *PON1*, связанное с хроническими воспалительными процессами (нейтрофилия), коррелировало с повышением уровня ЦТЛ и снижением уровня НКТ в крови. У старых самок в среднем мозге были выявлены признаки нейродегенерации на фоне депонирования железа в комплексе с эозинофильным белком. Мы предположили, что этот белок – олигомерный  $\alpha$ -синуклеин (ОАС).

**Материалы и методы.** Было проведено стандартное (гематоксилин-эозин) и иммунофлуоресцентное окрашивание срезов среднего мозга и печени самок BLRB в возрасте 90 нед. и 8 нед. антителами против ОАС.

**Результаты.** Как в среднем мозге, так и в печени старых мышей выявленное количество  $\alpha$ -синуклеина на 1-2 порядка превышает таковое в органах молодых животных. Конгломераты ОАС распределяются неравномерно: для печени более характерна цитоплазматическая или внеклеточная локализация, а в случае среднего мозга также выявляются области с преимущественным накоплением ОАС в околядерном пространстве.

**Заключение.** С одной стороны, акатизия - сравнительно малоизученный симптом болезни Паркинсона (БП) человека. Выявленная связь между депонированием железа и  $\alpha$ -синуклеинопатией роднит описанную модель с БП человека; хотя форма  $\alpha$ -синуклеинопатии у мышей значительно отличается от описанной для БП. С другой стороны, у хронических психиатрических больных выявляются одновременно аномальные произвольные движения, паркинсонизм и акатизия. Проявления кататонии у мышей BLRB напоминают моторные симптомы при кататонической шизофрении. Мы полагаем, что естественная манифестация у описанной мышинной модели нескольких экстрапирамидных симптомов поможет выявить общие неврологические механизмы нейродегенеративных и психиатрических заболеваний человека.



## **α-SYNUCLEINOPATHY FORM IN BLRB-Rb(8.17)1lem MICE WITH SYMPTOMS OF CATATONIA, AKATHISIA AND PARKINSONISM**

**Moiseeva Ekaterina V.<sup>1</sup>, Aronov Dmitry A.<sup>1,2</sup>, Shubernetskaya Olga S.<sup>2</sup>, Semushina Svetlana G.<sup>1</sup>, Molchanov Igor A.<sup>1</sup>, Komizerko Liubov A.<sup>1</sup>, Solovieva Olga A.<sup>3</sup>, Antipova Nadine V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Shemyakin-Ovchinnikov Institute of bioorganic chemistry, Moscow, Russia

<sup>2</sup> National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology, and Perinatology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>3</sup> P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia

Earlier, we demonstrated that even young females of the original inbred strain of mice BLRB with Rb(8.17)1lem translocation obtain pathological reflexes resembling extrapyramidal disorders in humans, and the level of dopamine (DA) in the striatum is significantly reduced compared to three other strains, including their genetic background C57BL/6. The frequency of symptoms of catatonia and akathisia does not depend on age. About half of the females to the age of 90 weeks demonstrate tremor at rest in the absence of severe bradykinesia; the level of DA decreased with age not significantly and was elevated in females with the manifestation of resting tremor. A decrease in the expression level of the PON1 gene associated with chronic inflammatory processes (neutrophilia) correlated with an increase in the CTL level and a decrease in the level of NKT in the blood. In the midbrain of the old females, signs of neurodegeneration were revealed against the background of iron deposition in combination with eosinophilic protein. We assumed that this protein is an oligomeric α-synuclein (OAS).

**Materials and methods.** A standard (hematoxylin-eosin) and immunofluorescent staining with antibodies against OSA of mid-brain and liver sections of BLRB females at the age of 90 weeks compared to 8-week controls was carried out.

**Results.** Both in the midbrain and the liver of old mice, the detected amount of α-synuclein is 1-2 orders of magnitude higher than that in the tissues of young ones. OAS conglomerates were unevenly distributed: cytoplasmic or extracellular localization is more characteristic of the liver, and in the mid-brain, areas with predominantly accumulated OSA in the perinuclear space are also detected.

**Conclusion.** On the one hand, akathisia is a relatively little-studied symptom of human Parkinson's disease (PD). The revealed connection between iron deposition and α-synucleinopathy makes the described model related to human PD; although the form of α-synucleinopathy in mice is significantly different from that described for PD. On the other hand, in chronic psychiatric patients, simultaneously abnormal involuntary movements, parkinsonism and akathisia are detected. The manifestations of catatonia in BLRB mice resemble motor symptoms in catatonic schizophrenia. We believe that the natural manifestation of several extrapyramidal symptoms in the described mouse model will help to reveal the general neurological mechanisms of human neurodegenerative and psychiatric diseases.

## **ВЛИЯНИЕ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПРОГРАММЫ НА ДИНАМИКУ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ С СПАСТИЧЕСКОЙ ДИПЛЕГИЕЙ**

**Морозова Л.В., Лукина С.Ф., Шагров Л.Л.**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В.Ломоносова, Архангельск, Россия,  
morozova@narfu.ru, shagrov.l@edu.narfu.ru, s.lukina@narfu.ru

<https://doi.org/10.29003/m494.sudak.ns2019-15/304-305>

Дети с ДЦП составляют клиническую группу, которая отличается по уровню моторного, психического и социального развития, так как в основе заболевания лежит поражение многих систем организма. Достижение более высоких результатов реабилитации возможно исключительно при одновременном интенсивном стимулировании всех звеньев патогенеза. При реабилитации детей в ГБУ АО Архангельском многопрофильном реабилитационном центре ДЦП используется метод интенсивного воздействия, который базируется на комплексном применении стимулирующих и развивающих методик, с одномоментным включением в процесс всех возможных анализаторов. Программа рассчитана на 5-6 часов в день в течение 21 дня. В основе лежит принцип смены релаксирующих и активизирующих мероприятий. В связи с этим целью исследования было определение динамики физического развития у младших школьников с нарушением опорно-двигательного аппарата в условиях комплексной реабилитационной программы. В исследование были включены 27 детей (17-мальчиков, 10-девочек) в возрасте с 7 до 9 лет, с диагнозом ДЦП находящиеся на лечении в центре для детей с ограниченными возможностями. Оценку физического развития проводили с помощью следующих методов: антропометрическое исследование (длина тела, масса тела, окружность грудной клетки, экскурсия, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), динамометрия); метод функциональных проб (проба Штанге, проба Генчи); двигательное тестирование («Рыбка», «Пресс» с фиксацией стоп, «Мелкая моторика»). Комплексная реабилитация и абилитация данной категории детей включала в себя: лечебный массаж, лечебную физкультуру, метод биологической обратной связи (БОС), физиотерапевтическое лечение, иппотерапия. Статистический анализ изучаемых показателей проводили с применением пакета прикладных программ SPSS 22.0.

Выявлена положительная динамика показателей физического развития и физиологических показателей, как у мальчиков, так и у девочек, в течение года. Определена положительная динамика двигательных качеств – тест «Рыбка» мелкая моторика, при систематических адекватных нагрузках для всех детей ( $p < 0,05$ ). Стоит отметить, что в начале года результаты диагностики оказываются ниже, чем в конце предыдущего года. Всё это доказывает утверждение, что коррекционная работа требует системного подхода, что в летнее время родителям стоит, хотя бы частично, поддерживать достигнутый уровень физической подготовленности детей, а именно - ежедневно проводить с ребёнком комплекс ЛФК, заниматься в секциях в свободное время.

## THE IMPACT OF THE REHABILITATION PROGRAM ON THE DYNAMICS OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT OF YOUNGER STUDENTS WITH SPASTIC DIPLEGIA

**Morozova Lyudmila Vladimirovna, Lukina Svetlana Fedorovna, Shagrov Leonid Leonidovich**  
Northern (Arctic) Federal University named after MV Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [morozova@narfu.ru](mailto:morozova@narfu.ru),  
[s.lukina@narfu.ru](mailto:s.lukina@narfu.ru), [shagrov.l@edu.narfu.ru](mailto:shagrov.l@edu.narfu.ru)

Children with cerebral palsy constitute a clinical group that differs in the level of motor, mental and social development, since the basis of the disease is the defeat of many body systems. Achieving higher results of rehabilitation is possible only with simultaneous intensive stimulation of all pathogenesis links. During the rehabilitation of children in the state-owned institution of the Arkhangelsk multi-disciplinary rehabilitation center of cerebral palsy, an intensive treatment method is used, which is based on the integrated application of stimulating and developing techniques, with one-step inclusion of all possible analyzers in the process. The program is designed for 5-6 hours a day for 21 days. The basis is the principle of changing relaxing and activating events. In this regard, the purpose of the study was to determine the dynamics of physical development in younger schoolchildren with disorders of the musculoskeletal system in a comprehensive rehabilitation program. The study included 27 children (17 boys, 10 girls) aged from 7 to 9 years old, diagnosed with cerebral palsy who are treated at the center for children with disabilities. Assessment of physical development was performed using the following methods: anthropometric study (body length, body weight, chest circumference, excursion, vital capacity (VC), dynamometry); functional test method (Stange test, Genchi test); motor testing ("Fish", "Press" with fixation of the feet, "Fine motor skills"). Comprehensive rehabilitation and habilitation of this category of children included: therapeutic massage, physical therapy, biofeedback method (BFB), physiotherapy, hippotherapy. Statistical analysis of the studied parameters was performed using the SPSS 22.0 application package.

The positive dynamics of physical development and physiological indicators, both in boys and girls, was revealed during the year. The positive dynamics of motor qualities was determined - the test "Fish" fine motor skills, with systematic adequate loads for all children ( $p < 0.05$ ). It should be noted that at the beginning of the year, the diagnostic results are lower than at the end of the previous year. All this proves the statement that remedial work requires a systematic approach, that in summer parents should, at least partially, maintain the achieved level of physical fitness of children, namely, exercise the complex of exercise therapy with a child every day, engage in sections in their spare time.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ ЭЭГ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ РАСПОЗНАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ГРАФИКОВ

**Морозова С.В.<sup>1</sup>, Горбунов И.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m495.sudak.ns2019-15/305-306>

Учитывая опыт преподавания математических методов в психологии, мы можем говорить о существовании проблем в понимании начинающими психологами содержания файлов выводов статистических программ. Целью нашего исследования было выяснить, что конкретно происходит в психике, когда психолог работает с таблицами и графиками, и можно ли преодолеть имеющиеся трудности. Также, нас интересовала динамика изменений функционального состояния головного мозга при решении задачи распознавания графиков. В связи с этим мы разработали эксперимент, в котором испытуемым предлагалось сопоставить графики и таблицы и найти эквивалентные. Специально сгенерированный в MS Excel для эксперимента стимульный материал предъявлялся с помощью программы PsychoPy.

В исследовании было два этапа. В первом исследовании приняло участие 25 человек. Испытуемыми были магистры 1 года обучения и сотрудники факультета психологии СПбГУ.

Процедура обследования включала в себя следующие задания. Сначала испытуемым предлагалось пройти корректурную пробу. (Практикум..., 2003, С. 128-130) Далее испытуемые оценивали уровень ситуативной тревоги, который они испытывали в связи с предстоящим обследованием. Кроме собственно ответа испытуемых на вопрос задания также фиксировалось время реакции. Эта переменная в дальнейшем была использована в качестве ковариаты при расчете дисперсионного анализа.

Собственно эксперимент предполагал предъявление графика и трех вариантов таблицы, один из которых соответствовал графику (столбчатой диаграмме). Сначала испытуемые проходили тренировочную сессию, после чего переходили к зачетной, результаты которой были подвергнуты статистической обработке. Стимульный материал варьировался по двум параметрам: количеству градаций признаков (от 4 до 9 столбцов в графике, отображающих численные данные) и устойчивостью/вариативностью названий строк и столбцов таблиц.

Затем испытуемым предлагалось оценить, какие стратегии они использовали при принятии решения: 1) ориентировались только на названия строк и столбцов, 2) ориентировались только на числа, 3) использовали смешанную стратегию, обращая внимание как на названия строк и столбцов, так и на числа.

Анализ данных осуществлялся с помощью трехфакторной ANCOVA (3x3x2). Для удобства расчетов мы использовали не сырые данные о времени реакций, а вычислили их логарифмы. Были получены два статистически значимых главных эффекта. Для фактора размерность:  $F(2,699) = 12.044$ ,  $p < 0.001$ ,  $\eta = 0.033$ . Чем больше размерность стимульного материала, тем больше времени требовалось испытуемым на принятие решения. Для фактора группа  $F(2,699) = 4.256$ ,  $p = 0.015$ ,  $\eta = 0.012$ .

Результаты позволяют сделать вывод о том, что при оценке эквивалентности графиков и таблиц испытуемые сталкивались с действием закона Хика. Чем больше размерность оцениваемых стимулов, тем больше времени требуется на принятие решения. Кроме того, испытуемые-магистры, которые имели дело со стимульным материалом, в котором варьировались названия строк и столбцов, статистически значимо дольше давали ответы. При этом статистически значимых различий во времени выполнения заданий без варьирования строк и столбцов между магистрами и сотрудниками факультета психологии не обнаружено.

На втором этапе в процессе решения тех же заданий у испытуемых измерялось ЭЭГ (отведения F3, Fz, F4, P3, Pz, P4). В эксперименте участвовали 6 студентов 2 курса отобранных из группы в 22 человека в 2 группы, обладающих крайне выраженными различиями между шкалами вербального и математического интеллекта по тесту Амтхауэра. То есть 3 человека обладали наивысшими оценками по вербальному интеллекту и низкими по математическому а три других наоборот. В качестве зависимой переменной выступала фрактальная размерность графика ЭЭГ (вычисленная алгоритмом Хигучи), измеряемая в процессе выполнения задачи. Все время решения ЭЭГ было разделено на 2 этапа: первую и вторую половину времени решения.

По результатам многомерного многофакторного дисперсионного анализа с повторными измерениями было обнаружено несколько достоверных эффектов.

Во первых, было обнаружено достоверное влияние фактора этапа решения задачи ( $F(1, 168)=15,712$ ,  $p=,00011$ ). Вначале решения средняя по всем отведениям фрактальная размерность была выше чем в конце. Во вторых, было обнаружено достоверное взаимодействие факторов этапа решения и преобладания того или иного типа интеллекта ( $F(1, 168)=6,2569$ ,  $p=,01333$ ). У испытуемых с преобладанием математического интеллекта снижение фрактальной размерности было достоверно больше. Также существовали различия в динамике изменений фрактальной размерности в фронтальных и париетальных отведениях.

Эти данные свидетельствуют о том, что в процессе решения задачи на распознавание графика в головном мозге происходит определенная перестройка работы функциональных систем. С психологической точки зрения она отражается в увеличении точности идентификации и категоризации графика, проявляющейся в снижении фрактальной размерности ЭЭГ. Это, в свою очередь, может говорить об упрощении работы функциональной системы, сопровождаемое снижением количества ошибок, происходящих при проверке промежуточных результатов идентификации графика.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-013-00279.*

#### **DYNAMICS OF CHANGES IN THE FRACTAL DIMENSION OF THE EEG IN TASKS SOLVING OF RECOGNITION OF MATHEMATICAL GRAPHS**

**Morozova Svetlana V.<sup>1</sup>, Gorbunov Ivan A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

#### **РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД К ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ ШКОЛЬНИКОВ** **Москвитина О.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт Российской академии образования», Москва, Россия, [mskvn-ig@yandex.ru](mailto:mskvn-ig@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m496.sudak.ns2019-15/306-307>

Профессиональное самоопределение школьников, как основная характеристика психологического явления «личностное самоопределение», возникает на изломе старшего подросткового и раннего юношеского возрастов. В процессе профессионального самоопределения школьники выстраивают свой дальнейший путь к профессии через получение образования и специализацию. Для достижения личностно-профессионального самоопределения школьникам необходим такой уровень развития личности, при котором становится возможен осознанный и самостоятельный выбор жизненного и профессионального пути. Для успешного осуществления этого выбора школьники должны обладать определённым уровнем развития личностных ресурсов: развитыми познавательной, эмоционально-волевой и мотивационно-личностной сферами, развитыми саморегуляцией и самосознанием; отношением к себе как субъекту своей жизни, способному осуществлять выбор. Представления о себе как профессионале, о своей будущей трудовой деятельности, о профессии должны быть включены в картину их мира. Они должны быть способны к осознанию своих потребностей, склонностей, интересов, направленности личности и пр..

Отсутствие этих ресурсов, или обладание антиресурсами: низкой субъектностью, которая появляется в слабой рефлексии, ориентацией на внешние факторы выбора профессии, пассивности, зависимости от мнения других; ригидностью, инертностью, конформностью по отношению к проблеме выбора дальнейшего образования и профессии проявляется в специфической позиции в процессе принятия решения, делающей недостижимой цель профессионального самоопределения: наличие внутренней готовности самостоятельно и осознанно планировать, изменять и воплощать возможности своего развития. Современные школьники отличаются инфантилизмом, зависимостью от чужого мнения и воли, общей личностной незрелостью и отсутствием у подавляющего большинства практического опыта.

Иногда, решающую роль в выборе и дальнейшего образования и профессии играют средовые ресурсы: взаимоотношения с одноклассниками и учителями, социально-психологический климат в классе, школе; влияние семейной ситуации, особенности взаимоотношений с родителями; близость учебного заведения к месту жительства, материальное благополучие семьи и др.; влияют СМИ, сеть Интернет, книги, телепередачи, реклама и т. д..

Помимо личностных характеристик, существуют ещё и индивидуально-типологические и формально-динамические характеристики, которые в зависимости от выбора дальнейшего образования и профессии могут стать, как ресурсами, так и антиресурсами для школьника.

#### **RESOURCE-BASED APPROACH TO THE PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION OF SCHOOLCHILDREN** **Olga A. Moskvitina**

The Psychological Institute of the Russian Academy of Education, a federal scientific institution Moscow, Russia, [mskvn-ig@yandex.ru](mailto:mskvn-ig@yandex.ru)

Professional self-determination of schoolchildren, as the main characteristic of the psychological phenomenon known as "personal self-determination," arises at the break of the older teenage and early adolescent years. In the process of professional self-determination, schoolchildren build their future path into the profession through education and specialization. To achieve personal-professional self-determination, students need a level of personal development that makes the conscious, independent choices of life and professional paths possible. To successfully implement this choice, students should have a certain level of personal resource development: developed cognitive, emotional-volitional and motivational-personal capabilities, developed self-regulation and self-awareness; an attitude towards themselves as the subjects of their lives, able to make a choice. Ideas about themselves as professionals, about their future work, about their profession should be part of their picture of the world. They should be able to realize their needs, inclinations, interests, personality orientation, etc.

The lack of these resources, or the possession of anti-resources: low subjectivity, which appears in weak reflection, an orientation towards external factors in choosing a profession, passivity, and dependence on the opinions of others; rigidity, inertia, conformity with respect to the problem of choosing further education and professional development is manifested at a particular position in the decision-making process, which makes the goal of professional self-determination unattainable: the presence of internal readiness to independently and consciously plan, change and embody their developmental possibilities. The overwhelming majority of modern schoolchildren are distinguished by their infantilism, dependence on the opinion and will of others, general personal immaturity and lack of practical experience.

Sometimes, environmental resources play a decisive role in the choice of both further education and a profession: relations with classmates and teachers, the socio-psychological climate in the classroom, school; the impact of family circumstances, especially parental relationships; the proximity of the school to the place of residence, the material well-being of the family, etc.; schoolchildren are also affected by the media, the internet, books, TV shows, advertising, etc.

In addition to personal characteristics, there are also individual-typological and formal-dynamic characteristics which, depending on the choice of further education and profession, can become both resources and anti-resources for a student.

#### **МЕХАНИЗМ ТОРМОЖЕНИЯ СЕКРЕЦИИ ЖЕЛУДОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Московкин А.С., Кузнецов А.П., Смелышева Л.Н.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет», Курган, Россия, [moskowk@inbox.ru](mailto:moskowk@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m497.sudak.ns2019-15/307-308>

Регуляция деятельности пищеварительных желез обеспечивается, как стимуляцией, так и торможением их секреторной активности. Именно скоординированное взаимоотношение между этими процессами делает работу желудочно-кишечного тракта оптимальной и приспособленной к гидролизу питательных веществ. Если процессы стимуляции секреторной деятельности пищеварительных желез изучены достаточно подробно, то процесс торможения их активности требует дальнейшего изучения.

У 20 лиц мужского пола в возрасте 18-23 лет исследовалась секреторная функция желудочных желез методом гастрального и гастродуоденального зондирования в покое и после выполнения 30-минутной велоэргометрической нагрузки объемом 36900 кгм в сочетании с фармакологической блокадой М-холинорецепторов (1,5 мг атропина на кг массы тела) и  $\beta$ -адренорецепторов (0,6 мг обзидана на кг массы тела).

Было установлено, что блокада М-холинорецепторов в условиях мышечного покоя вызывала существенное снижение валового содержания хлористоводородной кислоты ( $p < 0,001$ ), ферментов ( $p < 0,001$ ), натрия, калия и хлоридов ( $p < 0,001$ ). Сочетанное действие атропина и физической нагрузки в условиях ацидификации двенадцатиперстной кишки (0,5% раствор хлористоводородной кислоты в объеме 30 мл) еще больше тормозило объем секрета до  $54,7 \pm 10,3\%$ , хлористоводородной кислоты до  $31,9 \pm 8,7\%$ , пепсиногена до  $21,9 \pm 6,7\%$  ( $p < 0,001$ ).

При блокаде  $\beta$ -адренорецепторов секреторная функция желудка в условиях базальной секреции и ацидификации двенадцатиперстной кишки достоверно снижались. При стимуляции желудочной секреции 10% отваром сухой капусты в объеме 200 мл наблюдалось повышение функциональной активности секреторного аппарата желудка не только при действии обзидана, но и при действии велоэргометрической нагрузки на фоне блокады  $\beta$ -адренорецепторов. Объем секрета возрастал до 133,3%, дебит хлористоводородной кислоты до  $182 \pm 24\%$ , пепсиногена до  $186,4 \pm 19,7\%$ .

Таким образом, при действии мышечной нагрузки на секреторный аппарат желудка существенно возрастает роль симпатического отдела вегетативной нервной системы, тогда как в условиях покоя функционирование секреторных клеток желудка в основном обусловлено воздействием ацетилхолина, гастрина и гистамина.

#### **MECHANISM OF BRAKING SECRETION OF THE GASTRIC GLANDS IN MUSCULAR ACTIVITY**

**Moskovkin Alexey S., Kuznetsov Alexander P., Smelysheva Lada N.**

Federal State Budgetary Institution of Higher Professional Education "Kurgan State University", Kurgan, Russia.  
[moskowk@inbox.ru](mailto:moskowk@inbox.ru)

Regulation of the activity of digestive iron supply, both stimulation and inhibition of their secretory activity. It is the gastrointestinal tract that is optimally adapted to the hydrolysis of nutrients. If the process of stimulation of the secretory activity of the digestive glands is studied in sufficient detail, the process of inhibition of their activity requires further study.

In 20 males aged 18 to 23 years, the secretory function of the gastric iron and the gastrointestinal tract was studied at rest and after performing a 30-minute bicycle exercise load of 36,900 kgm in combination with a

pharmacological blockade of M-cholinergic receptors (1.5 mg of atropine per kg of body weight) and  $\beta$ -adrenoreceptors (0.6 mg obzidan per kg of body weight).

It was found that the block of M-cholinergic receptors in the conditions of muscle development causes a decrease in the total HCl content ( $p < 0.001$ ), enzymes ( $p < 0.001$ ), sodium, potassium and chlorides ( $p < 0.001$ ). The combined effect of atropine and physical activity under conditions of acidification of the duodenum (0.5% HCl solution in a volume of 30 ml) further inhibits the secretion volume to  $54.7 \pm 10.3\%$ , HCl to  $31.9 \pm 8.7\%$ , pepsinogen to  $21.9 \pm 6.7\%$  ( $p < 0.001$ ).

In blockade of  $\beta$ -adrenoreceptors, the secretory function of the stomach in the conditions of basal secretion and the acidification of the duodenum is significantly reduced. With the stimulation of gastric secretion by 10% of the dryness of cabbage in a volume of 200 ml, an increase in the functional activity of the gastric secretory apparatus was observed, not only with a valid exercise load against the background of the blockade of  $\beta$ -adrenoreceptors. The volume of the secret increased to 133.3%, the flow rate of HCl to  $182 \pm 24\%$ , pepsinogen to  $186.4 \pm 19.7\%$ .

Thus, under the action of the muscular load on the gastrointestinal tract and the gastrointestinal tract, as in the conditions associated with the functioning of the secretory cells of the stomach, the gastrointestinal tract is mainly due to exposure to acetylcholine, gastrin and histamine.

## ПСИХОЛОГИЯ ТОЛПЫ С ПОЗИЦИЙ АВТОАССОЦИАТИВНОЙ СИСТЕМЫ

Муллин А. В.

Санкт-Петербург, Россия, [mullin\\_av@mail.ru](mailto:mullin_av@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m498.sudak.ns2019-15/308-309>

Известно, что группа людей, в некоторых условиях, превращается в толпу (Т.), которая ведёт себя, как единый организм и приобретает новые эмерджентные свойства. Основные свойства Т. (1) выявлены эмпирически ещё в 19 веке. Однако, в рамках существующих теорий, удовлетворительного объяснения механизмов появления свойств Т. автору не известно. Психология Т. оказывает сильное влияние на политическую и общественную жизнь. Поэтому объяснение механизмов возникновения свойств Т. может помочь, как в государственном управлении, так и в предотвращении трагедий при массовых мероприятиях. На основании сравнительного анализа, автором показано, что свойства Т. естественным образом выводятся из свойств искусственной нейронной сети Хопфилда, т.е. автоассоциативной системы (А.С.), моделирующей локальные нейронные сети головного мозга. Для возникновения А.С. необходимо и достаточно, что бы элементы системы удовлетворяли трём условиям: имели память, взаимные связи, относительно стабильное взаиморасположение. Эти условия часто соблюдаются в группах людей.

Рассмотрим аналогии между основными свойствами Т. и А.С. Свойства А.С., проявляются при её взаимодействии с внешним миром. Для проявления свойств Т., также необходимо значимое внешнее событие, которое приковывает к себе внимание людей. В А.С. воздействие на один элемент передаётся на все остальные. Также в Т., любая идея, возникшая в одной её части, распространяется на все остальные. А.С. и Т. очень изменчивы, так как реагируют на все внешние воздействия. А.С. и Т. реагируют на воздействия, как единое целое. А.С. обладает управляющими свойствами по отношению к её элементам. Люди в Т. готовы также действовать ради общих целей, даже вопреки собственным интересам. А.С. имеет способность к обобщениям и ассоциациям, но не имеет способности к анализу и логике. В Т. также происходит ассоциативное связывание разнородных, не связанных между собой событий и обобщение всех частных случаев. Свойства А.С. определяются не свойствами элементов, а результатом их взаимодействия. Свойства Т. также не определяются индивидуальными качествами людей. Наоборот, культурные и интеллектуальные различия между людьми в Т. стираются.

Таким образом, в группах людей возможно возникновение А.С., а свойства А.С. и Т. на феноменологическом уровне подобны. Это позволяет предполагать, что психология Т. является проявлением свойств А.С., самоорганизованной из группы людей и имеет общую природу со свойствами локальных нейронных сетей головного мозга.

Литература.

1. Психология масс. Хрестоматия. Под ред. Д.Я. Райгородского, Самара, Изд. Д. «БАХРАХ», 1998. 592 с.

## PSYCHOLOGY OF THE CROWD FROM THE POSITION OF THE AUTO-ASSOCIATIVE SYSTEM

Mullin Alexander V.

Saint-Petersburg, Russia, [mullin\\_av@mail.ru](mailto:mullin_av@mail.ru)

It is known that a group of people, under certain conditions, turns into a crowd (C), which behaves as a single organism and acquires new emergent properties. The main properties of C (1) were identified empirically back in the 19th century. However, within the framework of existing theories, a satisfactory explanation of the C properties appearance mechanisms is not known to the author. Psychology of C has a strong influence on political and public life. Therefore, an explanation of the aforementioned mechanisms can be of help both in public administration and in preventing tragedies at public events. Based on a comparative analysis, the author has shown that C properties are naturally derived from the properties of the Hopfield artificial neural network, i.e. auto-associative system (AS), which simulates local neural networks of the brain. For the emergence of AS it is necessary and sufficient that the elements of the system satisfy three conditions: they have a memory, mutual connections and a relatively stable mutual arrangement. These conditions are often found in groups of people.

Let us consider the analogy between the basic properties of C and AS. The latter are manifested in AS interaction with the outside world; the manifestation of the former also requires a significant external event that attracts the attention of people. In AS, impact on one element is transmitted to all the others; in C, any idea that

arose in one part of it applies to all the others as well. AS and C are very variable, since they react to all the external influences as a whole would. AS possesses controlling properties in relation to its elements; people in C are also ready to act for the sake of common goals, even against their own interests. AS has the ability to generalize and associate but not to analyze and operate logically. In C the associative binding of dissimilar, unrelated events and a generalization of all the special cases also occurs. AS properties are determined not by the properties of the elements but by the result of their interaction; C properties are not determined by the individual qualities of people either – on the contrary, cultural and intellectual differences between people in C are erased.

Thus, the emergence of AS in groups of people is possible, and the properties of AS and C at the phenomenological level are similar. This suggests that the psychology of C is a manifestation of the properties of AS which is self-organized from a group of people and has a common origin with the properties of local neural networks of the brain.

#### References.

1. The psychology of the masses. Reader. Ed. b D.Y. Raygorodsky, Samara, ВАИРАН, 1998. 592 p.

### **О ФИЗИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМАХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СУБЪЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Муллин А. В.**

Санкт-Петербург, Россия, [mullin\\_av@mail.ru](mailto:mullin_av@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m499.sudak.ns2019-15/309-310>

Со времён Рене Декарта, субъективный мир противопоставляется объективному, что привело к формированию в классической философии психофизической проблемы (как материя порождает субъективное). Её решение является ключевым для нейронаук. Теории сознания на основе информационного синтеза при повторном входе информации (А.М. Иваницкий, Дж. Эдельман), квантовых эффектов в микротрубочках цитоскелета нейрона (С. Хамерофф, Р. Пенроуз) и др., не могут объяснить физических механизмов появления субъективных процессов. Поэтому необходим поиск новых путей решения этой проблемы. Трудность ещё в самом понятии «субъективные процессы», так как мы можем регистрировать только их следствия: внутренние или внешние субъективные реакции (С.Р.). Реакцию считают субъективной, если она зависит от внутреннего состояния субъекта. С.Р. традиционно связывались с мышлением человека. Однако доказано, что С.Р. реализуются на основе разных архитектур нервных систем (у высших животных, птиц, рыб и насекомых). Поэтому, для поиска фундаментальных причин С.Р., целесообразно абстрагироваться от конкретных живых систем и рассмотреть возможность С.Р. в любых системах, в том числе не живых. С системных позиций С.Р. это реакции, зависящие от внутреннего состояния системы. На основании анализа, автором выявлено, что реакции автоассоциативной системы (А.С.) удовлетворяют этому определению С.Р. Поэтому изучение процессов в А.С., может открыть пути к пониманию физических механизмов субъективных процессов.

Простейшая А.С. – искусственная нейронная сеть Хопфилда способна к обобщениям. При формировании обобщений, в А.С. изменяются веса связей и внутренняя динамика системы. Поэтому реакция А.С. на одни и те же образы (A1, A2, ..., An) до и после обучения разная. То есть, А.С. меняет свою реакцию на одинаковое внешнее воздействие в зависимости от своего внутреннего состояния, что удовлетворяет определению С.Р. системы. Начальные отличия в весах связей двух А.С. влияют на результаты их обобщений. Так как обеспечить абсолютную идентичность реальных А.С. не возможно, то их реакции на одинаковые воздействия будут индивидуальны. Поэтому, реакция даже простейшей искусственной А.С. на внешний мир будет субъективной (зависеть от внутреннего состояния) не только в разное время своего существования, но и в сравнении с другими А.С.

Так как А.С. порождают С.Р., то информационные процессы в А.С. могут претендовать на роль субъективных процессов. Эти информационные процессы возможны, как в не живых А.С., так и в живых. Поэтому физические механизмы их реализации, особенно в самоорганизованных А.С., могут открыть пути к решению психофизической проблемы. В связи с этим, изучение фундаментальных физических процессов, общих для А.С. различной природы, является одной из приоритетных задач нейронаук.

### **PHYSICAL MECHANISMS OF THE EMERGENCE OF SUBJECTIVE PROCESSES**

**Mullin Alexander V.**

Saint-Petersburg, Russia, [mullin\\_av@mail.ru](mailto:mullin_av@mail.ru)

The subjective world has been opposed to the objective since the time of Rene Descartes; in the classical philosophy, this has led to the formation of the psychophysical problem (how matter gives rise to the subjective). Theories of consciousness based on information synthesis when information is re-entered (A.Ivanitsky, J. Edelman), on quantum effects in microtubules of the neuron cytoskeleton (S. Hameroff, R. Penrose), etc., cannot explain the physical mechanisms of the appearance of subjective processes.

Therefore, a search for new ways to solve this problem is needed. The difficulty lies in the very concept of 'subjective processes', since we can only register their consequences – internal or external subjective reactions (SR). A reaction is considered subjective if it depends on the internal state of the subject; S.R. are traditionally associated with the human mind.

However, SR are proven to be implemented on the basis of different architectures of the nervous systems (in higher animals, birds, fish and insects). Thus, to search for the fundamental causes of the SR, it is advisable to abstract from the specific living systems and consider the possibility of the SR. in any systems, including the inanimate ones. From the system positions, SR are reactions depending on the internal state of the system. Based on the analysis, the author has revealed that the reactions of the auto-associative system (AS) comply with definition of SR. Therefore, the study of processes in AS can open the way to understanding the physical mechanisms of subjective processes.

The simplest AS – Hopfield artificial neural network – is capable of generalizations. Forming generalizations, link weights and the internal dynamics of the system change in AS. Therefore, the reaction of AS on the same images (A1, A2, ..., An) is different before and after training; in other words, AS changes its response to the same external effect depending on its internal state, which satisfies the definition of a SR system. The initial differences in link weights of two AS affect the results of their generalizations. Since it is impossible to ensure the absolute identity of real AS, their reactions to the same effects will be individual. Therefore, the reaction of even the simplest artificial AS to the outside world will be subjective (will depend on the internal state) not only at different times of its existence, but also in comparison with other AS.

Since AS generate SR, the information processes in AS claim to be subjective processes; these are possible both in animate and inanimate AS. Hence, the physical mechanisms of their implementation, especially in self-organized AS, can open ways to solve the psychophysical problem. In this regard, the study of fundamental physical processes common to AS of different nature is a priority of neuroscience.

### **МОДУЛЯЦИИ НООПЕПТОМ И ПИРАЦЕТАМОМ ВЫЗВАННОГО АЦЕТИЛХОЛИНОМ ВХОДЯЩЕГО ТОКА И ДЕПРЕССИИ ХОЛИНОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НЕЙРОНОВ** **Мурзина Г.Б.<sup>1</sup>, Пивоваров А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; gbmurzina@mail.ru

<sup>2</sup> Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m500.sudak.ns2019-15/310-311>

В настоящее время известен целый ряд веществ, ноотропов, улучшающих умственную деятельность, стимулирующих обучение и память. К ним относятся пирацетам и ноопепт – дипептидный аналог пирацетама. Профиль активности ноопепта, в целом, сходен с таковым пирацетама, но активность проявляется в дозах значительно меньших, чем у пирацетама.

Проведенные исследования воздействия различных концентраций ноопепта и пирацетама на входящий АХ-ток показали, что изменения дозовой кривой после воздействия ноотропов на нейроны виноградной улитки связаны с изменением количества АХ-рецепторов на мембране нейронов, вероятно, вследствие прямого или косвенного влияния на процессы эндо- или экзоцитоза рецепторов, либо с воздействием на эффективность мускариновых АХ-рецепторов, находящихся на мембране нейронов. Такой вывод был сделан на основании сравнительного анализа характеристик вызванного АХ-тока (времени и скорости нарастания и спада тока, его длительности и амплитуды) в контроле и при действии ноопепта (концентрации 1нМ, при которой наблюдалось наибольшее увеличение АХ-тока) с помощью математической модели, включающей основные характеристики функционирования рецептора.

Также были проведены исследования воздействия этих ноотропов на депрессию вызванного АХ входящего тока. Ноопепт концентрации 10мкМ не оказывал существенного влияния на выработку и уровень депрессии входящего АХ-тока, но восстановления тока после окончания стимуляции не происходило. Отсутствие восстановления АХ-тока наблюдалось также после выработки депрессии при воздействии меньшей концентрации ноопепта -1нМ и при воздействии пирацетама концентрации 1мМ. Скорость выработки и уровень депрессии входящего АХ-тока при воздействии пирацетама имеют меньшие величины по сравнению с соответствующими контрольными значениями. При математическом моделировании было получено, что изменения скоростей транспортировки рецепторов при действии пирацетама лежат в диапазонах изменений соответствующих расчетных значений для кривых депрессии при воздействии ингибиторов PP2B, PPM1D, а также токсинов, нарушающих функцию актиновых микрофиламентов цитоскелета и киназы легких цепей миозина. Это позволяет сделать вывод о влиянии данных ноотропов на процессы транспортировки рецепторов.

*Работа поддержана РФФИ (грант № 17-00-00052).*

### **NOOPEPT AND PIRACETAM MODULATION OF CAUSED BY ACETYLCHOLINE INPUT CURRENT AND DEPRESSION OF NEURON CHOLIN SENSITIVITY** **Murzina Galina B.<sup>1</sup>, Pivovarov Arkady S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; gbmurzina@mail.ru

<sup>2</sup>Biological Department, Lomonosov Moscow State University, Russia

A number of substances, nootropics, that improve the brain activity, stimulate learning and memory, are known. They include piracetam and noopept which is a dipeptide analogue of piracetam. The activity profile of noopept is similar to that of piracetam in general. But its activity exists in doses much lower than those of piracetam.

Studies of the different concentrations of noopept and piracetam effects on the input Ach-current showed that changes in the dose curve after the action of nootropics on the snail neurons are based on the number of the neuronal membrane Ach-receptor changes, probably due to direct or indirect effects on the endocytosis or exocytosis receptors, or on the neuronal membrane muscarinic Ach-receptors efficiency. This conclusion was made on the basis of a comparative analysis of the induced Ach-current characteristics (the time and the rate of current rise and fall, its duration and amplitude) in the control and under the noopept action (concentration 1nM, at which the greatest increase in the Ach-current was observed). A mathematical model including the main characteristics of the functioning of the receptor was used.

The effects of these nootropics on the input Ach-current depression were studied. Noopept concentration of 10  $\mu\text{M}$  did not have a significant effect on the production and level of the input Ach-current depression, but the current did not recover after the stimulation had finished. The Ach-current recovery was not observed after the depression development, when the neurons were exposed to a lower concentration of noopept -1nM and or to piracetam concentration 1mM. The production rate and the depression level of the input Ach-current have smaller values compared with the corresponding control values when the neurons were exposed to piracetam,. The mathematical modeling showed that changes in receptor transport rates under the piracetam action correspond to changes of the corresponding calculated values for the depression curves, when the neurons were exposed to PP2B and PPM1D inhibitors, as well as toxins, disrupting the function of actin microfilaments of the cytoskeleton, and kinase of myosin light chains. This allows us to conclude that these nootropics effect on receptor transport processes.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant №17-00-00052).*

### **ОЖИРЕНИЕ И БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН** **Мухамеджанов Э.К., Лю М.Б.**

АО Научный центр противинфекционных препаратов, Алматы, Казахстан

В организме имеется ряд энергозависимых метаболических циклов, которые могут регулировать энергетический баланс. Синтез белка – самый энергозатратный процесс в клетке, поэтому происходит его ускорение при увеличении поступления калорий и, напротив, снижение при их дефиците. Белковый обмен является координирующим в регуляции метаболизма основных энергетических источников – глюкозы и жирных кислот.

При снижении синтеза белка при дефиците субстрата (малобелковое питание) или анаболических стимулов происходит уменьшения использования энергии глюкозы на анаболический процесс и отмечается ее повышение в крови (гипергликемия), что ведет к снижению потребления глюкозы мышечной тканью (развивается инсулинрезистентность) и сброс углеродного скелета в жиры (липидемия). Происходит усиление накопления липидов в адипоцитах или развивается ожирение.

Факторы, способствующие усилению синтеза белка: анаболические аминокислоты (лейцин, валин, изолейцин), витамины (В и Д), микроэлементы (Са и Mg) увеличивают потребность энергии глюкозы в синтезе белка, способствует снижению гликемии и липидемии и уменьшению липогенеза, что способствует профилактике ожирения.

Таким образом, энергозависимый процесс синтеза белка является важным регулятором энергетического гомеостаза и его активность обратно коррелирует с массой тела.

### **ЗНАЧЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ЦИРКУЛЯТОРНО – МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТЫ** **МОЗГА С ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ**

**Нагаев И.Э.**

Диагностический Клинический центр №1, Москва, Россия, [doctor-nagaev@list.ru](mailto:doctor-nagaev@list.ru)

Суждение о мозговом обеспечении мозга базируется, как правило, на данных о его кровоснабжении. Однако информативную значимость этого показателя нельзя считать в достаточной степени приемлемой по трем причинам:

1. В процессе циркуляторно-метаболического обеспечения деятельности головного мозга значимую роль играют как система ликвородинамики, от которой зависит транспорт метаболитов в паренхиме мозга и распределение крови в полости черепа при разных жизненных ситуациях.

2. Существенное значение для обеспечения мозгового кровотока имеют особенности биомеханических свойств черепа, от которых зависит систолическая вместимость его полости, что поддерживает мозговой кровоток в период диастолы.

3. Важно адекватно оценивать и то, насколько полно циркуляторно-метаболическое обеспечение мозга соответствует его текущим нутритивным потребностям, поскольку хорошо известно, что даже кратковременное снижение мозгового кровотока сопровождаются признаками выраженного цереброваскулярного дефицита.

В настоящее время появилась доступная возможность комплексной оценки как состояния мозгового кровотока, подвижности ликвора и биомеханических свойств черепа. Инструментальный комплекс для этой цели основан на одновременной регистрации транскраниальной доплерограммы в основании Средней Мозговой Артерии, реоэнцефалограммы, ЭКГ и дыхательных движений грудной клетки на ПК «Windows XP» с использованием специальных модифицированных программ. Использование данного инструментального комплекса в условиях лабораторного обследования здоровых лиц разных возрастных групп и пациентов с неврологической патологией, показало, что соответствие циркуляторно-метаболического обеспечения деятельности головного мозга, сохраняемое у здоровых лиц в обычных условиях жизнедеятельности может нарушаться при экстремальных условиях, вызывающих гипоксию мозга разного генеза, а в условиях клиники – при транзитных циркуляторных нарушениях. Умеренное нарушение соответствия циркуляторно-метаболического обеспечения деятельности мозга, без выраженной неврологической симптоматики о подтверждается материалами, полученными при обследовании преклонного возраста, что позволяет выявить начальные проявления циркуляторной деменции у лиц средней возрастной группы (40-55 лет), вследствие сниженной активности гемо- ликворо-динамических процессов. Таким образом, оценка соответствия обеспечения работы головного мозга, являющегося результатом скоординированного функционирования комплекса физиологических систем, требует комплексного методического подхода, в котором должны сочетаться как физиологический, так и психофизиологический подходы на базе современной вычислительной техники.



VALUE OF CORRESPONDENCE OF BRAIN CIRCULATING – METABOLIC ENSURING WITH ITS  
FUNCTIONAL STATE

Nagaev I.E.

Diagnostic Clinical Center 1, Moscow, Russia, mail: doctor-nagaev@list.ru

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОЙ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК НА ОБРАЗОВАНИЕ РАЗРЫВОВ ДНК В КЛЕТКАХ  
ГЛИОМЫ ЧЕЛОВЕКА

Назаретян А.Ш.<sup>1,3</sup>, Кожина Е.А.<sup>1</sup>, Филев А.Д.<sup>1,3</sup>, Конькова М.С.<sup>1</sup>, Каменева Л.В.<sup>1</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,2</sup>,  
Шмарина Г.В.<sup>1</sup>, Малиновская Е.М.<sup>1</sup>, Писарев В.М.<sup>2</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Костюк С.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия; <sup>2</sup>НИИ общей реаниматологии имени В.А.Неговского ФГБНУ «Федеральный научный и клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Россия, <sup>3</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m501.sudak.ns2019-15/312-313>

Введение: Нуклеиновые кислоты, локализованные вне клеток организма, в межклеточном пространстве, а также в среде культивирования клеток, называют внеклеточной ДНК (вкДНК). Основным источником вкДНК в организме – это ДНК клеток, погибших в результате апоптоза или некроза. Показано, что окисление вкДНК значительно изменяет ее биологическое действие на клетки. Окисленные фрагменты вкДНК обладают способностью проникать в клетки и индуцировать образование свободных радикалов в клетках. Глиальные клетки заполняют пространство между нейронами и мозговыми капиллярами и обеспечивают нормальное функционирование и изоляцию нейронов, участвуют в синаптической передаче и выполняют трофическую функцию. Глиомы – опухоли головного мозга, происходящие из клеток глии: астроцитов, олигодендроцитов и их предшественников. При терапевтическом лечении глиомы в межклеточном пространстве образуются фрагменты окисленной вкДНК.

Цель: Исследовать влияние окисленной вкДНК на окислительную модификацию и двунитевые разрывы культивируемых клеток астроцитомы человека.

Методы: Уровень двунитевых разрывов ДНК и 8-oxodG в культивируемых клетках астроцитомы определяли методом проточной цитофлуориметрии с использованием флуоресцентно-меченных антител. Уровень экспрессии гена *NOX4* анализировали методом ПЦР в реальном времени.

Результаты: При действии окисленной вкДНК в концентрации 50-100 нг/мл на клетки астроцитомы человека через 15-20 минут возрастает уровень экспрессии гена *NOX4* в 3-4,5 раза ( $p < 0,01$ ), его экспрессия сохраняется повышенной через 3 часа после добавления к клеткам окисленной вкДНК ( $p < 0,01$ ). *NOX4* является постоянно активным ферментом, количество активных форм кислорода (АФК), производимых *NOX4*, в первую очередь регулируется на уровне транскрипции. АФК в клетках астроцитомы могут вызывать окислительные повреждения ДНК. Показали, что через 15 минут после добавления окисленной вкДНК в концентрации 50-100 нг/мл к клеткам астроцитомы человека уровень 8-oxodG возрастает в 2-3 раза ( $p < 0,01$ ) и сохраняется повышенным в течение 3 часов; через 3 часа на 40-50% ( $p < 0,01$ ) возрастает количество астроцитов, имеющих множественные двунитевые разрывы ядер клеток.

Вывод: Окисленная внеклеточная ДНК вызывает окислительные модификации и двунитевые разрывы ядер клеток глиомы человека в первые часы после воздействия.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-06017офи\_м, и № 16-04-00576\_А и в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

EFFECT OF OXIDIZED CELL-FREE DNA ON DNA BREAKS IN HUMAN GLIOMA CELLS

Nazaretyan Ashot S.<sup>1,3</sup>, Kozhina Ekaterina A.<sup>1</sup>, Filev Anton D.<sup>1,2</sup>, Konkova Marina S.<sup>1</sup>, Kameneva Larisa V.<sup>1</sup>,  
Ershova Elizaveta S.<sup>1,2</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1</sup>, Malinovskaya Elena M.<sup>1</sup>, Pisarev Vladimir M.<sup>2</sup>, Veiko  
Natalya N.<sup>1</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow 115478, Russia., <sup>2</sup>V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, Moscow 107031, Russia, <sup>3</sup>N. I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow 117997, Russia

Introduction: the nucleic acids localized outside cells in the intercellular space and in the culture medium of the cells called cell-free DNA (cfDNA). The main source of cfDNA in the body is the DNA of cells destroyed by apoptosis or necrosis. It is shown, that the cfDNA oxidation significantly changes its biological effects. Oxidized cfDNA fragments may penetrate into cells and induce the formation of free radicals. Glial cells located between neurons and brain capillaries ensure the normal functioning and isolation of neurons, participate in synaptic transmission and perform trophic function. Gliomas are brain tumors originating from glia cells: astrocytes, oligodendrocytes and their predecessors. In therapeutic treatment of glioma fragments of oxidized cfDNA are produced in the intercellular space.

Objective: to investigate the effect of oxidized cfDNA on oxidative modification and bi-strand breaks of cultured human astrocytoma cells.

Methods: DNA double-strand breaks and 8-oxodG in cultured astrocytoma cells were determined by flow cytometry using fluorescence-labeled antibodies. The level of *NOX4* expression was analyzed by real time PCR.

Results: oxidized cfDNA (concentration 50-100 ng/ml) increases the expression of *NOX4* by 3-4.5 times ( $p < 0,01$ ) human astrocytoma cells in 15-20 minutes. Its expression remains elevated 3 hours after cfDNA addition ( $p < 0,01$ ). *NOX4* is a continuously active enzyme. The amount of reactive oxygen species (ROS) produced by *NOX4* is primarily regulated at the transcription level. ROS in astrocytes may cause oxidative DNA damage. It was shown that 15 minutes after the addition of oxidized cfDNA with concentration 50-100 ng/ml to human astrocytoma cells, the level of 8-oxodG increased 2-3 times ( $p < 0,01$ ) and remained elevated for 3 hours; 3 hours later the number of astrocytes with multiple double-strand breaks of cell nuclei increased by 40-50% ( $p < 0,01$ ).

Conclusion: oxidized cfDNA causes oxidative modifications and double-strand breaks in human glioma cell nuclei in the first hours after exposure.

The work was supported by RFBR grant No.17-29-06017ofi\_m and № 16-04-00576\_A, and as a state task of the Ministry of education and science of Russia.

### **СОМАТОТОПИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗОНЫ РУКИ В ПЕРВИЧНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ КОРЕ – MNI НОРМАЛИЗАЦИЯ ТМС ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАРТ**

**Назарова М.А.<sup>1,2\*</sup>, Новиков П.А.<sup>1\*</sup>, Иванина Е.О.<sup>3</sup>, Козлова К.Д.<sup>1</sup>, Благовещенский Е., Никулин В.В.<sup>1,4</sup>**

\* – одинаковый вклад авторов в работу

<sup>1</sup>Центр нейроэкономики и когнитивных исследований, Институт когнитивных нейронаук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр цереброваскулярной патологии и инсульта» Минздрава РФ, Москва, Россия; <sup>3</sup>Департамент психологии, Факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия; <sup>4</sup>Department of Neurology, Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences, Leipzig, Germany; chantante@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m502.sudak.ns2019-15/313-314>

Картирование коры с использованием навигационной транскраниальной магнитной стимуляции (нТМС) является перспективным подходом для исследования корковой соматотопической организации внутри зоны конечности – проблемы, которая до сих пор остается дискуссионной. Следует отметить, что процедура нормализации функциональных карт к усредненному мозговому шаблону (например, MNI), все еще редко применяется при оценке результатов ТМС картирования. Целью работы были создание алгоритма нормализации ТМС карт, позволяющего строить взвешенные нормализованные ТМС карты в программе TMSmap, и исследование соматотопии моторной коры внутри зоны руки.

В исследование были включены здоровые мужчины-правши (n=17, возраст 19-33 года). Была проведена процедура моторного ТМС картирования трех мышц правой руки: abductor pollicis brevis (APB), abductor digiti minimi (ADM) и extensor digitorum communis (EDC). Анализ результатов картирования проводился на базе программы TMSmap, алгоритм для преобразования в пространство MNI моторных ТМС карт был разработан с использованием программ SPM8 и TMSmap. Медиально-латеральное расположение корковых репрезентаций мышц руки для нормализованных взвешенных ТМС моторных карт: для центров тяжести репрезентации – для EDC на 1,5 мм медиальнее, чем для ADM, и на 3,5 мм медиальнее, чем для APB; для горячих точек – для EDC на 1,5 мм медиальнее, чем для ADM, и на 2,5 мм медиальнее, чем для APB. Для взвешенных нормированных ТМС корковых репрезентаций площадь ADM была эквивалентна 81% площади APB, а площадь EDC – 115% площади APB.

В этой работе мы впервые показали наличие соматотопического градиента в первичной двигательной коре внутри зоны руки с использованием нормализованных моторных ТМС карт. Наши результаты требуют дальнейшего изучения, включая систематическое сравнение с результатами 2D линейного ТМС картирования, продемонстрировавшего значительно большую разницу между горячими точками корковых представительств мышц указательного пальца и мизинца.

*Данные ТМС картирования были получены в Научном Центре Неврологии, Москва, когда МН работала там в 2012–2016 гг. Авторы благодарят И. Гусарова и Д. Поздееву за помощь в проведении экспериментов. Работа ПН была поддержана Российским научным фондом (грант 18-79-00328). Работа МН, ВВН частично проводилась в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) и с использованием средств субсидии в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации "5-100".*

### **WITHIN-HAND PRIMARY MOTOR CORTEX SOMATOTOPY – MNI NORMALIZATION OF THE RESULTS OF TMS MOTOR MAPPING**

**Nazarova Maria A.<sup>1,2\*</sup>, Novikov Pavel A.<sup>1\*</sup>, Ivanina Ekaterina O.<sup>3</sup>, Kozlova Kseniya D.<sup>1</sup>, Blagoveshenskii Evgenii, Nikulin Vadim V.<sup>1,4</sup>**

(\* - authors share the first authorship and have contributed equally to the study)

<sup>1</sup>Centre of Cognition and Decision Making, Institute for Cognitive Neuroscience, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budget Institution Federal Center for Cerebrovascular Pathology and Stroke of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Department of Psychology, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; <sup>4</sup>Department of Neurology, Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences, Leipzig, Germany

Cortical mapping by means of navigated transcranial magnetic stimulation (nTMS) is a promising approach to probe within-limb somatotopy in the primary motor cortex, which is still a debated issue of high clinical relevance. Interestingly, MNI normalization procedure is still rarely applied for nTMS mapping results. The goal of this work was to develop an algorithm for TMS map MNI normalization allowing to construct weighted normalized TMS map in TMSmap software and to probe the within-hand motor cortex somatotopy using such weighted average MNI TMS multimuscular maps.

17 healthy male right-handed volunteers (19-33 y.o.) were enrolled. nTMS motor mapping sessions were performed for three right-hand muscles: abductor pollicis brevis (APB), abductor digiti minimi (ADM) and extensor digitorum communis (EDC). The analysis was performed using TMSmap software. Transformation to MNI space of TMS motor maps and weighted average map construction was done using a custom-made algorithm using SPM8 and TMSmap software. Medial to lateral distances for the normalized weighted TMS cortical motor maps between CoGs were as following: EDC was 1.5 mm more medial than ADM and 3.5 mm more medial than APB; for hotspots (HS): EDC was 1.5 mm more medial than ADM and 2.5 mm more medial than APB. In terms of the normalized

representations ADM area was equivalent to 81% of APB area, while EDC area was equivalent to 115% of APB area.

For the first time, we demonstrate here a within-hand somatotopy gradient using normalized TMS motor maps which is substantially smaller than the reported distances between HS of the cortical representations of the first dorsal interosseus and ADM muscles in the individualized data obtained using 2D linear TMS mapping. Our preliminary results need further elaboration including systematic comparison with the results of 2D linear TMS mapping.

*nTMS data were obtained in the Research Center of Neurology, Moscow while MN was working there in the years 2012–2016. Authors are grateful to I. Gusarovas and D. Pozdeeva for help with the experiments. The work of PN was supported by Russian Science Foundation under grant 18-79-00328. The work of MN, VVN was partly conducted within the framework of the HSE University Basic Research Program and was partly funded by the Russian Academic Excellence Project '5-100'.*

## ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС

Наймушина А. Г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия, all6239@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m503.sudak.ns2019-15/314-315>

Теоретико-методологическое обоснование Тюменского областного научно-исследовательского проекта «РЕГИОН ЗДОРОВЬЯ», посвящённого изучению феномена акватермического закаливания и зимнему плаванию побудили нас рассмотреть оксидативный стресс (ОС) и гипоксические состояния, как возможные физиологические механизмы адаптации к кратковременному воздействию холода.

В 1991 году Хельмут Зис ввёл понятие «oxidative stress». Но ещё в середине XX столетия Денхам Харман предложил свободнорадикальную теорию старения, а Феликс Залманович Меерсоном продел огромную работу по исследованию перикисного окисления липидов (ПОЛ) при стрессе. ОС (синоним: окислительный стресс) является естественной ответной реакцией организма человека при действии разнообразных факторов внешней и внутренней среды в основе которой лежит феномен образования активных форм кислорода (АФК). Малые концентрации АФК являются физиологическими медиаторами реализации неспецифических защитных систем организма. Организация тренировочного процесса в спорте высоких достижений, априори подразумевает создание процесса управляемой гипоксии и кратковременного физиологического ОС. Свободно-радикальное окисление обеспечивает сохранение гомеостаза и является важным компонентом клеточного механизма неспецифической иммунной реакции – фагоцитоза.

При ОС увеличивается экспрессия генов цитокинов: фактора некроза опухоли (ФНО- $\alpha$ ); интерлейкинов ИЛ-1, ИЛ-6, ИЛ-8 и факторов транскрипции комплекса AP-1; ядерного фактора транскрипции NTF kappa (Nuclear Transcription Factor kappa B). С ОС связан процесс апоптоза, об активности которого косвенно судят по каспазе-3 (caspase – cysteine-dependent aspartate specific protease). Детерминантой клеточного механизма апоптоза при воздействии химических факторов служит белок p53, находящийся в неактивном состоянии у здорового человека и запускающий механизмы программированной смерти при повреждении генетического материала.

ОС рассматривают в структуре сердечно-сосудистого континуума и возникновении хронической болезни почек. Активация ренин-ангиотензиновой и симпато-адреналовой систем при ССЗ сопровождается тканевой гипоксией и образованием АФК, запуская процессы ПОЛ и окисление липопротеидов низкой плотности (ЛПНП). Исследование плазменного натрийуретического пептида типа С, эндотелина 1 и 4a/4b ген эндотелиальной синтетазы оксида азота, С-реактивного протеина служит в качестве оценки эндотеоциальной дисфункции.

Оксидативный стресс является составляющей синдрома полярного напряжения.

Ряд авторов рассматривают явление липотоксичности при ожирении как главный патогенетический механизм ОС.

В отношении повышенной ультрафиолетовой активности и образованием свободных радикалов накоплено большое число эмпирических данных.

При акватермическом закаливании и зимнем плавании происходит активация неспецифического иммунитета и замедляется процесс старения. Но является ли данный вид экстремального воздействия процессом, препятствующим образованию свободных радикалов – на этот вопрос мы не нашли ответов.

Своеобразной стресс-лимитирующей системой, ограничивающей патологическое воздействие свободных радикалов являются антиоксиданты и кислород-чувствительный протеиновый комплекс (HIF-1). К антиоксидантам ферментативной природы относят каталазу, супероксиддисмутазу, глутатионпероксидазу. Токоферол – основной жирорастворимый антиоксидант организма, являющийся фактором структурной стабилизации клеточных мембран и препятствующий избыточному ПОЛ. Антиоксидантная белковая буферная система эритроцитов крови – изучена недостаточно. В последнее время появляются публикации о высокой антиоксидантной активности L-карнитина. Мелатонин действует как гормон-регулятор на фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны, участвует в регуляции биологических ритмов и цикла «сон-бодрствование», является естественным антиоксидантом и препятствует преждевременному старению. Косвенным методом оценки активности мелатонина является определение метаболитов мелатонина в моче – 6 сульфатоксимелатонин. Прямое определение уровня антиоксидантов в крови *in vivo* невозможно.

Определение в сыворотке крови малонового диальдегида (МДА), супероксиддисмутазы (СОД) и тиоловых групп является признанным стандартом при оценке ОС. О состоянии свободнорадикальных

процессов судят содержанию метаболитов оксида азота (пероксинитрита, нитрозоглутатиона, 3-нитротирозина).

Заключение. Выбор методов оценки эффективности акватермического закаливания является непростой задачей, решить которую придётся пользуясь наработками учёных при исследовании ОС. В настоящий момент времени нами выбраны неспецифические маркеры иммунных ответов.

**OXYDATIVE STRESS**  
**Naymushina Alla G.**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education « Industrial University of Tyumen»/ IUT, Russia,  
all6239@yandex.ru

**INITIAL RESULT OF USING PREIMPLANTATION GENTIC DIAGNOSIS FOR BETA-THALASSEMIA DISEASE  
BY MINISEQUENCING TECHNIQUE**

**Nguyen Ngoc Diep\*, Trieu Tien Sang\*, Nguyen Dinh Tao\*, Ngo Truong Giang\*, Nguyen Thanh Tung\*,  
Nguyen Thi Viet Ha\*, Nguyen Thi Thanh Nga\*, Tran Van Khoa\***

Military Medical University, Ha Noi, Viet Nam  
[Ngocdiep301@gmail.com](mailto:Ngocdiep301@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m504.sudak.ns2019-15/315-316>

**Introduction:** Beta thalassemia is one of the most common monogenetic diseases in the world. Treatment for these patients creates a burden both economically and morally for the family and the society. Today, some methods for diseases are only carried out quite late, if pregnancy stop, it will greatly affects the health of pregnant women. Preimplantation Genetic Diagnosis (PGD) is a method of genetic screening abnormal blastomere that is performed before blastomere transfer into the uterus. This is an effective prevention method for genetic diseases including beta-thalassemia. After constructing the genetic diagnostic process in prior to blastomere transfer of  $\beta$ -thalassemia, we initially applied this genetic predation to families whose parents carried gene mutations that caused  $\beta$ -thalassemia, gave birth to a sick child and had a desire to have a healthy baby at the Military Medical Academy. We conducted this study with the aim: Evaluating the initial results of the application of the genetic diagnostic process in prior to transfer of  $\beta$ -thalassemia.

**Objective:** 12 blood samples from 6 couples who are  $\beta$ -thalassemia carriers have children with  $\beta$ -thalassemia disease, had results of screening for  $\beta$ -thalassemia mutation from whole blood DNA, and 26 blastomere biopsy specimens from IVF blastomere developed on day 3 of these 6 families.

**Method:**

- Isolated of DNA from the complete blood of parents.
- Multiply the entire genome of the embryo biopsy sample, check the product by electrophoresis, dilute 20 times.
- Conducted nested PCR according to Wang et al., 2003, modified. Multiply the  $\beta$ -globin gene with a volume of 50  $\mu$ L containing the product of the whole diluted gene; 0.2  $\mu$ M each primer round 1; 0.2 mM each of deoxyribonucleotide triphosphate (dNTP) and 2.5 unit HotStarTaq DNA Polymerase (Qiagen) in 1X PCR buffer containing 1.5 mM MgCl<sub>2</sub>. Minisequencing was proceeded with SNaPshot™ multiplex ready reaction mix (Applied Biosystems) and 0.2  $\mu$ M each minisequencing primer according to the manufacturer's procedure.
- The minisequencing products are fluorescence detected in gel electrophoresis by 3130xL Genetic analyzer, analyzed by the GeneMapper ID software v 3.2. Evaluate the results of mutant detection based on the size, color and magnitude of the obtained peaks. Screen for parents and embryos using StripAssay kit.

**RESULTS AND DISCUSSION**

1. Results of the entire genome multiplication:
  - The principle of this method is that the primer expands before amplification by using a random mixture of 15 bp oligonucleotides amplifying the entire genome of a cell to produce DNA fragments of size 2-70 kb.
  - The WGA (whole genome amplification) products are clear, DNA focus on the 30kb, in accordance with manufacturers recommendations. After confirming products by agarose electrophoresis, we diluted the products 20 times with deionized water. Thus, the technique of multiplying the entire genome has enabled us to have more genetic material to coordinate diagnostic methods, increase the accuracy and stability of the diagnosis.
2. Results of  $\beta$ -globin nuclear gene and mutation test with TripAssay kit:
  - Genetic products have good quality, suitable size as expected, clear electrophoresis bands, no visible side products.
  - Tripassay kit diagnosed 6 embryos on day 5 of TH24 family, of which 6 embryos, two carried the CD17 homozygous are embryo 2 and 3. After using Tripassay with these embryos, results appeared at the mutation position of cd17 and lost at the normal position of cd17. Embryo 1 does not appear mutation line so the embryo 1 is normal. Embryo 4, 5, 6 appears lines of mutation but not loss of line in the normal position, these embryos carry only heterozygous cd17 gene, embryos not express disease.
3. Results of mutant detection on embryos in vitro:

Two simultaneous diagnostic methods, minisequencing and StripAssay, were used to diagnose the transfer of  $\beta$ -thalassemia embryos in IVF for 6 pairs carrier thalassemia gene participating and obtained the following results:

  - The THB24, THM24 carries the heterozygote Cd17 genotype, the green peaks are nucleotides A (mutant), the lower red peaks are nucleotides T (normal).
  - One of these families has 6 embryos that were spawned on day 5 to diagnose the mutation. The result are that 1 normal embryo does not carry the mutant gene (embryo 1), 2 homozygotes cd17 (embryo 2 and embryo 3) and 3 embryos bearing the heterozygosity cd17 (embryos 4, 5, 6).

The embryo 1 appears T-nucleotide fluorescence peak as a normal nucleotide position. Therefore, the embryo 1 does not carry the mutant gene that causes the disease, the embryo 1 is normal. Embryo 2 and 3 show the A-nucleotide fluorescence peak, as the mutation site, so the embryo 2 and embryo 3 carry the CD17 homology gene, the embryos are diseased. Embryo 4, 5, 6 exhibit both fluorescence peaks of nucleotides A and T, so these embryos carry the heterozygosity cd17, which carries mutant genes but does not express disease.

All 24 embryos of 6 families were detected and found the inherited mutation from the parents. Therefore, we chose the normal embryos (normal, carry gene) and transfer into the mother to have healthy babies.

#### **Conclusion**

Initially, the genetic diagnostic process in prior to transfer of  $\beta$ -thalassemia embryos are carried out by using the technique of minisequencing on in vitro fertilization embryos.

### **ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕРВНОЙ, ИММУННОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ МЫШЕЙ F1 (C57BL/6 X DBA/2)**

**К. А. Никольская<sup>1</sup>, В. В. Толченникова<sup>1</sup>, М. В. Кондашевская<sup>2</sup>**

Биологический факультет МГУ, 2 ГУ Научно-исследовательский институт морфологии человека  
РАМН, Москва, Россия, [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

Общеизвестно, что, обеспечивая согласованность процессов жизнедеятельности по скорости, времени и месту протекания, гормоны и цитокины влияют на такие психофизиологические функции, как уровень двигательной активности, психоэмоционального состояния, обучение и память. Представляло интерес оценить сопряженность эндокринной и иммунной систем на фоне сытости, голода и информационной нагрузки у мышей. В сыворотке крови определяли концентрацию таких гормонов, как грелин, лептин и нейропептид Y, тесно связанных с регуляцией пищевого поведения, и уровень тиреоидных гормонов. В супернатантах селезенки определяли концентрацию цитокинов: интерферона- $\gamma$  (ИФН- $\gamma$ ), интерлейкина-2 (ИЛ-2), ИЛ-6 и ИЛ-10 в ответ на изменение не только метаболического, но и средового факторов.

Проведенные исследования показали, что гормональный ансамбль проявил дифференцированную чувствительность в виде снижения уровня в крови лептина, T3, T4 и тестостерона в отношении метаболического фактора; этот процесс усиливался в случае когнитивного факторов. Исследование сопряженности с уровнями функционирования организма показало, что гормональная активность вне зависимости от целостности ЦНС, наиболее четко отражалась в параметрах основных нервных процессов. В отличие от гормонов, изменение уровня секреции всех исследуемых цитокинов в ответ на возбуждение пищевого центра не имело статистически значимых отличий от сытого состояния. Только в обогащенной среде усиление агрессивных и невротических проявлений в условиях социума сопровождалось подавлением секреции интерлейкинов ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-6 и ИЛ-10. Противоположный эффект в виде значимого повышения продукции всех изученных цитокинов наблюдался в случае условнорефлекторного поведения. Высказывается предположение, что цитокины спленоцитов проявляют высокую дифференциальную чувствительность к психофизиологическому состоянию мышей, обусловленному воздействием социального и когнитивного факторов, выраженность которой определяется конкретными физиолого-биохимическими системами, вовлеченными в реализацию адаптивного ответа организма.

Сделано предположение, что для обеспечения устойчивого мотивационно-энергетического состояния требуется активация не только нервной и гормональной систем, но и иммунной в виде значительной активации экспрессии цитокинов.

### **THE INTERACTION OF THE NERVOUS, IMMUNE AND ENDOCRINE SYSTEMS IN DIFFERENT FUNCTIONAL STATES OF F1 MICE (C57BL / 6 X DBA / 2)**

**K.A. Nikol'skaya<sup>1</sup>, V.V. Tolchennikova<sup>1</sup>, M.V. Kondashevskaya<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Biological Faculty of Moscow State University, <sup>2</sup> State Research Institute of Human Morphology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia, [nikolskaya.kira@yandex.ru](mailto:nikolskaya.kira@yandex.ru)

It is well known that hormones and cytokines ensure consistency of life processes in terms of speed, time and place of flow, affecting such psychophysiological functions as the level of motor activity, psycho-emotional state, learning and memory. It was interesting to evaluate the conjugacy of the endocrine and immune systems against the background of satiety, hunger and informational load in mice. The serum concentration of hormones such as ghrelin, leptin and neuropeptide Y, which are closely related to the regulation of eating behavior, and the level of thyroid hormones were determined. The concentration of cytokines: interferon- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), interleukin-2 (IL-2), IL-6 and IL-10 was determined in the spleen supernatants in response to the action of both metabolic and environmental factors.

Studies have shown that the hormonal ensemble showed differentiated sensitivity in the form of a decrease in blood levels in leptin, T3, T4 and testosterone in relation to the metabolic factor; this process was intensified in the case of cognitive factors. The study of contingency with the levels of functioning of the body showed that, regardless of the integrity of the central nervous system, hormonal activity was most clearly reflected in the parameters of the basic nervous processes. Studies have shown that the hormonal ensemble showed differentiated sensitivity in the form of a decrease in blood levels of leptin, T3, T4 and testosterone in relation to the metabolic factor; this process was intensified in the case of cognitive factors. The study of contingency with the levels of functioning of the body showed that, regardless of the integrity of the central nervous system, hormonal activity was most clearly reflected in the parameters of the basic nervous processes.

Unlike hormones, the change in the level of secretion of all investigated cytokines in response to the excitation of the food center did not have statistically significant differences from the satiated state. The intensification of aggressive and neurotic reactions in the conditions of society led to the suppression of the secretion of interleukins IL-2, IL-4, IL-6 and IL-10. Only in an enriched environment, the enhancement of

aggressive and neurotic manifestations in the conditions of society was accompanied by suppression of the secretion of interleukins IL-2, IL-4, IL-6 and IL-10. The opposite effect in the form of a significant increase in the production of all studied cytokines was observed in the case of conditioned-reflex behavior. It has been suggested that to ensure a stable motivation and energy state, activation requires not only the nervous and hormonal systems, but also the immune system in the form of significant activation of cytokine expression.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ТРЕХМЕРНОГО АНАЛИЗА АСТРОЦИТОВ ГИППОКАМПА МЫШИ**

**Носова О.И.<sup>1,2</sup>**

1 – Институт экспериментальной медицины ФГБНУ, 197022, Санкт-Петербург, Россия

2 - НИИ Нейронаук ННГУ им.Лобачевского, 603950, Нижний Новгород, Россия

email: [nosova@neuro.nnov.ru](mailto:nosova@neuro.nnov.ru)

<https://doi.org/10.29003/m505.sudak.ns2019-15/317>

Многие биологические и физиологические исследования базируются на анализе распределения белковых маркеров на уровне клеток и тканей. Наиболее распространенные методы иммунодетекции позволяют наблюдать организацию и взаимосвязь маркеров в клетке. В частности, применяется колокализационный анализ, дающий представление о перекрытии маркеров, отражающих функциональные взаимодействия в клетке в двухмерном пространстве. В то время как инструменты, позволяющие в полной мере оценить взаимодействие белков в пространстве недостаточно разработаны. В связи с этим, наиболее актуальным является разработка методов, позволяющих получить максимально полное представление о трехмерной организации маркеров в клетке или ткани.

Целью данного исследования является разработка методического подхода, обеспечивающего получение флуоресцентных изображений, пригодных для анализа колокализации белковых маркеров в 3D.

В качестве объекта исследования были использованы срезы гиппокампа мыши линии C57BL/6 в возрасте 3 месяцев, полученные с помощью вибратора. Срезы инкубировались в растворе первичных антител к GFAP. Получение цифровых флуоресцентных изображений осуществляли с помощью конфокального микроскопа (LSM 710, Zeiss).

Описанный методический подход позволил получить четкое флуоресцентное изображение астроцитов гиппокампа, меченных маркером GFAP, на глубине до 50µm в режиме конфокальной флуоресцентной микроскопии. В более глубоких слоях происходило быстрое ослабление флуоресцентного сигнала. Полученные 3D-стеки показывают приемлемое качество реакции в астроцитарных отростках, что позволяет осуществить анализ структурной организации отростков астроцитов.

Таким образом, предлагаемый двухступенчатый иммунофлуоресцентный метод может быть успешно использован для подготовки препаратов гиппокампа мыши к проведению 3D-реконструкций астроцитов. При этом нет необходимости в приготовлении срезов толщиной более 70-80 мкм, поскольку использование флуоресценции вне инфракрасного диапазона не позволяет получать сигнал из глубоких слоев толстого среза при использовании стандартной закрывающей среды.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-34-80016.*

### **THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF ASTROCYTES MORPHOLOGY IN THE MOUSE HYPOCAMPUS**

**Nosova Olga I.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> - Institute of Experimental Medicine, FSBI, 197022, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> - Scientific Research Institute of Neuroscience of UNN named after Lobachevsky, Nizhny Novgorod, Russia

email: [nosova@neuro.nnov.ru](mailto:nosova@neuro.nnov.ru)

Many biological and physiological studies are based on the analysis of the protein markers distribution at the level of cells and tissues. The most common methods of immunodetection allow observing the organization and the relationship of markers in the cell. In particular, a colocalization analysis use to gives an idea of the overlap of markers that reflect functional interactions in a cell in a two-dimensional space. The tools allow to fully assess the interaction of proteins in space are not sufficiently developed. In this regard, the most relevant is the development of methods to obtain an accurate analysis of the three-dimensional organization of markers in a cell or tissue.

The purpose of this study is to develop a methodological approach to provide fluorescent images suitable for analyzing the 3D colocalization of protein markers.

The described methodological approach allowed obtaining a clear fluorescent image of hippocampal astrocytes labelled with the GFAP marker at a depth of 50 µm due to confocal fluorescence microscopy. In the deeper layers, the fluorescent signal was rapidly attenuated. It is known that the diameter of astrocytic domains is approximately 60 µm, and such a depth of penetration of the laser into the slice provides sufficient opportunity for three-dimensional reconstruction of the astrocytic domain. Moreover, the resulting 3D stacks show an acceptable response quality in astrocytic processes, which allows for an analysis of the structural organization of astrocyte processes.

Thus, the proposed two-step immunofluorescence method can be successfully used for 3D reconstructions of astrocytes. There is no need to prepare slices with a thickness of more than 70-80 microns since the use of fluorescence outside the infrared range does not allow receiving a signal from deep layers of a thick slice using a standard enclosing medium.

*RFBR research project № 19-34-80016.*

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ НА ФОНЕ СТРЕССОВОЙ НАГРУЗКИ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН

Оленко Е.С., Кодочигова А.И., Фомина Е.В., Юпатов В.Д.

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России, Саратов, Россия

Все чаще нарушения мозговой гемодинамики встречаются у лиц молодого возраста. Расстройство психики, головокружение, снижение когнитивных способностей – все это малый перечень симптомов, характерных для хронического нарушения церебрального кровотока на фоне стрессовой нагрузки у относительно здоровых лиц. Функциональные нарушения мозгового кровотока могут являться предвестниками острой мозговой катастрофы.

**Цель исследования.** Изучение состояния церебрального кровотока при стрессовой нагрузке различной силы у молодых мужчин, как фактора риска сосудистой патологии мозга.

**Материал и методы.** В работу вошли результаты обследования 60 здоровых лиц мужского пола, среднего возраста  $19,5 \pm 0,02$  года, которые не предъявляли никаких жалоб, не имели никотиновой зависимости. Оценка стрессовой нагрузки проводилась с помощью опросника «Шкала жизненных событий Г.Е. Андерсона». Мозговая гемодинамика изучалась на аппаратно-программном комплексе Рео-Спектр-3, регистрировалась 4-канальная биполярная реоэнцефалография (РЭГ). Оценка основных параметров РЭГ в покое и при функциональных пробах с поворотом головы проводилась автоматизировано с помощью прилагаемого программного обеспечения. Математическая обработка результатов осуществлялась с помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0, Microsoft Excel 7.0.

**Результаты исследования.** У 16,4% ( $n=10$ ) и у 20,0% ( $n=12$ ) молодых мужчин была выявлена низкая (НСН) и средняя степень стрессовой нагрузки (ССН) соответственно, а 63,3% ( $n=38$ ) мужчин молодого возраста имели высокую степень стрессовой нагрузки (ВСН) с высокой вероятностью возникновения психосоматических заболеваний ( $p=0,04$ ). При изучении особенностей регионарного мозгового кровотока у молодых мужчин с разной степенью стрессовой нагрузки выявлен гиповолевмический, норморезистивный тип мозговой гемодинамики. У мужчин с НСН наблюдались отсутствие нарушений периферического сосудистого сопротивления и венозного оттока, присутствовала умеренная межбассейновая и межполушарная асимметрия кровотока. У лиц со ССН была выявлена межбассейновая асимметрия кровотока в обеих полушариях с преобладание кровотока во внутренних сонных артериях, кровоснабжающих фронтальные структуры мозга ( $p=0,05$ ). У мужчин с ВСН наблюдалась выраженная межбассейновая и межполушарная асимметрия кровотока, а при проведении функциональной пробы с поворотом головы у 81,6% ( $n=31$ ;  $p=0,03$ ) молодых мужчин с ВСН можно было диагностировать вертебро-базиллярный синдром.

**Заключение.** Таким образом, более чем у половины молодых мужчин (63,3%;  $n=38$ ) выявляется высокая степень стрессовой нагрузки и высокий риск возникновения психосоматических заболеваний, причем у 81,6% ( $n=31$ ) из них имеет место вертебро-базиллярный синдром, который пока не имеет симптоматики, но может привести к ишемизации мозга, особенно на фоне выраженной межбассейновой и межполушарной асимметрии мозгового кровотока. Именно по этой причине, данные лица практически сразу попадают в группу риска развития мозговых катастроф, а РЭГ может активно использоваться для диагностики данного синдрома у лиц молодого возраста.

## FUNCTIONAL FEATURES OF THE BRAIN HEMODYNAMICS ON THE BACKGROUND OF STRESS LOADS ON YOUNG MEN

Olenko E.S., Kodochigova A.I., Fomina E.V., Yupatov V.D.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ АКТИВНОСТИ МОЗГА: БИОПСИХИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ САМОРЕГУЛЯЦИИ

Осницкий А. К<sup>1</sup>, Корнеева С. А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБНУ «Психологический институт РАО», Москва, Россия; osnizak@mail.ru

<sup>2</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

<https://doi.org/10.29003/m506.sudak.ns2019-15/318-319>

Саморегуляция активности человека отличается от саморегуляции поведения других живых существ тем, что добавляется осознаваемый уровень регуляции (О.А. Конопкин). Он связан с возникновением нового вида активности человека – проектируемой им деятельности (С.Л. Рубинштейн). Если механизмы неосознаваемой саморегуляции обеспечиваются правилами организации функциональных систем, сложившихся в жизнедеятельности живого существа по кибернетическому принципу (см. работы П.К. Анохина), то осознаваемый уровень регуляции человеком своего поведения осуществляется как целенаправленный, системный процесс организации своих усилий для достижения проектируемого результата. На этом уровне человек имеет дела с собственными представлениями (репрезентантами регулируемого процесса) о предметных свойствах ситуации, в которой осуществляется проектируемое преобразование, о возможных способах преобразования, о предполагаемых (прогнозируемых) результатах преобразований и вариантах организации своих усилий. На основе сопоставления составляющих целедостижения человеком принимается решение: братья или не братья за данной преобразование. И, если взялся за него, то и принял на себя ответственность за инициируемую активность.

Решения, принимаемые человеком в регуляции своих действий, далеко не всегда осуществляются по логике устройства технических систем (кибернетической логике). Механизмы «обратной связи» и «потребного будущего» – основополагающие в анализе «работы» функциональных систем организма человека, уступают место ситуативным принятым решения и мобилизационным механизмам, часто действующим вопреки биологическим законам работы функциональных систем. Целеполагающая логика

организации поведения человека, освоившего в процессе своего развития технологии разных видов деятельности, выстраивается под контролем сознания, предполагает программирование целей, а их реализация определяется взаимодействием систем саморегуляции: биотической и психической.

Обсуждается межполушарная асимметрия, являющаяся продуктом биосоциального развития активности человека и отражающая сложную архитектуру регуляции двигательной активности, из которой складывается его поведение. Анализируются многоуровневые связи психофизиологических, поведенческих и личностных характеристик в общем процессе саморегуляции, реализуемых в системе действий по организации временного и жизненного пространства человека.

### **FUNCTIONAL ASYMMETRY OF BRAIN ACTIVITY: BIOPSYCHOSOCIAL ASPECTS OF SELF-REGULATION** **Osnitsky Alexey K.<sup>1</sup>, Korneeva Svetlana A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Psychological Institute of RAO (Russian Academy of Education), Moscow, Russia, [osnizak@mail.ru](mailto:osnizak@mail.ru);

<sup>2</sup>Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Self-regulation of human activity differs from the self-regulation of other creatures' conduct as it adds the conscious level of regulation (O. A. Konopkin). It is associated with the appearance of new human activity – type of activity that a person designs himself (the activity he projects) (S. L. Rubinstein). If the mechanisms of unconscious self-regulation are provided by the rules of functional systems organization that have developed in the life of a living being under a cybernetic principle (see the work by P.K. Anokhin), the conscious level of human regulation of their behavior is carried out as a purposeful, systematic process of organizing their efforts to achieve the projected result. At this level, a person deals with his/her own ideas (representatives of the regulated process) about the subject properties of the situation in which the projected transformation is carried out, about possible ways of transformation, about the expected (projected) results of transformations and variants of organizing his/her efforts. Based on the comparison of goal-achievement components a person makes a decision to undertake or not to undertake this transformation. And, if they have taken on it, then they have taken responsibility for the initiated activity.

Decisions made by a person to regulate their actions are not always carried out according to the logic of technical systems (a cybernetic logic). The mechanisms of "feedback" and "required future", which are fundamental in the analysis of human body's functional systems "work", give way to a situational decision-making and mobilization mechanisms often acting contrary to the biological laws of the functional systems. The goal-setting logic of behavior organization of the human being who has mastered technologies of different activities in the process of his/her development is built under the control of consciousness, involves goals programming, and their implementation is determined by the interaction of self-regulation systems: biotic and mental.

There is discussed a hemispheric asymmetry, which is a product of biosocial development of human activity and which reflects the complex architectonics of motor activity regulation, from which his/her behavior is formed. There are analyzed multilevel connections of psychophysiological, behavioral and personal characteristics in the general process of self-regulation, implemented in the system of actions for the organization of temporary and life space of a person.

### **ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ КУРСАНТОВ ВОЕННО-МОРСКОГО ИНСТИТУТА**

**Павлов К.И.<sup>1\*</sup>, Петренко М.И.<sup>1</sup>, Сырцев А.В.<sup>1</sup>, Архимук А.Н.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Михеева Е.А.<sup>1</sup>, Николаева С.В.<sup>1</sup>, Андиева Н.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru)\*

<sup>2</sup>ФГБНУ Институт экспериментальной медицины Санкт-Петербург, Россия

Цель работы: определить особенности когнитивных функций, вариабельности сердечного ритма и биоэлектрической активности сенсомоторной коры головного мозга у курсантов. Объект исследования – курсанты первого курса военного института (военно-морского) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (n=125), средний возраст - 19,04±0,53 лет. Курсанты были разделены на две группы: 1-я группа без опыта военно-профессиональной деятельности (ВПД) (n=81), к 2-ой группе отнесены выпускники суворовских (нахимовских) училищ (n=44). Применялись психофизиологические, физиологические тесты, методы электроэнцефалографии и анализа вариабельности сердечного ритма. Достоверность межгрупповых отличий определялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Установлено, что курсанты 2-ой группы по сравнению с курсантами 1-ой группы, отличаются меньшими значениями массы тела и ростом, имеют меньшую жизненную емкость легких и лучшие показатели пробы Штанге. Они допускают меньшее количество ошибок при выполнении теста красно-черные таблицы Шульте, что может отражать более высокий уровень развития устойчивости произвольного внимания, а также выполняют меньшее количество заданий в тесте часы с поворотом, что указывает на более низкую эффективность функций пространственной ориентации и низкий индивидуальный темп деятельности. В тесте реакция на движущийся объект 2-я группа демонстрирует преобладание опережающих реакций на визуальные стимулы, что может свидетельствовать в пользу возможного смещения баланса нервных процессов в сторону возбуждения. Курсанты 2-ой группы имеют более низкую ЧСС, более высокие значения стандартного отклонения RR-интервалов (SD) и вариационного размаха, общей спектральной мощности модуляции сердечного ритма (TP) и относительной мощности в диапазоне высоких частот (HF), а также более низкими значениями относительной мощности в диапазоне низких частот (LF) и индекса напряжения (Р.М. Баевского). В правом центральном отведении при фоновой записи ЭЭГ с закрытыми глазами в начале исследования мощность ритма дельта-1 меньше у курсантов 2-ой группы. В этой же группе и в этом же отведении, но при решении задач в тесте красно-черные таблицы Шульте мощность альфа ритма ниже, чем у курсантов не имеющих опыта ВПД. Можно предположить, что 2-я группа курсантов характеризуется



более выраженной активностью сенсомоторной коры правого полушария головного мозга и ваготоническими изменениями сердечного ритма. Данные проведенного исследования позволят в перспективе уточнить механизмы военно-профессиональной адаптации курсантов первых курсов обучения в военно-морских институтах.

#### **ELECTROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF COGNITIVE FUNCTIONS OF CADETS OF MILITARY NAVAL INSTITUTE**

**Pavlov K.I.<sup>1\*</sup>, Petrenko M.I.<sup>1</sup>, Syrtsev A.V.<sup>1..</sup>, Archimuk A.N.<sup>1</sup>, Mukhin V.N.<sup>2</sup>, Mikheeva E.A.<sup>1</sup>, Nikolaeva S.V.<sup>1</sup>, Andieva N.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy «The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, [youngexp@yandex.ru](mailto:youngexp@yandex.ru)\*

<sup>2</sup> FSBSI Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

The aim of our research is to studying of cognitive functions, heart rate variability and bioelectrical activity of sensorimotor cortex of cadets. The object was cadets of the first course of the Naval institute (n=125). The mean age is 19,04±0,53 years. All cadets have been divided into two groups: Cadets of the 1<sup>st</sup> group had no of military-professional experience (n=81), cadets of the 2<sup>nd</sup> group graduated from Suvorov Military (Nakhimov Naval) High Schools (n=44). We used psychological, psychophysiological and physiological tests, methods of electroencephalography and analysis of heart rate variability. To confirm significance of differences between groups ANOVA was used. Cadets of the 2<sup>nd</sup> group in comparison with the cadets of the 1<sup>st</sup> group had lower level of growth, body weight, vital capacity of the lungs, had higher level of Stange's test. Cadets of the 2<sup>nd</sup> group had few errors in Shulte's test (red-black tables). It may be explained by the higher level of stability of attention in the group. Also they made less number of items in the test of clock with rotation which indicates lower efficiency of spatial orientation functions and low individual activity rate. Cadets of the 2<sup>nd</sup> group show prevalence of false start reactions to visual stimulus which may indicates shifting of balance of nervous processes towards excitation. Cadets of the 2<sup>nd</sup> group had lower heart rate, higher standard deviation of RR intervals (SD) and variation range, high level of total power of periodic modulations of heart rate (TP), relative power in the high frequency spectral bound (HF), lower level of relative power of heart rate fluctuations in the low frequency (LF) and stress index. The power of the delta-1 rhythm was lower in the right central lead in 2<sup>nd</sup> group of cadets in the EEG with closed eyes at the beginning of the study. The power of the alpha rhythm was lower during Schulte's test in the same group and in the same lead. We assume that the 2<sup>nd</sup> group of cadets is characterized by a more expressed activity of the sensorimotor cortex of the right hemisphere of the brain and the vagotonic changes in the heart rate. Obtained data will be use-full in studying mechanisms of military-professional adaptation of first-year cadets in naval institutes.

#### **ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ЭМОЦИОНАЛЬНО-БОЛЕВОГО СТРЕССОРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ГИСТОНА H3 В КЛЕТКАХ ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ И АМИГДАЛЫ КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Павлова М.Б., Левина А.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им.И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [pavlova@infran.ru](mailto:pavlova@infran.ru)

В последние годы активно изучаются эпигенетические механизмы регуляции экспрессии генов, лежащие в основе формирования реакций нейронов на патогенный психоэмоциональный стресс, который приводит к развитию психопатологии с длительным течением. Одной из наиболее перспективных моделей для такого рода исследований являются селектированные линии крыс с различной возбудимостью нервной системы – ВП и НП. Значительная роль в регуляции экспрессии генов отводится процессу фосфорилирования гистона H3. Несмотря на изучение изменений паттернов фосфорилирования гистона H3 при стрессе, их участие в формировании постстрессорных патологических состояний исследовано недостаточно, особенно в структурах мозга, вовлеченных в реакцию на стресс и связанных с формированием тревожно-депрессивных расстройств. Цель работы - иммуногистохимическое исследование уровня фосфорилирования гистона H3 по серину в положении 10 (pH3-Ser10) в нейронах медиальной префронтальной коры (мПК) и базолатеральной амигдалы (блАм) в разные сроки (24 часа, 2 недели, 2 месяца) после длительного эмоционально-болевого стрессорного воздействия (ДЭБС) у линий крыс с генетически детерминированными различиями по возбудимости нервной системы, с дифференциальной, подобной ПТСР и КР, симптоматикой поведения. Обнаружены связанная с возбудимостью нервной системы обусловленность базового уровня pH3-Ser10 в базолатеральной амигдале, а также дифференциальное долгосрочное влияние ДЭБС на pH3-Ser10 в клетках мПК и блАм. С низкой возбудимостью нервной системы (линия ВП) связан высокий базовый уровень pH3-Ser10 в блАм и устойчивое (до 2-х месяцев после ДЭБС) повышение pH3-Ser10 в мПК; с высокой возбудимостью (линия НП) - низкий базовый уровень pH3-Ser10 в блАм, кратковременное (через 24 часа) увеличение исследуемого показателя в мПК и устойчивое до 2-х месяцев сохранение индуцируемого ДЭБС возрастания pH3-Ser10 в блАм. Результаты вносят вклад в понимание эпигенетических механизмов формирования долговременных стресс-зависимых тревожно-депрессивных патологий.

*Работа поддержана программой фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 годы (ГП-14, раздел 65).*

#### **THE INFLUENCE OF PROLONGED EMOTIONAL-PAIN STRESS EFFECT ON HISTONE H3 PHOSPHORYLATION IN CELLS OF THE PREFRONTAL CORTEX AND AMYGDALA OF THE RATS WITH DIFFERENT EXCITABILITY OF THE NERVOUS SYSTEM**

**Pavlova M.B., Levina A.S.**

Pavlov Institute of Physiology of the RAS, St. Petersburg, Russia, [pavlova@infran.ru](mailto:pavlova@infran.ru)

In recent years the epigenetic mechanisms of gene expression regulation, which are the basis for the formation of neuron reactions to pathogenic psycho-emotional stress, leading to the development of long-term psychopathology, have been actively studied. One of the most promising models for these investigations are the selected strains of rats with different excitability of the nervous system: HT strain - with high threshold of excitability, LT strain - with low threshold of excitability. A significant role in the regulation of gene expression is given to the process of histone H3 phosphorylation. Despite the study of changes in the histone H3 phosphorylation patterns in stress, their participation in the formation of poststress pathological conditions has been insufficiently investigated, especially in the structures of the brain involved in the reaction to stress and associated with the formation of anxiety and depressive disorders. The aim of the work is the immunohistochemical study of the level of phosphorylation of histone H3 (phH3-Ser10) in neurons of the medial prefrontal cortex (mPC) and basolateral amygdala (blAm) at different times (24 hours, 2 weeks, 2 months) after a long-term emotional pain stress exposure (LEPS) in rat strains with genetically determined differences in the excitability of the nervous system. The dependency of a basic level of phH3-Ser10 in the basolateral amygdala on the excitability of the nervous system, as well as differential long-term impact of LEPS on phH3-Ser10 in the cells of the mPC and blAm, were discovered. The results contribute to the understanding of epigenetic mechanisms of formation of long-term stress-dependent anxiety pathologies.

*The work is supported by the program of fundamental research of state academies for 2013-2020 (SP-14, section 65).*

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВНИМАНИЯ В УСЛОВИЯХ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ** **Павловская М.А.**

Россия, Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m507.sudak.ns2019-15/321>

Использование когнитивных процедур (сенсорной маскировки, подсказки - cue paradigm, подавления двигательной активности - Go/NoGo) позволяет оценить роль произвольного и непроизвольного внимания на различных стадиях сенсомоторной интеграции, таких как ожидание (CNV), принятие решения (MMN) и моторный потенциал.

Исследование направлено на изучение нейрофизиологических механизмов распределения ресурсов внимания в зависимости от значимости стимулов (целевой, игнорируемый) и их модальности в условиях прямой и обратной маскировки, cue парадигмы и Go/NoGo.

Регистрация времени реакции (ВР) и режим стимуляции осуществлялись с помощью компьютерного энцефалографа «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). Было протестировано 30 студентов и сотрудников ЮФУ без выраженных патологий зрения и слуха. В условиях обратной маскировки целевой стимул предшествует маскеру, а при прямой – наоборот. В качестве дифференцировочных целевых стимулов использовались тоны частотой 1,0 и 1,2 кГц, интенсивностью 80 дБ, длительностью 30 мс или 1-2 вспышки, длительностью 2 мс, яркостью 9 кД. Вероятность целевых стимулов составляла 0,85; 0,5 и 0,15. Маскерами были 30 мс тон частотой 1,1 кГц, 90 дБ или 5 мс вспышка, яркостью 9 кД. Межмаскировочные интервалы составляли 500, 300, 200, 100 и 50 мс.

Показано, что латентный период различения одномодальных и кроссмодальных целевых стимулов в условиях маскировки зависел от вероятности их предъявления и межмаскировочного интервала. Следовательно, механизм одномодальной маскировки в большей степени связан с динамикой возбудимости (рефрактерностью) исследуемого канала сенсорного анализа, а в условиях кроссмодальной маскировки – механизмами коактивационной параллельной обработки и особенностями межсенсорной интеграции.

### **DISTRIBUTION OF ATTENTION IN CONDITION OF COGNITIVE TASKS** **Pavlovskaya Marina**

Russia, Southern Federal University, Rostov-on-Don, [mpavlovskaya@mail.ru](mailto:mpavlovskaya@mail.ru)

The use of cognitive procedures such as sensory masking, cue paradigm, suppression of motor activity - Go / NoGo, allows to evaluate the role of voluntary and involuntary attention at various stages of sensorimotor integration, such as waiting (CNV), decision making (MMN) and motor potential.

The study aims to study the neurophysiological mechanisms of the distribution of attentional resources depending on the importance of incentives (target, ignored) and their modalities in the conditions of direct and reverse masking, the paradigm cue and Go / NoGo.

30 students and staff were tested from SFU. Surround masking consists of three stimulus same or different modalities. Second stimulus was the target where must to bottom press. Target auditory stimulus was frequency of 1 or 1.2 kHz, the intensity of 60 dB, the probability of 0.15; 0.5 and 0.85. Masker frequency was 1.1 kHz and intensity of 90 dB. Time reaction and stimulation were record using computer encephalograph "Encephalan-131-03" (Taganrog, Russia). Digitized EEG exported MATLAB, which held for further processing.

Analysis delta and theta rhythm ERP's by components isopotential maps in surround masking showed different contribution of brain rhythms in the analysis of the target stimulus and masker. It shown that the analysis of the target stimulus accompanied by an increase in delta rhythmic activity and decreased theta rhythm ERP. The perception masker associated with theta oscillations ERP increase and delta decrease. It assumed that the increase in delta oscillation ERP associated with directed attention to the target stimulus, and theta - ignoring the masking stimulus. In the paper, we discussed the functional role of delta and theta rhythmic activity of the human brain, depending on the modality of the target and masking stimulus and their order.

## ВЛИЯНИЕ ПИЩЕВЫХ ПЕКТИНОВ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ У МЫШЕЙ

Падерин Н.М., Попов С.В.

Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, ФИЦ Коми  
НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; paderin\_nm@mail.ru

Известно, что активность клеток иммунной системы в головном мозге может влиять на высшие мозговые функции, память, и некоторые поведенческие реакции. Ранее было показано иммуномодулирующее действие пектинов, включающее в себя изменение секреции цитокинов. Цель исследования – определить влияние пектинов на когнитивные функции у мышей, а также концентрацию цитокинов и уровень активации внутриклеточных сигнальных путей в гиппокампах у мышей.

Свежеприготовленные растворы пектинов (50 мг/кг, Herbstreith & Fox KG, Германия) вводились перорально при помощи пластикового зонда. В качестве отрицательного контроля использовалась вода, а в качестве положительного контроля – парацетам (400 мг/кг) и имипрамин (20 мг/кг). Поведенческие тесты включали в себя тест на распознавание нового объекта, принудительное плавание и открытое поле. В отдельном эксперименте, после введения пектинов, мышей забивали, и полученные образы гиппокампа использовали для определения концентрации цитокинов (ИФА) и уровня активации внутриклеточных сигнальных путей при помощи вестерн-блоттинга.

Установлено, что мыши, получившие пектины, дольше взаимодействуют с новым объектом в тесте на распознавание нового объекта и менее пассивны в тесте на принудительное плавание по сравнению с животными, получившими воду. Пектины не изменили поведение мышей в тесте открытое поле. Пектины увеличили концентрацию Ил-6 и ИФН- $\gamma$  в гиппокампах мышей, а также уменьшили содержание STAT3 и увеличили уровень pSTAT3. Таким образом, пектины улучшили память у мышей и оказали антидепрессантный эффект. Данное влияние пектинов, возможно, опосредовано увеличением концентрации Ил-6 и активацией JAK-STAT внутриклеточного сигнального пути в гиппокампах мышей.

*Исследование было поддержано грантом Уральского отделения Российской академии наук [грант 18-7-8-29].*

## THE EFFECT OF DIETARY PECTINS ON COGNITIVE FUNCTIONS IN MICE

Paderin Nikita M., Popov Sergey V.

Institute of Physiology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, FRC Komi  
SC UB RAS, Syktvykar, Russia; paderin\_nm@mail.ru

It is known that the activity of the immune system cells can influence brain function, memory, and some behavioural responses. It has been shown that pectins change the concentration of cytokines. Therefore, we examined the effects of pectins on cognitive functions in mice, and concentrations of cytokines, and the NF- $\kappa$ B, STAT3 and pSTAT3 protein levels in mouse hippocampi.

Immediately prior to administration, the pectins (50 mg/kg, Herbstreith & Fox KG, Germany) were dissolved in distilled water. Aliquots of the pectin solutions were administered to the mice using a gastric feeding tube. Water was used as a negative control. For the positive controls, paracetamol (400 mg/kg) and imipramine (20 mg/kg) were used. The novel object recognition test, forced swim test and open field test were conducted. In a separate experiment, after pectin administration, mice were sacrificed by cervical dislocation to obtain brain samples for biochemical analysis (ELISA and western blot).

It was found that mice treated with pectins showed better recognition memory and an antidepressant-like effect. Pectins did not affect the spontaneous behaviour of the mice in the open field test. Pectins increased the concentrations of IL-6 and IFN- $\gamma$  in mouse hippocampi, and decreased STAT3 and increased pSTAT3 protein levels. Our data demonstrate that pectins produce an improvement in memory and an antidepressant-like behaviour compared to control mice, and these effects may be at least partially due to their influence on the concentration of IL-6 and the activation of the JAK-STAT signalling pathway in mouse hippocampi.

*The study was supported by a grant from the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences [grant 18-7-8-29].*

## СЕЛЕКТИВНОСТЬ АССОЦИАТИВНЫХ СВЯЗЕЙ: АКТИВНОСТЬ ЗАВИСИМОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ВНЕСИНАПТИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОРОВ

Палихова Т.А.

Кафедра психофизиологии, факультет психологии, Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), Москва, Россия; palikhova@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m508.sudak.ns2019-15/322-323>

Вопрос о механизмах селективного образования ассоциативных синаптических связей, остается открытым. Синапсы Хебба и синапсы Кэндела не дают ответа на этот вопрос. Новые ассоциативные связи переходят в форму долговременного запоминания в виде формирования новых контактов только в результате «подкрепления», для которого был предложен механизм обратных посредников, в список которых входят и ростовые факторы. Обратные посредники действуют по механизму объемной передачи, то есть не селективно. Понять, почему новые морфологические связи возникают так локально, мы попытались на основе исследований идентифицированных нейронов и синапсов виноградной улитки. В результате сформировалась «гипотеза пресинаптического ожидания». Сегодня мы заменили приставку «пре-» на «вне-», включив таким образом в рассмотрение и постсинаптические механизмы. Основанием послужили новые литературные данные, в частности о несинаптических NMDA рецепторах у позвоночных животных и о взаимодействии BDNF и каннабиноидных рецепторов. Суть гипотезы «внесинаптического ожидания» заключается в изменении чувствительности внесинаптических рецепторов к обратным посредникам в результате активности - зависимо увеличении уровня внутриклеточного кальция. Более

детально это значит, что расположенные вне синапсов рецепторы к обратным посредникам являются кальций-зависимыми. Активность пресинаптических окончаний вызывает увеличение внутриклеточного кальция, служащего для экспрессии медиатора и в то же время меняющего чувствительность внесинаптических рецепторов в том числе к обратным посредникам. Аналогично в постсинаптических окончаниях, в дендритах с NMDA рецепторами, уровень кальция повышается в результате активации этих рецепторов, меняя чувствительность кальций - зависимых внесинаптических рецепторов. У беспозвоночных нейротрансмиттерная функция показана и для ростовых факторов и для опиоидов, но выполняют ли они и другие возможные кандидаты функцию обратных посредников остается вопросом. Другим открытым вопросом для изучения являются временные параметры увеличения количества кальция и изменения чувствительности внесинаптических рецепторов. Идентифицированные нейроны виноградной улитки представляют удобную модель для таких исследований. Итак, существует реальная возможность показать, почему разрастание пресинаптических окончаний и дендритов при научении с подкреплением происходит локально в области активированных синапсов. Основой таких исследований является гипотеза внесинаптического ожидания внесинаптических рецепторов обратных сигналов о подкреплении.

### **SELECTIVITY OF ASSOCIATIVE CONNECTIONS: ACTIVITY-DEPENDENT SENSITIVITY CHANGES OF NONSYNAPTIC RECEPTORS.**

**Palikhova Tatiana A.**

Department of psychophysiology, faculty of psychology, Moscow State University named of M.V. Lomonosov (MSU), Moscow, Russia; palikhova@mail.ru

Question on the mechanisms of selective forming of associative synaptic connection remains to be opened. Hebbian and Kendal synapses did not a response to the question. New formed associative connections transformed to the long-term memory form by new contacts forming as result of reinforcement only. Backward messengers mechanism has been proposed, and growth factors are in a list of these. Diffusion of backward messengers took place by volume transmission mechanism thus these are nonselective. We used investigations of identified and synapses of a land edible snails *Helix pomatia* and *Helix lucorum* to understand why newborn because learning morphological connections have local forming places on neuronal level. As a result a "presynaptic waiting hypothesis" had been formed. Today we have changed a term presynaptic in the hypothesis to more general nonsynaptic one and included the postsynaptic mechanisms in consideration. This had been because new literature and new data on nonsynaptic glutamate NMDA receptors in vertebrates and on an interaction of one of growth factors - BDNF and cannabinoid receptors. The main idea of "nonsynaptic waiting hypothesis" is the changes of sensitivity of nonsynaptic receptors for the backward messengers as a result of activity-dependent increasing level of intracellular calcium. In details it means that receptors for the backward messengers located nonsynaptically are calcium-dependent receptors. Presynaptic terminals activity results increasing of intercellular calcium concentration that evokes neurotransmitter expression and simultaneously changes sensitivity of presynaptic receptors located nonsynaptically to backward messengers. At the same time in dendrites' branches containing NMDA receptors intracellular calcium is increases because these receptors activation that results in changes of nonsynaptically located calcium-dependent receptors.

In invertebrates neurotransmitter function was shown for growth factors and opioids, but is these as other candidates work as backward messengers remain an open question. Another unsolved question to studying connects with time parameters of calcium concentration and sensitivity of nonsynaptic receptors. Identified neurons and synapses of the edible snails present useful experimental model for such investigations. Thus, there is real possibility to show experimentally why growth of presynaptic endings and postsynaptic dendrites take place locally in the region of synapses activated during learning and reinforced by backward signals. The hypothesis of nonsynaptic waiting is a base for that possibility.

### **АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ В КРАТКОВРЕМЕННЫХ АРКТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЯХ**

**Панкова Н.Б., Алчинова И.Б., Лебедева М.А., Полякова М.В., Черепов А.Б., Яковенко Е.Н., Карганов М.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия; [nbpankova@gmail.com](mailto:nbpankova@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m509.sudak.ns2019-15/323-324>

Изучение физиологических механизмов адаптации к краткосрочным посещениям высокоширотных территорий (до 1 месяца) актуально в свете организации режима труда и отдыха, а также медицинского сопровождения людей, работающих вахтовым методом, или оказавшихся на Севере в командировке. В настоящее исследование включены результаты обследований участников трёх экспедиций – мужчин, постоянно проживающих в Средней полосе России: 2011 год – экспедиция на Землю Франца Иосифа (доставка на место самолётом, дальше – пешие маршруты; n=12, средний возраст 47±3 года); 2017 год – морская экспедиция на те же острова (n=9, средний возраст 43±3 года); 2018 год – кругосветный перелёт по Северному Ледовитому океану (n=6, средний возраст 53±5 лет). Изучали динамику (начало и конец экспедиций, интервал около 4 недель, все экспедиции проходили в летнее время) показателей кардиореспираторной системы, регистрируемых методом спиреокардиокардиоритмографии, в спокойном состоянии и при выполнении дыхательных нагрузочных тестов. Обнаружено, что из всех изученных показателей сердечного ритма и его вариабельности, АД и его вариабельности, сердечной производительности, чувствительности артериального барорефлекса не было ни одного, изменяющегося однонаправленно во всех экспедициях. Так, у участников кругосветного перелёта выявлено снижение минимальной длительности межсистолических интервалов и снижение стресс-индекса при регистрации в спокойном состоянии, без динамики оцениваемых показателей при выполнении функциональных тестов.

Для участников обеих экспедиций на Землю Франца Иосифа было характерно снижение АД – как в спокойном состоянии, так и при контролируемом дыхании с частотой 6 циклов в минуту. При этом динамика спектральных показателей вариабельности была различной: выявлено снижение общей мощности спектра сердечного ритма и его диапазона LF во время пешей экспедиции при регистрации в спокойном состоянии, и возрастание мощности диапазона LF при контролируемом дыхании. У участников морской экспедиции, наоборот – описано возрастание мощности диапазона LF в спокойном состоянии и его снижение в нагрузочной пробе, сопровождающееся возрастанием относительной мощности диапазона VLF в спектре вариабельности систолического АД. Сравнительный анализ перечисленных показателей сердечно-сосудистой системы у мужчин Московского региона (n=53, средний возраст 44±1 год) и Мурманской области (n=43, средний возраст 44±1 год) межгрупповых различий не выявил.

#### **ADAPTIVE SHIFTS IN THE INDICATORS OF HEART RATE VARIABILITY AND BLOOD PRESSURE VARIABILITY DURING SHORT TERM ARCTIC EXPEDITIONS**

**Pankova Nataliya B., Alchinova Irina B., Lebedeva Marina A., Polyakova Margarita V., Cherepov Anton B., Yakovenko Elena N., Karganov Mikhail Yu.**

Federal State Budget Scientific Institution «Research Institute of General Pathology and Pathophysiology»,  
Moscow, Russia; [nbankova@gmail.com](mailto:nbankova@gmail.com)

The study of the physiological mechanisms of adaptation to short-term visits to high-latitude areas (up to 1 month) is relevant in light of the organization of work and rest schedules, as well as medical support for people working on a rotational basis, or who are on a business trip in the North. This study includes the results of surveys of participants of three expeditions – men permanently residing in Central Russia: 2011 – expedition to Franz Josef Land (delivered to the place by plane, next – walking routes; n=12, age 47±3 years); 2017 – marine expedition to the same islands (n=9, age 43±3 years); 2018 – the round-the-World flight across the Arctic Ocean (n=6, age 53±5 years). We studied the dynamics (from the beginning to the end of the expeditions, the interval of about 4 weeks, all expeditions were in the summer) indicators of the cardio-respiratory system, recorded by the method of spiroarteriocardiorhythmography, in a rest state and when performing respiratory load tests. It was found that of all the studied indices of heart rate and its variability, blood pressure and its variability, cardiac performance, sensitivity of the arterial baroreflex, there was not one that changed unidirectionally in all the expeditions. Thus, in participants of the round-the-World flight we revealed a decrease in the minimum duration of inter-systolic intervals and a decrease in the stress index when registering in a rest state, without the dynamics of the estimated indicators when performing functional tests. The participants of both expeditions to Franz Josef Land were characterized by a decrease in blood pressure – both in a rest state and in the load test with controlled breathing at a frequency of 6 cycles per minute. At the same time, the dynamics of the spectral indices of variability were different: a decrease in the total power of the heart rate spectrum and its LF range was found during the walking expedition when registering in a rest state, and an increase in the power of the LF range in the load test with controlled breathing. The participants of the marine expedition, on the contrary, demonstrate an increase in the power of the LF range in a rest state and its decrease in the load test, accompanied by an increase in the relative power of the VLF range in the spectrum of systolic BP variability. A comparative analysis of the listed indicators of the cardiovascular system in men of the Moscow region (n=53, age 44±1 years) and in men of the Murmansk region (n=43, age 44±1 years) did not reveal any intergroup differences.

#### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МШИСТЫХ ВОЛОКОН У КРЫС ЛИНИИ OXYS В РАННЕМ ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

**Панкова Т.М., Тарасова А.Е., Колосова Н.Г., Старостина М.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия; [pan@niimbb.ru](mailto:pan@niimbb.ru)

<https://doi.org/10.29003/m510.sudak.ns2019-15/324-325>

Мшистые волокна являются аксонами зернистых клеток зубчатой фасции гиппокампа, образующими на дендритах пирамидных нейронов зоны СА3 гигантские синапсы. Развитие мшистых волокон начинается в позднем пренатальном периоде и продолжается в первый месяц после рождения. Морфологически мшистые волокна идентифицируются как два пучка - супрапирамидальный (СП) и инфрапирамидальный (ИП), разделенные слоем пирамидных нейронов области СА3 гиппокампа. Нарушение функциональной активности мшистых волокон является одним из первых признаков болезни Альцгеймера (БА). Крыс линии OXYS рассматривают в качестве модели преждевременного старения, одним из проявлений которого является развитие спорадической формы БА. Целью представленной работы являлось изучение формирования мшистых волокон гиппокампа крыс OXYS в раннем постнатальном онтогенезе. Для морфологического анализа мшистых волокон использовали флуоресцентный нейротрейсер 1,1,diioctadecyl-3,3,3,3 tetramethylindocarbocyanine perchlorate ( Dil ). Поперечные срезы гиппокампа (400 мкм) крыс Вистар и OXYS на 5, 10, 14 и 21 дни постнатального онтогенеза фиксировали в параформальдегиде. Раствор Dil в диметилсульфоксиде с помощью микропипетки вводили в зону зернистых клеток, экспозицию с красителем вели 7 дней при комнатной температуре. Микрофотографии срезов получали на конфокальном микроскопе LSM780-NLO в ЦКП микроскопического анализа биологических объектов СО РАН. Морфометрический анализ изображений проводили, используя программное обеспечение микроскопа. Измеряли длину СП и ИП, а также максимальное расстояние от зубчатой фасции до stratum lucidum, характеризующее размер среза. Для нормализации полученных параметров длины СП и ИП относили к максимальному расстоянию. Для статистической обработки данных использовали программу

Statistica 9 (StatSoft). Достоверные различия между крысами OXYS и Вистар были выявлены на 5-й и 21 –й постнатальные дни развития. Относительные размеры ИП также были достоверно больше, а относительные размеры СП меньше в гиппокампе крысы OXYS этих возрастов. Соотношение ИП/СП было достоверно выше у крыс OXYS. Размер гиппокампа был больше у крыс Вистар на 5 и 10 дни, затем эти различия сглаживались. В целом ИП и СП у крыс OXYS более рыхлыми, а пирамидные нейроны в области CA3 расположены менее плотно, чем у крыс Вистар.

#### **PECULIARITIES IN THE DEVELOPMENT OF MOSSY FIBERS IN OXYS RATS IN EARLY POSTNATAL ONTOGENESIS**

**Pankova Tatyana M., Starostina Marina V., Tarasova Anna E.**

Federal State Scientific Institution "Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine",  
Novosibirsk, Russian Federation; pan@niimbb.ru

Mossy fibers are the axons of granular cells of the dentate fascia in hippocampus, forming giant synapses on dendrites of pyramidal neurons of CA3 region. The development of mossy fibers begins at the late prenatal period and continues in the first month after birth. Morphologically, mossy fibers are identified as two bundles - suprapiramideal (SP) and infrapyramidal (IP), separated by a layer of pyramidal neurons of CA3 region of hippocampus. Impaired functional activity of mossy fibers is one of the first signs of Alzheimer's disease (AD). OXYS rats are considered as a model of premature aging, one of the manifestations of which is the development of sporadic AD. The aim of the present work was to study the formation of mossy fibers in hippocampus of OXYS rats in early postnatal ontogenesis. For the morphological analysis of mossy fibers, a fluorescent neurotracer 1,1,dioctadecyl-3,3,3,3 tetramethylindocarbocyanine perchlorate (Dil) was used. Cross sections of hippocampus (400 µm) from Wistar and OXYS rats on days 5, 10,14, and 21 of postnatal ontogenesis were fixed in paraformaldehyde. Using a micropipette, a solution of Dil in dimethyl sulfoxide was injected into the zone of granular cells, the exposure with the dye was conducted for 7 days at room temperature. Micrographs of sections were taken on a LSM780-NLO confocal microscope at the Collective Use Center for Microscopic Analysis of Biological Objects of the SB RAS. Morphometric image analysis was performed using microscope software. The length of the SP and IP, as well as the maximum distance from the fascia dentata to the stratum lucidum, characterizing the size of the slice, was measured. To normalize the obtained parameters, the length of the SP and IP was attributed to the maximum distance. For statistical data processing, the program Statistica 9 (StatSoft) was used. Significant differences between the OXYS and Wistar rats were identified on the 5th and 21st postnatal developmental days. The relative sizes of IPs were also significantly larger, and the relative sizes of SPs are smaller in the hippocampus of the OXYS rat of these ages as compared to Wistar. The ratio of IP / SP was significantly higher in OXYS rats. The size of the hippocampus was larger in Wistar rats on days 5 and 10, then these differences smoothed out. In general, IP and SP in OXYS rats are looser, and pyramidal neurons in the CA3 region are less dense packed than in Wistar rats

#### **ВЛИЯНИЕ ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НА ВЕГЕТАТИВНЫЙ ТОНУС И СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬ ЖЕНЩИН ПОСЛЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

**Петкевич А.И.<sup>1</sup>, Червякова Е.В.<sup>1</sup>, Коробова С.А.<sup>1</sup>, Кузнецова Ю.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Липецкий государственный педагогический университет им. П.П. Семенова-Тянь-Шанского», Липецк, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Поликлиника №3» Управления делами Президента РФ, Москва, Россия; julianevrologi@yandex.ru

Заболеваемость раком молочной железы (РМЖ) растет во всех странах. Хирургическое лечение и лучевая терапия приводит к серьезным соматическим и психоневрологическим нарушениям при этой патологии. Консервативная комплексная терапия после операции включает и упражнения лечебной физической культуры (ЛФК). По мнению D. Servan-Schreiber и других ученых «есть все основания полагать, что регулярная физическая активность уменьшает риск рецидива рака молочной железы на 50-60%». Проявления нарушений в вегетативной нервной системы (ВНС) многообразны и неспецифичны, часто сочетаемые с соматической патологией. При любой нестандартной ситуации, как острой, так и особенно хронической, нейроны с возрастом и опытом стрессов перевозбуждаются, что приводит к клиническим эффектам психической и вегетативной активации, среди которых ведущее место занимает тревожно-депрессивный синдром.

Цель исследования – оценка эффективности воздействия ЛФК на вегетативный статус «группы поддержки», состоящей из 10 женщин, перенесших мастэктомию после РМЖ. Скрининговое тестирование касалась динамического определения устойчивости и уязвимости к стрессу по Ридеру, исследований вегетативного тонуса посредством расчета индекса Кердо с параллельной констатацией уровня депрессии по Цунгу, ситуативной и личностной тревожности по Спилбергеру-Ханину и оценку самочувствия, активности, настроения (САН). Занятия ЛФК носили характер активных упражнений с использованием специального оборудования, с физическими и временными затратами, приблизительно равными 9 МЕТ в неделю. Результаты проведенного исследования: сдвиг индекса Кердо в парасимпатическом (вагусном) направлении и уменьшение напряжения механизмов адаптации (по Баевскому) сочетались со снижением величин личностной тревожности у одной половины обследованных и их неизменяемостью у второй половины, с соответствующей устойчивостью и уязвимостью к стрессу, влияющих, возможно, и на снижение иммунитета. В то же время 100 % снижение уровня депрессии и ситуативной тревожности после курса ЛФК при стабильно положительном показателе САН позволяет говорить о подтверждении точки зрения некоторых авторов о роли блуждающего нерва во взаимодействии иммунной и нервной систем, влияющем на поведенческие реакции индивидуума.

## INFLUENCE OF MEDICAL PHYSICAL CULTURE ON THE VEGETATIVE TONUS AND STRESS RESISTANCE OF WOMEN AFTER BREAST CANCER

Petkevich A.I.<sup>1</sup>, Chervyakova E.V.<sup>1</sup>, Korobova S.A.<sup>1</sup>, Kuznetsova, Y.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Lipetsk State Pedagogical P. Semenov-Tyan-Shansky University», Lipetsk, Russia; <sup>2</sup> FGBU «Polyclinic №3» of the administrative Department, the President of the Russian Federation, Moscow, Russia; julianevrologi@yandex.ru

The incidence of breast cancer (breast cancer) is increasing in all countries. Surgical treatment and radiation therapy leads to serious somatic and neuropsychiatric disorders in this pathology. Conservative complex therapy after surgery includes exercises and physical therapy (exercise therapy). According to Servan-Schreiber and other scientists, "there is every reason to believe that regular physical activity reduces the risk of breast cancer recurrence by 50-60%." Manifestations of disorders in the autonomic nervous system (ANS) are diverse and non-specific, often combined with somatic pathology. In any non-standard situation, both acute and especially chronic, neurons with age and experience of stress are overexcited, which leads to clinical effects of mental and autonomic activation, among which the leading place is occupied by anxiety and depressive syndrome.

The aim of the study was to assess the effectiveness of exercise therapy on the vegetative status of the "support group" consisting of 10 women who underwent mastectomy after breast cancer. Screening testing concerned the dynamic determination of stability and vulnerability to stress by the Reader, studies of vegetative tone by calculating the Kerdo index with a parallel statement of levels of depression by Tsung, situational and personal anxiety by Spielberger-Hanin and assessment of health, activity, mood (SAN). Exercise therapy classes were active exercises with the use of special equipment, with physical and time costs, approximately equal to 9 MET per week. The results of the study: a shift in the Kerdo index in the parasympathetic (vagus) direction and a decrease in the stress of adaptation mechanisms (according to Baevsky) were combined with a decrease in the values of personal anxiety in one half of the examined and their invariability in the second half, with appropriate resistance and vulnerability to stress, possibly affecting the reduction of immunity. At the same time, a 100% decrease in the level of depression and situational anxiety after a course of exercise therapy with a stable positive indicator of SAN allows us to talk about the confirmation of the point of view of some authors about the role of the vagus nerve in the interaction of the immune and nervous systems, affecting the behavioral reactions of the individual.

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ ВОЕННО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ

Петренко М.И.<sup>1</sup>, Павлов К.И.<sup>1\*</sup>, Сырцев А.В.<sup>1</sup>, Архимук А.Н.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Михеева Е.А.<sup>1</sup>,  
Николаева С.В.<sup>1</sup>, Андиева Н.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> ФГБНУ Институт экспериментальной медицины Санкт-Петербург, Россия

Исследование механизмов профессиональной адаптации является важнейшей задачей психофизиологии военного труда. Анализ литературных источников показал, что работ, посвященных изучению взаимосвязей между процессами военно-профессиональной адаптации (ВПА) (шире - социально-психологической), когнитивными функциями и состоянием центральных и автономных регуляторных механизмов, играющими ключевую роль в физиологической адаптации, в литературе представлено недостаточно. Цель работы: уточнить психофизиологические детерминанты ВПА. Объект исследования – курсанты первого курса Военного института (военно-морского) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (n=81). Средний возраст 19,07±0,77 лет. Применялись психологические методики, психофизиологические и физиологические пробы, электрофизиологические методы электроэнцефалографии, анализа вариабельности сердечного ритма, пальцевой фотоплетизмографии. Все обследуемые были разделены на 3 группы с помощью автоматизированных нейронных сетей Кохонена. Достоверность межгрупповых отличий определялась с помощью однофакторного дисперсионного анализа. Первая группа испытуемых (n=24) характеризуется высоким уровнем ВПА, которому соответствуют высокий уровень физического развития, развития когнитивных функций внимания и мышления, выраженная активация коры правого полушария головного мозга, высокие значения общей спектральной мощности модуляций сердечного ритма и относительной мощности в диапазоне высоких частот (HF), умеренный уровень сосудистого тонуса. Вторая группа (n=31) отличается средним уровнем ВПА, что ассоциируется с высоким уровнем развития счетных навыков, низким уровнем биоэлектрической активности конвексимальной поверхности головного мозга и общей спектральной мощности модуляций сердечного ритма, высокими значениями относительной мощности в диапазоне низких частот (LF), а также выраженным уровнем сосудистого тонуса. Третья группа обследуемых (n=26), показывающих низкий уровень ВПА, характеризуется низким уровнем развития когнитивных функций восприятия, ориентации в пространстве и мышления, высокими значениями показателей LF и VLF, низким уровнем активности коры головного мозга, а также низким уровнем сосудистого тонуса артерий периферической сосудистой системы.

## PSYCHOPHYSIOLOGICAL DETERMINANTS OF MILITARY OCCUPATIONAL ADAPTATION

Petrenko M.I.<sup>1</sup>, Pavlov K.I.<sup>1\*</sup>, Syrtsev A.V.<sup>1</sup>, Archimuk A.N.<sup>1</sup>, Mukhin V.N.<sup>2</sup>, Mikheeva E.A.<sup>1</sup>, Nikolaeva S.V.<sup>1</sup>,  
Andieva N.M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy «The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> FSBSI Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Studying of physiological mechanisms of adaptation is an important problem of military psychophysiology. According to the literature associations between military occupational adaptation (MOA) (socially-psychological adaptation), cognitive functions, central and autonomic regulatory mechanisms have not been studied well. The aim of our research is to study psychophysiological determinants of MOA. The object is students of the first course of Military institute (Naval) of "Naval academy" (n=81). The mean of ages is 19,07±0,77 years.

We used psychological, psychophysiological and physiological tests, electrophysiological methods of electroencephalography, heart rate variability, finger photoplethysmography. The cortical activity was assessed by detecting of the level of EEG desynchronization. All students were divided into 3 groups with Kohonen's automated neural networks. To confirm significant of differences between groups ANOVA used.

Students of the first group (n=24) have high level of MOA, physical development, high level of cognitive functions of attention and thinking, high cortical activity in the right cerebral hemisphere, high level of total power of periodic modulations of heart rate and relative power in the high frequency spectral bound (HF), the moderate level of vascular tone.

Students of the second group (n=31) have mean level of MOA associated with high level of calculate skills, low level of cortical activity and total power of heart rate modulations and high level of heart rate modulations in the low frequency (LF) spectral bound, high level of vascular tone.

Students of the third group (n=26) have low level of MOA, cognitive functions of perception, spatial orientation, attention and thinking, low level of cortical activity and vascular tone of peripheral vascular system, high relative power of heart rate fluctuations in the low frequency (LF) and very low frequency (VLF) spectral bounds.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНОСТИ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА И ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К ОБУЧЕНИЮ В ВОЕННО-МОРСКОМ ВУЗЕ**

**Петренко М.И.<sup>1</sup>, Павлов К.И.<sup>1\*</sup>, Сыртцев А.В.<sup>1</sup>, Архимук А.Н.<sup>1</sup>, Мухин В.Н.<sup>2</sup>, Михеева Е.А.<sup>1</sup>, Николаева С.В.<sup>1</sup>, Андиева Н.М.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования Военный учебно-научный центр Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Санкт-Петербург, Россия, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> ФГБНУ Институт экспериментальной медицины Санкт-Петербург, Россия

Изучение механизмов адаптации индивида в эргатических системах является одной из важнейших задач военной физиологии (психофизиологии). Существует ряд работ свидетельствующих о связи вариабельности сердечного ритма (ВСР) с функциями лобных долей головного мозга. Цель данной работы: изучить характер взаимосвязей и отличительные особенности биоэлектрической активности головного мозга и показателей вариабельности сердечного ритма у курсантов в процессе их адаптации к военно-профессиональной деятельности. Объект исследования – курсанты первого курса Военного института (военно-морского) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» (n=81), средний возраст - 19,07±0,77 лет. Применялись психологические методики, психофизиологические и физиологические пробы, электрофизиологические методы электроэнцефалографии, анализа вариабельности сердечного ритма. С помощью автоматизированных нейронных сетей Кохонена все обследуемые были разделены на 3 группы: с высоким (первая группа 1; n=24), средним (вторая группа; n=31) и низким (третья группа; n=26) уровнем адаптации. Для каждой группы в отдельности проведен корреляционный анализ Спирмена и факторный анализ. Получены многочисленные корреляции показателей уровня десинхронизации ЭЭГ с параметрами ВСР в каждой группе и в разных сериях исследования. Количество корреляций уровня десинхронизации ЭЭГ в правом центральном отведении с параметрами ВСР в первой группе (10) и во второй группе (10) больше, чем в третьей (2), в которой, напротив, больше количество связей параметров ВСР с электроэнцефалографическими индексами, полученными по левому центральному отведению (7). Наиболее важными для рассмотрения являются результаты факторного анализа параметров первой группы. Так, обоснована трёхфакторная структура связей. Следует отметить, что в третий фактор с максимальным весом вошли математическое ожидание ЧСС (-0,728) и мода RR- интервалов (0,726), а также уровни десинхронизации ЭЭГ, оцененные в правом (0,628) и левом центральном отведении (0,593). Показано, что курсанты первой группы отличаются высоким уровнем активации конвексимальной поверхности коры правого полушария, ваготоническими изменениями сердечного ритма, а также имеют более выраженные функциональные связи между активностью коры головного мозга и вариабельностью сердечного ритма.

### **ASSOCIATIONS BETWEEN CORTICAL ACTIVITY AND HEART RATE VARIABILITY IN ADAPTATION TO TRAINING IN MILITARY NAVAL INSTITUTE**

**Petrenko M.I.<sup>1</sup>, Pavlov K.I.<sup>1\*</sup>, Syrtsev A.V.<sup>1</sup>, Archimuk A.N.<sup>1</sup>, Mukhin V.N.<sup>2</sup>, Mikheeva E.A.<sup>1</sup>, Nikolaeva S.V.<sup>1</sup>, Andieva N.M.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Federal State Higher Military Educational Institutional the Military Educational and Scientific Centre of the Navy «The Naval Academy named after Admiral of the Fleet of the Soviet Union N.G. Kuznetsov», St. Petersburg, Russian Federation, youngexp@yandex.ru \*

<sup>2</sup> FSBSI Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russian Federation

Studying of adaptation mechanisms of individual in ergatic systems is an important problem of military physiology of labour. According to the literature the heart rate variability (HRV) related with activation of frontal cortex. The aim of our study is to investigate associations between electrobiological activity of brain and heart rate variability in students which adapt to military-professional activity. The object is students of the first course of Military institute (Naval) of "Naval academy" (n=81). The mean of ages is 19,07±0,77 years.

We used psychological, psychophysiological and physiological tests, electrophysiological methods of electroencephalography and analysis of heart rate variability. Cortical activity was assessed by the level of EEG desynchronization. We used Kohonen's automated neural networks for divide all the students into 3 groups: the



first group with high level of military occupational adaptation (MOA) (n=24), the second group with mean level of MOA (n=31), and the third group with low level of MOA (n=26). The Spearman's correlation analysis and the factor analysis for each group have been performed. We discovered multiple correlations between levels of EEG desynchronization and heart rate variability in each group and in the different series of our research. Number of correlations of level of EEG desynchronization in the right central lead with HRV parameters in the first group (10) and in the second group (10) is more than in the third group (2). In the third group the number of correlations of HRV parameters with the level of EEG desynchronization in the left central lead (7) there is more than in the other groups. Results of the factor analysis in the first group are important for the discussion. Three-factor structure of relationship was discovered. The third factor contains the expectation value of cardiac rhythm (-0,728), modal value RR - intervals (0,726), levels of EEG desynchronization in right (0,628) and in the left central leads (0,593). Students of the first group (n=24) have high level of cortical activity in the right cerebral hemisphere, vagotonic changes of cardiac rhythm, and more expressed functional interrelations between cortex activity and heart rate variability.

### **ВЫЯВЛЕНИЕ ОБЪЕКТИВНО-ИЗМЕРЯЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОПТИМАЛЬНОСТИ МУЗЫКАЛЬНО-ИСПОЛНИТЕЛЬСКОГО ДВИЖЕНИЯ**

**Петренко Т.И.<sup>1</sup>, Базанова О.М.<sup>2</sup>, Кабардов М.К.<sup>3</sup>, Кондратенко А.В.<sup>4</sup>, Малисова Д.В.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>МГИМ им. А.Г.Шнитке «Московский государственный институт музыки им. А.Г.Шнитке», Москва, Россия, [petrenkoti@yandex.ru](mailto:petrenkoti@yandex.ru); <sup>2</sup>Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, Новосибирск, Россия; [bazanova\\_olgami@mail.ru](mailto:bazanova_olgami@mail.ru); <sup>3</sup>Психологический институт Российской академии образования, Москва, Россия; [kabardov@mail.ru](mailto:kabardov@mail.ru); <sup>4</sup>Македонская филармония, Скопье, Македония, [anyutika@yahoo.com](mailto:anyutika@yahoo.com); <sup>5</sup>Уральская государственная консерватория им. М.П. Мусоргского, Екатеринбург, Россия; [dashapet@yandex.ru](mailto:dashapet@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m511.sudak.ns2019-15/328-329>

Музыкально-исполнительская деятельность предполагает поиск такого оптимального состояния, в котором необходимо совмещать предельную сосредоточенность, концентрацию и контроль внимания с максимальной свободой выполнения профессиональных задач. Известно, что техника исполнения музыки, в значительной мере зависит от индивидуальных психологических, биомеханических и физиологических характеристик музыканта (Petshe Н. 1998; Pantev et al 2002; Голубева, 2005; Бернштейн 1966; Bazanova et al., 2003) Методический характер изучения индивидуальных характеристик обучаемого не позволяет понять закономерности формирования оптимального исполнительского движения, лежащего в основе технической оснащённости музыканта-исполнителя (Цыпин 2018). Иными словами, для обучения музыканта необходимо выявить/распознать объективно-измеряемые индивидуальные психологические, биомеханические и физиологические характеристики музыканта, которые лежат в основе достижения наилучшего исполнительского результата в конкретных условиях при минимальных затратах усилий обучаемого или признаки оптимальности музыкально-исполнительского движения (Lubar 2000; Csikszentmihalyi 1990)

С целью выявления и распознавания объективно-измеряемых психофизиологических параметров использовались технология регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и электромиограммы (ЭМГ) в сопоставлении с экспертными оценками музыкального исполнения и психологическими характеристиками 668 музыкантов и немусыкантов.

Установлено, что выработка оптимального исполнительского движения характеризуется включением мотивации к игре на инструменте, снижением психоэмоционального напряжения, увеличением частоты и мощности высокочастотного альфа-диапазона ЭЭГ. Результаты настоящего исследования продемонстрировали, что взаимосвязь психологических характеристик с физиологическими функциями регуляции движения у обучающихся музыкантов-исполнителей определяет эффективность обучения.

**Ключевые слова:** психоэмоциональное напряжение, мотивация, техника музыкально-исполнительского движения, альфа-активность ЭЭГ, ЭМГ мышц лба

### **THE IDENTIFICATION OF OBJECTIVELY - MEASURABLE INDICATORS OF OPTIMAL MUSIC PERFORMANCE MOVEMENT**

**Petrenko Tatiana I.<sup>1</sup>, Bazanova Olga M.<sup>2</sup>, Kabardov Muhamed K.<sup>3</sup>, Kondratenko Anna V.<sup>4</sup>, Malisova Daria V.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Department of Special Piano Schnitke Moscow State Institute of Music, Moscow, Russia, [petrenkoti@yandex.ru](mailto:petrenkoti@yandex.ru); <sup>2</sup>Scientific Research Institute of Physiology & Basic Medicine, Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, [bazanovaom@physiol.ru](mailto:bazanovaom@physiol.ru); <sup>3</sup>Psychological Institute of Russian Academy of education, Moscow, Russia, [kabardov@mail.ru](mailto:kabardov@mail.ru); <sup>4</sup>Macedonian symphonic orchestra (FJRM), Skopje(Macedonia) [anyutika@yahoo.com](mailto:anyutika@yahoo.com) <sup>5</sup>Ural State Conservatory, Ekaterinburg (Russia), [dashapet@yandex.ru](mailto:dashapet@yandex.ru)

Musical-performance involves the search for such an optimal state, in which it is necessary to combine the utmost concentration, with maximum freedom to perform professional tasks. It is known that the technique of performing music largely depends on the individual psychological, biomechanical and physiological characteristics of a musician (Petsche 1998 Pantev et al 2002; Golubeva 2005; Bernstein 1947, 1966; Bazanova et al., 2003.) The methodological studying the individual characteristics of musicians does not allow one to understand the patterns of formation of the optimal performing movement that underlies the technic of the performing music (Cypin 2018). In other words, to train a musician, it is necessary to identify / recognize objectively measurable individual psychological, biomechanical and physiological characteristics of a musician that underlie the achievement of the best performing result in specific conditions with minimal effort of the learner or signs of optimality of the music performing movement ((Lubar 2000; Csikszentmihalyi 1990)

In order to identify and recognize objectively measured psychophysiological parameters, the technology of recording electroencephalogram (EEG) and electromyogram (EMG) was used in comparison with expert assessments of musical performance and psychological characteristics of 668 musicians and non-musicians.

It has been demonstrated that an optimal music performance is characterized by the motivation to play the instrument, a decrease in psycho-emotional tension, an increase in the frequency and power of the high-frequency alpha-band of the EEG. The results of this study demonstrated that the relationship of psychological characteristics with the physiological functions of the regulation of movement in studying musicians performing determines the effectiveness of training.

**Keywords:** *psychoemotional tension, motivation, technique of music performing movement, alpha-activity of EEG, EMG of forehead muscles*

### **НЕЙРОФИЛОСОФИЯ И НЕОМЕХАНИЦИЗМ**

**Петруня О.Э.**

Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия, hypostasis@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m512.sudak.ns2019-15/329>

Нейрофилософия (НФ) возникла как направление элиминативного материализма, исходным тезисом которого является требование устранения из философских и научных рассуждений понятия психического. Психическое рассматривается здесь как следствие проникновения в науку фантомов обыденного сознания. В тех случаях, когда НФ представлена редукционистским подходом психическое напрямую связывается с некоторой совокупностью мозговых процессов как порождаемое с порождающим и объявляется не имеющим сколько-нибудь значимой автономии и своеобразия.

Возможности НФ в ее элиминативном и редукционистском вариантах значительно усиливает распространяющийся в нейронауках неомеханицизм. В отличие от прежнего механицизма, понимавшего мир по аналогии с механическими часами, неомеханицизм опирается на информационно-кибернетические метафоры. В связи с этим, класс естественнонаучных проблем заменяется более простыми математическими и инженерно-техническими задачами. Успех в решении подобных головоломок становится аргументом в пользу элиминативного и редукционистского подходов в НФ.

Таким образом, НФ в ее нынешнем виде не просто уводит исследователя от решения актуальных познавательных задач, но становится инструментом для создания искаженного образа реальности. Выход из создавшего положения видится в случае использования многомерной онтологии. НФ в рамках такой онтологии станет философским основанием нейронаук, изучающих специфику организации и функционирования высшей нервной деятельности и сенсорных систем, а также обеспечит концептуальную связь этих наук с областями социально-гуманитарного, логико-математического и технического знания.

### **NEUROPHILOSOPHY AND NEOMECHANISM**

**Petrunia Oleg E.**

Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow, Russia, hypostasis@yandex.ru

Neurophilosophy (NP) emerged as a direction of eliminative materialism, the initial thesis of which is the requirement to eliminate the philosophical and scientific reasoning of the concept of mental. Mental is considered as a consequence of the penetration of phantoms of ordinary consciousness into the scientific field. In cases where the NP is represented by a reductionist approach, the mental is directly associated with a certain set of brain processes as generated by the generative and is declared to have no significant autonomy and originality.

The possibility of NP in her eliminative and reductionist versions greatly enhances spread in neurosciences neomechanism. Unlike the previous mechanism, understand the world by analogy with a mechanical watch, neomechanism relies on information and cybernetic metaphors. In this regard, the class of natural science problems is replaced by simpler mathematical and engineering problems. Success in solving such puzzles becomes an argument in favor of the eliminative and reductionist approaches in the NP.

Thus, the NP in its current form not only leads the researcher away from solving actual cognitive problems, but also becomes a tool for creating a distorted image of reality. The way out of this situation is seen in the case of multidimensional ontology. NP within the framework of such ontology will become the philosophical basis of neuroscience, studying the specifics of the organization and functioning of higher nervous activity and sensory systems, as well as provide a conceptual connection of these Sciences with the fields of social and humanitarian, logical and mathematical and technical knowledge.

### **МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В ПРОЦЕССАХ НАЗЫВАНИЯ ПРЕДМЕТА И СООТНЕСЕНИЯ НАЗВАНИЯ С ПРЕДМЕТОМ**

**Пилечева А.В.<sup>1</sup>, Микадзе Ю.В.<sup>1</sup>, Черноризов А.М.<sup>1</sup>, Скворцов А.А.<sup>1</sup>, Трошина Е.М.<sup>2</sup>, Исайчев С.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Москва, Россия; [adita2010@yandex.ru](mailto:adita2010@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m513.sudak.ns2019-15/329-330>

Научной задачей проекта является разработка нейропсихологической модели реализации номинативной и денотативной функций речи (соотнесение объекта с словом и слова с объектом) и ее объективизация с использованием нейрофизиологических методов регистрации и анализа активности мозговых структур. Имеются нейролингвистические данные о тесной связи между процессами восприятия речи и речепорождения, и, противоречащие им данные нейропсихологии о том, что эти процессы имеют разную мозговую организацию.

Нами разработан алгоритм проведения эксперимента, включающий экспериментальные сессии а) с называнием предъявляемых предметов б) с выбором предъявляемого изображения по названию.

Предъявление объектов – стимулов сопровождается синхронной регистрацией биоэлектрической активности мозга методами электроэнцефалографии (ЭЭГ) и когнитивных вызванных потенциалов мозга (КВП) (оборудование и программное обеспечение Brain Products GmbH (Germany), 64 канала; частота дискретизации сигнала – 1000 Гц; диапазон 0.1 - 30Гц; референт - электрод FCz; сопротивление  $\leq 20$  Ком; для удаления артефактов от движений глаз применялся анализ независимых компонент (ICA); выборка - 20 человек (10 мужского и 10 женского пола), возраст 18 - 23 года ( $M = 20$ ,  $SD = 0,18$ )). Предъявление объектов - стимулов сопровождалось регистрацией индивидуальных и групповых ВП. По амплитудно-временным параметрам основных компонент этих ВП оценивалась активность, как отдельных структур мозга, так и их взаимодействие в процессе реализации номинативной и денотативной функций речи. Статистический анализ динамики амплитудно-временных параметров средних по группе ВП показал, что имеются достоверные различия в конфигурации, топографии и механизмах генерации этих ВП. Эти различия отражают временную и морфологическую специфику процессов реализации изучаемых функций речи. Использование метода независимых компонент (ICA) позволило выявить пять независимых компонент в каждом ВП, которые, возможно, отражают активность различных структур мозга в разные временные этапы обработки предъявляемой информации. Результаты локализации по амплитудно-временным параметрам основных компонент ВП показали наличие индивидуальных различий, которые отражают индивидуальные особенности формирования изучаемых функций речи.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 18-013-00655.*

### **MODELS AND METHODS OF INFORMATION PROCESSING IN THE PROCESS OF NAMING OF THE SUBJECT AND CORRELATING THE NAME WITH THE OBJECT**

**Pilecheva Adita V.<sup>1</sup>, Mikadze IUrii V.<sup>1</sup>, Chernorizov Aleksandr M.<sup>1</sup>, Skvortsov Anatolii A.<sup>1</sup>, Troshina Elena M.<sup>2</sup>, Isaichev Sergei A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Federal State Autonomous Institution «N.N. Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation named after the academician Nikolay Nilovich Burdenko, Moscow, Russia; [adita2010@yandex.ru](mailto:adita2010@yandex.ru)

The scientific objective of the project is to develop a neuropsychological model of the structure of speech processes associated with the implementation of nominative and denotative language functions (the correlation of the object with the word and the word with the object) and objectification using neurophysiological methods for recording and evaluating the activity of brain structures. In the literature there are neurolinguistic data on the close relationship between the processes of speech perception and speech production, and contradicting them neuropsychological data that these processes have different organizations.

We have developed an algorithm for conducting an experiment, including experimental sessions a) with the naming the presented objects b) with the choice of the presented image by name. Presentation of objects - stimuli is accompanied by synchronous recording of brain bioelectrical activity using electroencephalography (EEG) and cognitive evoked brain potentials (CWP) methods (hardware and software of Brain Products GmbH (Germany), 64 channels; signal sampling frequency - 1000 Hz; range 0.1 - 30 Hz; reference electrode - FCz; resistance  $\leq 20$  k $\Omega$ ; independent component analysis (ICA) was used to remove artifacts from eye movements; sample was 20 people (10 males and 10 females), age 18–23 years ( $M = 20$ ,  $SD = 0,18$ )). The presentation of objects - incentives were registered individual and group VP. The amplitude-time parameters of the main components of these EPs reflect the activity of both individual brain structures and their interaction in the process of implementing the nominative and denotative functions of speech. Statistical analysis of the dynamics of the amplitude-time parameters of the average for the EP group showed that there are significant differences in the configuration, topography and generation mechanisms of these EPs. These differences reflect the temporal and morphological specifics of the processes of realization of the studied functions of speech. The use of the Independent Component Method (ICA) made it possible to identify five independent components in each EP, which, possibly, reflect the activity of different brain structures during different time stages of processing the presented information. The results of localization in amplitude-time parameters of the main components of the EP showed the presence of individual differences, which reflect the individual characteristics of the formation of the studied functions of speech.

*The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research according to the research project № 18-013-00655.*

### **НЕЙРОИММУННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ**

**Плехова Н.Г., Радьков И.В., Зиновьев С.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России,  
Владивосток, Россия; [pl\\_nat@hotmail.com](mailto:pl_nat@hotmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m514.sudak.ns2019-15/330-331>

Принято, что центральная нервная система, отграниченная гематоэнцефалическим барьером (ГМБ), является органом иммунных привилегий. Тем не менее, в головном мозге (ГМ) находится популяция резидентных клеток врожденного иммунитета (микроглия и астроциты), которая при повреждении принимает участие в реализации воспалительного ответа, а в последние десятилетия доказано, что при травме лейкоциты крови способны преодолеть ГМБ и проникать в паренхиму мозга [1]. Роль клеток врожденного иммунитета в патогенезе черепно-мозговой травмы (ЧМТ) до конца не ясна. В настоящем исследовании при экспериментальном моделировании ЧМТ в тканях ГМ проведено комплексное иммуногистохимическое исследование количественного содержания клеток врожденного иммунитета, экспрессирующих рецепторы CD 45, CD14, CD16, CD 11b и F4/80. Установлено, что количество CD16/11b позитивных макрофагов субпопуляции M1 увеличивалась в микроглии на 2й день после ЧМТ и значительно повышалось до 8 суток. В мозолистом теле и ипсилатеральной области полосатого тела экспрессия

CD16/11b также достигла максимума через 8 дней после ЧМТ и коррелировала с увеличением позитивной реакции на наличие эндотелиального антигена SMI71, который обладает высокой информативностью для оценки состояния ГМБ. Известно, что разрушение нейронов и астроцитов ведет к снижению реактивности данного маркера и, действительно, в первые 2 дня после нанесения ЧМТ легкой степени отмечалось существенное снижение позитивной реакции на наличие SMI71-позитивных микрососудов и, напротив, на 8 и 14 день эксперимента количество таких микрососудов значимо возрастало ( $p=0,01$ ). Сравнительный анализ количества клеток, экспрессирующих F4/80 и CD45 в одних и тех же участках коры ГМ позволяет разграничить резидентные макрофаги от клеток моноцитарного происхождения (периферических). Установлено, что в коре ГМ контрольных животных отмечалось превалирование макрофагов с низкой экспрессией CD45, тогда как при нанесении ЧМТ отмечалось повышенное содержание CD45 позитивных клеток. Эти данные указывают на увеличение количества периферических клеток при травме мозга. Таким образом, показаны существенные структурные преобразования нервной ткани при ЧМТ, и, сопряженный с нарушением проницаемости гематоэнцефалическим барьером, выход в нее периферических иммунных клеток, что доказывает дизрегуляторные изменения нейроиммунных связей при ЧМТ.

[1] Hellewell S.C., Morganti-Kossmann M.C. Guilty molecules, guilty minds? The conflicting roles of the innate immune response to traumatic brain injury. *Mediators Inflamm.* 2012, 2012:356494.

### NEUROIMMUNE MECHANISMS OF THE INFLAMMATORY RESPONSE IN TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Plekhnova Natalia G., Radkov Ivan V., Zinoviev Sergey V.**

Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

It is accepted that the central nervous system, delimited by the blood-brain barrier (BBB), is organ of immune privileges. In the brain there is a population of resident cells of innate immunity (microglia and astrocytes), which, if damaged of tissue, takes part in the implementation of the inflammatory response, and in recent decades it has been proven that in injury, blood leukocytes can overcome BBB and penetrate into the brain parenchyma [1]. The role of innate immunity cells in the pathogenesis of traumatic brain injury (TBI) is not completely clear. In the present study, in an experimental simulation of TBI a complex immunohistochemical study of the quantitative content innate immunity cells expressing the CD 45, CD14, CD16, CD 11b and F4 / 80 receptors in GM tissues was carried out. It was established that the number of CD16 / 11b positive macrophages of the M1 subpopulation of microgy started to rise on the 2nd day and significantly increased up to 8 days post TBI. In the corpus callosum and the ipsilateral region of the striatum, CD16 / 11b expression also peaked 8 days after TBI and correlated with an increase in the positive response to the endothelial antigen SMI71, whether is highly informative for assessing the state of BBB. It is known that the destruction of neurons and astrocytes leads to a decrease in the reactivity of this marker. Indeed, in the first 2 days post mild TBI, a significant decrease of positive reaction to the presence of SMI71 in microvessels was observed and, on the contrary, on the 8th and 14th day of the experiment its quantity significantly increased ( $p = 0.01$ ). A comparative analysis of the number cells expressing F4 / 80 and CD45 in the same areas of the GM cortex allows us to distinguish resident macrophages from cells of monocytic origin (peripheral). It was found that in the cortex of GM control animals, macrophages with low CD45 expression prevailed, whereas in caused of TBI, an increased content of CD45 positive cells was noted. These data indicate an increase in the number of peripheral cells in brain injury. Thus, significant structural transformations of the nervous tissue at the traumatic brain injury coupled with impaired permeability of the blood-brain barrier and the release of peripheral immune cells were established. These proves the dysregulatory changes in neuroimmune connections at the traumatic brain injury.

### КЛЕТЧНО-МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ХЛОРОФИЛЛИНА ПРИ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ ОНКОЗАБОЛЕВАНИЙ

**Плехова Н.Г.<sup>1</sup>, Степанюгина А.К.<sup>1</sup>, Радьков И.В.<sup>1</sup>, Радькова Л.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, Владивосток; ООО «Сообщество «Центр Регион», Москва, Россия; [pl\\_nat@hotmail.com](mailto:pl_nat@hotmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m515.sudak.ns2019-15/331-332>

В медицине в области онкологии широко используется терапия фотосенсибилизаторами, биологическое действие которых основано на способности проникать в клетки. Под влиянием низкоинтенсивного излучения длинами волн видимого спектра такие клетки начинают продуцировать цитотоксические активные молекулы кислорода (АМК). Эти молекулы способны оказывать влияние на индукцию апоптоза или некроза клеток опухоли. В качестве фотосенсибилизаторов на настоящий момент широко используются металлопорфирины и природные порфирины, производные хлорофилла. Цель исследования: провести сравнительный анализ прооксидантной и цитотоксической активности фотосенсибилизаторов – хлорофиллина, Хлорофилла ОХУ и хлорина Е6.

**Материалы и методы.** Прооксидантную активность фотодинамических препаратов изучали на модели первичной культуры нейтрофилов, цитотоксическую – оценивали на клетках асцитной карциномы Эрлиха. В качестве соединения, маркирующего апоптозные клетки, использовались моноклональные антитела к аннексину V (AnV), конъюгированные с FITC, для оценки внутриклеточной продукции АФК клетки окрашивали дигидрородамином 123.

**Результаты.** Анализ накопления фотосенсибилизаторов в цитоплазме клеток при длине волны возбуждения 620 нм показал, что наибольшее количество клеток, флуоресцирующих в указанном диапазоне, отмечалось после 2-х ч контакта с Хлорофиллом ОХУ и составило 25,4 %, тогда как после контакта с хлорином Е6 – 17,6%. При изучении содержания дигидрородамина 123 в клетках (специфический зонд для определения окислительного метаболизма в нейтрофилах) под влиянием фотосенсибилизаторов установлено, что наибольшее количество позитивных клеток определялось после контакта с

хлорофиллином. Исследование цитотоксического действия показало, что наибольшее количество погибших клеток асцитной карциномы Эрлиха (включивших пропидиум йодид) обнаружено после контакта с Хлорофиллом ОХУ и облучения. При цитологическом изучении препаратов отмечено значимое ( $P=0.01$ ) повышение количества AnV-позитивных клеток после контакта с Хлорофиллом ОХУ по сравнению с интактной культурой.

Выводы. Липосомальная форма хлорофилла – хлорофиллин, который является активным действующим компонентом Хлорофилла ОХУ, обладает выраженным прооксидантным и цитотоксическим эффектом и способен активно проникать в клетки-мишени. Полученные данные указывают на перспективность применения липосомальной формы хлорофилла в качестве системы доставки фотосенсибилизаторов в опухолевые образования.

#### **CELL-MOLECULAR MECHANISMS OF EFFECT CHLOROPHYLLIN DERIVATIVES IN PHOTODYNAMIC THERAPY CANCER**

**Plekhova Natalia G.<sup>1</sup>, Stepanyugina Alexandra K.<sup>1</sup>, Radkov Ivan V.<sup>1</sup>, Radkova Ludmila I.<sup>2</sup>**

Pacific State Medical University, Vladivostok; Company "Community Center Region", Moscow, Russia;  
[pl\\_nat@hotmail.com](mailto:pl_nat@hotmail.com)

In medicine in the field of oncology therapy of photosensitizers is widely used, the biological effect of which is based on the ability to penetrate cells. Under the influence of low-intensity radiation with wavelengths of the visible spectrum, such cells begin to produce cytotoxic active oxygen molecules (AMC). These molecules are influence the induction of apoptosis or necrosis of tumor cells. At present, metalloporphyrins and natural porphyrins, derivatives of chlorophyll, are widely used as photosensitizers. Aim: to conduct a comparative analysis of the prooxidant and cytotoxic activity of photosensitizers - chlorophyllin, chlorophyll OXY and chlorin E6.

Materials and methods. The pro-oxidant activity of photodynamic preparations was studied on a model of a primary neutrophil culture; the cytotoxic effect was evaluated on Ehrlich ascites carcinoma cells. As a compound that marks apoptotic cells, monoclonal antibodies to annexin V (AnV) conjugated with FITC were used and cells were stained with dihydrogen-rhodamine 123 to assess the intracellular production of ROS.

Results. Analysis of the accumulation of photosensitizers in the cellular cytoplasm at an excitation wavelength of 620 nm showed that the largest number of cells fluorescent in the specified range was observed after 2 hours of contact with OXY Chlorophyll and was 25.4%, whereas after contact with E6 chlorine - 17.6%. When studying the content of dihydrorhodamine 123 in cells (a specific probe for determining oxidative metabolism in neutrophils) under the influence of photosensitizers, it was found that the highest number of positive cells was determined after contact with chlorophyllin. A study of the cytotoxic effect showed that the highest number of dead Ehrlich ascites carcinoma cells (including propidium iodide) was detected after contact with OXY Chlorophyll and irradiation. The cytological study of slides, a significant ( $P = 0.01$ ) increase in the number of AnV-positive cells after contact with OXY Chlorophyll was observed compared with the intact culture.

In this way the liposomal form of chlorophyll – chlorophyllin, which is an active active ingredient of OXY Chlorophyll, has a pronounced prooxidant and cytotoxic effect and is able to actively penetrate into target cells. The data obtained indicate the promise of using the liposomal form of chlorophyll as a delivery system for photosensitizers in tumor formations.

#### **ПОДХОДЫ К ПРЕОДОЛЕНИЮ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА. НОВЫЕ СРЕДСТВА ДОСТАВКИ АКТИВНЫХ СУБСТАНЦИЙ**

**Покровская Л.А.<sup>1</sup>, Загулова Д.В.<sup>1</sup>, Ботвин В.В.<sup>1</sup>, Твердохлебов С.И.<sup>2</sup>, Большасов Е.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия;

<sup>2</sup> Томский политехнический университет, Томск, Россия; [pokrovskaya@ect-center.com](mailto:pokrovskaya@ect-center.com)

<https://doi.org/10.29003/m516.sudak.ns2019-15/332-333>

Значительным препятствием для проникновения в мозг большинства готовых лекарственных форм (ГЛФ) и или активных фармацевтических субстанций (АФС). Так в настоящее время известно, что самостоятельно проникают лишь 2% из известных ГЛФ. Известно четыре механизма естественного транспорта биологически активных веществ через ГЭБ: простая и облегченная диффузия, транспорт опосредованный переносчиком и эффлюксный транспорт.

Появляется новый класс перспективных соединений белковой природы, для которых открыт вопрос транспортной доставки, так не удалось доставить в мозг пациентов фактор AGT-190 (лиганда к рецептору инсулина и белковый фактор GDNF, glial-cell-derived neurotrophic factor). Известны и другие рекомбинатные факторы с нейротропными свойствами, для которых идет поиск путей доставки. Известные и поисковые направления на сегодняшний день: прямое инвазивное интратекальное введение и введение с помощью специальных катетеров в головной мозг; исследование интраназальной доставки через обонятельную оболочку некоторых малых молекул; снижение барьерной функции ГЭБ (с помощью: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, гиперосмотического раствора, рецепторных агонистов, например, Seroprot (RMP-7), а также ультразвука; рецептор-лиганд доставка с рецепторами к инсулину, инсулиноподобным факторам роста, трансферрину, лептину и другим; использование молекулярных переносчиков (например, L-aminoacid transporter, нейротрофический фактор из глиальных, векторы-носители (в основном, антитела), аполипопротеины и т.д.; липосомы, иммунолипосомы, способные, в том числе, транспортировать в мозг противоопухолевые антибиотики; клеточные транспортеры: периваскулярные макрофаги, мезенхимальные стволовые клетки, например, для доставки искусственного фактора транскрипции к нейронам в головном мозге для лечения генетических заболеваний грант Калифорнийского университета); и биodeградируемые полимерные микрокапсулы (МК) и наночастицы (НЧ) на основе PLGA. Использование полимерных носителей обусловлено их инертностью, стабильностью, достаточной устойчивостью к ферментам, высоким профилем безопасности при соответствующей технологии синтеза (одобрение FDA и EMA), 100 %

биоразлагаемостью и отсутствием токсичных продуктов биodeградации. Химическая структура (в зависимости технологии получения) обладает высокой способностью присоединять молекулы различной природы за счет свободных связей. Это дает возможность также создавать средства пролонгированного действия на их основе, в том числе средства доставки с нейропротективной активностью.

В тоже время есть сведения о роли заряда и стереохимии (D-форма предпочтительнее по имеющимся данным). Размер частиц определяется строением и свойствами ГЭБ. Установлено, что НЧ размером менее 100 нм (оптимально 30–50 нм) способны проходить через ГЭБ независимо от их поверхностного заряда, так как могут проникать за счет эндоцитоза.

Нами была разработана технология синтеза PLGA на основе *dl*-лактида и гликолида, который аморфный по структуре, что важно для технологии создания полимерных капсул.

Методом электроспиннинга были сформированы капсулы с фактором, обладающим остеогенной активностью на основе секрета МСК крыс. Далее, получен аналогичный фактор из линии мезенхимных стволовых клеток (МСК) –нетрансформированная линия FetMSC из Коллекции культур клеток позвоночных (Институт цитологии РАН) и подтверждена его активность. На следующем этапе будет получен фактор на основе МСК человека (донора- добровольца) и инкорпорирован в PLGA одной из технологий: с применением распылительной сушки, электроспиннинга или химической технологией формирования капсул.

Разрабатываемый подход применим и к созданию нового класса лекарственных средств на основе факторов с нейрогенной активностью и системы доставки с возможным преодолением ГЭБ.

Не исключено, то потребуются функционализация поверхности МК или НЧ на основе PLGA. Такие системы разрабатываются и существуют подходы: рисоединения полимерных цепей (илирование) полиэтиленгликоля (PEG), гибридизации типа ядро-оболочка, гибридизации клеток с PLGA, поверхностной дериватизации, использование функциональных возможностей бисфосфоната, лектина, сиаловой кислоты, биотина, фолата, трансферрина, пептидов, векторных антител, нуклеотидов, рецептор-специфической конъюгации и других конструкций для адресной доставки.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, соглашение № 14.575.21.0164, идентификатор RFMEFI57517X0164.*

#### **APPROACHES TO OVERCOMING THE BLOOD–BRAIN BARRIER. NEW MEANS OF DELIVERY OF ACTIVE SUBSTANCES**

**Pokrovskaya Liubov A.<sup>1</sup>, Zagulova Diana V.<sup>1</sup>, Botvin Vladimir V.<sup>1</sup>, Tverdokhlebov Sergei I.<sup>2</sup>, Bolbasov Evgeny N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup> Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia; pokrovskayal@ect-center.com

#### **СОСТОЯНИЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ТОНКОЙ КИШКИ ПРИ ДИАБЕТЕ ТИПА 2**

**Полозов А.С.<sup>1</sup>, Дмитриева Ю.В.<sup>1</sup>, Савочкина Е.В.<sup>1</sup>, Алексеева А.С.<sup>1</sup>, Грефнер Н.М.<sup>2</sup>, Груздков А.А.<sup>1</sup>, Громова Л.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, С.-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии РАН, С.-Петербург, Россия; polozovalexandr20@gmail.com

Цель работы: в опытах на крысах исследовать изменения активности мембранных пищеварительных ферментов и всасывания моносахаридов (глюкоза, галактоза, фруктоза) в тонкой кишке при экспериментальном диабете 2 типа.

Материалы и методы. Экспериментальный диабет типа 2 у крыс вызывали введением стрептозотоцина (в/б, 30 мг/кг) после содержания животных в течение 2-х мес. на высоко жировой диете. Всасывание моносахаридов в тонкой кишке оценивалось по скорости свободного потребления голодавшими (18-20 ч) животными растворов глюкозы (20%), галактозы (10%) и фруктозы (10%). Морфометрические показатели тонкой кишки определяли с помощью световой микроскопии, а содержание транспортеров SGLT1 и GLUT2 в энтероцитах - методами иммуногистохимии.

Результаты. Через 6 и 9 недель после введения стрептозотоцина всасывание глюкозы в тонкой кишке крыс повысилось на 20-27%, галактозы - в 2 и 2,6 раз, а фруктозы достоверно не изменилось по сравнению с контролем (в отсутствие диабета). При диабете в тощей кишке крыс наблюдались тенденции к увеличению числа энтероцитов на ворсинках и содержания транспортеров SGLT1 (но не GLUT2) в апикальной мембране энтероцитов, а также активностей мальтазы, щелочной фосфатазы и аминоксипептидазы N.

Выводы. Повышение всасывания глюкозы в тонкой кишке при диабете типа 2 происходит за счёт увеличения в энтероцитах активного транспорта глюкозы с участием транспортера SGLT1 и численности энтероцитов на ворсинках (неспецифический механизм). Изменение всасывания различных моносахаридов при диабете типа 2 зависит от роли конкретного моносахарида в энергетическом обмене. Полученные результаты могут способствовать разработке новых оптимальных терапевтических подходов для снижения хронической гипергликемии при диабете типа 2.

*Работа поддержана грантом РФФИ № 18-015-00248.*

#### **CONDITIONS OF THE DIGESTIVE AND TRANSPORT SYSTEMS OF THE SMALL INTESTINE IN TYPE 2 DIABETES**

**Polozov Alexandr S.<sup>1</sup>, Dmitrieva Yulia V.<sup>1</sup>, Savochkina Elizaveta V.<sup>1</sup>, Alekseeva Anna S.<sup>1</sup>, Grefner Nadezhda M.<sup>2</sup>, Gruzdkov Andrey A.<sup>1</sup>, Gromova Ludmila V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>Institute of Cytology of the Russian Academy of Science St. Petersburg, Russia; polozovalexandr20@gmail.com

**Aim:** in experiments on rats to investigate the changes in the activity of membrane digestive enzymes and in the absorption of monosaccharides (glucose, galactose, fructose) in the small intestine at experimental type 2 diabetes.

**Materials and methods.** Experimental type 2 diabetes was induced in rats by administration of streptozotocin (ip, 30 mg / kg) after keeping of the animals for 2 months on a high fat diet. The absorption of monosaccharides in the small intestine was estimated by the rate of free consumption of glucose (20%), galactose (10%) and fructose (10%) solutions by the animals previously fasted (18-20 h). The morphometric parameters of the small intestine were determined using light microscopy, and the contents of SGLT1 and GLUT2 transporters in enterocytes were determined by immunohistochemistry.

**Results.** Following 6 and 9 weeks after administration of streptozotocin, glucose absorption in the small intestine of rats increased by 20-27%, galactose - by 2 and 2.6 times, and fructose absorption did not significantly change compared with the control (in the absence of diabetes). At diabetes, in the jejunum of rats, there was a tendency to increase the number of enterocytes on the villi and the content of SGLT1 transporters (but not GLUT2) in the apical membrane of the enterocytes, as well as to increase of activities of maltase, alkaline phosphatase, and aminopeptidase N.

**Conclusions.** The increase of glucose absorption in the small intestine in type 2 diabetes occurs due to an increase of active glucose transport in the enterocytes with the participation of the SGLT1 transporter and due to an increase of the number of enterocytes on the villi (non-specific mechanism). The change in the absorption of various monosaccharides in type 2 diabetes depends on the role of a particular monosaccharide in energy metabolism. The results can contribute to the development of new optimal therapeutic approaches to reduce chronic hyperglycemia in type 2 diabetes. *The work was supported by the RFBR grant № 18-015-00248.*

### **ДЕПРИВАЦИОННАЯ ПОТЕНЦИАЦИЯ: УЧАСТИЕ В КОНСОЛИДАЦИИ ПАМЯТИ?**

**Попов В.А., Коршунов В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [v-lad-i-mir@yandex.ru](mailto:v-lad-i-mir@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m517.sudak.ns2019-15/334>

Ранее развитие депривационной потенции (ДеП) популяционных спайков при тестировании связи медиальной перфорантной путь (МПП) – нейроны зубчатой фасции (ЗФ) было показано в хронических экспериментах на крысах, находящихся в состоянии наркотического сна (Попов, Маркевич, 1999). Вместе с тем, роль данного вида синаптической пластичности в поведении не ясна. Целью исследования была проверка предполагаемого участия ДеП в консолидации гиппокамп-зависимой пространственной памяти во время сна. В хронических экспериментах на крысах линии Long-Evans после предварительной операции (биполушарно вживляли стимулирующие электроды в область МПП и регистрирующие – в область ЗФ) животных обучали в бассейне Морриса. После этого обученных крыс помещали в домашнюю клетку, где во время покоя/сна в течение 4-5 часов проводили редкую попеременную биполушарную стимуляцию МПП, препятствующую развитию ДеП. Через 3 дня тестировали сохранность навыка в бассейне Морриса. В одних случаях было отмечено ухудшение воспроизведения навыка, в других – ухудшения не наблюдалось, таким образом, результаты экспериментов не позволяют сделать однозначный вывод о роли ДеП в консолидации памяти.

### **DEPRIVATIONAL POTENTIATION: DOES IT TAKE PLACE IN MEMORY CONSOLIDATION?**

**Popov Vladimir A., Korshunov Victor A.**

Institution of Russian Academy of Sciences Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, RUSSIA; [v-lad-i-mir@yandex.ru](mailto:v-lad-i-mir@yandex.ru)

Deprivational potentiation (DeP) of population spikes was shown in dental gyrus (DG) by stimulation of perforant path (PP) in anesthetized rats (Popov, Markevich, 1999). The role of this kind of synaptic plasticity is unknown yet. We suppose that this phenomenon may take place in memory consolidation during sleep. The aim of our investigation was to test this hypothesis. Long Evans male rats were used in experiments. Bipolar stimulating and recording electrodes were implanted into PP and DG respectively, in both hemispheres. Animals performed spatial task in Morris water maze. Animals were put into home cage immediately after learning. According to previous data rare stimulation of PP prevents DeP. PP were stimulated in both hemispheres for 4-5 hours in animals during sleep in home cage. Three days later the animals were tested in Morris water maze. Some animals successfully found the submerged platform, in some cases we observed impairments of memory recall. Right now the results are not clear, the work is to be continued.

### **ПАРАДОКС ФОРТЕПИАННОГО ТУШЕ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ФОРТЕПИАННОГО МАСТЕРА И ФИЗИОЛОГА**

**Попов В.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [v-lad-i-mir@yandex.ru](mailto:v-lad-i-mir@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m518.sudak.ns2019-15/334-335>

В фортепианном исполнительском искусстве для большинства пианистов большое значение имеет туше (от франц. – трогать, касаться). Это подразумевает, что при разном способе извлечения одного звука одинаковой громкости он будет иметь небольшое, но важное различие в тембре. Однако сравнение осциллограмм звуков, полученных разным способом на одном инструменте, показало, что при достижении одинаковой интенсивности они неразличимы, что следует из кинематики механизма фортепиано: перед

ударом по струнам молоточек движется по инерции и имеет одну степень свободы – скорость. Вместе с тем изменение качества звука при одинаковой скорости молоточка можно достичь изменением некоторых параметров механизма. Это фортепианное «пре-туше», а также особенность восприятия атаки звука дают ключ к разрешению спора между «физиками и лириками» в вопросе фортепианного туше.

**PIANO TOUCH PARADOX FROM THE POINT OF VIEW OF TUNER AND PHYSIOLOGIST**  
**Popov Vladimir, A.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Moscow, Russia; v-lad-i-mir@yandex

In the piano performing arts, the pianist's touché (*fr.* – *to touch, to contact*) plays an important role for most pianists. This implies that, with distinct methods of eliciting one sound of the same volume, the sound will have a subtle but important difference in timbre. Yet comparing the oscillograms of two sounds of the same instrument obtained by differing methods showed that when they reach the same intensity, they are indistinguishable. This follows from the kinematics of the piano mechanism: the hammer moves by inertia before beating the strings and has one degree of freedom – speed. However, the change in sound quality at the same hammer speed can be achieved by changing some parameters of the mechanism. This piano “pre- touché”, as well as the specificity of perception of the sound's attack, provide the key to resolving the dispute between the “physicists and lyricists” in the matter of pianist's touché.

**ПЕРСПЕКТИВЫ БИОМЕДИЦИНСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ГАФНИЯ**

**Попова Н.Р.<sup>1</sup>, Колманович Д.Д.<sup>1</sup>, Щербakov А.Б.<sup>2</sup>, Попов А.Л.<sup>1</sup>, Иванов В.К.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пушchino, Московская обл., Россия; <sup>2</sup>Институт микробиологии и вирусологии им. Заболотного НАН Украины, Киев, Украина, <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова, Москва, Россия, toshka\_bf@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m519.sudak.ns2019-15/335-336>

Одним из наиболее перспективных неорганических материалов для биомедицинских целей является нанокристаллический оксид гафния (HfO<sub>2</sub>). Гафний обладает высоким сечением захвата рентгеновского излучения и относительно низкой токсичностью, что позволяет рассматривать его как перспективную основу нового тераностического препарата для лучевой терапии. Учитывая высокую проникающую способность наночастиц и их значительное накопление в зоне опухоли, такой подход позволит обеспечить максимальное повреждающее действие опухоли под действием ионизирующего излучения. Увеличить нацеленность наночастиц в зону опухоли можно за счет их дополнительной функционализации соединениями, имеющими высокое сродство с рецепторами клеток опухоли, например рибофлавином. Таким образом, нанокристаллический HfO<sub>2</sub> представляет собой перспективную основу для создания эффективного таргетного радиосенсибилизатора для лучевой терапии.

Целью работы было получение органо-неорганического композита на основе соединений гафния и исследование его цитотоксичности на нормальных и трансформированных клетках человека *in vitro* в условиях воздействия ионизирующего излучения. Культуры клеток МСК человека и глиобластомы человека U251 MG культивировались в стандартных условиях 5% CO<sub>2</sub> и 37 С, которые высевали в 96 луночные планшеты в плотности 15-20 тыс/см<sup>2</sup>, и облучали на медицинской рентгеновской установке в дозе 15 Гр. Нанокompозит в различных концентрациях вносился в культуру за 12 часов до облучения. Перед облучением культуральная среда заменялась на свежую. В ходе работы были получены данные об ингибирующем действии нанокompозитов оксида гафния с рибофлавином на пролиферативную активность клеток глиобластомы, что выражалось в снижении их жизнеспособности, а также увеличении доли мертвых клеток через 72 часа инкубации после облучения, при этом жизнеспособность нормальных клеток оставалась близкой к контрольным значениям. Возможным механизмом селективной цитотоксичности является повышенный уровень экспрессии рибофлавиновых транспортеров в трансформированных клетках линии U251 MG, определяющих эффективность эндоцитоза композита, и таким образом, повышенный сенсibiliзирующий эффект.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук № МК-518.2019.3*

**BIOMEDICAL PROSPECTS OF HAFNIUM OXIDE NANOPARTICLES**

**Popova Nelli R.<sup>1</sup>, Kolmanovich Danil D.<sup>1</sup>, Shcherbakov Alexander B.<sup>2</sup>, Popov Anton L.<sup>1</sup>, Ivanov Vladimir K.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia, <sup>2</sup>Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <sup>3</sup>Kurnakov Institute of General and Inorganic Chemistry of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, toshka\_bf@mail.ru

One of the most promising inorganic materials for biomedical purposes is nanocrystalline hafnium oxide (HfO<sub>2</sub>). Hafnium has a large X-ray cross-section capture and relatively low toxicity, which makes them as a promising theranostic agent for X-ray therapy. Given the high penetrating ability of nanoparticles and their significant accumulation in the tumor local zone, this approach will ensure the maximum tumor damaging effect under ionizing radiation. The targeting of nanoparticles to the tumor zone can be increased due to their functionalization with compounds having high affinity with tumor cell receptors, such as riboflavin. Thus, HfO<sub>2</sub> nanocrystalline is a promising compound for design an effective targeted radiosensitizer for radiotherapy.

The aim of this work was a creation a hafnium based organic-inorganic composite and to study its cytotoxicity on normal and transformed human cells *in vitro* under ionizing radiation exposure. Human



mesenchymal stem cells and glioblastoma U251 MG cells were cultured under standard conditions of 5% CO<sub>2</sub> and 37 C, which were seeded in 96 well plates at a density of 15-20 th/cm<sup>2</sup>, and irradiated with 15 Gy using medical X-ray station. Nanocomposite in various concentrations was introduced to the cells 12 hours before irradiation. Before irradiation, the culture medium was replaced with fresh. During the work, it was shown the inhibitory effect of hafnium oxide nanocomposites with riboflavin on the proliferative activity of glioblastoma cells, which was reflected in a decrease in their viability, as well as an increase of dead cells after 72 hours of incubation after irradiation, while the viability of normal cells remained close to the control values. A possible mechanism of their selective cytotoxicity is due to higher level of riboflavin transporter expression in transformed U251 MG cells, which determine the effectiveness of composite endocytosis, and thus, an increased radiosensitizing effect.

*The research was done with the financial support of a President grant for support of young Russian scientists No. MK-518.2019.3*

## **УЛУЧШЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА И НЕЙРОХАКИНГ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ КОГНИТИВНОГО КАПИТАЛИЗМА**

**Попова О.В.<sup>1</sup> Резник О.Н.<sup>2</sup>**

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии РАН, Москва, Россия.

J-9101980@yandex.ru

2. Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия. onreznik@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m520.sudak.ns2019-15/336>

Современную стадию развития экономики характеризуют как особый тип отношений, где все большее значение приобретает категория «знания». Немаловажным является то, на какой формат знания ориентировано современное общество. Так, доминирующее положение наук о жизни как один из главных трендов современной цивилизации можно рассматривать в качестве детерминанты формирующихся тенденций в сфере перемещения капитала, в частности, обусловленных, появлением тренда коммодификации живого: телесности, органов, биоматериалов, созданию гибридных форм существования, патентования биологических объектов. Данный поворот описан в контексте развивающихся в последние годы теорий биокапитализма (Каушик С. Раджан и др.), когнитивного капитализма (Корсани А. и др.), появлении феномена биотехнонауки (Корсани А.).

Формирование новых форм экономического и общественно-политического устройства происходит с опорой на критические технологии. В последние годы особый интерес вызывают нейротехнологии. Их слияние с другими технологиями порождает устойчивые конвергентные эффекты, связанные не только с получением новых форм знания, но и с модификацией самого человека и трансформацией социальных отношений. Так, в рамках мощного биоинженеристского тренда и формирования общественных представлений о возможностях «биологии на заказ» особое значение приобретает влияние «когнитивной» фарминдустрии и рынка сбыта персональных устройств, позволяющих улучшать когнитивные способности человека (посредством электростимуляции мозга). Данный тренд актуализирует необходимость проведения социогуманитарной экспертизы, направленной на анализ популяционных рисков развития тенденций био- и нейрохаккинга.

*Тезисы подготовлены при финансовой поддержке фонда РФФИ, грант № 18-011-00917.*

## **HUMAN ENHANCEMENT AND NEUROHACKING IN THE CONTEXT OF COGNITIVE CAPITALISM**

**Popova Olga V.<sup>1</sup> Resnik Oleg N.<sup>2</sup>**

1. Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Philosophy RAS, Moscow, Russia.

J-9101980@yandex.ru

2. First St. Petersburg State Medical University named after Academician I.P. Pavlov, St. Petersburg, Russia. onreznik@gmail.com

The current stage of economic development is characterized as a special type of relationship, where the category of "knowledge" is becoming increasingly important. The important thing is the format of knowledge that modern society is focused on. Thus, the dominant position of life sciences as one of the main trends of modern civilization can be considered as a determinant of emerging trends in the movement of capital, in particular, due to the emergence of a trend of commodification of living things: body, organs, biomaterials, creation of hybrid forms of existence, patenting of biological objects. This turn is described in the context of the theories of biocapitalism that have been developing in recent years (Kaushik S. Rajan et al.), cognitive capitalism (Korsani A. et al.), and the emergence of the phenomenon of biotechnoscience (Korsani A.).

The formation of new forms of economic and socio-political system takes place on the basis of critical technologies. In recent years, neurotechnologies have been of particular interest. Their merging with other technologies generates stable convergent effects connected not only with the acquisition of new forms of knowledge, but also with the modification of the human being himself and the transformation of social relations. Thus, within the framework of a powerful bioconstructivist trend and the formation of public perceptions of the possibilities of "custom-made biology", the influence of the "cognitive" pharmaceutical industry and the market for personal devices, which allow to improve the cognitive abilities of a person (by means of electrical stimulation of the brain), becomes particularly important. This trend highlights the need for socio-humanitarian expertise aimed at analyzing population risks of bio- and neurohacking trends

*Theses prepared with financial support from the RFBR Foundation, grant № 18-011-00917.*

## О ВОЗРАСТНЫХ ОТЛИЧИЯХ ЛОКАЛИЗАЦИЙ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Порошенко А.Б.

Ростов-на-Дону, Россия, [abbonco@gmail.com](mailto:abbonco@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m521.sudak.ns2019-15/337>

**Введение.** (1) Ach потворствует малигнизации, в частности в поджелудочной железе. (2) Только в пределах головки поджелудочной железы одинаково представлены эфференты и левого, и правого n. vagus. В теле железы эфференты левого n. vagus в относительном дефиците (J.Wang et al., 1999). **Цель.** Оценить с учётом пола и возраста связь этих факторов с особенностями рака поджелудочной железы. **Материал исследования.** Использована выборка диссертационной работы Толмачёвой Е.А. (2003): 256 случаев рака поджелудочной железы [158 (61,7%) мужчины; 98 (38,3%) женщины; до 50 лет 52 (20,3%), 50-59 – 74(28,9%), 60+ 130(50,8%) случаев]. Всей выборки Каплан-Мейер оценка выживаемости (2,0<sup>25%</sup> - 4,0<sup>50%</sup> - 7,2<sup>75%</sup>) месяцев. **Результаты исследования.** Распределение по локализациям: «только головка» 146 (57,0%), «головка-тело» 33 (12,9%), «тело» -30 (11,7%), «тело-хвост» -18 (7,0%), «хвост» - 6 (2,3%), «вся панкреас» - 23 (9,0%). Для локализаций «только головка» выявлена существенная особенность: этих локализаций (i) нет до 50 лет (ii) только у женщин. **Обсуждение.** Очевидно, что преобладание локализаций в границах головки железы нельзя объяснить только аддитивным эффектом вагусной иннервации. (1) Утверждается, что сдвиг кумуляты в возрастной интервал (50+ лет) у женщин обусловлен остановом МЦ. Такой же сдвиг у женщин типичен для рака почки, причём только для левосторонних локализаций (Poroshenko A.B., Bakurov E.D., 1986). Такой же сдвиг типичен для рака левой молочной железы, причём только у женщин (i) с правой ведущей ногой, (ii) поздним менархе (15+), (iii) чаще считающих себя интровертами. (2) Можно полагать, что во всех этих стратах процесс малигнизации обусловлен аномальным эфферентным трафиком **левого** n.vagus. Поскольку такой трафик проявляется только с наступлением менопаузы, его нельзя признать ответом на аномальный афферентный трафик левой половины гениталий. Скорее, это результат аномальной активности левополушарных ядер n.vagus, возможного следствия возникшего или существовавшего изначально повреждения левополушарных структур гипоталамуса; известно, что повреждение вентролатеральных структур гипоталамуса – экспериментально доказанная причина возникновения аномального эфферентного трафика n.vagus. Поздний приход менархе – очередное тому подтверждение. – Это повреждение с наступлением менопаузы лишается правостороннего противовеса «периферии», которая вплоть до наступления менопаузы нивелировала «злокачественную» асимметрию «центра» (1) за счёт видовой доминантности правого яичника, (2) за счёт попеременности доминирования яичников, (3) за счёт механизмов каждого менструального цикла. **Заключение.** Такой «*пассивный сценарий*» хорошо согласуется с выдвинутым ранее принципиальным положением (Порошенко А.Б., 1993-2018), согласно которому рак, будучи односторонним процессом, есть выражение утраченной симметрии противоопухолевой устойчивости.

## ABOUT AGE DIFFERENCES OF PANCREATIC CANCER LOCALIZATIONS

Poroshenko Anatoly B.

Rostov-on-Don, Russia, [abbonco@gmail.com](mailto:abbonco@gmail.com)

**Introduction.** (1) Ach promotes malignancy, particularly in the pancreas. (2) Only within the head of the pancreas, the efferents of the left and right n.vagus are equally represented. In the other parts of the gland, the efferents of left n.vagus in relative deficit (J.Wang et al., 1999). **The goal of study.** To estimate the association of these factors with the characteristics of pancreatic cancer, taking into account sex and age. **Object of study.** The data of the dissertational work by Tolmacheva E.A. (2003): 256 cases of pancreatic cancer [158 (61.7%) male; 98 (38.3%) female; "up to 50 years" 52 (20.3%), "50-59" - 74 (28.9%), "60+" 130 (50.8%) cases]. The entire sample had a Kaplan-Meier survival estimate of (2.025% - 4.050% - 7.275%) months. **Results.** Distribution by localization: "head only" 146 (57.0%), "head-body" 33 (12.9%), "body" -30 (11.7%), "body-tail" -18 (7.0%), "tail" - 6 (2.3%), "whole pancreas" - 23 (9.0%). For the "head only" localizations, an essential feature was revealed: women until the age of 50 have nothing these localizations. **Discussion.** It is obvious that the prevalence of "head only"-localization cannot be explained only by the additive effect of vagal innervation. (1) It is argued that the cumulative shift into the age interval (50+ years) in women is due to the cessation of the MC. The same shift in women is typical for kidney cancer, but only for left kidney cancer (Poroshenko A.B., Bakurov E.D., 1986). The same shift is typical for left breast cancer, but only in women (i) with the right footedness, (ii) late menarche (15+), (iii) which more often considering themselves introverts. It can be assumed that in all these strata the process of malignancy is due to the anomalous efferent traffic of the left n.vagus. Since such traffic is manifested only with the onset of menopause, it cannot be considered a response to abnormal afferent traffic from the left half of the genitals. Rather, it is the result of the abnormal activity of the left hemispheric nuclei n.vagus. – A possible consequence of originally existed damage of the left hemispheric hypothalamus: it's known that a lesion of ventromedial structures is the proven cause of the abnormal efferent n.vagus traffic. Another indirect confirmation of this is the late (15+) menarche. This damage with the onset of menopause loses the right-sided counterweight of the "periphery", which until the onset of menopause leveled out the "pro-malignant" asymmetry of the "center" (1) due to the dominance of the right ovary, (2) by changing the sidedness of ovarian dominance, (3) due to episodes of peri-ovulatory symmetry, recurring in each full menstrual cycle (Poroshenko AB, 2015). **Conclusion.** Such "passive scenario" agrees well with the fundamental position put forward earlier (Poroshenko AB, 1993-2018), according to which cancer, being a one-sided process, is an expression of the lost symmetry of antitumor resistance.

## **ЭКСПРЕССИЯ КАСПАЗЫ-3 В МЕХАНИЗМАХ КАПСАИЦИН-ИНДУЦИРОВАННОЙ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ КАЛЬБИДИН-СОДЕРЖАЩИХ ИНТЕРНЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА МЫШИ**

**Порсева В.В., Емануилов А.И., Омельченко Д.В., Маслюков П.М.**

ФГБОУ ВО "Ярославский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m522.sudak.ns2019-15/338>

Нейротоксическое действие капсаицина объясняется избыточным внутриклеточным накоплением ионов кальция и натрия, что ведет к гибели нейронов. Кальбиндин является внутриклеточным кальций-связывающим белком, который участвует в транс-клеточном транспорте ионов кальция, функционирует в качестве буфера и обеспечивает кальциевый гомеостаз. В связи с этим, цель настоящей работы состояла в определении экспрессии каспазы-3 (КАСП3) в интернейронах и анализе морфометрических и структурных характеристик интернейронов, содержащих белок кальбиндин с молекулярной массой 28 кДа (КАБ) в дорсальном роге спинного мозга после введения капсаицина взрослым мышам.

Исследование проведено на самках мышей C57BL/6 в возрасте 4-5 месяцев, которые были разделены на две группы: контрольная (n=4), опытная (n=4). В опытной группе моделировали деафферентацию путем подкожного введения капсаицина (Capsaicin, Sigma) однократно в дозе 50 мг/кг в растворе фосфатно-солевого буфера PBS, 0.01 M, pH 7.4, содержащим 10% этилового спирта и 10% Твина 80 (R. Gamse, 1982). Забор материала осуществляли на 30 день после введения раствора капсаицина, одновременно с материалом контрольной группы. Иммуногистохимическими методами исследовали экспрессию КАСП3 и КАБ в интернейронах уровня Т3-Т5 СМ на криостатных срезах, толщиной 14 мкм. Окрашивание всей популяции спинальных интернейронов проводили флюоресцентным Нисслем. Для определения средних арифметических и их стандартных ошибок использовали программу Statistica, версия 10 (StatSoft, Inc., 2011).

У мышей обеих групп наблюдения во всех пластинках дорсального рога СМ выявлены КАБ-иммунореактивные (ИР) интернейроны. Максимальное количество КАБ-ИР интернейронов, выявлялось в пластинках I и II - 27% и 29% соответственно. В пластинках III, IV и V содержание КАБ-ИР интернейронов не превышало 11%. После введения капсаицина максимальное относительное содержание КАБ-ИР интернейронов выявлялось в также пластинке II (24%), а наименьшее - в пластинке I (5,8%). В пластинках III и IV процент превышал показатели контроля, но значимо только в пластинке III (14,2%). В пластинке V относительное содержание КАБ-ИР интернейронов было также меньше группы контроля (7,6%). В контроле КАБ-ИР интернейроны имели различные размеры: от крупных в пластинке V до мелких в пластинке I. Средняя площадь сечения КАБ-ИР интернейронов после введения капсаицина была меньше контрольных показателей во всех пластинках дорсального рога СМ.

Экспрессия КАСП3 наблюдалась в интернейронах всех пластинок дорсального рога СМ, но только у опытной группы животных. Распад интернейронов на апоптотические тельца был особенно выражен в интернейронах пластинок I, II, III и V СМ. Таким образом, экспрессия КАСП3 отражает участие как апоптотного механизма в гибели КАБ-ИР интернейронов пластинок I, II, III и V, так и, возможно, адаптации ИР интернейронов пластинок III и IV СМ к меняющимся афферентным влияниям, где признаков клеточной гибели не выявлялось.

*Работа поддержана РФФИ, грант 17-04-00349-а.*

## **THE EXPRESSION OF CASPASE-3 IN THE MECHANISMS OF CAPSAICIN-INDUCED NEUROTOXICITY CALBINDIN-CONTAINING INTERNEURONS OF THE SPINAL CORD OF THE MOUSE**

**Porseva Valentina V., Emanuilov Andrey I., Omelchenko Dmitriy V., Masliukov Petr M.**

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

The aim of this work was to determine the expression of caspase-3 (CASP3) in interneurons and analysis of the morphometric and structural characteristics of interneurons containing protein calbindin with a molecular mass of 28 kDa (CAB) in dorsal horn of the spinal cord (SC) under treatment of capsaicin to adult mice. The study was conducted in female mice C57BL/6 at the age of 4-5 months, which were divided into two groups: control (n=4), experimental (n=4). In the experimental group performed a deafferentation by subcutaneous injection of capsaicin (Capsaicin, Sigma) once in a dose of 50 mg/kg in a solution of phosphate-salt buffer PBS, 0.01 M, pH 7.4, containing 10% Ethanol and 10% Tween 80 (Gamse, 1982). Experimental material was taken at 30 day. Characteristics of the interneurons studied in interneurons of T3-T5 SC level in cryostatic slices, thickness of 14 µm, immunohistochemical methods.

In both groups of mice, CAB immunoreactive (IR) interneurons were detected in all laminae of the dorsal horn of SC. The maximum number of CAB-IR interneurons was detected in laminae I and II - 27% and 29%, respectively. In laminae III, IV and V, the content of CAB-IR interneurons did not exceed 11%. After the treatment of capsaicin, the maximum relative content of CAB-IR interneurons was also detected in lamina II (24%), and the lowest - in lamina I (5.8%). In laminae III and IV percentage exceeded the control, but significant only in the lamina III (14.2%). In lamina V, the relative content of CAB-IR interneurons was also less than the control group (7.6%). In the control of the CAB-IR, the interneurons had different sizes: from large in the lamina V to small in the lamina I. The cross-sectional area of the CAB-IR after the introduction of capsaicin was less than the control parameters in all the laminae of the dorsal horn.

The expression of CASP3 was observed in interneurons of all laminae of the dorsal horn of CM, but only in the experimental group of animals. The breakdown of interneurons into apoptotic bodies was particularly pronounced in the interneurons of laminae I, II, III and V CM.

*The study was supported by RFBR, grant 17-04-00349-а.*

## **ГИСТОТОПОГРАФИЯ И МОРФОМЕТРИЯ ВЕНТРАЛЬНОГО РОГА ГРУДНОГО СПИННОГО МОЗГА В ПОСТНАТАЛЬНОМ РАЗВИТИИ БЕЛОЙ КРЫСЫ**

**Порсева В.В., Маслюков П.М.**

ФГБОУ ВО "Ярославский государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Россия; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m523.sudak.ns2019-15/339>

Целью исследования явилось изучение возрастных характеристик планиметрического параметра площади среза вентрального рога грудного уровня СМ у крысы. Исследование проведено на поперечных срезах серого вещества Т2 сегмента СМ, толщиной 14 мкм, окрашенных по Ниссию, у 70 самок крыс Wistar в возрастах: 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 360 суток после рождения. Препараты анализировали на микроскопе Олимпус ВХ43 (Olympus Corporation, Япония), изображения получали посредством охлаждаемой цифровой видеокамеры ТСС-5.0ICE (Tucsen, Китай). Гистотопографию вентрального рога согласно Ветеринарной анатомической номенклатуре (МВАН, 2013) соотносили с пластинками VIII и IX серого вещества СМ в соответствии с Международной анатомической терминологией (ТА, 2003) и Международной нейроанатомической терминологией (FIPAT, 2017). На изображениях срезов проводили измерение площади сечения (ПС) вентрального рога СМ по программе Image J (NIH, США). Для определения средних арифметических и их стандартных ошибок использовали программу Statistica, версия 10 (StatSoft, Inc., 2011).

Результаты показали, что уже в 3 дневном возрасте в области вентрального рога сформированы две группы крупных мультиполярных клеток, являющиеся мотонейронами пластинки IX, одна из которых локализована на верхушке вентрального рога – вентральная (апикальная) группа, другая в области латеральной трети рога – латеральная группа. Последняя состоит из четко дифференцируемых ядер - вентролатерального и дорсолатерального. Пластинка VIII занимает большую область вентрального рога, которая включает его дорсальную, центральную и часть вентральной областей, внедряясь между группами мотонейронов пластинки IX вплоть до верхушки вентрального рога СМ. В 5 дневном возрасте апикальная группа мотонейронов пластинки IX локализована в вентромедиальной области рога, и в последующие возраста её топография не менялась.

Общая площадь вентрального рога имела минимальные значения в 3 дневном возрасте, с возрастом жизни крысы она увеличивалась: к 10 дневному возрасту в 2,9 раза, к 15 дневному возрасту в 4,9 раза, к 20 дневному возрасту в 5,5 раза, после чего значимо не менялась до 360 дневного возраста крысы. Максимальный темп прироста площади вентрального рога отмечался в 10 дневном возрасте крысенка, что составило 93,9% по отношению к предыдущему возрасту. В 3 дневном возрасте отношение площади вентрального рога к общей площади серого вещества СМ составило 1:10,8, в 10 дневном возрасте 1:7,9, в 15 дневном возрасте 1:5,5 и не менялось до 150 дневного возраста. В 180 дневном возрасте это соотношение составило 1:6,2 и не менялось до конца наблюдения животного.

Таким образом, рост площади вентрального рога СМ отмечается только на ранних стадиях развития - в первые 20 суток жизни, а максимально активный рост показателя на 10 день жизни крысы.

## **HISTOTOPOGRAPHY AND MORPHOMETRY OF THE VENTRAL HORN OF THE THORACIC SPINAL CORD IN THE POSTNATAL DEVELOPMENT OF WHITE RATS**

**Porseva Valentina V., Masliukov Petr M.**

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia; [vvporseva@mail.ru](mailto:vvporseva@mail.ru)

The aim of the study was to investigate the age characteristics of planimetric parameter of the area of the section of the ventral horn of the thoracic spinal cord (SC) in rats. The study was conducted on 70 female Wistar rats at ages (n=5): 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 240, 360 the day after birth. Cross sections of the gray matter of T2 segment of SC with a thickness of 14  $\mu$ m, painted of Nissl were studied. The preparations were analyzed on a microscope Olympus BX43 (Olympus Corporation, Japan), images were obtained by a cooled digital video camera: TCC-5.0 ICE (Tucsen, China). On the section images the cross-sectional area (CSA) of the ventral horn of the SC was measured with the program Image J (NIH, USA). The program Statistica version 10 was used to determine arithmetic mean and their standard errors are used (StatSoft, Inc., 2011).

The results showed that already at the age of 3 days were formed two groups of large multipolar cells in the ventral horn, which are the motor neurons of the lamina IX, one of which is localized at the apex of the ventral horn – the ventral (apical) group, the other in the lateral area of the horn – the lateral group. The latter consists of clearly differentiable nuclei - ventrolateral and dorsolateral. The lamina VIII occupies a large area of the ventral horn, which includes its dorsal, central and part of the ventral regions, penetrating between the groups of motor neurons of the lamina IX up to the apex of the ventral horn SC. At 5 days of age, the apical group of motor neurons of the lamina IX is localized in the ventromedial region of the horn, and in subsequent ages its topography did not change.

The CSA of the ventral horn had minimal values at 3 days of age, with the age of rat life it increased: to 10-day-old of 2.9, to 15-day-old of 4.9, to 20-day-old of 5.5, after which it did not change significantly until 360-day-old of the rat. The maximum growth rate CSA of the ventral horn was observed in the 10-day-old rat, which was 93.9% compared to the previous age. At 3-day-old the ratio of the ventral horn CSA to the total CSA of gray matter was 1:10.8 cm, at 10-day-old 1:7.9 cm, at 15-day-old 1:5.5 and did not change until 150-day-old. At 180-day-old this ratio was 1:6.2 and did not change until the end of the animal's observation.

**ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В РЕЖИМЕ БИОУПРАВЛЕНИЯ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКЕ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ У ПОДРОСТКОВ 14-15 ЛЕТ**  
**Поскотина Л.В.<sup>1</sup>, Заборский О.С.<sup>1,2</sup>, Кривоногова О.В.<sup>1</sup>, Ворошилов А.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН; <sup>2</sup>МБОУ СШ №20 имени Героя Советского Союза П.М. Норицына, г. Архангельск, Россия; e-mail:liliya200572@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m524.sudak.ns2019-15/340>

Физическая тренировка скоростно-силовых качеств требует максимальной мобилизации функций сердечно-сосудистой системы за минимальное время в виде выраженного напряжения практически всех групп мышц и резкой активизации симпатического отдела вегетативной нервной системы. В подростковый период 14-15 лет распространены симпатикотонические реакции, которые обуславливают риск кардиоваскулярных расстройств и нестабильность достижения спортивного результата. Цель исследования заключалась в определении степени восстановления параметров сердечно-сосудистой системы после физической нагрузки с оценкой скоростно-силовых качеств у подростков 14-15 лет с учетом однократного сеанса биоуправления параметрами variability сердечного ритма (BCP) с целью активизации вагусных влияний на ритм сердца. Исследованы 30 здоровых мальчиков 14-15 лет, обучающихся в общеобразовательной школе г. Архангельска – I группа (опытная, n=20) и II группа (контроль, n=10). С помощью прибора «Варикард» («Рамена», г. Рязань) регистрировали показатели BCP и артериального давления (A&D, Япония) в фоне (3 мин), при биоуправлении параметрами BCP с целью увеличения общей мощности BCP (3 мин), после нагрузки (прыжок в длину с места тройкратно) - 3 мин, при повторном сеансе биоуправления (3 мин – I группа) или заключительный фон без биологической обратной связи (3 мин – II группа). Установлено, что у лиц опытной группы проведение сеанса биоуправления способствует более выраженному восстановлению общей мощности BCP после нагрузки в сравнении с группой контроля. Восстановительный эффект биоуправления был реализован преимущественно у лиц с умеренно выраженной симпатикотонией и тахикардией как исходной, так и после физической нагрузки (ЧСС до 100 уд/мин). У лиц с выраженной тахикардией и иными признаками значительной симпатикотонии по данным BCP сеанс биоуправления как до, так и после физической нагрузки был неуспешным (без выраженного снижения симпатикотонии). Подобный эффект можно объяснить высокой метаболической потребностью в более частом поверхностном дыхании при выраженной тканевой гипоксии после нагрузки у этих лиц, что противоречит традиционной технике дыхания при биоуправлении (более редкое и глубокое диафрагмальное дыхание).

*Работа выполнена по программе ФНИР ФГБУН ФИЦКИА РАН № 115050610141*

**AUTONOMIC NERVOUS REGULATION OF THE HEART RATE AT HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK DURING PHYSICAL TRAINING OF HIGH-SPEED POWER QUALITIES IN ADOLESCENTS 14-15 YEARS**

**Poskotinova Liliya V.<sup>1</sup>, Zaborsky Oleg S.<sup>1,2</sup>, Krivonogova Olga V.<sup>1</sup>, Voroshilov Alexandr V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, <sup>2</sup>Secondary School No 20 named after the Hero of the Soviet Union P.M. Noritsyn; Arkhangelsk, Russia; e-mail:liliya200572@mail.ru

Physical training of speed-strength qualities requires maximum mobilization of the cardiovascular system's functional reserves for the minimum time in the form of pronounced tension of the all muscle groups, as well as a fast activation of the sympathetic part of the autonomic nervous system. In adolescence of 14-15 years sympathetic reactions are common which determine the risk of cardiovascular disorders and the instability of achieving a sports result. Therefore, it is necessary to study the possibilities of adolescent self-regulation in order to optimally restore the functions of the cardiovascular system after exercise. The purpose of the study was to determine the degree of recovery of the cardiovascular system after exercise with the assessment of speed-strength qualities in adolescents 14-15 years, taking into single session of a heart rate variability biofeedback (HRV BF) in order to activate vagal influences on the heart rhythm. 30 healthy boys 14–15 years studying in a secondary school in the city of Arkhangelsk were surveyed — Group I (experimental, n = 20) and Group II (control, n = 10). With the help of the Varicard device (Ramena, Russia), HRV and blood pressure indicators (A&D, Japan) were recorded in the background (3 min), during HRV BF session due to increase the total spectral HRV power (3 min) (a jump from a place three times) - 3 min, during repeated HRV BF session (3 min - group I) or a final background without biofeedback (3 min - group II). It has been established that in individuals in the experimental group (I), conducting a HRV BF session contributes to a more pronounced recovery of the total HRV power after exercise compared with the control group (II). The regenerative effect of HRV BF was implemented mainly in individuals with moderately pronounced sympathicotonia and tachycardia both at baseline and after exercise (heart rate up to 100 beats / min). In persons with severe tachycardia and other signs of significant sympathicotonia according HRV, HRV BF session both before and after exercise was unsuccessful (without a pronounced decrease in sympathicotonia). This effect can be explained by a high metabolic need for more frequent shallow breathing during significant temporary tissue hypoxia after exercise in these individuals, which is contrary to the traditional breathing technique during HRV BF (slow and deep diaphragmatic breathing).

*The work was carried out according to the program of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, RAS, No 115050610141.*

## РАННЕЕ ВЫЯВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПОСТУРАЛЬНОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА Потрясова А.Н.

Акционерное общество «Международный аэропорт Шереметьево», Медико-санитарная часть; Химки, Московская обл., Россия, [potryasova.nastya@yandex.ru](mailto:potryasova.nastya@yandex.ru)

Согласно литературным данным, клиническая картина постуральных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона (БП) начинает проявляться на III стадии БП по шкале Хен-Яра, то есть тогда, когда диагноз уже поставлен и их диагностическая ценность является недостаточно высокой.

В связи с этим, целью нашего исследования было провести сравнительный анализ ряда двигательных показателей 75 пациентов с начальными стадиями БП (I-II), среди которых 35 получали и 40 не получали медикаментозную терапию, а также 21 здорового испытуемого с использованием стабилметрического комплекса ST-150 и аппаратно - программного комплекса (АПК) «Взор», предназначенного для регистрации координации движений человека. На АПК «Взор» проводилась регистрация фиксации и удержания взгляда в условиях световой адаптации, с помощью которой исследовались цервико-вестибуло-окуломоторные взаимоотношения, которые характеризуют тесную координацию глаз и головы, осуществляемую при взаимодействии зрительной, вестибулярной, шейной проприоцептивной и окуломоторной систем. На ST-150 оценивалась статическая стабильность вертикального положения при спокойном стоянии с открытыми и закрытыми глазами (пробы Ромберга).

Наши данные проиллюстрировали, что показатель площади статокинезиограммы у определенной части лечащихся пациентов хуже, чем у пациентов без лечения, более того, расхождение в площади статокинезиограммы недостоверно отличается и от показателей здоровых испытуемых. Все это указывает на недостаточность и информационную некорректность (Гаже П.-М., Вебер Б., 2008) этого показателя в качестве инструмента для точного представления о функции постуральной системы. Наиболее точное представление о постуральной устойчивости дает параметр «работа». Во-первых, он отражает эффект медикаментозной терапии, выявляющийся в пробе Ромберга как при открытых, так и при закрытых глазах. Во-вторых, работа, затрачиваемая на сохранение устойчивости при пробе Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, позволяет заключить, что уже на ранних стадиях БП наблюдается постуральная неустойчивость. Это согласуется с данными, полученными при тесте на фиксацию и удержание взгляда, и противоречит мнению о том, что, по данным стабилметрических исследований пациентов, постуральная неустойчивость возникает при III стадии БП.

## EARLY DETECTION AND EVALUATION OF POSTURAL INSTABILITY IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE

Potryasova A.N.

JSC «Sheremetyevo International Airport» Medical and sanitary part; Khimki, Moscow region, Russia, [potryasova.nastya@yandex.ru](mailto:potryasova.nastya@yandex.ru)

According to the literature, the clinical picture of postural disorders in patients with Parkinson's disease (PD) begins to manifest itself at the III stage of PD on the Hyun-Yar scale, that is, when the diagnosis is already made and their diagnostic value is not high enough.

In this regard, the aim of our study was to conduct a comparative analysis of a number of motor parameters of 75 patients with initial stages of PD (I-II), among whom 35 received and 40 did not receive medical therapy, as well as 21 healthy subjects using the stabilometric complex ST-150 and hardware - software complex (HSC) "VZOR", designed to record the coordination of human movements. At the HSC "VZOR" the registration of fixation and retention of gaze in the conditions of light adaptation was carried out, with the help of which the cervico-vestibular-oculomotor relationships were studied, which characterize the close coordination of the eyes and head, carried out at the interaction of the visual, vestibular, cervical proprioceptive and oculomotor systems. The ST-150 was used to assess the static stability of the vertical position in a calm standing with open and closed eyes (Romberg's test).

Our data showed that the area of the statokinesigram in a certain part of the treated patients is worse than in patients without treatment, moreover, the difference in the area of the statokinesigram is not significantly different from the indicators of healthy subjects. All this points to the insufficiency and information incorrectness (Gazhe-M., web-B., 2008) of this indicator as a tool for an accurate representation of the function of the postural system. The most accurate representation of postural stability is given by the parameter "work". First, it reflects the effect of drug therapy, detected in the sample Romberg both open and closed eyes. Secondly, the work spent on maintaining stability in the Romberg test with open and closed eyes allows us to conclude that postural instability is observed already in the early stages of PD. This is consistent with the data obtained in the eye fixation and retention test, and contradicts the view that, according to stabilometric studies of patients, postural instability occurs at stage III of PD.

## ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДЛЯ ПРОГНОЗА ПЕРЕНОСИМОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Похачевский А.Л.<sup>1,2</sup>, Умрюхин А.Е.<sup>1</sup>, Малтусова Е.В.<sup>1</sup>, Лапкин М.М.<sup>2</sup>, Акулина М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения РФ, г. Рязань, Россия; [sport\\_med@list.ru](mailto:sport_med@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m525.sudak.ns2019-15/341-342>

Проспективные кардиологические исследования обнаружили, что уровень физической работоспособности, невозможность достижения максимальных (возрастных) значений частоты сердечных сокращений (ЧСС), недостаточное нарастание ЧСС во время физической нагрузки и низкая скорость восстановления – являются прогностическими факторами выживаемости (Jouven et al., Meste et al., 2005, Minkkinen et al., 2009). Среди людей с низкой физической работоспособностью (ФР) с учетом гендерных и возрастных поправок риск летального исхода в 8-9 раз выше, чем в аналогичной группе с высокой работоспособностью. Значения предикторов выживаемости, превосходящие минимальные границы, свидетельствуют об адаптационной состоятельности организма. Однако доказательно выявить предикторы выживаемости позволили лишь более чем полувекковые наблюдения, охватывающие многотысячные выборки с анализом дискретных участков усредненной ЧСС. При этом сердечный ритм (СР) проявляется куда более сложной изменчивостью величины RR-интервалов (КИ) «beat to beat», критичность которой к изучаемым явлениям фактически не известна.

Цель исследования: изучить изменчивость КРГ при физической нагрузке, выявить ранние маркеры ее переносимости и прогноза.

Материалы и методы. Исследована смешанная выборка практически здоровой молодежи 17 – 24 лет (180 человек), различающейся по уровню ФР и отношению к систематическим физическим нагрузкам (ФН). Проведено максимальное велоэргометрическое тестирование по индивидуальному протоколу. Изучен показатель pNNx-процент пар RR-интервалов с разностью «X» миллисекунд и более к общему числу КИ в массиве (X = 5; 10; 15 мс) на 1, 2, 3 минутах нагрузочного периода.

Результаты. Прогноз изменчивости СР после максимальной физической нагрузки может быть осуществлен по кардиоритмограмме первых минут нагрузочного периода. Сопряженность pNNx с мощностью перенесенной нагрузки и ЧСС коррелирует с уровнем физической работоспособности, когда большему значению pNNx соответствует возрастающая нагрузка и меньшая ЧСС в нагрузочном и восстановительном периодах.

В зависимости от аргумента (x) каждый pNNx имеет свои диагностические амплуа: от бинарного маркера спортивной работоспособности (pNN15), до количественного эквивалента здоровья (pNN5, 10) и уровня аэробно-анаэробной выносливости (pNN10, 15).

#### **THE IMPORTANCE OF THE PHYSIOLOGICAL VARIABILITY OF THE HEART RHYTHM FOR PREDICTION OF THE EXERCISE TOLERANCE**

**Pokhachevsky Andrey L.<sup>1,2</sup>, Umryukhin Alexey E.<sup>1</sup>, Maltsova Evgenia V.<sup>1</sup>, Lapkin Mikhail M.<sup>2</sup>, Akulina Maria V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow Russia; <sup>2</sup>Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia; [sport\\_med@list.ru](mailto:sport_med@list.ru)

Variability of a cardiac rhythmgram (CRG) at an early stage of loading and recovery periods possesses defining characteristics connected with the functional state of testees. These regularities can be revealed while studying the probability of occurrence for pairs of RR-intervals with certain length differences (pNNx). Herein, every experimental figure has its own diagnostic line: from a binary marker of adaptation reserves – pNN15, up to the loading tolerance level – pNN5, 10, and a training level criteria – pNN10, 15. Association of pNNx with the endured load power and heart rate is to a large degree determined by the mixed endurance level. At that, larger pNNx value corresponds with the prevailing load and lower heart rate irrespective of period. Physiological relevance of pNNx – markers of variability of the CRG at an early stage of adaptation, is determined in the light of their behavior, diagnostic line, sensitivity of every argument – «x», and also the level of aerobic/anaerobic endurance of a person.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ДИСБАЛАНСОМ В СИСТЕМЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА И РАЗВИТИЕМ СТРУКТУРНЫХ ДЕЗИНТЕГРАЦИЙ В ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ АРТЕРИЯХ**

**Протасова О.В.<sup>1</sup>, Добрынина Л.А.<sup>2</sup>, Калашникова Л.А.<sup>2</sup>, Губанова М.В.<sup>2</sup>, Максимова И.А.<sup>1</sup>, Крючанский Ю.Ф.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической физики им. Н.Н.Семёнова Российской академии наук, Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научный центр неврологии Российской академии наук, Москва, Россия e-mail: [Protasova@photonics.ru](mailto:Protasova@photonics.ru)

<https://doi.org/10.29003/m526.sudak.ns2019-15/342-343>

Содержание циркулирующих эссенциальных и токсичных макро- и микроэлементов в биологических жидкостях и тканях практически не изучено при структурной трансформации кровеносных сосудов, в частности, при развитии диссекции церебральных артерий (ДЦА). Особая роль в биохимическом процессе формирования коллагеновых и эластических волокон может принадлежать белковым комплексам, имеющим в своём составе металлы с переменной валентностью. Задачей исследования явилось изучение количественных отличий содержания макро- и микроэлементов, а также согласованности соотношения их концентраций в сыворотке крови, её ультрафильтрате и моче у пациентов при ДЦА.

Методом атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной аргонной плазмой измерялось содержание Al, As, Ag, Li, B, Ba, Bi, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Mg, Mn, Na, Ni, Mo, P, Zn, Se, Tl, Pb, Sr, S, Si, Hg, V, Ti, Ge, Sc в суточной моче. В сыворотке крови и её ультрафильтрате определяли содержание Mg, Ca, P, Cu, Fe, Zn, K, S, Mo, Se, стабильного Sr. Показано, что изменение содержания Mg, в сыворотке крови происходит за счёт его физиологически активной формы – ультрафильтруемой фракции. Выявленный дефицит меди в сыворотке крови и увеличение её содержания в ультрафильтрате свидетельствует об изменении метаболизма меди, что может привести к снижению активности лизилоксидазы и нарушению формирования поперечных сшивок между полипептидными

цепями коллагена и эластина. Кроме дефицита меди дезинтегрирующим действием может являться комплексобразование лигандов с  $\text{Cu}^{2+}$  лизилоксидазы. Значительных изменений содержания в сыворотке крови Fe, Zn, S, B, Mo, Se, стабильного Sr не выявлено. Экскреция эссенциальных макро – и микроэлементов с мочой Ca, Co, Mg, Cu, Cr, Fe, Mn, Na, K, Li, Sr, Zn, Mo, Se, S, Si, P, B определялась в интервалах физиологической нормы. Выделение с суточной мочой токсичных микроэлементов – As, Ag, Ba, Bi, Be, Ga, In, Cd, Tl, Hg, V, Ti, Sc, Ni, Pb не выявлено. Установлено, что следует учитывать индивидуальные особенности изменений макро – и микроэлементного равновесия, так как при однонаправленности дисбаланса его степень может быть разной.

### A STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE IMBALANCE IN THE SYSTEM OF MACRO- AND MICROELEMENT HOMEOSTASIS AND THE DEVELOPMENT OF STRUCTURAL DESINTEGRATION IN CEREBRAL ARTERIES

Protasova Olga V.<sup>1</sup>, Dobrynina Larisa A.<sup>2</sup>, Kalashnikova Ludmila A.<sup>2</sup>, Gubanova Maria V.<sup>2</sup>, Maksimova Irina A.<sup>1</sup>, Krupyanskiy Yurii F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.N.Semenov Institute of Chemical Physics, RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Research Center of Neurology (RCN, Res Ctr Neurol), RAS, Moscow, Russia

e-mail: Protasova@photonics.ru

The content of circulating essential and toxic macro-and microelements in biological fluids and tissues has not been studied in the structural transformation of blood vessels, in particular, in the development of cerebral artery dissection (CCA). A special role in the biochemical process of formation of collagen and elastic fibers can belong to protein complexes, which have in their composition metals with variable valence. The aim of the study was to study the quantitative differences in the content of macro - and microelements, as well as the consistency of the ratio of their concentrations in serum, its ultrafiltrate and urine in patients with DCA.

By the method of atomic-emission spectral analysis with inductively coupled argon plasma were measured content of Al, As, Ag, Li, B, Ba, Bi, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, In, K, Mg, Mn, Na, Ni, Mo, P, Zn, Se, Tl, Pb, Sr, S, Si, Hg, V, Ti, Ge, Sc in the urine daily. Serum and its ultrafiltrate contained Mg, Ca, P, Cu, Fe, Zn, K, S, Mo, Se, and stable Sr. It is shown that the change in the Mg content in the blood serum is due to its physiologically active form – ultrafilterable fraction. The revealed deficiency of copper in the blood serum and the increase in its content in the ultrafiltrate indicate a change in the metabolism of copper, which can lead to a decrease in the activity of lysyl oxidase and a violation of the formation of cross-links between the polypeptide chains of collagen and elastin. In this case, the elastic tissue is reduced tensile strength, there are such violations as thinning, lethargy and extensibility. In addition to copper deficiency, the disintegrating effect may be the complexation of ligands with  $\text{Cu}^{2+}$  lysyl oxidase. No significant changes in serum levels of Fe, Zn, S, B, Mo, Se, and stable Sr were found. Excretion of essential macro-and microelements with urine Ca, Co, Mg, Cu, Cr, Fe, Mn, Na, K, Li, Sr, Zn, Mo, Se, S, Si, P, B was determined in physiological norm intervals. Excretion of toxic microelements – As, Ag, Ba, Bi, Be, Ga, In, Cd, Tl, Hg, V, Ti, Sc, Ni, Pb-with daily urine was not revealed. It is established that account should be taken of the individual characteristics of the changes of macro – and microelement balance, since the one-way imbalance the degree may be different.

### ИНДИВИДУАЛЬНО-ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ

<sup>1</sup>Прянишникова Т. В., <sup>1</sup>Шандыбина Н. Д., <sup>1</sup>Куропатенко М. В., <sup>1,2</sup>Сергеев Т. В., <sup>1</sup>Гусева Н. Л.,  
<sup>1</sup>Шабров А. В., <sup>1,2</sup>Суворов Н. Б.

<sup>1</sup>ФГБНУ «ИЭМ», <sup>2</sup>Университет аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m527.sudak.ns2019-15/343-344>

Влияние постуральных воздействий (ПВ), при которых испытуемый зафиксирован на поворотном ложе, требует комплексного исследования, так как нагрузки, создаваемые колебательными ПВ, оказывают влияние на весь организм. С этой целью проведён цикл исследований с использованием синхронной регистрации ряда физиологических функций и параметров: электрокардиография, вариационная пульсометрия; оценка функции дыхания; оценка динамики поударного давления; тетраполярная реография, реоэнцефалография; измерение содержания  $\text{O}_2$  и  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе; 21-канальная электроэнцефалография; оценка осцилляций температуры кожи в зоне сонных артерий; непрерывная регистрация положения испытуемого в пространстве. Протокол исследования: 5 минут испытуемый находится в горизонтальном положении, 10 минут качания ложа (5 градусов в сторону ортостаза, -15 градусов в сторону антиортостаза, период колебаний 92 секунды), 5 минут испытуемый вновь находится в горизонтальном положении. Обследовано 35 практически здоровых молодых испытуемых в возрасте 19 – 25 лет. Программа исследований и проект информированного согласия одобрены Локальным Этическим комитетом при ФГБНУ «ИЭМ».

Настоящее сообщение посвящено изучению реакций кардиореспираторной системы путём анализа кардиоритмограмм. Проведён кластерный анализ с учётом индекса вегетативного равновесия (ИВР), SDNN, RMSSD, LF/HF, ЧСС, коэффициента формы скаттерограммы F, динамического индекса напряжения CardStress (CS). Испытуемые по исходным значениям в горизонтальном положении разделились на 3 группы. У группы I кластера (18 человек) все указанные показатели занимали промежуточное положение между II и III кластерами. II кластер (8 испытуемых) – низкие значения ИВР, ЧСС, F, LF/HF, CS, высокие – SDNN, RMSSD, III (9 испытуемых) – высокие значения ИВР, ЧСС, F, LF/HF, CS, низкие – SDNN, RMSSD.

В исходном состоянии значения ЧСС в I группе  $68,0 \pm 6,1^*$ , во II –  $57,9 \pm 7,3^*$ , в III –  $83,6 \pm 10,3^*$ ; SDNN в I группе  $57,6 \pm 21,1^*$ , во II –  $129,5 \pm 38,5^*$ , в III –  $47,6 \pm 17,0^*$ ; LF/HF в I группе  $0,9 \pm 1,2$ , во II –  $0,7 \pm 0,6$ , в III –  $2,1 \pm 1,8^*$ ; F в I группе  $1,9 \pm 0,5$ , во II –  $4,0 \pm 3,3$ , в III –  $7,1 \pm 4,4^*$ ; CS в I группе  $2,9 \pm 0,9$ , во II –  $2,1 \pm 0,6$ , в III –  $5,2 \pm 2,3^*$ . Различия в групповых показателях достоверны и отмечены \* (Mann-Whitney U Test. Marked tests are significant at  $p < ,05$ ).



Во время ПВ и в последствии кластерная структура сохранялась, но нагрузка, вызываемая ПВ, индивидуально воспринималась испытуемыми. Во всех группах ЧСС и ИБР в динамике 4-этапного исследования имели тенденцию к снижению; LF/HF снижалось во II группе, F – в III. Тенденцию к повышению во всех группах имели SDNN, RMSSD; LF/HF повышалось в I группе, F повышался в I и II группах. Результаты дают основания условно отнести испытуемых II группы к ваготоникам, а группу III – к симпатотоникам.

#### INDIVIDUAL AND TYPOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE HEART RATE VARIABILITY DURING OSCILLATORY POSTURAL LOADS

<sup>1</sup>Pryanishnikova Tatiana V., <sup>1</sup>Shandybina Natalia D., <sup>1</sup>Kuropatenko Maria V., <sup>1,2</sup>Sergeev Timofey V., <sup>1</sup>Guseva Nadezhda L., <sup>1</sup>Shabrov Alexander V., <sup>1,2</sup>Suvorov Nikolay B.

<sup>1</sup>Institute of Experimental Medicine, <sup>2</sup>State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia

The effect of postural loads (PL), where the subject is fixed on the tilt bed, requires a comprehensive study, as the pressure generated by the oscillatory PL affects the entire organism. For this purpose, a series of studies using simultaneous registration of the several physiological functions and parameters was conducted. Registering parameters included electrocardiography, variative pulsometry; assessment of respiratory function; assessment of the dynamics of per beat pressure; tetrapolar rheography, reoencephalography; measurement of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> in exhaled air; 21-channel electroencephalography; evaluation of the oscillations of the skin temperature in the area of the carotid arteries; continuous registration of the subject's position in space.

Study protocol: subject stays for 5 minutes in a horizontal position, underwent 10 minutes of the tilt table oscillations (5 degrees in the direction of orthostasis, -15 degrees in the direction of anti-orthostasis, the oscillation period is 92 seconds) and stayed another 5 minutes in a horizontal position. 35 healthy young subjects aged 19 – 25 years were examined. The study protocol and the informed consent have been approved by the local Ethics Committee of IEM.

This report is providing the study of reactions of the cardiorespiratory system by means of analyzing cardiorythmograms. The cluster analysis with the index of autonomic balance (IAB), SDNN, RMSSD, LF/HF, heart rate variability, the coefficient of scatterogram shape F, dynamic tension index CardStress (CS). The subjects were divided into 3 groups according to the initial values in the horizontal position. In cluster group I (18 people), all the above indicators were in an intermediate position between II and III clusters. Cluster II (8 subjects) had low values of IAB, HR, F, LF/HF, CS and high values of SDNN and RMSSD. Cluster III (9 subjects) had high values of IAB, HR, F, LF/HF, CS and low values of SDNN and RMSSD.

The initial state of heart rate values in the group I was  $68.0 \pm 6.1^*$ , in the group II -  $57.9 \pm 7.3^*$ , in the group III -  $83.6 \pm 10.3^*$ ; SDNN in the group I was  $57.6 \pm 21.1^*$ , in the group II -  $129.5 \pm 38.5^*$ , in the group III -  $47.6 \pm 17.0^*$ ; LF / HF in the group I was  $0.9 \pm 1.2$ , in the group II -  $0.7 \pm 0.6$ , in the group III -  $2.1 \pm 1.8^*$ ; F in the group I was  $1.9 \pm 0.5$ , in the group II -  $4.0 \pm 3.3$ , in the group III -  $7.1 \pm 4.4^*$ ; CS in the group I -  $2.9 \pm 0.9$ , in the group II -  $2.1 \pm 0.6$ , in the group III -  $5.2 \pm 2.3^*$ . The reliable differences in the group of indicators are marked with \* (Mann-Whitney U test. The marked tests are significant at  $p < 0.05$ ).

The cluster structure remained during PL and afterwards, but the pressure caused by PL was individually endured by the subjects. HRV and IAB during the 4-stage study had a tendency to decrease, LF / HF decreased in the group II, F – in the group III. SDNN, RMSSD, LF/HF tended to increase in the group I, F increased in the groups I and II. The results give reason to conditionally refer the subjects of group II as vagotonic and group III as sympathotonic.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЗРЕЛОСТЬ МОЗГА И ГОТОВНОСТЬ РЕБЕНКА К СИСТЕМАТИЧЕСКОМУ ОБУЧЕНИЮ

Пудовскис К.Л.<sup>1</sup>, Толмача Н.М.<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПСИХОНЕЙРОФИЗИОЛОГИИ И БИОРЕГУЛЯЦИИ, Рига, Латвия,  
neurofiziol@inbox.lv

<https://doi.org/10.29003/m528.sudak.ns2019-15/344-346>

В последние годы увеличивается количество детей, которые не готовы к обучению – одни – уже в старшей группе детского сада, другие – в первом, втором классах школы. У детей нарушено внимание и общая работоспособность, усидчивость, повышена двигательная активность и снижены коммуникативные способности. При этом могут регистрироваться такие признаки как – задержка речевых функций, тики, энурез. К сожалению, количество таких детей, особенно тех, которые перенесли перинатальное поражение ЦНС, увеличивается во всех странах мира и это дети со всех социальных слоев общества. Эта не только зреющая социальная проблема, но и актуальная медико-психолого-педагогическая проблема.

Цель исследования – оценить когнитивный индивидуальный ресурс мозга и корреляцию его с особенностями электрической активности мозга у детей с трудностями обучения.

Для определения особенностей когнитивных функции мозга у детей дошкольного и младшего школьного возраста, была разработана программа в виде компьютерных игр, поскольку игра всегда была одним из самых мощных инструментов как развития, так и тестирования у ребенка внимания, памяти и интеллекта. Выбраны 1-Сенсо-моторная деятельность-время реагирования на простые сенсорные раздражители (ВПСР), и время выбора между двумя различными геометрическими фигурами (ВДСР). Оценивали роль всех компонентов произвольного реагирования: время протекания сенсорного, когнитивного и моторного компонентов. 2-Оценивали показатели ориентирования в замкнутом лабиринте 5-и степеней сложности в поисках заданной цели. Методика позволяла определять стратегию поведения ребенка в детерминированной среде (эффективность выполнения задания, внимание, характер оптимизации навыка, ошибки при выполнении задания, формирование алгоритма поиска и принятия решения). Анализ результатов поисковой активности осуществляли по Шеннону, 1987 – модификация

методики подробно описанной Никольской К. А., Ворониным Л. Г., 1996-1998гг. Данная методика, позволяла оценивать особенности восприятия новой и уже знакомой информации, а также характер ее переработки и хранения в кратковременной и долговременной памяти, определять индивидуальные особенности нейрофизиологического программирования действий. Регистрацию ЭЭГ осуществляли на энцефалограф-анализаторе ЭЭГ-21, Энцефалан-131-03, Медиком-МТД, Россия. Electroды накладывали по системе 10-20. Выполнены спектральный и корреляционный анализы ЭЭГ. Для обследования отобраны дети с синдромом нарушения внимания с гиперактивностью двух возрастных групп — 150 детей 6-7 лет, подготовительная группа детского сада и 200 детей 7-8 лет, учащиеся первого класса, имеющие трудности в учебе и поведении. Данные, полученные в результате обследования, сравнивали с биологической возрастной нормой. Показано, что у детей двух групп с трудностями в обучении простая сенсомоторная координация страдала в меньшей степени. Время выбора фигур отличалось, длительностью когнитивного компонента, поэтому полученное достоверное снижение скорости дифференцированного сенсомоторного реагирования у детей двух возрастных групп с СДВГ свидетельствовало об отставании их в формировании именно когнитивных процессов. При выборе геометрических фигур эти дети совершали большое количество ошибочных действий, что свидетельствовало о высоком уровне импульсивности и снижении внимания. Ориентирование в лабиринтах показало, что дети с СДВГ двух обследуемых групп совершали много ошибок, оптимизация навыков и эффективность выполнения задания, а также внимание и объем механической памяти были достоверно ниже, чем в норме. Методика позволяет проводить описание поведения детей в терминах, понятных и педагогу и психологу — общее развитие, особенности личностного развития, поисковая активность, когнитивные функции мозга — внимание, память мышление. Полученные данные позволяют констатировать, что две методики можно использовать для раннего выявления нарушенных, когнитивных функций мозга у детей дошкольного и младшего школьного возраста.

В ЭЭГ детей с СДВГ было выявлено замедленное формирование практически всех показателей альфа ритма вплоть до нарушения его «зонально-пространственного» распределения. Реже регистрировали отсутствие зональной организации ритмов. Выявлен высокий уровень медленно-волновой активности, а общая картина ЭЭГ у детей с СДВГ соответствовала более младшему возрасту. Информативным оказался математический метод — кросскорреляционный анализ ЭЭГ. В медицинской научной литературе кросскорреляционный анализ ЭЭГ характеризуется как отражение одной из сторон функциональных связей, устанавливающих между областями коры (Rusinov V., 1987).

Исследование динамики формирования внутрикорковых связей на всех частотах ЭЭГ у детей с СДВГ по сравнению с нормой выявило достоверное снижение общего их количества, как в правом, так и в левом полушариях и между ними. У 62% детей были изменены зоны и полушария коры, где начинают формироваться обычно связи в норме, описанные Ю. Александровым, 2014, Ю.Фесенко, 2010 и др. Выявлена специфика формирования связей в сенсо-моторных и лобных областях коры обоих полушарий в зависимости от возраста детей с СДВГ. Изменения спектральной мощности ритмов ЭЭГ и особенности формирования внутрикорковых связей четко коррелируют с когнитивными и поведенческими показателями у детей с трудностями в обучении.

Показатели ЭЭГ у детей могут служить маркерами созревания структур мозга и маркерами определенных нарушений когнитивных функций, что дает возможность разрабатывать комплексные программы коррекции функциональных нарушений в мозге для подготовки детей к обучению, начиная с 3-4 лет.

#### *Гранты:*

*"Новая концепция ранней диагностики и коррекции гиперактивных детей с дефицитом внимания и нарушениями памяти". Научный руководитель: Я. Ванданс, ответственный исполнитель: Н. Толмача. Срок исполнения: 1997 - 2000 – 2002 - 2005; 2005-2008; 2009-2012.*

*"Разработка критериев созревания и нарушений деятельности нервной системы у детей дошкольного возраста и программ экспресс-диагностики" (Отрасль науки - медицина). Руководитель проекта: Я. Ванданс. Сроки исполнения проекта: 2001-2004, 2005 - 2007.*

## **FUNCTIONAL MATURITY OF BRAIN AND READINESS OF CHILDREN FOR SYSTEMATIC LEARNING Pudovskis Konstantins L.<sup>1</sup>, Tolmacha Nelli M.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> RESEARCH CENTER FOR PSYCHONEUROPHYSIOLOGY AND BIOREGULATION, Riga, Latvia,  
neurofiziol@inbox.lv

In recent years, there has been increasing a number of children who are not ready for learning, some - already in the older group of kindergarten, others - in the first and second grades of school. Children have impaired attention and general working capacity, perseverance, increased motion activity and reduced communication skills. At the same time, there may be registered such signs as: a delay of speech functions, tics, enuresis. Unfortunately, the number of such children, especially of those who have suffered the perinatal damage to the central nervous system, has been increasing in all countries of the world and these are children from all social strata of society. It is not only a ripening social problem, but also a topical medical, psychological and pedagogical problem.

The purpose of the study shall be: to assess cognitive individual resource of brain and its correlation with features of electrical activity of brain in the children with the learning difficulties.

To determine the features of the cognitive functions of brain in the preschool and primary school children, a program in form of computer games has been developed, since the game has always been one of the most powerful tools for developing and testing attention, memory and intelligence in children. (1) There have been selected sensory-motor activity – response time to simple sensory stimuli (RSSS), and time of choosing between two different geometric shapes (RTSS). There has been evaluated a role of all components of an arbitrary response: flow time of sensory, cognitive and motor components. (2) There have been evaluated orientation indicators in a closed maze of 5 degrees of difficulty, in search of a given goal. The technique has allowed to determine a strategy of a child's behavior in determined environment (efficiency of assignment performance, attention, character of skill optimization, errors when performing the assignment, formation of a search and

decision making algorithm). Analysis of results of the search activity has been carried out according to Shannon, 1987 – modification of the technique described in detail by Nikolskaya K.A., Voronin L.G., 1996-1998. This technique has made it possible to evaluate features of perception of new and familiar information, as well as the nature of its processing and storage in short-term and long-term memory, to determine the individual characteristics of the neurophysiological programming of actions. EEG recording has been performed on an encephalograph-analyzer EEG-21, Encephalan-131-03 («Энцефалан-131-03»), Medicom-MTD («Медиком-МТД»), Russia. The electrodes have been laid in correspondence with the system 10-20. The spectral and correlation EEG analyzes have been performed. For the study, children with the attention deficit hyperactivity disorder of two age groups have been selected — 150 children of 6–7 years old, a preparatory group of a kindergarten and 200 children of 7–8 years old, first grade students, with learning and behavior difficulties. The data obtained in the study have been compared with the biological age norm. It has been shown that in the children of the two groups with the learning difficulties, simple sensorimotor coordination has suffered to a lesser extent. Time of choosing the figures has been different in the duration of the cognitive component, therefore, the obtained significant decrease in the speed of the differentiated sensorimotor response in the children of the two age groups with ADHD has indicated their lag in the formation of namely cognitive processes. When choosing the geometrical figures, these children have committed a large number of erroneous actions which has indicated a high level of impulsivity and reduced attention. The orientation in the mazes has showed that the children with ADHD, from the two surveyed groups, have made many mistakes, the skill optimization and the assignment performance efficiency, as well as the attention and amount of mechanical memory have been significantly lower than the norm. The technique allows to describe behavior of the children in terms understandable for both – a teacher and a psychologist – general development, features of personal development, search activity, the cognitive functions of brain – attention, memory, thinking. The obtained data allow us to state that the two techniques may be used for early detection of the impaired cognitive functions of brain in the children of preschool and primary school age.

In EEG of the children with ADHD, the delayed formation of almost all alpha rhythm indicators, up to a violation of its “zonal-spatial” distribution, has been revealed. Absence of zonal organization of rhythms has been less frequently recorded. A high level of slow wave activity has been revealed, and the overall picture of EEG in the children with ADHD has been corresponding to a younger age. The mathematical method – cross-correlation analysis of EEG – has proved to be informative. In the medical scientific literature, the cross-correlation analysis of EEG has been characterized as a reflection of one of the sides of the functional connections established between the areas of cortex (Rusinov V., 1987).

A study of the dynamics of the formation of the intracortical connections at all EEG frequencies, in the children with ADHD, compared with the norm, has revealed a significant decrease in their total number, both in the right and in the left hemispheres and between them. In 62% of the children, the zones and hemispheres of the cortex have been changed, where connections normally begin to form, as described by Y. Alexandrov, 2014, Y. Fesenko, 2010, etc. The specificity of the formation of the connections in the sensory-motor and frontal areas of the cortex of both hemispheres, depending on age of the children with ADHD, has been revealed. Changes in the spectral power of EEG rhythms and the features in the formation of the intracortical connections have been clearly correlating with the cognitive and behavioral indicators in the children with the learning difficulties.

EEG indicators in the children may serve as markers of maturation of the brain structures and markers of the certain cognitive function impairments, which makes it possible to develop comprehensive programs for correcting the functional impairments in brain to prepare the children for learning from 3–4 years.

*Grants:*

*A new concept of early diagnosis and correction of hyperactive children with attention deficit and memory impairments. Scientific Adviser: Y. Vandans, Principal Investigator: N. Tolmacha. Time of performance: 1997 - 2000 – 2002 - 2005; 2005-2008; 2009-2012.*

*Development of criteria for maturation and disorders of nervous system activity in preschool children and programs of express diagnostics. (Branch of science - medicine). Scientific Adviser of the project: Y. Vandans. Time of performance of the project: 2001-2004, 2005 - 2007.*

**ПРИЗНАКИ СИСТЕМНОГО ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА У ПАЦИЕНТОВ С ОСТРЫМ ПСИХОЗОМ**

**Пурецкий В.К.<sup>2</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1,4</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Орлова М.Д.<sup>1</sup>, Борзикова М.В.<sup>1,2</sup>,  
Полеткина А.А.<sup>1</sup>, Жесткова Е.М.<sup>3</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,2</sup>, Пухальская Д.А.<sup>1</sup>, Девятайкина А.С.<sup>2</sup>, Умрюхин П.Е.<sup>2</sup>,  
Костюк С.В.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> - ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия,

<sup>2</sup> - Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова г. Москва, Россия,

<sup>3</sup> - Психиатрическая клиническая больница № 4 имени П. Б. Ганнушкина ДЗМ, г. Москва, Россия,

<sup>4</sup> - ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, г. Москва, Россия.

<https://doi.org/10.29003/m529.sudak.ns2019-15/346-347>

Цель данной работы состояла в исследовании маркеров оксидативного стресса и оценки уровня активности антиоксидантных механизмов у пациентов с острым психозом. В исследовании принимали участие 40 пациентов с клиническими признаками первого эпизода параноидной формы шизофрении, 22 пациента с впервые развившимся алкогольным острым психозом, вызванным чрезмерным употреблением алкоголя, и 25 здоровых добровольцев. Забор крови у пациентов проводили в первый день госпитализации до начала терапии. Уровень оксидативного стресса оценивали по содержанию 8-гидрокси-2'-деоксигуанозина (8-oxodG) в мононуклеарных клетках (МНК) периферической крови и в составе внеклеточной ДНК (вкДНК), выделенной из образцов плазмы. Об активности антиоксидантных механизмов судили по уровню экспрессии белка NRF2 мононуклеарами периферической крови. У пациентов с острым алкогольным психозом было обнаружено существенное (на два порядка) повышение уровня 8-oxodG в составе вкДНК и выраженное (в 5-8 раз) повышение содержания 8-oxodG в МНК периферической крови. Так, содержание 8-oxodG в составе вкДНК пациентов с шизофренией и алкоголизмом составило,

соответственно,  $640,0 \pm 189,0$  и  $565,6 \pm 156,9$  vs  $10,8 \pm 6,1$  отн.ед. (оба  $p < 0,0001$ ). Средний уровень 8-oxodG в МНК больных шизофренией был равен  $3,36 \pm 0,59$  vs  $0,42 \pm 0,04$  отн.ед. в группе контроля ( $p = 0,00014$ ). Повышенное содержание 8-oxodG было так же обнаружено в МНК пациентов с алкоголизмом:  $2,06 \pm 0,82$  отн.ед. Однако значимых различий с контролем, равно как и с группой больных шизофренией, обнаружено не было ( $p_1 = 0,2392$  и  $p_2 = 0,1885$ , соответственно). На фоне системного оксидативного стресса у больных алкоголизмом было обнаружено статистически значимое повышение уровня экспрессии белка NRF2 мононуклеарами периферической крови. Так, средний уровень экспрессии NRF2 у этой группы пациентов составил  $3,92 \pm 0,31$  vs  $1,72 \pm 0,07$  отн.ед. в группе контроля ( $p = 0,0027$ ). В то же время у пациентов с шизофренией было выявлено статистически значимое снижение данного параметра, как по сравнению с группой контроля, так и по сравнению с больными алкоголизмом ( $1,37 \pm 0,10$  отн.ед.; оба  $p < 0,001$ ). Таким образом, полученные результаты показывают, что МНК периферической крови пациентов с эндогенным и экзогенным острым психозом по-разному реагируют на развитие системного оксидативного стресса.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-06017офи\_м и № 16-04-00576\_А, а также в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

### SIGNS OF OXIDATIVE STRESS IN PATIENTS WITH ACUTE PSYCHOSIS

**Puretskiy Vladislav K.<sup>2</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1,4</sup>, Martynov Andrei V.<sup>1</sup>, Veiko Natalia N.<sup>1</sup>, Orlova Mariia D.<sup>1</sup>,  
Deviataikina Anna S.<sup>2</sup>, Borzikova Mariia V.<sup>1,2</sup>, Poletkina Anastasiia.A.<sup>1</sup>, Jestkova Elizaveta M.<sup>3</sup>, Ershova  
Elizaveta S.<sup>1,2</sup>, Pukhalskaya Daria A.<sup>1</sup>, Umriukhin Pavel E.<sup>2</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> - Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Centre for Medical Genetics" (RCMG),

<sup>2</sup> - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),

<sup>3</sup> - P.B. Gannushkin Psychiatric Clinical Hospital № 4,

<sup>4</sup> - Gabrichevsky Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia

The purpose of the present study was to research the oxidative stress markers and evaluate the activity of antioxidant mechanisms in patients with acute psychosis. Study included 40 patients with the symptoms of the first episode of the paranoid form of schizophrenia, 22 patients with newly developed acute alcoholic psychosis caused by excessive alcohol abuse and 25 healthy volunteers. Blood sampling from patients was performed on the first day of hospitalization before the start of therapy. The oxidative stress level was assessed by the content of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-OHdG) in mononuclear cells (OLS) of peripheral blood and in the cell-free DNA (cfDNA) isolated from plasma samples. The activity of antioxidant mechanisms was judged by the level of expression of the NRF2 protein in peripheral blood OLS. In patients with acute alcoholic psychosis we found a significant (two times) increase of 8-OHdG in cfDNA and 5-8 times increase of 8-OHdG in peripheral blood mononuclear cells. The values of 8-OHdG in the composition of the cfDNA of patients with schizophrenia and alcoholism were  $640.0 \pm 189.0$  and  $565.6 \pm 156.9$  vs  $10.8 \pm 6.1$  relative units. (both  $p < 0.0001$ ). Average level of 8-OHdG in a mononuclear cells of schizophrenia patients was  $3,36 \pm 0,59$  vs  $0,42 \pm 0,04$  relative units in a control group ( $p = 0.00014$ ). Patients with an alcohol abuse also had increased level of 8-oxodG in the OLS. It was found to be  $2,06 \pm 0,82$ . However difference between alcoholics, control group and patients with schizophrenia was not significant ( $p_1 = 0,2392$  and  $p_2 = 0,1885$  respectively). Increased NRF2 expression was found in peripheral blood mononuclear cell of patients with an alcohol abuse with chronic oxidative stress. Average NRF2 expression in these patients was found to be  $3,92 \pm 0,31$  vs  $1,72 \pm 0,07$  relative units in a control group ( $p = 0,0027$ ). But at the same time patients with schizophrenia showed decreased level of that parameter in comparison with control group and with alcohol abuse patients ( $1,37 \pm 0,10$  relative units, both  $p < 0,001$ ). Thus, results show difference between systematic oxidative stress in peripheral blood mononuclear cells in patients with exogenic and endogenic acute psychosis.

### КОРРЕКЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЙ ФЕНОТИП ЖИВОТНЫХ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

**<sup>1</sup>Радьков И.В., <sup>2</sup>Кольцов С.В., <sup>2</sup>Радькова Л.И., <sup>1</sup>Плехова Н.Г.**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, Владивосток, Россия; radiarest@gmail.com

<sup>2</sup> ООО «Сообщество «Центр Регион», Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m530.sudak.ns2019-15/347-348>

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из основных причин смерти среди трудоспособного населения, причем, у пациентов с соматическими заболеваниями возрастает вероятность негативного развития воспалительного процесса в очаге ушиба, что в дальнейшем может оказать влияние на психологическое состояние. В целом, патогенетический тип и степень тяжести ЧМТ определяет подходы к терапии. Цель настоящего исследования при воздействии коррекционного электромагнитного поля оценить степень неврологических нарушений поведения и кратковременную память животных после нанесения тяжёлой ЧМТ. Материалы и методы. Исследование выполнено на 15 самцах белых крыс линии Wistar массой тела 240 – 280 г. ЧМТ воспроизводили, используя модель «падающего груза», после чего животные были распределены на 3 группы: контроль (5 шт., без ЧМТ); травмированные (5 шт.) и травмированные в условиях воздействия электромагнитного поля корректоров функционального состояния (КФС, 5 шт.). После через 1 и 7 сут. после ЧМТ оценивали неврологический статус по шкале NSS и состояние кратковременной памяти (условный рефлекс пассивного избегания, УРПИ). Результаты. Показатель шкалы NSS при оценке неврологического статуса в контрольной группе составил 0 баллов, у животных с ЧМТ – 7, что соответствовало выраженному неврологическому дефициту. Через 7 дней после ЧМТ отмечалось снижение показателя шкалы NSS до 2,6, и у животных с ЧМТ и при воздействии КФС до 2,8 баллов, что демонстрировало равномерный регресс симптоматики. В контрольной группе нарушения

кратковременной памяти не отмечено, время первичного захода в тёмный отсек составило 23,04 сек, животные не покидали светлую камеру >90 сек. После ЧМТ время первичного захода в тёмную камеру – 11 сек при длительности латентного периода 31,4 сек, что свидетельствовало о повышенной тревожности животных. У животных, которые после ЧМТ подвергались воздействию КФС, время первичного захода в тёмную камеру составило 22,04 сек (приближено к показателям для контрольных животных), при латентном периоде 13,7 сек, что значимо ( $P=0,05$ ) отличалось от крыс с ЧМТ и указывало на снижение страха и тревожности. Необходимо отметить, что воздействие КФС не оказывало влияние на нарушение кратковременной памяти и двигательной активности животных. Таким образом, в эксперименте с использованием коррекционного электромагнитного поля у животных на 7 сутки после нанесения тяжёлой ЧМТ значимо снижался уровень страха и тревожности, что аналогично действию анксиолитиков.

#### **CORRECTIONAL EFFECT OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD ON THE BEHAVIORAL PHENOTYPE OF ANIMALS IN TRAUMATIC BRAIN INJURY MODEL**

**<sup>1</sup>Radkov Ivan V., <sup>2</sup>Koltsov Sergey V., <sup>2</sup>Radkova Ludmila I., <sup>1</sup>Plekhova Natalia G.**

<sup>1</sup>Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia, [radiarest@gmail.com](mailto:radiarest@gmail.com)

<sup>2</sup>Community Center Region", Moscow, Russia

Traumatic brain injury (TBI) is one of the main reasons of death among the working-age population, and among patients with somatic diseases, the probability of a negative development of the inflammatory process in the injury site increases, which can have an effect on psychological state. In general, the pathogenetic type and severity of TBI determines the approaches to therapy. The purpose of this study, when exposed to a corrective electromagnetic field, is to assess the degree of neurological disturbances and the short-term memory of animals after applying severe TBI.

**Materials and methods.** The study was performed on 15 male white Wistar rats weighing 240–280 g. TBI was reproduced using the "weight drop" model, after which the animals were divided into 3 groups: control (5 pcs., Without TBI); injured (5 pcs.) and injured under the influence of the electromagnetic field of the correctors of the functional state (CFS, 5 pcs.). After 1 and 7 days after TBI, we observed the neurological status on the NSS scale and the state of short-term memory (conditioned passive avoidance reflex, passive avoidance reaction).

**Results.** The NSS scale index in the assessment of neurological status in the control group was 0 points, in animals with TBI - 7, which corresponded to a significant neurological deficit. 7 days after TBI, there was a decrease in the NSS scale to 2.6, and among animals with TBI that were exposed to FSC to 2.8 points, which showed a uniform regression of symptoms. In the control group, short-term memory disorders were not observed, the time of initial entry into the dark compartment was 23.04 seconds, the animals did not leave the light camera for > 90 seconds. After TBI, the time of initial entry into the dark chamber was 11 seconds with a latency period of 31.4 seconds, which indicated an increased anxiety of animals. In animals that after TBI were exposed to CFS, the time of initial entry into the dark chamber was 22.04 seconds (close to those for control animals), with a latent period of 13.7 seconds, which was significantly ( $P = 0.05$ ) different from rats with TBI and indicated a decrease in fear and anxiety. It should be noted that the impact of CFS did not affect the violation of short-term memory and motor activity of animals. Thus, in the experiment using the correctional electromagnetic field in animals, on the 7th day after the application of severe TBI, the level of fear and anxiety significantly decreased, which is similar to the action of anxiolytics.

#### **МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕОКОРТЕКСА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ**

**<sup>1</sup>Радьков И.В., <sup>1</sup>Плехова Н.Г., <sup>1</sup>Зиновьев С.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
<sup>1</sup>«Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России,  
Владивосток, Россия; [radiarest@gmail.com](mailto:radiarest@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m531.sudak.ns2019-15/348-349>

По частоте встречаемости первое место в структуре черепно-мозгового травматизма (ЧМТ), 70-90%, занимает лёгкая травма. Симптоматика лёгкой ЧМТ имеет перманентный характер, и оценить степень повреждения головного мозга (ГМ), а также провести дифференциальную диагностику между сотрясением и ушибом составляет определенные трудности. В настоящем исследовании на оптимальной экспериментальной модели ЧМТ легкой степени проведено комплексное морфологическое изучение структуры неокортекса.

**Методы исследования.** Исследование выполнено на 15 самцах белых крыс линии Wistar массой тела 240 – 280 г. ЧМТ воспроизводили, используя модель «падающего груза» весом 200 гр., с высоты 100 см на голову нефиксированного животного. Гистологическое исследование ГМ проводили в динамике через 1, 8 и 14 сут после ЧМТ. При морфометрии подсчитывали нейроны, распределяя на следующие группы: 1 – нормохромные, с равномерным распределением хроматина в округлом ядре с ядрышком среднего размера, четкими границами тела и равномерно прокрашенной цитоплазмой; 2 – гипохромные, хроматин ядра диффузный мелкоглыбчатый, ядрышко смещено от центра, границы тела нечеткие, цитоплазма имеет диффузную окраску, снижена тропность к базофильному красителю, толуидиновому синему; 3 – гиперхромные, клетки небольшого размера с плотно упакованным хроматином ядра, интенсивно окрашенная цитоплазма.

**Результаты.** Установлено, что в первые сутки после нанесения ЧМТ в неокортексе преобладали гипохромные нейроны, тогда как через 14 суток преимущественно обнаруживались гиперхромные. Учитывая то, что нейроны способны к внутриклеточной регенерации, мы расценили гиперхромную окраску как компенсаторную реакцию, так как известно, что повышение РНК-содержащих структур в цитоплазме морфологически проявляется в ее базофилии. Необходимо отметить отсутствие признаков аксональной

травмы в ГМ, что указывало на соответствие легкой степени повреждения. Тем не менее, морфометрия капилляров показала наличие гипоксии ГМ, которое проявлялась в уменьшении диаметра просвета в начальный период после ЧМТ.

Таким образом, результаты исследования показывают, что при экспериментальной ЧМТ легкой степени отмечается морфохимическая компенсация нейронов, которая, на наш взгляд, является ответной реакцией клеток на ишемию ГМ в результате повреждения.

#### **MORPHO-FUNCTIONAL CHANGES IN NEOCORTEX IN EXPERIMENTAL TRAUMATIC BRAIN INJURY**

**<sup>1</sup>Radkov Ivan V. <sup>1</sup>Plekhova Natalia G. <sup>1</sup>Zinovev Sergey V.**

<sup>1</sup>Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia, [radiarest@gmail.com](mailto:radiarest@gmail.com)

The mild TBI (mTBI) takes the first place among the frequency of occurrence in the structure of traumatic brain injury (TBI), which is around 70-90%. Symptomatology of mTBI has a permanent character and it causes certain difficulties to estimate the degree of brain damage, as well as to make a differential diagnosis between concussion and contusion. In the present study, a complex morphological study of the structure of the neocortex was carried out on the optimal experimental model of a mild CCT.

Research methods. The study was performed on 15 male white Wistar rats weighing 240–280 g. TBI was reproduced using a "weight drop" model weighing 200 grams, from a height of 100 cm to the head of an unfixed animal. Histological examination of brain was carried out in dynamics after 1, 8 and 14 days after TBI. In morphometry the neurons were counted, divided into the following groups: 1 - normochromic, with equal distribution of chromatin in a rounded nucleus with a medium sized nucleolus, clear boundaries of the body and a uniformly stained cytoplasm; 2 - hypochromic, chromatin of the nucleus diffuse small cubic, the nucleolus is shifted from the center, the boundaries of the body are fuzzy, the cytoplasm has a diffuse color, reduced tropism to the basophilic dye, toluidine blue; 3 - hyperchromic, small cells with densely packed chromatin of the nucleus, intensely colored cytoplasm.

Results. It was explored that on the first day after the application of TBI the hypochromic neurons prevailed in the neocortex, whereas after 14 days the hyperchromic neurons were predominantly detected. Considering that neurons are capable of intracellular regeneration, we regarded neuron hyperchromia as a compensatory response, since it is known that the increase in RNA-containing structures in the cytoplasm morphologically manifests itself in its basophilia. It should be noted that there are no signs of axonal injury in the brain, indicating that the degree of damage is consistent. However, the morphometry of capillaries showed the presence of brain hypoxia, which was released in a decrease of the lumen diameter in the initial period after TBI.

Thus, the results of the study show that with experimental mild TBI morphochemical compensation of neurons is observed, which, in our opinion, is a response of cells to brain ischemia as a result of damage.

#### **ОБУЧЕНИЯ САМОРЕГУЛЯЦИИ ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМИ ТЕМПЕРАМЕНТАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БОС ИЛИ ЕЕ ИМИТАЦИИ**

**Рамендик Д.М.**

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, биологический факультет, каф. ВНД,  
Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m532.sudak.ns2019-15/349-350>

Цель. Исследование связи между особенностями темперамента и успешностью обучения саморегуляции функционального состояния при тренинге с биологической обратной связью (БОС) или ее имитацией (в плацебо-условиях). Все испытуемые проходили тесты темперамента: Личностный опросник Айзенка (ЕРІ), Опросник формально-динамических характеристик поведения (ОФДХП), Опросник структуры темперамента (ОСТ). Кроме того, им давались инструкции по саморегуляции состояния с помощью дыхания.

23 испытуемых (19-21 год) обучались навыкам саморегуляции с помощью ЭЭГ  $\alpha$ -тренинга. ЭЭГ регистрировали в затылочных областях: О1 и О2. Тренинг включал 3 сеанса по 15 минут, Сигнал БОС представлял собой шар, перемещавшийся вверх и вниз на экране. Чем больше была мощность  $\alpha$ -ритма, тем ниже опускался шар. Измерялась спектральная мощность  $\alpha$ -ритма в течение каждого сеанса. 18 человек такого же возраста прошли курс обучения саморегуляции частоты сердечных сокращений (ЧСС) с помощью игрового биоуправления (компьютерная игра «Вира!», в которой водолаз спускается за сокровищами тем быстрее, чем меньше ЧСС; ПАК «БОС-ПУЛЬС», Новосибирск, Россия). Другие испытуемые (10 и 18 человек соответственно) проходила ложный тренинг, процедура которого ничем не отличалась от реального, но движения шара или спуск водолаза никак не были связаны с показателями состояния испытуемого, сигнал БОС заменял видеофильм. Обработка всех данных проводилась с использованием статистического пакета SPSS Statistics 17.0.

Результаты. Основными факторами, влияющими на результативность тренинга саморегуляции оказались уравновешенность свойств нервной системы (НС) и эмоциональность. (По другим показателям данные были статистически не значимы.) У людей с уравновешенным типом НС и относительно низкой эмоциональностью (флегматиков и сангвиников), тренинг был не эффективен или происходил регресс. Люди с высокой эмоциональностью и неуравновешенными свойствами НС демонстрировали значимое увеличение мощности  $\alpha$ -ритма от 1-ой серии к 3-й: меланхолики - в среднем 39,5%, холерики – 16,7%. Аналогичные результаты наблюдались для тренинга по ЧСС. В условиях ложного тренинга у 60% испытуемых наблюдались такие же изменения состояния, как и при реальном тренинге, то есть проявлялся эффект плацебо. Эти люди отличались значимо более высокими показателями экстраверсии, чем те испытуемые (40%), у которых показатели после ложного тренинга не изменились или даже сдвинулись в противоположную сторону.

## TRAINING THE SELF-REGULATION OF PEOPLE WITH DIFFERENT TEMPERAMENTS WITH THE USE OF BOSE OR ITS IMITATION

Ramendik D.M.

Moscow State University. M.V. Lomonosov, Faculty of Biology, Moscow, Russia

Purpose. Investigation of the relationship between the characteristics of temperament and the success of learning self-regulation of the functional state during training with biofeedback (BFB) or its imitation (in placebo conditions). All subjects underwent temperament tests: Eysenck Personality Questionnaire (EPI), Formally Dynamic Behavior Characteristics Questionnaire (FDBC), Temperament Structure Questionnaire (OST). In addition, they were given instructions for self-regulation of the state through breathing.

23 subjects (19-21 years old) were trained in self-regulation skills with the help of EEG  $\alpha$ -training. EEG was recorded in the occipital regions: O1 and O2. The training included 3 sessions of 15 minutes each. The signal to biofeedback was a ball moving up and down on the screen. The greater the power of the  $\alpha$ -rhythm, the lower the ball fell. The spectral power of the  $\alpha$ -rhythm was measured during each session. 18 people of the same age took a course on self-regulation of heart rate (HR) with the help of game biocontrol (computer game "Vira!", in which a diver descends for treasure the faster, the lower the heart rate; PAK BOS-PULSE, Novosibirsk, Russia). Other subjects (10 and 18 people, respectively) underwent a false training, the procedure of which was no different from the real one, but the movements of the ball or the diver's descent were in no way related to the patient's condition indicators, the BFB signal replaced the video. All data was processed using the SPSS Statistics 17.0 statistical package.

Results. The main factors affecting the effectiveness of self-regulation training were the balance of the nervous system (NS) properties and emotionality. (According to other indicators, the data were not statistically significant.) In people with a balanced type of NS and relatively low emotionality (phlegmatic and sanguine), the training was not effective or there was regression. People with high emotionality and unbalanced properties of NS showed a significant increase in the power of  $\alpha$  - rhythm from the 1st series to the 3rd: melancholic - on average 39.5%, choleric - 16.7%. Similar results were observed for HR training. Under false training conditions, 60% of the subjects experienced the same state changes as during the actual training, that is, the placebo effect was manifested. These people differed significantly higher rates of extraversion than those subjects (40%), in which the performance after the false training did not change or even moved in the opposite direction.

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ТРЕНИНГА ВООБРАЖЕНИЯ ДВИЖЕНИЙ НА УРОВЕНЬ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНИМАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СИСТЕМОЙ «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР»

Решетникова В.В.<sup>1</sup>, Боброва Е.В.<sup>1</sup>, Гришин А.А.<sup>1</sup>, Фролов А.А.<sup>2,3</sup>, Герасименко Ю.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН Институт физиологии РАН им. И.П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); <sup>2</sup>ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН (Москва, Россия); <sup>3</sup>Институт трансляционной медицины ГБОУ ВПО Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия); [3069@bk.ru](mailto:3069@bk.ru)

<https://doi.org/10.29003/m533.sudak.ns2019-15/350-351>

Изучали обучение управлению системой «интерфейс мозг-компьютер» (ИМК) при помощи специально разработанного двигательного тренинга в двух группах: длительного (двухнедельного) и кратковременного (двухразового) тренинга. Тренинг включал в себя осуществление медленных циклических движений правой и левой рукой, представление этих движений, а также спокойное сидение в начале и в конце тренинга. Уровень концентрации внимания оценивали с помощью теста Струпа до и после тренинга, кроме того все испытуемые проходили тест Айзенка, который оценивает уровень нейротизма и экстраинтраверсии.

В группе длительного, но не кратковременного тренинга наблюдалось уменьшение времени прохождения теста Струпа, свидетельствующее об увеличении способности к длительной концентрации внимания (MacLeod & MacDonald, 2000), что, вероятно, связано с прохождением тренинга, включающего в себя медитацию (Chan & Wollacott, 2007).

Выявлена зависимость этих изменений от степени нейротизма: в группе длительной тренировки только у испытуемых с низким нейротизмом достоверно уменьшается время прохождения теста (на 9,4%). Таким образом тренинг, направленный на улучшение представления движений руки при управлении ИМК, приводит к изменению концентрации внимания, оцененного с помощью психологического теста.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 годы (ГП-14, раздел 63), Программы ПРАН ПИ.43 «Фундаментальные основы технологии физиологических адаптаций» № 0134-2018-0005 и гранта РФФИ 16-29-08247 офу-м.*

## THE EFFECT OF LONG PSYCHOPHYSIOLOGICAL TRAINING OF MOVEMENT IMAGINATION ON ATTENTION CONCENTRATION DURING BRAIN-COMPUTER INTERFACE CONTROL

Reshetnikova Varvara V.<sup>1</sup>, Bobrova Elena V.<sup>1</sup>, Grishin Alexander A.<sup>1</sup>, Frolov Alexander A.<sup>2,3</sup>, Gerasimenko Yury P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology (St. Petersburg, Russia); <sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity of Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia); <sup>3</sup>Institute of Translational Medicine of Pirogov of Russian National Research Medical University (Moscow, Russia); [3069@bk.ru](mailto:3069@bk.ru)

Learning to brain-computer interface (BCI) control by specially designed movement training was studied in two groups: of long-term (two weeks) training and short-term (two times) one. The training consists of slow cyclic

movements of the right and the left hands, the imagery of these movements, and the sitting quietly at the beginning and at the end of training. The level of attention concentration was measured by Stroop test before and after training. In addition, all subjects were tested by Eysenck personality questionnaire that values a scale of neuroticism and extraversion-introversion.

The reduction the passing time of Stroop test was observed in the group of long-term, but not short-term training. This indicates an increase of the ability to sustain attention concentration owing to training (MacLeod & MacDonald, 2000). This result possibly connected with the effect of quiet sitting during training – its instruction was look like the instructions of consciousness meditation (Chan & Wollacott, 2007).

The dependence of these changes on the levels of neuroticism is revealed: in the group with long-term training only subjects with low levels of neuroticism demonstrated the decrease of test time (by 9,4%). Thus, training which aimed at improving the imagination of hand movements when control BCI, leads to a change in attention concentration, assessed using a psychological test.

*Supported by the Program of fundamental scientific research of state academies for 2013-2020 (GP-14, section 63), the Program of PRAN Pl.43 "Fundamentals of the technology of physiological adaptations" No. 0134-2018-0005 and grant RFBR 16-29-08247 ofi-m.*

### **НЕЙРОПЕРЕДАЧА В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ВКУСОВОЙ СИСТЕМЕ**

**Рогачевская О.А., Черкашин А.П., Колесников С.С.**

Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Пушкино, Россия;  
[o.rogachevskaja@gmail.com](mailto:o.rogachevskaja@gmail.com)

Периферическая вкусовая система обеспечивает жизненно важную информацию о качестве и ценности пищи. Вкусовая трансдукция начинается с вкусовых рецепторов, расположенных на апикальной мембране вкусовых клеток, которые в базальной части контактируют с окончаниями вкусовых нервов. Вкусовые клетки образуют вкусовую почку, являющуюся функциональной единицей периферического органа вкуса. Выделяют три типа вкусовых рецепторных клеток, которые различаются по морфологическим и физиологическим критериям и на молекулярном уровне. Вкусовые клетки Типа II являются основным типом хемосенсорных клеток вкусовой почки и специализируются в распознавании горького, сладкого и аминокислот. Эти клетки не образуют классические химические синапсы, и поэтому долгое время оставалось неясным, каким образом они коммуницируют с вкусовым нервом. Мы показали, что клетки Типа II используют неканонический механизм для афферентной нейротрансдачи, используя АТФ в качестве нейротрансмиттера. Последний секретируется  $Ca^{2+}$ -независимым и потенциал-зависимым образом при участии АТФ-проницаемых ионных каналов CALHM1 и стимулирует P2X рецепторы на окончании вкусового нерва. В клетках Типа II имеется атипичная митохондрия, примыкающая к плазматической мембране в месте ее сопряжения с нервным окончанием и образующая вместе с каналом CALHM1 локальный внутриклеточный компартмент для секреции АТФ. Клетки Типа I охватывают клетки Типа II вместе с окончаниями вкусовых нервов и образуют внеклеточный компартмент, позволяющий локализовать секретированный АТФ и предотвратить его растекание по всему межклеточному пространству вкусовой почки. Кроме того, клетки Типа I экспрессируют эктоАТФазу, утилизирующую АТФ и защищающую от гиперактивации вкусового нерва. Кисло-чувствующие клетки Типа III - единственные среди клеток вкусовой почки, формирующие классические химические синапсы и секретирующие нейротрансмиттеры, включая серотонин, с использованием  $Ca^{2+}$ -зависимого экзоцитозного механизма и серотонин-содержащих везикул. Таким образом, вкусовые клетки типа II и III используют разные механизмы для кодирования и передачи сенсорной информации афферентному вкусовому нерву.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 17-04-01941 (рук. Рогачевская О.А.)*

### **NEUROTRANSMISSION IN THE PERIPHERAL GUSTATORY SYSTEM**

**Rogachevskaya O.A., Cherkashin A. P., Kolesnikov S.S.**

Institute of Cell Biophysics of the Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia; [o.rogachevskaja@gmail.com](mailto:o.rogachevskaja@gmail.com)

The peripheral taste system provides information about the quality and nutritional value of food that is critical for survival. Taste transduction begins with the stimulation of taste receptors located on the apical membrane of taste cells, which basal membrane contacts with the afferent gustatory nerve fibers. Taste cells form the taste bud serving as a functional unit of the peripheral taste organ. There are three types of taste cells, which are distinct morphologically and physiologically and at the molecular level. In a population of taste bud cells, Type II cells are primary chemosensory cells that specialize in recognizing bitter, sweet, and amino acids. Type II receptor cells do not have the conventional chemical synapse, so that it was unclear for long time how they communicate with the taste nerve. We have shown that Type II cells use a non-canonical mechanism for afferent neurotransmission, using ATP as a neurotransmitter. Type II cells release the afferent neurotransmitter ATP in a  $Ca^{2+}$ -independent manner by using the voltage-gated channel CALHM1, the large-pore ATP conduit. Immunohistochemistry revealed that CALHM1 was localized to points of contact between the receptor cells and sensory nerve fibers with P2X receptors. We showed that the CALHM1 channels were consistently associated with distinctive, large mitochondria spaced 20 to 40 nm from the pre-synaptic membrane. These large mitochondria may serve as both a reservoir of releasable ATP and the site of synthesis. The juxtaposition of the large mitochondria to areas of membrane displaying CALHM1 also defines a restricted compartment that limits the influx of  $Ca^{2+}$  upon opening of the nonselective CALHM1 channels. These findings reveal a distinctive organelle signature and functional organization for regulated, focal release of purinergic signals in the absence of synaptic vesicles. Type I cells enclose type II cells together with the endings of the gustatory nerves and form an intercellular compartment that allows localization of secreted ATP. Type I cells also express an ectoATPase that utilizes ATP and protects the gustatory



nerve from hyperactivation. Only Type III taste cells (acid-sensitive) in the taste bud form the classical chemical synapses with afferent nerve endings, and secrete neurotransmitters, including serotonin, using the Ca<sup>2+</sup> dependent exocytosis mechanism. Thus, each type of taste receptor cells uses an individual mechanism to transfer taste information to the nerve endings.

*Work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, grant 17-04-01941.*

### **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЛАНКОРТИНОВОЙ И НОРАДРЕНЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМ МОЗГА У ГРЫЗУНОВ**

**Романова И.В., Михрина А.Л., Савельева Л.О., Селивёрстова Е.В.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: [irinaromanova@mail.ru](mailto:irinaromanova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m534.sudak.ns2019-15/352>

Меланокортиновая система мозга вовлечена в регуляцию различных нейронов мозга и, соответственно, различных его функций. Источник меланокортиновых пептидов – проопиомеланокортин (ПОМК) в мозге экспрессируется в основном в нейронах аркуатного ядра гипоталамуса (ARC), где также локализованы нейроны, вырабатывающие эндогенный антагонист меланокортиновых рецепторов (МКР) – agouti-related peptide (AGRP). Молекула AGRP в ходе процессинга расщепляется на три пептида (25-51, 52-82 и 83-132 а.к. остатков). Функциональное значение AGRP83-132 связывают с регуляцией пищевого поведения как блокатора МКР, однако функции других двух пептидов – не понятны, хотя эти молекулы, также выводятся из терминалей AGRP-нейронов, которые, в частности, выявлены в голубом пятне (LC – locus coeruleus) вокруг норадренергических (НА) нейронов. Цель работы состояла в исследовании влияния AGRP 83-132 и AGRP 25-51 на функциональное состояние НА-нейронов LC. Исследование проведено на самках мыши C57Bl/6J (20-22 г). С помощью стереотаксиса под наркозом (400 мг/кг хлорал гидрата) билатерально над областью LC вводили по 0.6 нмоль AGRP 83-132 или AGRP 25-51, материал мозга фиксировали для анализа через 3 ч после последней инъекции. С помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии выявлено уменьшение уровня НА в стриатуме после введения обоих пептидов, результаты иммуногистохимии и ПЦР также свидетельствуют об изменении различных систем, участвующих в биосинтезе НА и регуляции активности НА-нейронов в LC в нашем эксперименте. Результаты двойного иммуномечения, полученные с помощью конфокального микроскопа, демонстрируют увеличение уровня пептидов вокруг НА-нейронов и их локализацию в самих НА-нейронах, что подтверждается и результатами двойного иммуномечения, проанализированного с помощью электронной микроскопии. Полученные результаты демонстрируют функциональную взаимосвязь меланокортиновой системы гипоталамуса с НА-нейронами LC, а также функциональную роль фрагментов AGRP в регуляции активности и экспрессии ферментов биосинтеза НА через различные механизмы внутриклеточной сигнализации.

*Работа поддержана госзаданием ФАНО № АААА-А18-118012290427-7 и АААА-А18-118012290371-3.*

### **MORPHOFUNCTIONAL INTERACTIONS OF MELANOCORTIN AND NOREPINEPHRINERGIC BRAIN SYSTEMS IN RODENTS**

**Romanova Irina V., Mikhrina Anastasiia L., Saveleva Ludmila O., Seliverstova Elena V.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia. E-mail: [irinaromanova@mail.ru](mailto:irinaromanova@mail.ru)

The brain melanocortin system is involved in the regulation of various brain neurons, accordingly, its different functions. The source of melanocortin peptides - proopiomelanocortin (POMC) in the brain is expressed mainly in the neurons of arcuate hypothalamic nucleus (ARC), where neurons are also localized, producing an endogenous antagonist of melanocortin receptors (MCR) - agouti-related peptide (AGRP). The AGRP molecule is split into three peptides during processing (25-51, 52-82 and 83-132 a.a.). The functional significance of AGRP83-132 is associated with the regulation of food intake via MCR blockade, but the functions of the other two peptides are not clear, although these molecules are also derived from the terminals of AGRP neurons, which, in particular, are identified in the locus coeruleus (LC) around the norepinephrine (NE) neurons. The aim of the work was to study the effect of AGRP 83-132 and AGRP 25-51 on the functional conditions of NE-neurons LC. The study was conducted on female C57Bl / 6J mice (20-22 g). After anesthesia (400 mg / kg chloral hydrate) using stereotaxis the 0.6 nmol AGRP 83-132 or AGRP 25-51 was administered bilaterally in the LC region, the brain material was fixed for analysis 3 h after the last injection. Using high performance liquid chromatography a reduction of NE level in the striatum was identified after the injections of both peptides, the results of immunohistochemistry and PCR also indicate changes in the various systems involved in the biosynthesis of NE and the regulation of the activity of NE-neurons in LC in our experiment. The results of double-immunostaining and confocal microscopy demonstrate an increase in the peptides level around NE-neurons and their localization in the HE-neuron themselves, which is confirmed by the results of double immunostaining analyzed by electron microscopy. The obtained results demonstrate the functional relationship of the melanocortin system of the hypothalamus with NA-neurons LC, as well as the functional role of AGRP fragments in regulation the activity and expression of HE enzymes biosynthesis through various intracellular signaling mechanisms.

*Research was supported by FASO of Russia № АААА-А18-118012290427-7 and АААА-А18-118012290371-3.*

## НАРУШЕНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ВЕНОЗНОГО ОТТОКА У ДЕТЕЙ С АЛАЛИЕЙ

**Росин Ю.А., Непрокина Е.В., Ефимов О.И.**

Общество с ограниченной ответственностью «Прогноз», Санкт-Петербург, Россия, [yuri\\_rosin@mail.ru](mailto:yuri_rosin@mail.ru).

Клинические признаки нарушения внутричерепного венозного оттока часто обнаруживаются у детей с алалией. С целью уточнения характера венозных нарушений у детей с этой патологией нами проведено доплерографическое исследование кровотока во внутренних яремных, позвоночных, базальных и верхних глазничных венах у 92 детей в возрасте 5-10 лет с различными формами алалии и у 40 детей контрольной группы.

Ультразвуковое дуплексное сканирование внутренних яремных и позвоночных вен проводилось в В-режиме линейным датчиком 7 МГц, скорость кровотока исследовалась с помощью пульсового доплеровского режима. Исследование яремных и позвоночных вен проводилось сначала в лежачем, затем в вертикальном (сидячем) положении. Скорость кровотока в базальных венах исследовалась PW-датчиком частотой 2 МГц, кровотока в глазничных венах - CW-датчиком 8 МГц.

По данным доплерографии сосудов головного мозга нарушения внутричерепного венозного оттока были выявлены у 64 детей с алалией (70%): увеличение скорости кровотока в базальных венах более 25 см/сек, ретроградный кровоток по глазничным венам. При проведении ультразвукового сканирования внутренних яремных вен в положении лежа у 30 детей было выявлено сужение просвета правой внутренней яремной вены, у 14 детей - сужение просвета левой внутренней яремной вены. Кровоток в зоне сужения внутренних яремных вен, а также выше и ниже зоны сужения терял нормальную фазную структуру, средняя скорость кровотока была снижена менее 10 см/с. В контрольной группе 40 детей доплерографические признаки нарушения внутричерепного венозного оттока выявлены у 4 детей (10%).

При переходе в вертикальное положение у всех детей просвет внутренних яремных вен уменьшался. В контрольной группе детей в вертикальном положении просвет внутренних яремных вен составлял 20-35% от этого же показателя в положении лежа. В группе детей с нарушением внутричерепного венозного оттока остаточный просвет внутренних яремных вен составлял менее 15%. Отмечалось снижение скорости кровотока в внутренних яремных венах менее 10 см/с. Линейная скорость кровотока в позвоночных венах при переходе в вертикальное положение возрастает, нередко достигая 40 см/с. Однако величина объемного кровотока в позвоночных венах в вертикальном положении составляла не более 35% от объемного кровотока во внутренних яремных венах, что свидетельствует о недостаточности этого компенсаторного механизма.

Выявленное гемодинамически значимое сужение просвета внутренних яремных вен и их избыточное спадение в вертикальном положении может иметь патогенетическое значение в развитии нарушений внутричерепного венозного оттока у детей с алалией.

## INTRACRANIAL VENOUS OUTFLOW IMPAIRMENT IN CHILDREN WITH LANGUAGE DELAY

**Rosin Y. A., Neprokina E. V., Efimov O. I.**

Limited liability company "Prognoz", Saint-Petersburg, Russia, [yuri\\_rosin@mail.ru](mailto:yuri_rosin@mail.ru)

Clinical signs of impaired intracranial venous outflow are often found in children with language delay. In order to clarify the nature of venous disorders in children with this pathology, we performed a Doppler sonography study of blood flow in the internal jugular, vertebral, basal and superior ophthalmic veins in 92 children aged 5-10 years with various forms of language delay and in 40 children of the control group.

B-mode duplex sonography of internal jugular and vertebral veins was performed with 7 MHz linear transducer. The blood flow velocity was investigated by pulse-wave Doppler mode. The study of jugular and vertebral veins was carried out first in the supine, then in the vertical (sitting) position. The blood flow velocity in the basal veins was studied by a 2 MHz PW transducer and the blood flow in the superior ophthalmic veins by an 8 MHz CW transducer.

Doppler sonography of cerebral vessels revealed disorders of intracranial venous outflow in 64 children with language delay (70%): an increase of blood flow velocity in the basal veins of more than 25 cm/s, retrograde blood flow through the superior ophthalmic veins. Ultrasound scanning of the internal jugular veins in the supine position revealed narrowing of the lumen of the right internal jugular vein in 30 children and narrowing of the lumen of the left internal jugular vein in 14 children. Blood flow in the narrowing site of internal jugular veins, as well as above and below the narrowing site, lost the normal phase structure, the average blood flow velocity was reduced to less than 10 cm/s. In the control group of 40 children Doppler sonographic signs of impaired intracranial venous outflow were detected in 4 children (10%).

With the transition to a vertical position the lumen of the internal jugular veins decreased in all children. In the control group of children in the vertical position, the lumen of the internal jugular veins was 20-35% of the lumen in the supine position. In the group of children with impaired intracranial venous outflow residual lumen of internal jugular veins was less than 15%. There was a decrease in the blood flow velocity in the internal jugular veins less than 10 cm/s. Linear velocity of blood flow in the vertebral veins increases with the transition to the vertical position, often reaching 40 cm/s. However, the volumetric blood flow rate in the vertebral veins in the vertical position was not more than 35% of the volumetric blood flow rate in the internal jugular veins, which indicates the insufficiency of this compensatory mechanism.

The revealed hemodynamically significant narrowing of the lumen of the internal jugular veins and their further excessive collapse in the vertical position may have pathogenetic significance in the development of intracranial venous outflow impairment in children with language delay.

**ОБЪЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА ВОСПРИЯТИЯ ОДНОСУСТАВНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПОД ЗРИТЕЛЬНЫМ КОНТРОЛЕМ И БЕЗ НЕГО У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ**  
**Рощин В.Ю.<sup>1,2,3</sup>, Павлова О.Г.<sup>1,2</sup>, Селионов В.А.<sup>4</sup>, Солопова И.А.<sup>4</sup>, Хатькова С.Е.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Общество с ограниченной ответственностью «НейроБиоЛаб», Москва, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; <sup>4</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия; Федеральное государственное автономное учреждение «Лечебно-реабилитационный центр» Министерства здравоохранения Российской Федерации<sup>5</sup>, [vroschin@mail.ru](mailto:vroschin@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m535.sudak.ns2019-15/354>

При использовании предложенного оригинального метода объективной оценки сохранности проприоцептивной чувствительности (ПЧ), основанного на определении точности копирования в отсутствие зрительного контроля серии пассивных односуставных движений тестируемой руки непосредственно во время их выполнения с помощью движений другой руки, ранее показано, что здоровые испытуемые точно и практически одновременно копируют пассивные движения, в то время как у постинсультных больных в значительной доле тестов копирование пассивных движений паретичной руки производится с искажениями. Для подтверждения того, что эти искажения связаны с нарушением ПЧ, а не с нарушением двигательной функции условно-здоровой руки или ментальными расстройствами, было проведено сравнительное тестирование способности копирования движений под зрительным контролем и без него. При тестировании 95 движений у 10 здоровых испытуемых критерию нормы соответствовали все копирования с закрытыми глазами и 98% копирований под зрительным контролем. При тестировании 82 движений паретичной руки у 17 больных с гемипарезами центрального генеза при закрытых глазах 44% копирований не соответствовало критерию нормы с преобладанием грубых качественных искажений, а под зрительным контролем грубые качественные искажения отсутствовали в 89% тестов, и только 14% копирований не соответствовали критерию нормы.

Результаты исследования показали, что у постинсультных пациентов пред проведением обследования состояния ПЧ необходимо выполнять референтное тестирование под зрительным контролем. Полученные при этом значения количественных показателей могут приниматься как целевые при мониторинге состояния ПЧ в процессе реабилитации.

*Работа частично поддержана грантами РФФИ 19-015-00264 и 16-29-08181.*

**OBJECTIVE ASSESSMENT OF SINGLE-JOINT MOVEMENTS PERCEPTION UNDER OR WITHOUT VISUAL CONTROL IN HEALTHY SUBJECTS AND POST-STROKE PATIENTS**

**Roschin Vadim Y.<sup>1,2,3</sup>, Pavlova Olga G.<sup>1,2</sup>, Selionov Victor A.<sup>4</sup>, Khatkova Svetlana E.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>NeuroBioLab LLC, Moscow, Russia; <sup>3</sup>The Russian Federation State Research Center – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences;

<sup>4</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;

<sup>5</sup>Medical Rehabilitation Centre of Russian Ministry of Health, Moscow, Russia;

It was shown earlier, that in original procedure for objective assessment of intactness of the proprioception based on estimation of accuracy of simultaneous reproduction of the passive movements of the tested arm by the other arm without visual control, healthy subjects reproduce passive movements accurately and with low latency, as far as post-stroke patients perform with distortions in notable amount of the tests for the paretic arm. We perform comparative testing of an ability of subjects to reproduce the passive movements with and without visual control to be sure that the distortion was due to deficit in proprioception, but neither a lack of motor ability of conditionally healthy arm nor mental disorder in the patients. All 95 movement reproductions with eyes closed and 98% of them under visual control correspond to the conventional norm in 10 healthy subjects. In contrast, in 82 tests of the paretic arm movement in 17 patients with hemiparesis of central genesis 44% of movement reproductions with eyes closed went out the conventional norm with qualitative rough distortions dominating, while 89% of the tests was performed without rough distortions and only 14% of the tests went out the conventional norm under visual control.

The results of the investigation shows that it is necessary to perform the preliminary testing under visual control before the examination of the proprioception in post-stroke patients. Values of the quantitative indicators of the movement reproduction performance obtained in this preliminary testing can be taken as the target reference for the proprioception condition monitoring during rehabilitation.

*The research was partially supported by the RFBR grants 19-015-00264 and 16-29-08181.*

**РАЗРАБОТКА ИГРОВОГО ИНТЕРФЕЙСА В СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКОМ БИОУПРАВЛЕНИИ**

**Рудыч П.Д.<sup>1</sup>, Базанова О.М.<sup>2</sup>, Адов Д.Ю.<sup>1</sup>, Иванов С.Д.<sup>1</sup>, Ладоновская К.В.<sup>1</sup>**

1. ФГАОУВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия. [pavel@rudych.ru](mailto:pavel@rudych.ru)

2. ФГБНУ «Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины», Новосибирск, Россия

<https://doi.org/10.29003/m536.sudak.ns2019-15/354-355>

Технологии биоуправления активно используются для коррекции психомоторных и аффективных нарушений. При этом на эффективность тренировок существенно влияет мотивационная вовлеченность

пациента. Наиболее важным это сказывается для расстройств, ядром которых является снижение мотивации, к которому относится и большое депрессивное расстройство. Это требует уделять мотивации больных особое внимание и одним из самых эффективных для этого методов является игровая вовлеченность пациента. При этом положительное подкрепление, формируемое на основе аппаратной величины сигнала обратной связи, должно быть значимым параметром игрового сюжета.

Создание игровых приложений с высокой вовлеченностью пациента требуют решения нескольких важных задач. Приложение должно позволять игроку непрерывно мониторировать параметр, привязанный к величине сигнала обратной связи и постоянно быть заинтересованным в повышении его величины. При этом сам параметр должен иметь возможность значимо меняться в малые промежутки времени. Характерный временной масштаб изменения параметра может быть порядка меньше секунды. Удержание параметра на высоком уровне должно существенно продвигать пациента по сюжету игры, и наоборот, флуктуации величины параметра и его кратковременное снижение неизбежно и является основой тренинга и т.о. не должно быть драматически фатальным для игрового сюжета. При этом сам тренинг с использованием обратной связи является когнитивной нагрузкой и т.о. сюжет игры должен быть достаточно простым. Этого также требует ограниченный бюджет разработки приложения. Дополнительные ограничения накладываются особенностями стабилметрического управления и мишенями коррекции.

На основе анализа требований были рассмотрены несколько игровых сценариев и алгоритмов имплементации обратной связи в игровом сюжете. В результате было показано, что наиболее вовлекающим в игровой процесс при сохранении высокого внимания к величине сигнала обратной связи является сценарий, отличающийся тем, что величина сигнала обратной связи оказывает взвешенное влияние на несколько значимых параметров игры и такой подход позволяет игроку в рамках игрового сюжета постоянно переключать фокус внимания между несколькими значимыми для выигрыша параметрами, что уменьшает утомляемость и увеличивает разнообразие игры, но при этом каждый из этих параметров, будучи зависимым от уровня обратной связи, мотивирует игрока повышать уровень обратной связи. Для балансировки влияния величины сигнала обратной связи были рассмотрены переходные функции и функции Ферми.

В результате были выполнены прототипы приложений с использованием среды Unity, позволяющие игроку вовлеченно проиграть весь сеанс биоуправления, который может длиться несколько десятков минут. Приложения были протестированы на нескольких здоровых добровольцах. Тестирование на пациентах с нарушениями аффективного профиля будет следующим шагом.

*Работа была частично поддержана грантом РФФИ №19-013-00317а*

#### **DEVELOPING OF THE GAME INTERFACE FOR STABILOMETRY BIOFEEDBACK**

**Rudych Pavel Dm<sup>1</sup>, Bazanova Olga M.<sup>2</sup>, Adov Dmitry U.<sup>1</sup>, Ivanov Sergey D.<sup>1</sup>, Ladonovskaya Kseniya V.<sup>1</sup>**

1. Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia. [pavel@rudych.ru](mailto:pavel@rudych.ru)
2. State Scientific-Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia

Technology of biofeedback is widely used for psycho-, sensorimotor and affective corrections. The impact effect of the training is highly connected with the patient motivation. The absence of the motivation in the depression disorder highly decreases the efficiency of the biofeedback training. The most promising method of motivation enhancing is the involving the person into the game playing. To make the biofeedback game, it's required that the positive reinforcement of win the game is related with feedback signal.

There are several tasks are to be solved for creating the successful biofeedback game. It's required to get the possibility of continuous observation of game parameters connected with target biofeedback signal. The connected game feature have to be significant for player promotion during the game scenario. The game feature value is allowed to change in wide range every second. The game player needs to see the urgent continuous help of high value of feature to game progress. But short term of low level feature do not fail the game. The playing in biofeedback game is cognitively complicated why the game scenario have to be easy enough. The game developing budget is also limited and addition limits are from physical and physiology limitations of stabilometric technique.

We reviewed the requirements and analyzed several game scenarios and algorithms, suitable for biofeedback implementations. We discovered, that the most involving is the game with several game features connected with the same biofeedback signal and the game related switching the player attention between the features. This method decreases the attention focus leak and fatigue of keeping attention into the high level to the same parameter. It's important that every feature is meaningful for game and attention leak for one feature is compensated by high attention to another feature and keep the player motivated. The feature impact was balanced by transition process function and Fermi function.

We developed and tested on healthy people several applications with the Unity game engine. We reached twenty minutes of motivated game with the biofeedback effect. The next step is to test it in patients with depressive disorder. *The research was supported by RFBR №19-013-00317а*

#### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВЫХ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ МЫШЕЙ, ПРОЯВЛЯЮЩИХ ПРИЗНАКИ ЭПИЛЕПСИИ** **Рыбакова В.П.<sup>1</sup>, Жидкова Н.М.<sup>1</sup>, Белоусова И.И.<sup>2</sup>, Бабаев А.А.<sup>1</sup>, Тарабыкин В.С.<sup>1</sup>**

- <sup>1</sup>Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации; [verunya.rubackova@mail.ru](mailto:verunya.rubackova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m537.sudak.ns2019-15/355-356>

Целью исследования явилась идентификация новых мутантных эпилептических линий мышей. Для проведения исследования были сгенерированы мышинные мутанты с нарушенной структурой и функцией

коры головного мозга путем химического мутагенеза N-этил-N-нитрозомочевинной (ENU). Было произведено 3 серии ENU-инъекции самцов мышей линии C3H с дозой 90 мг/кг. Выявление и отбор мышинных мутантов с повышенной склонностью к эпилептическим припадкам осуществлялись с применением методики Крушинского, учитывающей степень проявления аудиогенных судорог. Отобранные особи животных использовались для закрепления мутации в соответствии с разработанной схемой скрещивания. Для характеристики эпилептических линий использовали базовое поведенческое фенотипирование с проведением тестирований на память, способность к обучению, моторно-двигательные реакции и оценку эмоционального статуса.

Результатом исследования стало выявление 12 линий животных с различной степенью проявления эпилептической активности, среди которых были отобраны 2 линии: S5-1 и S8-3 с высокой эпилептиформной активностью. В отобранных линиях было произведено закрепление мутации в ряде поколений. Проведенный комплекс поведенческих исследований выявил отличия в показателях акустической реакции вздрагивания, двигательной активности, уровне тревожности и обучаемости между данными линиями, а также по сравнению с контрольными группами животных.

#### IDENTIFICATION OF NEW MUTANT LINES OF MICE EXHIBITING SIGNS OF EPILEPSY

**Rybakova Vera P.<sup>1</sup>, Zhidkova Natalia M.<sup>1</sup>, Belousova Irina I.<sup>2</sup>, Babaev Alexey A.<sup>1</sup>, Tarabykin Victor C.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>National Research Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia; <sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; [verunya.rubackova@mail.ru](mailto:verunya.rubackova@mail.ru)

The aim of the study was identification of new mutant epileptic lines of mice. For the study, murine mutants with broken structure and cortical function were generated by chemical mutagenesis with N-ethyl-N-nitrosourea (ENU). Three series of ENU injections of male C3H mice with a dose of 90 mg / kg were performed. Detection and selection of mouse mutants with increased predisposition to epileptic seizures were carried out using the Krushinsky technique, taking into account the degree of manifestation of audiogenic seizures. Selected animal specimens were used to fix the mutation in accordance with the developed pattern of crossing. To characterize epileptic lines, we used basic behavioral phenotypic test including memory tests, learning ability level, motility response, and emotional status assessment.

The result of the study was the identification of 12 lines of animals with different degrees of epileptic activity, among which 2 lines were selected: S5-1 and S8-3 with high epileptiform activity. In the selected lines, the mutation was fixed in a number of generations. The conducted complex of behavioral studies revealed differences in indicators of acoustic response, explosive activity, motility, anxiety level and learning ability level among these lines, as well as in comparison with control groups of animals.

#### САККАДИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ПРИ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ПАЦИЕНТОВ С РАННИМИ СТАДИЯМИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

**Рябчикова Н.А.<sup>1</sup>, Дамянович Е.В.<sup>2</sup>, Чигалейчик Л.А.<sup>2</sup>, Базиян Б.Х.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сколковский институт науки и технологий, Москва, Россия, <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр неврологии, Москва, Россия, [nat@quesstest.ru](mailto:nat@quesstest.ru)

<https://doi.org/10.29003/m538.sudak.ns2019-15/356-358>

Известно, что, как правило, пациенты с Болезнью Паркинсона (БП), медленно прогрессирующего нейродегенеративного заболевания нервной системы имеют нарушения когнитивных функций. Имеются данные об изменении в когнитивной и эмоционально-поведенческой сфере при БП, которые обычно развиваются ранее двигательных симптомов данного заболевания, а динамика развития БП показывает, что когнитивные расстройства через 10 лет достигают стадии деменции у 80–90% пациентов, поэтому деменция – закономерный клинический этап БП. В генезе когнитивных нарушений исключительную роль играет дисфункция лобных долей ввиду нарушения связи между базальными ганглиями и этими отделами головного мозга. Когнитивные расстройства при БП характеризуются замедлением темпа когнитивных процессов, повышенной утомляемостью при умственных нагрузках, снижением концентрации внимания, снижением психической активности, мотивации и инициативы, нарушением лобных функций (планирование, контроль, произвольное внимание), нарушением памяти в виде недостаточности воспроизведения при относительно сохранном запоминании новой информации и сопровождаются саккадическими движениями глаз. Когнитивные процессы зачастую также затруднены без осуществления саккадических движений глаз. Функциональное и анатомическое перекрытие мозговых путей и структур, таких, как, в частности, лобные, теменные области коры, базальные ганглии, обеспечивает планирование, программирование и принятие решений, а также управление генерацией саккад. Данные показывают, что вероятностное прогнозирование как одна из форм когнитивной деятельности, отражающая динамические процессы в мозге, в большой степени коррелирует с саккадической деятельностью. Поэтому использование методики «Прогнозис 2.5», вносит значительный вклад в выявления ранних стадий Б.П. по способности к интеллектуальной деятельности при сравнительном исследовании саккадических движений глаз пациентов и здоровых испытуемых соответствующего возраста. В исследовании приняли участие 31 испытуемый: 14 здоровых испытуемых в возрасте от 43 до 67 лет (8 мужчин и 6 женщин) и 17 больных с ранними стадиями БП в возрасте от 45 до 68 лет (9 мужчин и 8 женщин). Средний возраст больных составил 57 лет, в контрольной группе 56 лет. Все пациенты с БП предварительно прошли комплексное клиничко-диагностическое обследование на базе Научного Центра Неврологии. Диагноз верифицировался согласно общепринятым критериям. Пациенты с нетипичным течением заболевания или вызывающим сомнение диагнозом в протокол исследования не включались. В данном исследовании совместно использовались три методических приема: электрофизиологический (регистрация саккадических движений глаз), психофизический (выявление последовательности элементов) и анализ клинического материала.

Клинический метод включал в себя подробный анализ историй болезни пациентов, дополнительный сбор анамнеза заболевания, анализ жалоб на момент исследования, тестирование по шкалам MMSE (Mini-Mental State Examination), UPDRS (Fahn S., Elton R.L., 1987), Хен-Яра (Hoehn M.M., Yahr M.D., 1967). В обеих группах проводилась непрерывная регистрация саккадических движений глаз методом электроокулографии в различных состояниях: от спокойного бодрствования с открытыми глазами до выполнения когнитивных заданий нарастающей сложности с использованием компьютерного варианта психологической методики «Прогнозис-2», позволяющей оценить эффективность прогнозирования, внимания, памяти у взрослых испытуемых. Подсчитывали количество саккад/с для каждого испытуемому в фоне и при выполнении когнитивных тестов. Затем подсчитывали средние значения саккад/с в группе здоровых испытуемых и пациентов с Б.П. Следует отметить, что в группе здоровых испытуемых 2 человека не смогли выявить последовательность 2, а в группе пациентов 3 человека вообще не решились ни один из тестов, а еще 3 не выявили последовательность 2. Было проведено сравнение между группами по различным статистическим методам. У здоровых испытуемых среднее число саккад/с достоверно увеличилось при прогнозировании и воспроизведении по сравнению со спокойным бодрствованием с открытыми глазами. Увеличивалось также количество, выполняемых здоровыми испытуемыми саккад/с при усложнении задания, однако эти различия, вычисленные по критерию Краскела – Уоллиса, не были статистически достоверными как при выполнении заданий ( $p=0.1078$ ,  $p>0.05$ ), так и при воспроизведении ( $p=0.768$ ,  $p>0.05$ ). Число саккад в единицу времени в фоне в группе пациентов не отличалось от здоровых испытуемых. Число саккад/с при выполнении задач прогнозирования и воспроизведения пациентами по сравнению с фоном не изменялось статистически значимо. При выполнении когнитивных заданий среднее число саккад/с у пациентов увеличивалось, но в меньшей степени, чем в предыдущей группе и по мере усложнения заданий по прогнозированию слегка уменьшалось. Количество саккад/с при усложнении задания у пациентов также достоверно отличалось от задания к заданию. Различия по критерию Краскела – Уоллиса были недостоверными как при выполнении прогнозирования –  $p=0.2019$ ,  $p>0.05$ , так и при выполнении воспроизведения –  $p=0.63$ ,  $p>0.05$ . Результаты при выполнении заданий здоровыми испытуемыми достоверно отличались (критерий Шапиро-Уилка) от таковых у пациентов (прогнозирование –  $p=0.01$ , воспроизведение  $p=0.00$ ). Полученные результаты приводят нас к двум главным выводам. Первый – связь между возникновением когнитивных нарушений у пациентов с болезнью Паркинсона и изменением количества саккад по сравнению с здоровыми испытуемыми указывает на важную роль саккад в когнитивных процессах, связанных с прогнозированием. Второй – применяемая нами методика прогнозирования является достаточно тонким инструментом для выявления в качестве дополнительного диагностического средства предклинической стадии нейродегенеративных заболеваний, таких как болезнь Паркинсона.

#### **SACCAD EYES MOVEMENTS UNDER PROGNOSTIC ACTIVITY IN PATIENTS WITH EARLY STAGES OF PARKINSON'S DISEASE**

**<sup>1</sup>Ryabchikova Nataliya A., <sup>2</sup>Damjanovic Elena V., <sup>2</sup>Chigaleychik Larisa A., <sup>1</sup>Baziyan Boris Kh.**

<sup>1</sup>Skolkovsky Institute of science and technology, Moscow, Russia, <sup>2</sup>Federal state budgetary scientific institution scientific center of neurology, Moscow, Russia, nat@guesstest.ru

It is known that, as a rule, patients with Parkinson's Disease (PD), slowly progressive neurodegenerative diseases of the nervous system have cognitive impairment. There is evidence of changes in cognitive and emotional-behavioral sphere in PD, which usually develop earlier motor symptoms of the disease, and the dynamics of PD development shows that cognitive disorders in 10 years reach the stage of dementia in 80-90% of patients, so dementia is a natural clinical stage of PD. In the Genesis of cognitive impairment an exceptional role dysfunction of the frontal lobes plays due to impaired communication between the basal ganglia and these parts of the brain. Cognitive disorders in PD are characterized by slowing the pace of cognitive processes, increased fatigue during mental stress, decreased concentration, decreased mental activity, motivation and initiative, violation of frontal functions (planning, control, arbitrary attention), memory impairment in the form of insufficiency of reproduction with relatively safe storage of new information and are accompanied by saccadic eye movements. Cognitive processes are also often difficult without saccadic eye movements. Functional and anatomical overlap of brain pathways and structures, such as, in particular, frontal, parietal cortex, basal ganglia, provides planning, programming and decision-making, as well as management of saccade generation. The data show that probabilistic prognosing as a form of cognitive activity, reflecting the dynamic processes in the brain, is highly correlated with saccadic activity. Therefore, the use of the technique "Prognosis 2.5", makes a significant contribution to the detection of early stages of BP according to the ability to intellectual activity in the comparative study of saccadic eye movements of patients and healthy subjects of appropriate age. The study involved 31 subjects: 14 healthy subjects aged 43 to 67 years (8 men and 6 women) and 17 patients with early stages of PD aged 45 to 68 years (9 men and 8 women). The average age of patients was 57 years, in the control group-56 years. All patients with PD previously underwent a comprehensive clinical and diagnostic examination on the basis of the scientific center of Neurology. The diagnosis was verified according to the generally accepted criteria. Patients with atypical course of the disease or doubtful diagnosis were not included in the study Protocol. In this study, three methods were used together: electrophysiological (registration of saccadic eye movements), psychophysical (identification of the sequence of elements) and analysis of clinical material. The clinical method included detailed analysis of case histories of patients, an additional collection of medical history, the analysis of complaints at the time of the study, testing on the scale MMSE (Mini-Mental State Examination), UPDRS (Fahn S., Elton R. L., 1987), Hyun-Yar (Hoehn M. M., Yahr M. D., 1967). In both groups continuous registration of saccadic eye movements by electrooculography in various states was carried out: from quiet wakefulness with open eyes to performance of cognitive tasks of increasing complexity with use of the computer version of the psychological technique "Prognosis-2.5" allowing to estimate efficiency of prognosing, attention, memory at adult subjects. We calculated the number of saccades / s for each subject in the background and when performing cognitive tests. Then, the mean values of saccades/s in the group of healthy subjects and patients were calculated. It should be

noted that in the group of healthy subjects 2 people could not identify the sequence 2, and in the group of patients 3 people did not solve any of the tests, and 3 more did not identify the sequence 2. A comparison was made between the groups using different statistical methods. In healthy subjects, the mean saccade/s was significantly increased in prognosis and reproduction compared to calm wakefulness with open eyes. The number of saccades/s performed by healthy subjects with increasing complexity of the task also increased, but these differences, calculated by the Kruskal – Wallis criterion, were not statistically significant both when performing tasks ( $p=0.1078$ ,  $p>0.05$ ) and when playing ( $p=0.768$ ,  $p>0.05$ ). The number of saccades per unit time in the background in the group of patients did not differ from healthy subjects. The number of saccades / s when performing prognostication and reproduction tasks in patients compared to the background did not change statistically significantly. When performing cognitive tasks, the average number of saccades / s in patients increased, but to a lesser extent than in the previous group, and as the complexity of prognosing tasks slightly decreased. The number of saccades / s with the complication of the task in patients also differed significantly from task to task. The differences in the Kruskal – Wallis criterion were unreliable both when forecasting- $p=0.2019$ ,  $p>0.05$ , and when playing –  $p=0.63$ ,  $p>0.05$ . The results of the tasks performed by healthy subjects were significantly different (Schapirko-Wilk criterion) from those in patients (prognosis –  $p=0.01$ , reproduction  $p=0.00$ ). The results lead us to two main conclusions. The first is the relationship between the occurrence of cognitive impairment in patients with Parkinson's disease and changes in the number of saccades compared to healthy subjects indicates the important role of saccades in cognitive processes associated with prediction. The second-we use a prognosing technique is a rather thin tool for identifying as an additional diagnostic tool of the preclinical stage of neurodegenerative diseases, such as Parkinson's disease.

### **КТО И ЗАЧЕМ УНИЧТОЖАЕТ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ: РАЗРАБОТКА, ПРИМЕНЕНИЕ»?** **Савельев А.В.**

журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», издательство «Радиотехника», патентное агентства «©Уникально честное патентование» (Москва), философский факультет, факультет государственного управления, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m539.sudak.ns2019-15/358-359>

Неудачи с нейрокомпьютерами, выразившиеся в застое развития, остановившегося сегодня на уровне 40-х гг. прошлого века, способствовали задуматься концептуальными философскими и предметными вопросами о природе вычислений и моделирования, а также вызвали потребность в 50-60-е гг. прошлого века обратиться к биологии с попыткой внедрения методологии и элементов бионических моделей, поскольку творения, созданные природой неизмеримо более совершенны искусственных технических разработок, **что начало пониматься уже тогда**. В связи с этим в СССР возникло множество ведущих на мировом уровне центров, в том числе, секретных, по изучению функционирования и морфологии нервной системы человека и животных, и, в частности, центров и научных школ изучения нейрона как «атома» мозга. К ним можно отнести созданный по постановлению Совета Министров РСФСР N 224 от 20 апреля 1971 г., до настоящего времени единственный в мире и, как ни странно, до сих пор существующий НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана АН СССР; лабораторию алгоритмического анализа работы мозга, руководитель проф. А.В. Напалков (разработал теорию информационных механизмов работы мозга); лабораторию нейрокибернетики НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, руководитель чл.-корр АМН СССР, проф. Е.А. Умрюхин; НИИ высшей нервной деятельности и нейрофизиологии АН СССР, созданный 14 июля 1950 г. приказом АН СССР № 14/5471/62; НИИ мозга АМН СССР, созданный по ходатайству В.М. Бехтерева в 1924 г. для систематического изучения архитектоники человеческого мозга, а также как Музей мозга; в 1945 году был создан Научно-исследовательский институт неврологии АМН СССР; НИИ биофизики АН СССР (Пушино), был организован в 1952 г; НИИ экспериментальной медицины АН СССР (СПб, 1932 г.); Институт человека при НИИ философии АН СССР, НИИ физиологии и фундаментальной медицины СО АМН СССР, созданный в 1957 г.; кафедра «Биомедицинские технические системы» БМТ-1 МВТУ им. Н.Э. Баумана, первый заведующий которой П.П. Лазарев, имеющий физико-математическое и медицинское высшее образование, избирается профессором МВТУ и организует при нем первую в мире биофизическую лабораторию, в которой изучаются протекающие в организме человека физиологические процессы, далее на её базе в начале 60-х гг. прошлого века был основан факультет «Биомедицинская техника», сейчас всё ещё существующий и являющийся единственным в стране; и многие другие. Все эти центры, лаборатории, кафедры и институты характеризовались междисциплинарностью и были направлены, **прежде всего, на глубочайшее изучение биообъектов и применение результатов в технических системах**. Цель работы. Доклад посвящён уточнению понятия нейрокомпьютинга и проблемам его расширения, связанным с использованием новейших достижений в биологии, методологии и философии, наблюдающимся во всём мире, кроме России, и выяснению причин этого. Нашими усилиями 7 лет назад в журнале «Нейрокомпьютеры: разработка, применение» издательства «Радиотехника», единственном в России специализированном научном журнале по нейрокомпьютерам и втором в мире, начали публиковаться работы междисциплинарного характера с привлечением биологов, медиков, философов с использованием их профессиональных достижений мирового уровня. Однако, начиная с 2019 года при изменении порядка регистрации журнала в Перечне ВАКа произошёл откат его в 40-е годы прошлого века, поскольку журнал стал зарегистрированным в ВАКе только всего по четырём узко техническим специальностям, что не предполагает никакой междисциплинарности и делает его неконкурентоспособным, так как таких журналов теперь — сотни, а был один. Кроме того, наша попытка зарегистрировать его в ВАКе не только по биологическим наукам, но и по философии науки и техники также не удалась, а по этой специальности — философия науки и **техники** зарегистрированы в ВАКе только гуманитарные журналы и ни один технический (!), а это бы делало его тоже

сильно конкурентоспособным. В то время как большинство западных журналов по сходной тематике (Neurocomputing, Neural Networks, IEEE, Communications of the ACM, Geometric Algebra Applications, Automation in Construction, Nature, arXiv и др.) через 3-4 года после нашего переноса упора на междисциплинарность сделали то же самое, наш самый передовой Российский журнал сейчас вернули назад в далёкое прошлое, фактически его, тем самым, уничтожая. До последнего времени это уничтожение отечественной науки, по всей видимости, было политически оправданным, особенно, учитывая 15 статью Конституции, но как быть сейчас в контексте кардинальной смены курса страны на импортозамещение, когда прозападность вдруг начала выходить из столь переменчивой моды? Ведь перенимать у Запада пусть даже бывшее своё уже не получится!

#### **WHO AND FOR WHAT DESTROYS THE SCIENTIFIC JOURNAL "NEUROCOMPUTERS: DEVELOPMENT, APPLICATION"?**

**Saveliev Alexander V.**

Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Philosophy, Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Moscow, Russia; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

Failures with neurocomputers, expressed in the stagnation of development, are today at the level of the 40s last century. Its contributed to the conceptual philosophical and substantive questions about the nature of computation and modeling, and also caused the need for the 50-60-ies last century to turn to biology with an attempt to introduce the methodology and elements of bionic models. Since the creations created by nature are immeasurably more perfect our artificial technical developments. It which began to be understood already then. The report is devoted to clarifying the concept of neurocomputing and the problems of its expansion related to the use of the latest advances in biology, methodology and philosophy that are observed throughout the world, except Russia, and to clarify the reasons for this. Our efforts 7 years ago in the journal "Neurocomputers: development, application" of the publishing house "Radiotekhnika", the only specialized scientific journal on neurocomputers in Russia and second in the world, began to publish interdisciplinary works involving biologists, physicians and philosophers using their professional achievements of the world level. However, starting from 2019, when the journal registration procedure was changed in the VAK List, it rolled back in the 40s of the last century, since the journal became registered in the VAK only in four narrowly technical specialties, which does not imply any interdisciplinarity and makes it uncompetitive, there are now hundreds of such journals, but there was one. In addition, our attempt to register it in the VAK, not only in the biological sciences, but also in the philosophy of science and technology, also failed. Now in this specialty - philosophy of science and technology - are registered only humanitarian journals and no technical (!). If our journal was registered in the VAK it that would make it very competitive too. While most Western journals on similar topics (Neurocomputing, Neural Networks, IEEE, Communications of the ACM, Geometric Algebra Applications, Automation in Construction, Nature, arXiv, and others) after 3-4 years after our transfer of the emphasis on interdisciplinarity made too, now there returne back our Russian journal to the distant past, in fact, its thereby, destroying it. Until recently, this destruction of domestic science seemed to be politically justified, especially considering the 15th article of the Constitution, but what about the current situation in the context of a cardinal change in the country's import substitution, when pro-Westernness suddenly began to go out of such a changeable fashion? After all adopt from the West, even if its former our, is no longer possible!

#### **К ВОПРОСУ СУЩЕСТВОВАНИЯ НЕЙРОКОМПЬЮТЕРОВ**

**Савельев А.В.**

Журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение»; издательство «Радиотехника», патентное агентства «©Уникально честное патентование»; философский факультет, факультет государственного управления; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; [gmkristo@yandex.ru](mailto:gmkristo@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m540.sudak.ns2019-15/359-360>

Понятие *нейрокомпьютинга и нейрокомпьютера* на протяжении развития вычислительной и моделирующей техники, а также биологии, менялось от подъёмов до спадов, испытыв при этом не одну волну повышения и понижения интереса к нему, соответственно. Первым нейрокомпьютером, как бы того ни не хотели наши «партнёры», необходимо считать нейрокомпьютер с нефоннеймановской и нетьюринговой архитектурой **Семёна Николаевича Корсакова**, о котором проведено немало исследований и который до сих пор с 1832 г. демонстрируется в доме-музее С.Н. Корсакова в г. Дубне. А также вместе с ним первые перфоленты, перфокарты, перфоратор, устройства ввода информации и тд., изобретённые им за 50 лет до переоткрытия их британскими учёными, которых почему-то все знают (Бэббидж, Голлерит). К сожалению, тогда по причине непонятости идей С.Н. Корсакова британскими учёными, о Корсаковских идеях и устройствах забыли на долгие годы, пока кривой путь развития, как это часто бывает в науке, временно направленный в сторону примитивизма и деградации, не справился с этим и, благодаря возникновению других средств, а именно, внедрению электричества, с неизбежностью не привёл его обратно но уже на новом уровне.

Существуют мнения, что нейрокомпьютеры — это гибрид аналоговой и цифровой обработки информации. Автор не разделяет эту точку зрения, поскольку импульсные сигналы ещё совсем не обязаны быть цифровыми, а где же в биологическом нейроне цифровые сигналы, цифровой двоичный или двоично-п-адический код? При неответе на этот вопрос следует признать, что нейрокомпьютеры никак не соотносятся с приставкой *«нейро-»* и представляют собой не более, чем обычные компьютеры или же программы для них на языках программирования и в машинных кодах. Тем не менее, аналоговые вычислительные машины, на наш взгляд незаслуженно забытые, и ещё ждущие великого ренессанса с



вытеснением всей так перевозимой нами цифровой техники, гораздо ближе по способу обработки и, главное, преобразованию информации к процессам, происходящим в нервной системе. В связи с чем, можно считать вторым после Корсаковского нейрокомпьютером в мире, он же и первый аналоговый компьютер – академика **Алексея Николаевича Крылова**, разработанного им в 1904 г. для моделирования качки корабля путём практически мгновенного решения моделированием результата дифференциальных уравнений 3-го порядка. С 20 по 50-е гг. СССР занял лидирующие позиции в мире по электрическим аналоговым компьютерам. Настольная аналоговая моделирующая вычислительная машина МН-7 (моделирующий квази-нейрокомпьютер) разработана в 1955 г. и была предназначена для решения обыкновенных, как линейных, так и нелинейных дифференциальных уравнений до 6-го порядка. Главный конструктор — Ушаков В.Б., Основные разработчики — Петров Г.М., Скачкова А.И., Панов В.А., Точилев В.Д. Выпускалась длительное время Пензенским заводом САМ. По количеству выпущенных машин ей нет равных среди советских АВМ. Также первая в мире полупроводниковая АВМ МН-10 разработана в 1957 г., имела шкалу 25В, предназначалась для решения любых обыкновенных дифференциальных уравнений до 6-го порядка. Руководители разработки— Ушаков В.Б.и Петров Г.М. Основные разработчики — Лакунин Н.Б., Панов В.А., Степин В.С., Григорьев Г.В. После модернизации в 70-х годах выпускалась серийно. Интересной разработкой был гидравлический аналоговый моделирующий квази-нейрокомпьютер **Владимира Сергеевича Лукьянова** ИГ-1, созданный в 1936 г. — первый в мире компьютер для решения дифференциальных уравнений в частных производных, на протяжении полувека был единственным средством вычислений в мире, связанных с широким кругом задач математической физики. После организации серийного производства ИГ-1 стали экспортироваться за границу: в Чехословакию, Польшу, Болгарию, Китай и др. Но самое большое распространение они получили в нашей стране. С их помощью провели научные исследования в поселке "Мирный", моделирование вечной мерзлоты, расчеты проекта Каракумского канала и Байкало-Амурской магистрали. Квази-нейрокомпьютеры ИГ-1 успешно использовались в шахтостроении, геологии, строительной теплофизике, металлургии, аэродинамике, ракетостроении, атомной энергетике и во многих других областях. Интересно, что появившиеся потом цифровые вычислительные машины достаточно долго не могли конкурировать с ним ни по скорости вычислений и преобразования информации, ни по энергопотреблению, ни по габаритам, ни по стоимости, ни по чувствительности к радиации, ни по сложности использования, так как требовали сложного программирования, от чего был полностью свободен квази-нейрокомпьютер. Всё это говорит об отсутствии понятия реального нейрокомпьютера сегодня и преимущественного использования бренда «нейро-» лишь в рекламных целях, маскируя под ним тривиальные аппроксимационные задачи, методы решения которых заложены в 17-18 веке. Чтобы разрешить этот вопрос и спасти нейрокомпьютинг от вырождения необходимо обратиться к биологическим, медицинским и философским наукам, не боясь междисциплинарности.

#### **TO THE QUESTION OF THE EXISTENCE OF NEUROCOMPUTERS** **Saveliev Alexander V.**

Journal "Neurocomputers: development, application"; Radiotekhnika publishing house, patent agency "Uniquely fair patenting"; Faculty of Philosophy, Faculty of Government Administration; Moscow State University by M.V. Lomonosov, Moscow, Russia; gmkristo@yandex.ru

There are opinions that neurocomputers are a hybrid of analog and digital information processing. The author does not share this point of view, since the pulse signals are not at all required to be digital, but where are the digital signals in the biological neuron, the digital binary or binary-n-adic code? If there is no answer to this question, it should be recognized that neurocomputers do not correlate in any way with the prefix "neuro" and are nothing more than ordinary computers or programs for them in programming languages and in machine codes. Nevertheless, analog computers, in our opinion, undeservedly forgotten, and still waiting for the great renaissance with the crowding out of all the digital technology we praise so much. They are much closer in terms of processing and, most importantly, the transformation of information to the processes occurring in the nervous system. Interestingly, digital computers that appeared later could not compete with it for the computational and information conversion speed, energy consumption, size, or cost, or sensitivity to radiation, or complexity of use, as they required complicated programming, from which the quasi-neurocomputer was completely free. All this speaks about the absence of the concept of a real neurocomputer today and the predominant use of the brand "neuro" only for advertising purposes, masking under it the trivial approximation tasks, the methods for solving which were laid down in the 17th – 18th century. To resolve this issue and save neurocomputing from degeneration, it is necessary to turn to the biological, medical and philosophical sciences, without fear of interdisciplinarity.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ГЕМОЛИКВОРОДИНАМИКИ НА РИТМЫ ЭЭГ ПРИ ПАССИВНЫХ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАГРУЗКАХ** **Сагиров А. Ф.<sup>1</sup>, Гусева Н.Л.<sup>2</sup>, Сергеев Т.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>ФГБНУ Институт экспериментальной медицины, г. Санкт-Петербург, Россия; arlan.sagirov@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m541.sudak.ns2019-15/360-361>

Изучение структуры и функций нервной ткани в последние годы дало множество интересных данных о процессах, происходящих в ней, и продолжает существенно прогрессировать. Однако работ, описывающих взаимосвязи данной ткани с кровеносной и ликворной системами, которые поддерживают её жизнеспособность и нормальное функционирование, относительно немного.

Данное исследование сосредоточено на изучении влияния гемодинамики и ликвородинамики на функциональное состояние головного мозга, которое вносит значимый вклад в его биоэлектрическую активность. Теоретической основой исследования являются данные о церебральной ауторегуляции,

процесса поддержания кровоснабжения мозга в условиях перепадов кровяного давления, сюда же входят концепт нейроваскулярной единицы – функциональной совокупности нейронов, астроцитов и клеток сосудистой стенки, а также понятие нейроваскулярного сопряжения, являющееся ответом мозговой гемодинамики на изменение активности нейронов и их метаболизма, проявляющееся в виде функциональной церебральной гиперемии (Iadecola C., 2004; Girouard H, Iadecola C., 2006; Zonta, M., 2003; Attwell et al., 2010; Gordon et al., 2011, Wolf M.E., 2015). Одним из основных утверждений в работах, раскрывающим вышеперечисленные определения, постулируется, что астроциты являются микросредой для нейронов, а также играют роль посредников между последними и кровеносной системой мозга, обеспечивая между ними прямую связь. Ликворная система большей частью занимает пассивное положение в нейроваскулярных взаимодействиях, в основном, следуя за явлениями, подчиняющихся физическим законам (гравитация, осмос, давления столба жидкости и пр.), что отражено в исследованиях Oreskovic, Klarica, Bulat (2010, 2011). Хотя, возможно, вклад данной системы возрастает при некоторых патологических состояниях мозговой ткани, например, при гидроцефалии, опухолях и травмах ЦНС.

Наше исследование направлено на обнаружение обратной зависимости между нервной тканью мозга и кровеносной системой в совокупности с ликворной. То есть целью нашей работы является обнаружение и оценка влияния гемоликвородинамических изменений при постуральных нагрузках, в частности, при антиортостатическом положении тела, на нейрональную активность, которая фиксируется посредством регистрации и анализа ритмов ЭЭГ, а также данных реоэнцефалографии, отражающих особенности кровенаполнения головного мозга во время опыта.

### **THE STUDY OF CHANGES IN THE BLOOD AND CEREBROSPINAL FLUID CIRCULATIONS IMPACTING THE RHYTHMS OF THE EEG DURING PASSIVE POSTURAL LOADS**

**Sagirov Arlan F.<sup>1</sup>, Guseva Nadezhda L.<sup>2</sup>, Sergeev Timofei V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia; <sup>2</sup>FSBSI, Institute of Experimental Medicine, Saint-Petersburg, Russia; arlan.sagirov@gmail.com

For past several years studies on structure and function of neural tissue have provided us with interesting and still updating data about the processes taking place in it. However, there is not enough scientific work, describing interrelations between the tissue and blood and cerebrospinal fluid circulation systems, latter of which sustain its viability and normal functioning.

The research is concentrated to investigate the influence of blood and cerebrospinal fluid circulations on functional state of the brain, which gives an important contribution to its bioelectrical activity. The theoretical background of the study are findings about cerebral autoregulation, which is the sustaining process of the brain blood perfusion in conditions of blood pressure instability; the concept of neurovascular unit, describing the functional complex of neurons, astrocytes and blood vessel cells; and, finally, neurovascular coupling, that is basically a response of brain blood circulation to changes in neuronal activity and metabolism, leading to functional cerebral hyperemia (Iadecola C., 2004; Girouard H, Iadecola C., 2006; Zonta, M., 2003; Attwell et al., 2010; Gordon et al., 2011, Wolf M.E., 2015). It is argued by one of the main statements in the studies, covering mentioned definitions, that astrocytes play a role of microenvironment for neurons and also take intermediary part in interactions with blood circulation system of the brain, providing direct communication between those. Relying on the studies of Oreskovic, Klarica, Bulat (2010, 2011) it can be assumed, that cerebrospinal fluid circulation system mostly takes a passive participation in neurovascular interactions, simply following effects bounded to the laws of physics (gravitation, osmosis, the pressure of the liquid column, etc.). Nevertheless, increased impact of this system during some pathologic conditions, for example, hydrocephalus, tumor or injury of CNS is also possible.

Our research is accentuated on discovering the feedback connection between nervous tissue of the brain on one side and blood and cerebrospinal fluid circulation systems on the other. So, the main goal of our work is detecting and evaluating the influence of changes in blood and cerebrospinal fluid circulation dynamics during postural loads, particularly, in antiorthostatic body position, on neuronal activity, which is recorded by registration and analysis of EEG rhythms, and also with the help of reoencephalography, cerebral blood flow properties can be measured simultaneously in the experiment.

### **ВЛИЯНИЕ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОНОВ МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА МОЗГА**

**Садртдинова И.И., Хисматуллина З.Р.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Башкирский государственный университет" г.Уфа, Россия; [indira.ildarovna@mail.ru](mailto:indira.ildarovna@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m542.sudak.ns2019-15/361-362>

Миндалевидный комплекс (МК) мозга является важным звеном репродуктивной системы организма, участвуя в процессах половой дифференциации, полового созревания, регуляции секреции гонад и формирования полового поведения. При осуществлении всех этих функций МК оказывает влияние на активность гипоталамических центров регуляции секреции гонадотропинов через двусторонние связи с преоптической областью и гипоталамическими ядрами. МК мозга является одной из зон полового диморфизма. Передний отдел МК содержит зоны полового диморфизма, которые представлены передней амигдаллярной областью (ААА) и передним кортикальным ядром (СОа). Целью исследования явилось изучение морфометрических параметров нейронов структур переднего отдела миндалевидного комплекса мозга. Исследование выполнено на половозрелых самках крыс линии WAG/Rij массой тела 180–200 г., n=30 (контрольная группа n=10, овариозэктомизированная группа n=10, группа овариозэктомизированные самки с последующей заместительной гормональной терапией n=10) в возрасте 6 мес. Хирургическую овариозэктомию проводили под эфирным наркозом по общепринятой методике. Заместительную терапию проводили 17β-эстрадиола в комбинации с прогестероном. Головной мозг извлекали и фиксировали в 10%

растворе формалина, изготавливали фронтальные срезы толщиной 10 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином. Далее проводили морфометрию ядра и цитоплазмы с использованием компьютерной программы Levenhuk Toup View Copyright (C) 2003-2014, вычисляли ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО). Статистическая обработка данных производилась в программе «Statistica v.10.0» Результаты морфометрического исследования являются свидетельством того, что экспериментально вызванный дефицит половых гормонов приводит к увеличению ЯЦО нейронов как ААА, так и СОа: с  $0,68 \pm 0,62$  до  $1,36 \pm 0,16$  и с  $0,97 \pm 0,14$  до  $1,87 \pm 0,2$ , соответственно ( $p < 0,05$ ). Это свидетельствует о существенном понижении функциональной активности нейронов. После заместительной гормональной терапии морфометрические показатели приближались к контрольным значениям и ЯЦО составило -  $1,04 \pm 0,12$  и  $1,27 \pm 0,09$ , соответственно. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что уровень половых гормонов оказывает существенное влияние на ЯЦО нейронов основных зон полового диморфизма МК мозга крыс, что может быть основой для объяснения механизмов патологических и компенсаторно-восстановительных реакций нервной ткани лимбической системы.

## THE EFFECT OF FEMALE SEX HORMONES ON THE MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF NEURONS OF THE BRAIN'S AMYGDALA

Sadrtdinova Indira I., Khismatullina Zukhra R.

"Bashkir State University", Ufa, Russia; [indira.ildarovna@mail.ru](mailto:indira.ildarovna@mail.ru)

The amygdala of the brain is an important link in the reproductive system of the body, participating in the processes of sex differentiation, puberty, regulation of gonad secretion and the formation of sexual behavior. In the implementation of all these functions, MK affects the activity of the hypothalamic centers of regulation of the secretion of gonadotropins through bilateral ties with the preoptic region and the hypothalamic nuclei. MK brain is one of the zones of sexual dimorphism. The anterior section of the amygdala contains zones of sexual dimorphism, which are represented by the anterior amygdaloid area (AAA) and the anterior cortical core (COa). The aim of the research was to study the morphometric parameters of the neurons of the structures of the amygdaloid complex of the brain. The study was performed on adult WAG / Rij female rats weighing 180–200 g,  $n = 30$  (control group  $n = 10$ , ovariectomized group  $n = 10$ , ovariectomized females group with subsequent hormone replacement therapy  $n = 10$ ) at the age of 6 months Surgical ovariectomy was performed under ether anesthesia according to the standard technique. Substitution therapy was performed with  $17\beta$ -estradiol in combination with progesterone. The brain was removed and fixed in 10% formalin solution, frontal sections were prepared with a thickness of 10  $\mu$ m, which were stained with hematoxylin and eosin. Then, morphometry of the nucleus and cytoplasm was performed using the computer program Levenhuk Toup View Copyright (C) 2003-2014, the nuclear-cytoplasmic ratio was calculated. Statistical data processing in the "Statistica v.10.0" program was performed. The results of a morphometric study are evidence that the experimentally induced shortage of sex hormones leads to an increase in the nuclear-cytoplasmic ratio of neurons in both the anterior amygdaloid area and the anterior cortical nucleus: from  $0.68 \pm 0.62$  to  $1.36 \pm 0.16$  and from  $0.97 \pm 0.14$  to  $1.87 \pm 0.2$ , respectively ( $p < 0.05$ ). This indicates a significant decrease in the functional activity of neurons. After hormone replacement therapy, the morphometric parameters were close to the control values and the nuclear-cytoplasmic ratio was  $-1.04 \pm 0.12$  and  $1.27 \pm 0.09$ , respectively. The analysis of the results suggests that the level of sex hormones has a significant effect on the nuclear-cytoplasmic ratio neurons of the main zones of sex dimorphism in rat's amygdala of the brain, which may be the basis for explaining the mechanisms of pathological and compensatory-restorative nervous system responses of the limbic system.

## АНТИОКСИДАНТНОЕ ДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЭКСТРАКТОВ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АЛОЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

Сажина Н.Н.<sup>1</sup>, Лапшин П.В.<sup>2</sup>, Загоскина Н.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия; [natnik48s@yandex.ru](mailto:natnik48s@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m543.sudak.ns2019-15/362-363>

В настоящее время в мире насчитывается более 500 видов Алое. Они являются важными источниками биологически активных веществ и проявляют различные виды биологической активности: антибактериальную и противовирусную, антиоксидантную, гепатопротекторную, антидиабетическую и антигиперлипидемическую, противораковую, иммуномодулирующую, нейропротекторную и т.д. Препаратами из алое издавна помогали лечить такие нервно-психические недуги, как: головная боль, меланхолия, шизофрения, навязчивые идеи, эти препараты также служили для усиления памяти, улучшения сна и повышения интеллекта. Фармакологическая активность компонентов экстрактов Алое на центральный и периферическую нервные системы выражается: в седативном и гипнотическом эффектах, нейропротекторной и анальгезирующей активности, в улучшении когнитивных расстройств, защите от мозговой ишемии. На основе компонентов Алое разрабатываются лекарства против болезней Альцгеймера, Паркинсона, эпилепсии и депрессии. Одна из причин этих болезней – окислительный стресс, обусловленный перекисным окислением липидов (ПОЛ) в мембранах нервных и мозговых клеток, поэтому для ингибирования окислительного процесса важно найти Алое с высоким содержанием активных антиоксидантов.

В настоящей работе на модели инициированного окисления липосом фосфатидилхолина (ФХ) проведено сравнение ингибирующей активности экстрактов листьев трех видов Алое: *A. arborescens*, *A. pillansii* и *A. squarrosa*, а также суммарного содержания в них фенольных соединений. Липосомы ФХ в данном случае служат моделью для изучения биохимических процессов в мембранах живых клеток человека и животных, в частности ПОЛ, и подавления окисления компонентами экстрактов Алое,

встроенных в липосомы. В работе установлено, что экстракт *A. pillansi* обладает примерно в 12 раз большей ингибирующей активностью, чем экстракт *A. arborescens*, и в 4 раза, чем *A. squarrosa*. Измеренные методом Фолина –Чокольтеу значения суммарного содержания фенольных соединений показали при этом значительно меньшую разницу между этими экстрактами. Это может свидетельствовать о существовании в листьях *A. pillansi* более сложного антиоксидантного профиля, чем у *A. arborescens*, и высокой концентрации активных фенольных метаболитов. Результаты работы позволяют рекомендовать *A. pillansi* для более углубленного изучения его биологической активности в отношении различных нейро-дегенеративных нарушений и создания на его основе необходимых медицинских препаратов.

#### ANTIOXIDANT ACTION OF COMPONENTS IN SOME ALOE SPECIES EXTRACTS AND THEIR USE IN MEDICAL PRACTICE

Sazhina Natalya N.<sup>1</sup>, Lapshin Peter V.<sup>2</sup>, Zagoskina Natalya V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, <sup>2</sup>Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [natnik48s@yandex.ru](mailto:natnik48s@yandex.ru)

In the world there are now more than 500 Aloe species. They are important sources of biologically active compounds and demonstrate different types of biological activity: antibacterial and anti-virus, antioxidant, hepatoprotective and neuroprotective, anti-diabetic and anti-hyperlipodemic, antineoplastic and anticarcinogenic etc. Aloe preparations were used for the treatment of headache, melancholy, schizophrenia, obsessions, and also for enhancing the intelligence, strengthening the memory and disturbed sleep. The pharmacological activity of Aloe extract components on central and peripheral nervous systems is expressed: in sedative and hypnotic effects, neuroprotective and analgesic activities, in improvement of cognitive frustrations, protection against a brain ischemia. On the basis of Aloe components drugs against Alzheimer's, Parkinson's diseases, epilepsy and depression are developed. One of the reasons of these diseases – the oxidative stress caused by peroxide oxidation of lipids (POL) in membranes of nervous and brain cells therefore for oxidation process inhibition it is important to find Aloe species with the high content of active antioxidants.

In present work on the model of initiated oxidation of phosphatidylcholine liposomes (CH) comparison of the inhibiting activity of leave extracts for three Aloe species: *A. arborescens*, *A. pillansii* and *A. squarrosa* were carried out. The total contents of phenolic compounds in them were defined. CH-liposomes in this case serve as model for studying of biochemical processes in membranes of living cells of the person and animals, in particular peroxide oxidation of lipids (POL), and oxidation suppression by components of Aloe extracts, built in liposomes. It is established that *A. pillansi* extract has approximately by 12 times higher values of inhibiting activity, than *A. arborescens* extract, and by 4 times, than *A. squarrosa*. Measured by Folin's method values of the total content of phenolic compounds showed considerably smaller difference between these extracts. It can demonstrate existence in *A. pillansi* leaves of more difficult antioxidant profile, than in *A. arborescens* leaves, and high concentration of active phenolic metabolites.

Results of work allow recommending *A. pillansi* for more profound studying of its biological activity concerning various neuro-degenerative diseases and creation on its basis of necessary medications.

#### ПРОБЛЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ РИСКА РАЗВИТИЯ ЯТРОГЕННЫХ МОТОРНЫХ РАССТРОЙСТВ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

М.С. Сайфутдинов, Е.Н. Щурова, С.О. Рябых

ФБГУ Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова Минздрава РФ, Курган, Россия. [maratsaif@yandex.ru](mailto:maratsaif@yandex.ru)

В настоящее время для предупреждения интраоперационных повреждений моторных путей спинного мозга в процессе оперативной коррекции деформации позвоночника используется перманентный контроль их функционального состояния с помощью транскраниально вызванных моторных потенциалов. Главным обстоятельством, осложняющим использование данного метода является наличие ложно положительных реакций, вызванных действием факторов, напрямую не связанных с действиями хирурга. **Гипотеза:** Уровень риска развития ятрогенных моторных расстройств при хирургической коррекции деформации позвоночника связан с частотой встречаемости исходной недостаточности электрофизиологических признаков и паттернов интраоперационного снижения проводниковой функции пирамидной системы. **Цель:** разработка количественного показателя уровня риска интраоперационного возникновения ятрогенных моторных расстройств в процессе хирургической коррекции деформации позвоночника на основе данных текущего нейрофизиологического контроля. **Материалы и методы:** 288 больным 12,6±0,35 лет под контролем интраоперационного нейромониторинга проведена хирургическая коррекция деформациями позвоночника. Характер изменения моторных вызванных потенциалов оценивался по предложенной ранее ранговой шкале. Рассчитывалась частота встречаемости разных вариантов изменений значений рангов состояния пирамидной системы в процессе операции и появления в связи с ними послеоперационных моторных нарушений. **Результаты.** Путём сопоставления вероятностей разной степени изменений проводниковых свойств пирамидных путей во время операции с частотой наблюдений послеоперационного моторного дефицита количественно оценивалась возможная связь между этими феноменами. Предложен способ расчёта показателя риска возникновения послеоперационных моторных расстройств в зависимости от максимального ранга реакции пирамидной системы на хирургическую агрессию. Степень нарушения температурно-болевого чувствительности до и после оперативной коррекции деформации позвоночника коррелирует с предложенной нами шкалой типов реакций проводящих путей спинного мозга на хирургическую агрессию. Связь типа реакции с характеристиками температурно-болевого чувствительности в большей степени проявляется для результатов тестирования порогов боли от горячего. **Заключение.** Разработанная нами система ранговой оценки изменений моторных вызванных потенциалов в процессе хирургической коррекции деформации позвоночника позволяет количественно выразить степень риска

возникновения послеоперационных моторных расстройств и соответственно отслеживать уровень тревоги для нейрохирурга при проведении отдельных этапов оперативного вмешательства.

**THE PROBLEM OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE RISK LEVEL OF IATROGENIC MOTOR DISORDERS DEVELOPMENT AFTER SURGICAL CORRECTION OF SPINAL DEFORMITY ACCORDING TO THE RESULTS OF NEUROPHYSIOLOGICAL CONTROL**

**Saifutdinov M.S., Shchurova E.N., Ryabykh S.O.**

Federal State Budgetary Institution "Russian Ilizarov Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopaedics" of Minzdrav of RF, Kurgan, Russian Federation

Currently, to prevent intraoperative damage to the motor pathways of the spinal cord in the process of operative correction of spinal deformity, permanent control of their functional state using transcranially induced motor potentials is used. The main factor complicating the use of this method is the presence of false positive reactions caused by the action of factors not directly related to the actions of the surgeon. **Hypothesis:** The risk of developing iatrogenic motor disorders in the surgical correction of spinal deformity is related to the frequency of occurrence of the initial failure of electrophysiological signs and patterns of intraoperative reduction of the conduction function of the pyramidal system. **Purpose:** development of quantitative index of risk level of intraoperative iatrogenic motor disorders during surgical correction of spinal deformities based on data of current neuro-physiological monitoring. **Material and methods:** 288 patients at the age of  $12.6 \pm 0.35$  years underwent surgical correction of spinal deformities under control of intraoperative neuro-monitoring. The character of changes of motor evoked potentials was evaluated according to proposed earlier ranking scale. We calculated frequency of occurrence of various variants of rank changes of somatic motor system during the surgery and occurrence of postoperative motor disorders in connection with them. **Results.** By correlating probabilities of intraoperative changes of pyramidal tract conductive properties of various degrees of manifestation with frequency of observation of postoperative motor deficit we performed quantitative evaluation of possible connection between these phenomena. We introduced a way to calculate the risk of postoperative motor disorders depending on the maximal rank of reaction of the somatic motor system to surgical aggression. The extent of disturbed preoperative and postoperative thermal and pain sensations before and after correction of spinal deformities correlated with the response type scale of the spinal cord pathways to the surgical correction we offered. Correlation between the response type and characteristics of thermal and pain sensations was mostly revealed by the test results for the thermal pain threshold. **Conclusion.** We developed a system of ranking changes of motor evoked potentials during surgical correction of spinal deformities; this system allowed us to give quantitative expression of the risk of postoperative motor disorders and to monitor the level of anxiety for the neurosurgeon during separate stages of surgical intervention.

**МАТЕРИНСКАЯ ЗАБОТА И ДИЕТА КАК МЕТОДЫ ЭПИГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКИ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ФЕНОТИПА: ABSENCE-ЭПИЛЕПСИЯ С КОМОРБИДНОЙ ДЕПРЕССИЕЙ**  
**Саркисова К.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [karine.online@yandex.ru](mailto:karine.online@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m544.sudak.ns2019-15/364-365>

Фенотип организма является результатом взаимодействия генов и окружающей среды, которая вызывает эпигенетические модификации генома. В отличие от генетических изменений, эпигенетические модификации являются более динамичными и часто обратимыми, и поэтому могут быть изменены факторами окружающей среды. Материнская забота и диета являются наиболее существенными факторами окружающей среды, влияющими на последующий фенотип потомства. Можно предположить, что дефицит материнской заботы, обусловленный материнской депрессией, и обедненная метильными группами материнская диета могут вызвать эпигенетические модификации у потомства, приводящие к неврологическим и психическим заболеваниям, включая эпилепсию и депрессию. Цель наших исследований – проверить, могут ли повышенный уровень материнской заботы в раннем возрасте и метил-обогащенная диета матери, которая влияет на метилирование ДНК и экспрессию генов, модифицировать генетически детерминированный патологический фенотип у крыс линии WAG/Rij, являющихся моделью absence-эпилепсии с коморбидной депрессией. ЭЭГ и поведение в тесте вынужденного плавания регистрировали у потомства крыс линии WAG/Rij, воспитанного собственными и приемными матерями с низким (самки WAG/Rij) и высоким (самки Wistar) уровнем проявления материнской заботы, а также рожденного матерями, потреблявшими контрольную диету или диету, обогащенную донорами метильных групп, в течение одной недели до спаривания, во время беременности и в течение одной недели после рождения детенышей. Анализ материнского поведения показал, что у матерей WAG/Rij по сравнению с матерями Wistar меньше длительность физических (тактильных) контактов с детенышами и число реакций вылизывания детенышей (тактильная стимуляция). Кроме того, самки WAG/Rij демонстрировали депрессивно-подобное поведение как до беременности, так и после рождения детенышей. Установлено, что воспитание приемной матерью Wistar с высоким уровнем проявления материнской заботы, а также метил-обогащенная диета собственной матери, приводящая к усилению метилирования ДНК, подавляют экспрессию absence-эпилепсии и коморбидной депрессии у взрослого (7-8-месячного) потомства крыс линии WAG/Rij. Результаты свидетельствуют о том, что усиление ранней материнской заботы, прежде всего тактильной стимуляции, а также метил-обогащенная материнская диета могут быть использованы для эпигенетической коррекции генетически детерминированной патологии, такой как absence-эпилепсия с коморбидной депрессией.

*Работа частично поддержана грантом РФФИ № 13-04-01051а.*

## **MATERNAL CARE AND DIET AS METHODS FOR EPIGENETIC CORRECTION OF GENETICALLY DETERMINED PHENOTYPE: ABSENCE EPILEPSY WITH COMORBID DEPRESSION**

**Sarkisova Karine Yu.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of Russian Academy of Science, Moscow, Russia;  
[karine.online@yandex.ru](mailto:karine.online@yandex.ru)

An organism's phenotype results from gene and environment interactions, which are mediated by epigenetic modifications of the genome. Unlike genetic changes, epigenetic modifications are more dynamic and are often reversible, and therefore can be modified by environmental factors. Maternal care and diet are the most relevant environmental factors influencing the later-life phenotype in offspring. It may be assumed that deficits in maternal care due to maternal depression and methyl donors-depleted maternal diet can induce epigenetic modifications in the offspring leading to neurologic and psychiatric diseases, including epilepsy and depression. The aim of our studies was to examine whether improved maternal care early in development and methyl-enriched diet, which impacts DNA methylation and gene expression, could modify genetically determined pathologic phenotype in the WAG/Rij rat model of human absence epilepsy with comorbid depression. EEG and behavior in the forced swimming test were registered in WAG/Rij offspring reared by their own and foster mothers with low (WAG/Rij females) and high (Wistar females) level of maternal care, as well as born to mothers fed control diet or diet enriched with methyl donors for one week before mating, during pregnancy and for one week after the birth of pups. Analysis of maternal behavior showed that the duration of physical (tactile) contacts with pups is shorter and the number of pups licking (tactile stimulation) is smaller in WAG/Rij mothers compared with Wistar mothers. Moreover, WAG/Rij females demonstrated depression-like behavior both before pregnancy and after parturition. It has been found that rearing by foster Wistar mother with high level of maternal care, as well as methyl-enriched diet of own mother, leading to increases in DNA methylation, counteract the expression of absence epilepsy and comorbid depression in adult (7-8-months old) offspring of WAG/Rij rats. Results suggest that increased early maternal care, especially tactile stimulation, and maternal methyl-enriched diet could be used for epigenetic correction of genetically determined pathology, such as absence epilepsy with comorbid depression.

*This work was partially supported by RFBR grant № 13-04-01051a.*

## **ДИНАМИКА ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ У ВАХТОВЫХ РАБОЧИХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА КАК МАРКЕР РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ УТОМЛЕНИЯ**

**Сарычев А.С.<sup>1</sup>, Шимановская Я.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Северный государственный медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации, Архангельск, Россия, [k69069@yandex.ru](mailto:k69069@yandex.ru)

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Российский государственный социальный университет, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m545.sudak.ns2019-15/365-366>

Для раннего выявления формирующегося утомления у вахтовиков, осуществляющих трудовую деятельность с использованием различных типов вахтовой организации труда в Арктическом регионе, проводилось определение и оценка косвенных показателей работоспособности, которые, как известно, ухудшаются на две-три недели раньше, чем её прямые критерии. С этой целью проводилось динамическое обследование вахтовиков (n=76), осуществлявших трудовую деятельность с использованием экспедиционного и экспедиционно-вахтового методов труда (формула режима труда и отдыха РТО 12×12/52+52; и РТО (12×12/24+24). С целью максимальной объективизации регистрируемых данных использовался тест «самочувствие-активность-настроение» (САН) пятикратно в динамике вахтового периода. Математический анализ полученных результатов по завершению когортных проспективных исследований проводился с помощью пакета SPSS 13.0. Результаты представлялись в виде медианы (Md), 25 и 75 процентилей. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05. Были установлены однонаправленные изменения комплексной самооценки у вахтовиков, независимые от типа вахтовой организации труда в Арктике. Число рабочих у которых регистрировалось нормальное самочувствие, двигательная активность и адекватное восприятие обстановки варьировало от 39,3 до 64,3% от их общего числа на вахте. Прогрессивно снижалось число рабочих находящихся в состоянии возбуждения, с двигательной и эмоциональной расторможенностью с 30-42% в начале вахты до 12-25% к её завершению, параллельно регистрировалось увеличение числа вахтовиков у которых было снижено настроение, двигательная активность и самочувствие с 17,1-17,9% в начале, до 21,4-26,8% в завершении вахты ( $y=4,878x+11,382$ ;  $R^2=0,9231$ ). Увеличение разницы между величинами исследуемых параметров более чем на 0,6 балла по сравнению с исходными, может свидетельствовать об изменении функционального состояния коры головного мозга, нарастающей астенизации и снижении работоспособности обследуемых. К завершению вахтового периода более четверти рабочих находилось в состоянии сниженной активности, самочувствия и настроения. Это позволяет предполагать завершение периода устойчивой работоспособности, снижение производительности и эффективности труда на фоне нарастающего утомления, что может использоваться для коррекции формулы РТО у работающих с использованием различных типов вахтовой организации труда в Арктике.

## THE DYNAMICS OF PSYCHOLOGICAL CONDITION IN THE STATEMENT OF THE ARCTIC REGIONAL WORKING REGIONS AS A MARKER OF DEVELOPING FATIGUE

Sarychev Aleksandr S.<sup>1</sup>, Shimanovskaya Ynina V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State budget institution of higher education "Northern State Medical University," the Ministry of Health of the Russian Federation, Arkhangelsk, Russia, k69069@yandex.ru.

<sup>2</sup>Federalnoe State Educational Institution of Higher Professional of Education Russian State Social University, Moscow, Russia

For early detection of emerging fatigue in shift workers engaged in labor activity with the use of different types of shift work organization in the Arctic region, carried out identification and evaluation of indirect measures of performance, which are known to worsen for two or three weeks earlier than its direct criteria. For this purpose, a dynamic survey of shift workers ( $n = 76$ ) was carried out, which carried out labor activities using expeditionary and expeditionary rotational methods of work (formula of work and rest RTO  $12 \times 12/52+52$ ; and RTO  $(12 \times 12/24+24)$ ). In order to maximize objectification recorded data used test "health-activity-mood" (SAN) in a fivefold dynamic shift period. Mathematical analysis of the results obtained on completion cohort prospective studies carried out using SPSS 13.0 packet. Results were presented as medians (Md), 25 and 75 percentiles. The critical level of significance ( $p$ ) taken as equal to 0.05.

It was installed unidirectional changes in comprehensive self-assessment in shift workers, independent of the type of shift work organization in the Arctic. The number of workers who recorded normal well-being, physical activity and adequate perception of the situation varied from 39.3 to 64.3% of their total number on the shift. Progressively decreased the number of working in a state of excitement, a motor and emotional disinhibition with 30-42% in the beginning to watch it to 12-25% completion, increasing the number of registered parallel shift workers who have been lowered mood, motor activity, and being from 17.1-17.9% in the beginning to completion in 21.4-26.8% watch ( $y=4,878x+11,382$ ;  $R^2 = 0,9231$ ). Increasing the difference between the values of the parameters studied on more than 0.6 points compared to baseline may be indicative of change in the functional state of the cerebral cortex, increasing asthenia and reducing health subjects.

By the end of the shift period of a quarter of working in a state of reduced activity state of health and mood. This suggests the completion of a stable performance period, the decline in productivity and efficiency against the background of growing fatigue that can be used for correction formula RTO in working with different types of shift work organization in the Arctic.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ «ПОЛЕНЕЗАВИСИМОСТЬ/ПОЛЕЗАВИСИМОСТЬ» С УСПЕШНОСТЬЮ УСВОЕНИЯ МАТЕМАТИКИ Сейферт И.В.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, Россия, [sivis@inbox.ru](mailto:sivis@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m546.sudak.ns2019-15/366-367>

Исследование структуры математических способностей не может проводиться без изучения влияния общих когнитивных способностей на развитие математических мышления. С другой стороны, проблема выявления специфических способностей, определяющих математические, является в настоящее время, вероятно, одной из наиболее актуальных.

На базе Университета ИТМО в течение последних 5 лет проводится исследование, направленное на определение общих когнитивных способностей, способствующих успешному усвоению математики студентами различных специальностей. Наличие большого разнообразия направлений подготовки, определяющих разный уровень сложности математических курсов, позволяет выявить те когнитивные особенности восприятия и переработки учебного материала, которые наиболее характерны для студентов, успешно справляющихся с учебными (в том числе и исследовательскими) задачами.

Внутренняя репрезентация математического понятия формируется на основе работы с внешними описаниями: словесное представление, подкрепленное графическими иллюстрациями - основной способ изучения математических понятий. И здесь обнаруживает свое влияние способность к реструктуризации предъявленного материала, разбиению его на составляющие, выделению существенных деталей, без которой невозможно правильно сформировать концепт.

Во многих работах указывается на взаимосвязь полнезависимости с общей академической успеваемостью и уровнем образования. Когнитивный стиль «полнезависимость и полнезависимость» чаще всего исследовался с целью выявления различий в личностных характеристиках [2]. Ранние работы демонстрируют полнезависимость как характерный стиль для людей, обладающих более самостоятельным мышлением.

Способность к быстрому выделению существенных деталей из целостной пространственной организации задачи, что характерно именно для полнезависимого стиля восприятия, очевидно, представляет собой характерную черту математического мышления. Рассматривая полнезависимость как когнитивную способность к реструктуризации презентации задачи на основе выделения существенных деталей, мы провели исследование, ориентированное на выявление преобладающего стиля (полнезависимость или полнезависимость) среди студентов с разным уровнем математической подготовки.

В исследовании принимали участие 93 студента (средний возраст 18,3 лет, 22 % девушки и 77% юноши) первого и второго года обучения. 47 студентов - обучающиеся по учебному плану с недельной нагрузкой не менее 14 аудиторных часов математических дисциплин. 46 студентов, у которых недельная нагрузка математики составляла менее 10 часов, включая аудиторные часы и часы самостоятельной работы по учебному плану.

В качестве методики исследования использовались «Фигуры Готтшальда». Испытуемым предлагались 30 замаскированных фигур, в каждой из которых требовалось найти одну из пяти эталонных фигур и указать ее. Результаты сравнивались с успешностью усвоения математики, оцениваемой преподавателями математики по количественной шкале от 0 до 20.

Проведенный корреляционный анализ выявил значимую корреляцию между этими показателями ( $r = 0.72$ ,  $p < 0.001$ ) по всей выборке ( $N = 93$ ). Однако по отдельности по группам корреляция оказалась незначительной ( $r = 0.34$ ,  $p < 0.01$  для группы с углубленным изучением математики и  $r = 0.41$ ,  $p < 0.01$  для группы с малым числом часов математики в неделю). Последующий кластерный анализ прояснил ситуацию: вся выборка разделилась на два кластера (52 и 41) по среднему значению правильно определенных фигур (28,32 и 21,23). В первую группу попали студенты, которые в среднем определили 28 фигур из 30 правильно. Во вторую группу студенты, для которых среднее число правильных ответов 21 из 30. По признаку успешности усвоения математики в первой группе оказались студенты из разных групп по признаку интенсивности изучения математики. Причем студенты с малой математической нагрузкой имели экспертную оценку в среднем 17-20 баллов, тогда как студенты с высокой нагрузкой оказались в этой группе полностью.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом:

1) поскольку для решения математических задач в большинстве случаев требуется характерное для полнезависимого стиля разделение контекста с последующей его перестройкой, интенсивное изучение математики способствует развитию полнезависимого стиля восприятия и переработки информации;

2) в свою очередь, полнезависимость входит в число тех когнитивных особенностей восприятия и переработки информации, которые обеспечивают усвоение математических понятий, и для успешного усвоения математики требуется, по всей видимости, некоторое «пороговое» значение фактора полнезависимости;

3) когнитивный стиль «полнезависимость/полнезависимость» для математического мышления, наряду со способностью к оперированию мысленными образами, является одним из необходимых условий.

Литература:

1. Сейферт И.В., Осорина М.В. 2015. О роли образного и словесно-знаковых языков в формировании математических концептов у студентов инженерных специальностей // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 16. Вып. 2. 30-45.

2. Robert J. Sternberg. Thinking Styles.- Cambridge University Press, 2009.

#### **STUDY OF THE RELATIONSHIP OF THE COGNITIVE STYLE "FIELD INDEPENDENCE / FIELD DEPENDENCE" WITH THE SUCCESS OF MASTERING MATHEMATICS**

Seifert Irina

St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, Russia, sivis@inbox.ru

The paper presents the results of an empirical study of the relationship between the features of perception and structuring of visual information and success in the study of mathematical knowledge of engineering students by students.

Keywords: cognitive style; structuring of visual information; mathematical thinking; amatic abilities.

#### **ВЛИЯНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНОЙ ЗАДАЧИ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ЕЕ АВАТАРОМ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЭГ У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ И У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ИНСУЛЬТА**

Селионов В.А.<sup>1</sup>, Солопова И.А.<sup>1</sup>, Жванский Д.С.<sup>1</sup>, Атанов М.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия, selionov@iitp.ru;

<sup>2</sup>Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m547.sudak.ns2019-15/367-368>

Физический тренинг активизирует афферентные сенсорные пути и является базисом для моторного восстановления и моторного обучения. Наблюдение за действием является когнитивным вмешательством, используемым для лечения пациентов с моторной дисфункцией для увеличения их моторного мастерства и двигательного обучения. Оно основано на активности зеркальных нейронов, которые возбуждаются во время наблюдения за реальным действием, совершаемым другой персоной. Целью этого исследования было определить влияние наблюдения за движениями, и сравнить с влиянием реальных движений на реабилитационном комплексе на волновые процессы в мозге у пациентов после инсульта и здоровых испытуемых. Движения, демонстрируемые на экране монитора, имели те же двигательные синергии, что и реальные движения. В исследовании участвовали 4 пациента после кортикального инсульта и 7 нормальных испытуемых. Испытуемые или наблюдали за двигательным событием или выполняли реальные активные движения. Регистрировали волны мозга испытуемых во время покоя, движений и наблюдения за движениями в течение 1.5 минут. Оценивали активность областей коры головного мозга в четырех частотных диапазонах (4–10 Гц; 10–13 Гц; 13–20 Гц и 20–30 Гц). Как реальные движения, так и их демонстрация сопровождалась подавлением мощности спектра ЭЭГ в альфа частотном диапазоне (ERD). Как у здоровых испытуемых, так и пациентов после инсульта (как в поврежденном, так и в неповрежденном полушарии) спектры мощности в правом полушарии были существенно больше, чем в левом для всех регистрируемых областей. У пациентов после инсульта наблюдалась в большинстве случаев асимметричная ERD. Альфа- и бета-ERD были уменьшены в полушарии с кортикальным инсультом и увеличены в неповрежденном полушарии. Осцилляции мозга, лежащие в основе наблюдения за движениями конечностей, показывали сходство с осцилляциями, идентифицированными при реальном



выполнении таких же движений в частотных диапазонах, лежащих в диапазоне 4–30 Гц. Во время наблюдения за действием мощность спектра в альфа диапазоне была ниже во всех областях, и наблюдение в большей степени подавляло спектры мощности, чем реальные движения. Мощность спектров у пациентов была существенно ниже, чем у здоровых испытуемых. Наблюдение за действием индуцирует сильную когнитивную активность, так что для пациентов после инсульта демонстрация движений должна быть более эффективной терапией. По-видимому, реальное выполнение движений и наблюдение за ними, в основном, используют один и тот же неврологический механизм, и наблюдение за действием является работой моторной системы в независимом режиме. Результаты исследования показывают, что значительные изменения волн мозга у пациентов после инсульта во время демонстрации двигательной активности могут служить предпосылкой использования тренировки с наблюдением за действием в качестве терапевтического подхода в реабилитации.

*Работа осуществлялась при поддержке РФФИ № 16-29-08181.*

### **EFFECT OF MOTOR TASK PERFORMANCE AND ITS AVATAR OBSERVATION ON EEG PARAMETERS IN HEALTHY SUBJECTS AND IN PATIENTS AFTER STROKE**

**Selionov Victor A.<sup>1</sup>, Solopova Irina A.<sup>1</sup>, Zhvansky Dmitry S.<sup>1</sup>, Atanov Michael S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Physical training activates the afferent sensory pathways and is the basis for motor recovery and motor training. Action monitoring is a cognitive intervention used to treat patients with motor dysfunction to increase their motor skill and motor training. It is based on the activity of mirror neurons, which are excited during the observation of the real action, executed by another person. The aim of this study was to determine the effect of motion observation, and compare with the effect of real movements on the rehabilitation complex wave processes in the brain in patients after stroke and normal subjects. The movements shown on the screen had the same motor synergies as the real movements. The study involved 4 patients after stroke and 7 normal subjects. Subjects performed observation of the action and real active movements. The brain waves of the subjects were recorded during rest, movements and motion observations for 1.5 minutes. The activity of cerebral cortex areas in four frequency ranges (4-10 Hz; 10-13 Hz; 13-20 Hz and 20-30 Hz) was evaluated. Both real movements and their demonstration were accompanied by the suppression of the EEG spectrum power in the alpha frequency range (ERD). In both healthy subjects and patients after stroke (both in the damaged and intact hemisphere), the power spectra in the right hemisphere were significantly greater than in the left hemisphere for all recorded areas. Patients with cortical stroke had mostly asymmetric ERD. Alpha- and beta-ERD have been reduced over hemispheres with cortical stroke and increased in intact hemispheres. Brain oscillations underlying the observation of limb movements showed similarities with the oscillations identified in the real performance of the same movements in the frequency ranges lying in the range of 4-30 Hz. During the observation of the action, the relative alpha power was lower in all areas, and more suppressed the power spectra than the actual movements. The power of spectra in patients was significantly lower than in healthy subjects. Observation of the action induces strong cognitive activity, so for patients after stroke demonstration of movements should be more effective therapy. Apparently, the actual performance of the action and the observation of this action mainly use the same neurological mechanism, and the observation of the action is the operation of the motor system in an independent mode. The results of the study show that significant changes in brain waves in patients after a stroke during the demonstration of motor activity can serve as a prerequisite for the use of training with the observation of the action as a therapeutic approach in rehabilitation.

*Work was supported by the RFBR № 16-29-08181.*

### **БАКТЕРИОФАГАЛЬНОЕ ИНФИЦИРОВАНИЕ МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА КРЫС ПОВЫШАЕТ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОГО БАРЬЕРА И УСИЛИВАЕТ МИГРАЦИЮ ИММУННЫХ КЛЕТОК В ПАРЕНХИМУ МОЗГА**

**Сергеева Т.Н.<sup>1</sup>, Сергеев В.Г.<sup>1,2</sup>, Кузнецова Ю.Н.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», г. Ижевск, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Ижевская медицинская академия, г. Ижевск, Россия; [cellbio@ya.ru](mailto:cellbio@ya.ru)

<https://doi.org/10.29003/m548.sudak.ns2019-15/368-369>

Кишечный микробиом оказывает влияние на центральную нервную систему (ЦНС). В основе одного из возможных механизмов такого воздействия может быть нарушение эпителиального барьера слизистой оболочки, вызванного дисбиозом кишечной микробиоты, которое вызывает воспаление в стенке кишечника и проникновение бактериальных продуктов в циркуляцию. Логично полагать, что синтезируемые в ходе воспаления цитокины и/или бактериальные продукты способны нарушать целостность гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) и вызывать нейровоспаление, одним из признаков которого является лимфоцитарная миграция в паренхиму мозга.

Мы вызывали дисбиоз микробиоты кишечника крыс однократным ежедневным введением коктейля бактериофагов (Microgen, Россия) *per rectum* в течение 14 суток. Исследовали проницаемость ГЭБ для красителя Эванса голубого и аутологичных клеток интраперитонеального смыва меченых прижизненным красителем, вводимых в циркуляцию в последний день эксперимента. Обнаружено, что бактериофаговое инфицирование микробиоты повышает проницаемость ГЭБ для красителя и прижизненно окрашенных макрофагов и лимфоцитов, а также индуцирует активацию микроглиальных и астроцитарных клеток вблизи сосудов мозга.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-015-00177а*

## BACTERIOPHAGAL INFECTION OF RAT INTESTINAL MICROBIOTA INCREASES THE PERMEABILITY OF THE BLOOD-BRAIN BARRIER AND MIGRATION OF IMMUNE CELLS INTO THE BRAIN PARENCHYMA

Sergeyeva Tatyana N.<sup>1</sup>, Sergeyev Valeriy G.<sup>1,2</sup>, Kyznecova Julia N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Udmurt State University, Izhevsk, Russia; <sup>2</sup>Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia; [cellbio@ya.ru](mailto:cellbio@ya.ru)

Intestinal microbiome affects the central nervous system (CNS). One of the possible mechanisms of such exposure based on a violation of the mucous epithelial barrier caused by intestinal microbiota dysbiosis, which causes inflammation in the intestinal wall and the penetration of bacterial products into the circulation. It is logical to assume that cytokines and / or bacterial products synthesized during inflammation can disrupt the integrity of the blood-brain barrier (BBB) and cause neuroinflammation, one of the signs of which is lymphocytic migration to the brain parenchyma.

We caused dysbiosis of the intestinal microbiota of rats by a single daily administration of the bacteriophage cocktail (Microgen, Russia) per rectum for 14 days. Investigated the permeability of the BBB for Evans blue dye and autologous intraperitoneal wash cells labeled with intravital dye, introduced into the circulation on the last day of the experiment. Bacteriophage infection of the microbiota increases the BBB permeability to the dye and in vivo-stained cells and induces the activation of glial cells near the brain vessels.

## ВОЗРАСТНЫЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕТИНАЛЬНОГО ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ПРИ ОБЛУЧЕНИИ СИНИМ СВЕТОМ

Серезникова Н.Б.<sup>1,2</sup>, Погодина Л.С.<sup>2</sup>, Гурьева Т.С.<sup>3</sup>, Зак П.П.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, Москва, Россия; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [natalia.serj@yandex.ru](mailto:natalia.serj@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m549.sudak.ns2019-15/369-340>

В работе исследованы морфофункциональные изменения компонентов гемато-ретиального барьера – ретикулярный пигментный эпителий (РПЭ) и мембраны Бруха – в возрастном аспекте и при разных режимах синего освещения ( $\lambda_{\text{макс}}=450$  нм) на модели быстростареющего японского перепела *Coturnix japonica*. Показано, что возрастные изменения РПЭ перепела во многом сходны с признаками старения РПЭ человека: наряду с накоплением в клетках фототоксичного липофусцина, изменяется форма ядер и митохондрий, деформируются базальные отростки, снижается фагоцитарная активность, появляются апоптотические клетки; нарушается структура мембраны Бруха, слой РПЭ утолщается. Установлено, что синий свет в высоких фотоповреждающих дозах (4 Дж/см<sup>2</sup>) вызывает структурные нарушения РПЭ и мембраны Бруха, сходные с возрастными, а длительное (повседневное) синее освещение физиологического уровня (200 лк, 0,002 Вт/см<sup>2</sup>) оказывает минимальный повреждающий эффект, который сочетается с адаптивной реакцией клеток РПЭ. При этом наибольшие структурно-функциональные изменения во всех случаях происходят в молодом возрасте и затрагивают, прежде всего, митохондрии клеток РПЭ. Также установлено, что синий свет в низких дозах ( $\leq 1$  Дж/см<sup>2</sup>) может оказывать фотобиомодулирующее действие на клетки РПЭ, стимулируя их метаболическую и антиоксидантную активности, а также активность их митохондрий посредством фотоактивации цитохром с оксидазы. В целом, из полученных данных следует потенциальная возможность использования низкодозового синего света для фотобиомодуляционных целей в клинической практике. Однако подобное повседневное световое воздействие может быть неблагоприятным фактором при развитии возрастной ретикулярной патологии. Полученные нами данные в комплексе с анализом имеющихся в литературе фактов позволяют рассматривать японского перепела в качестве уникального экспериментального объекта для моделирования процессов старения РПЭ и заболеваний органа зрения, сопряженных с возрастными и фотоиндуцированными изменениями сетчатки у человека.

*Исследования по данной теме велись на протяжении 6 лет. Работа поддержана грантами РФФИ № 14-04-01072, 15-29-03865, 17-04-00708.*

## AGE-RELATED STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE RETINAL PIGMENT EPITHELIUM AFTER BLUE LIGHT

Sereznikova Natalia B.<sup>1,3</sup>, Pogodina Larisa S.<sup>2</sup>, Gurieva Tamara S.<sup>3</sup>, Zak Pavel P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Department of Biology, Moscow, Russia; <sup>3</sup>Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [natalia.serj@yandex.ru](mailto:natalia.serj@yandex.ru)

In this work, the morphofunctional changes of the components of the blood-brain barrier - retinal pigment epithelial (RPE) cells and Bruch's membrane - were studied in the age aspect and under different blue light ( $\lambda_{\text{max}} = 450$  nm) exposure modes on the model of fast-aging Japanese quail *Coturnix japonica*. Our results indicated to significant age-related changes in quail's RPE, which were in many ways similar to the signs of human RPE aging: along with the accumulation of phototoxic lipofuscin in cells, the shape of nuclei and mitochondria were changed, the basal processes were deformed, phagocytic activity decreased, apoptotic cells appeared; the structure of the Bruch membrane was broken, the RPE layer was thickened. It was established that blue light in high photo-damaging doses (4 J/cm<sup>2</sup>) caused structural disturbances of RPE and Bruch membranes, similar to age-related ones, and long-term (daily) blue illumination of the physiological level (200 lx, 0.002 W/cm<sup>2</sup>) had a minimal damaging effect, which was combined with the adaptive response of RPE cells. In all cases the pronounced structural and functional changes occurred at a young age and primarily affected the RPE mitochondria. It was also found that blue light at low doses ( $\leq 1$  J/cm<sup>2</sup>) can have a photobiomodulatory effect on RPE cells, stimulating their

metabolic and antioxidant activities, as well as their mitochondrial activity through photoactivation of cytochrome c oxidase. So the obtained data imply the potential use of low-dose blue light in photodynamic retinal therapy. However, such a daily light exposure can be an unfavorable factor in the development of age-related retinal pathology. Our data in combination with the analysis of the facts available in the literature allow to consider Japanese quail as a unique experimental object for modeling the aging processes of RPE and eye diseases associated with age-related and photo-induced retinal changes in humans.

*Research of this topic has been conducted for 7 years. This work was supported by RFBR grants № 14-04-01072, 15-29-03865, 17-04-00708.*

## **РОЛЬ ПРОЕКЦИЙ ГИППОКАМПА В ПРЕФРОНТАЛЬНУЮ КОРУ В МЕХАНИЗМЕ ТЕТА-СИНХРОНИЗАЦИИ** **Серков А.Н., Заморина Т.А.**

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия. [a@neurobiology.ru](mailto:a@neurobiology.ru)

Синхронизация активности префронтальной коры (ПФК) и гиппокампа (ГПК) на частоте тета-ритма (ТР) (4-12 Гц) сопровождается различными видами когнитивной деятельности у животных и человека. В данной работе исследовали роль пирамидных нейронов пятого слоя ПФК, на которые приходят ипсилатеральные моносинаптические проекции ГПК («клетки-ворота»), в механизме тета-синхронизации (ТС) у крыс в свободном поведении.

В эксперименте использовали пять половозрелых самцов крыс линии Wistar, которым предварительно провели операцию по вживлению электродов в ГПК и ПФК. Уровень активации клеток ПФК оценивали методом вызванных потенциалов (ВП) по амплитуде N20–P25 при стимуляции ГПК (n=8) по схеме описанной ранее [1]. Наличие ТР в ПФК и ГПК рассматривали, как признак ТС. Исследование состояло из двух опытов. В первом опыте записи ВП производили в широком диапазоне амплитуд стимуляции (40 – 300 мкА), при этом на каждой амплитуде регистрировали ВП попеременно при наличии и отсутствии ТС. Во втором опыте стимулировали ГПК в течение 2 часов при выбранной постоянной амплитуде, вызывающей не менее 80% максимального ВП. Стимуляцию проводили попеременно во время двух функциональных состояний (наличие и отсутствие ТС).

По результатам первого опыта амплитуды ВП ПФК были ниже во всех экспериментальных случаях во время ТС при стимуляции, вызывающей ответ, не менее 80% от максимального, в части случаев - во всем диапазоне. Снижение возбудимости «клеток-ворот» позволяет предполагать, что при наличии ТР в ПФК сомы «клеток-ворот» испытывают тормозные влияния со стороны интернейронов ПФК, тогда как их дендриты получают возбуждение от ГПК. Таким образом, механизм генерации ТР в ПФК, предположительно, сходен с описанным для ГПК.

Во втором опыте наблюдали значительные колебания амплитуды ответа, которые превышали среднюю разницу между ВП при наличии и отсутствии ТС. Снижение возбудимости «клеток-ворот» при наличии ТС было выявлено по отклонениям от аппроксимирующей кривой. Это предполагает, что, кроме упомянутого выше механизма регуляции возбуждения, другие структуры, связанные с ПФК (миндалины, медиадорсальные ядра таламуса и др.), могут оказывать существенное влияние на возбудимость клеток ПФК и ТС; данное влияние вносит большой вклад в изменение уровня синхронизации и возбудимости «клеток-ворот», чем внутренние механизмы ПФК.

1. Серков А. Н., Лебедева-Георгиевская К. Б., Майоров В. И. Длительная потенциация и синхронизация активности в гиппокампо-корковых связях // Журн. высш. нерв. деят. 2014. Т. 64. № 5. С. 542 – 550

## **THE ROLE OF THE HIPPOCAMPAL-PREFRONTAL PATHWAYS IN THE THETA SYNCHRONIZATION MECHANISM**

**Serkov A.N., Zamorina T.A.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [a@neurobiology.ru](mailto:a@neurobiology.ru)

Synchronous activity of the prefrontal cortex (PFC) and hippocampus (HPC) at the theta rhythm frequency (TR) (4-12 Hz) accompanies various types of cognitive activity in animals and humans. Pyramidal neurons in the fifth layer of PFC, referred to as the "gate cells", receive ipsilateral monosynaptic projections of the HPC. We investigated the role of this cells in the theta synchronization (TS) mechanism on free behavior rats.

Five adult male Wistar rats was used in experiment, previously all animal performed an operation to implant electrodes in the HPC and PFC. The PFC cell activation level was evaluate by amplitude of N20 – P25 evoked potentials (EP) driven by stimulation of HPC (n=8) according to the scheme described earlier [1]. The presence of TR in the PFC and HPC was considered a sign of TS. The investigation consisted of two parts. The first part was the EP records, which were made in a wide range stimulation (40-300 μA) alternately with and without TS at each amplitude. The second part was the EP records, which were made by constant amplitude stimulation at least 80% of the highest response during for 2 hours. Stimulation was performed alternately during the TS presence and TS absence.

The results of the first experiment show, that the amplitudes of EP in the PFC were lower in all experimental cases during TS, provided that stimulation was at least 80% maximum response, in some cases - in the whole range. The decrease in the excitability of the "gate cells" suggests that during TR in the PFC "gate cell" somas undergo the inhibitory effect of the interneurons, while their dendrites are excited by the HPC. Thus, the TR generation mechanism in PFC is assumed to be similar to described for the HPC.

The results of the second experiment show substantial fluctuations in the amplitude of the response. These changes exceeded the average difference between the EP in the presence and absence of the TS. Decrease in the excitability of the "gate cells" in the TS presence was revealed by deviations from approximating curve. Consequently, in addition to the above excitation regulation mechanism, other structures associated with PFC (amygdala, mediadorsal thalamic nuclei, etc.) can significantly affect the excitability of PFC cells and TS. This

effect potentially gives greater contribution to changes in the synchronization level and the excitability of the "gate cells" than the internal mechanisms of the PFC.

1. Serkov A.N., Lebedeva-Georgievskaya K. B., Maiorov V.I., Longterm potentiation and oscillation synchrony in the ventral hippocampal-prefrontal pathways // Zh. Vyssh. Nerv. Deiat. Im. I.P. Pavlova. 2014. V. 64. No. 5. P. 542 – 550.

## **МЕТОДЫ ПРОДВИЖЕНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ОПТИМИЗАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Серов Иван Михайлович, аспирант 2-го курса**

ФГБНУ НИИ Медицины труда им. академика Измерова, г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m550.sudak.ns2019-15/371-372>

Для продвижения в направлении оптимизации когнитивных процессов необходима разработка методов измерений визуальной информации, например, геометрии объединяемых информационных элементов (компонент), нейросемантического инструментария для преобразования текста в семантический граф [1]. С гигиенической точки зрения это способствовало бы измерениям, оценке и нормированию информации, достижению адекватности умственных нагрузок (в соответствии с группой из трех стандартов ГОСТ Р ИСО 10075 «Эргономические принципы обеспечения адекватности умственной нагрузки» 2009-2011 г.г.) и профилактике нервно-эмоционального перенапряжения операторов. Более того, в предельных случаях при переутомлении зрения возникает риск развития «прогрессирующей близорукости от повышенного напряжения зрения». Дескриптор — лексическая единица (слово, словосочетание) информационно-поискового языка, служащая для описания основного смыслового содержания документа или формулировки запроса при поиске документа (информации) в информационно-поисковой системе. Дескриптор однозначно ставится в соответствии группе ключевых слов естественного языка, отобранных из текста, относящегося к определённой области знаний. На этапе графематического анализа производится разделение входного текста на слова.

Результат выполнения семантического анализа (индексирования) есть семантический дескриптор текста, который задает однозначное соответствие между словами в тексте и понятиями онтологии предметной области, связанной с текстом. Семантический дескриптор записывается в исходный документ. Для построения семантического дескриптора используется морфологический дескриптор каждого слова. Под дескриптором текста будет пониматься сам текст и морфологические дескрипторы, связанные со словами текста.

Соответственно, под дескриптором предложения будет пониматься предложение из текста и связанные со словами в предложении морфологические дескрипторы, а под дескриптором слова — морфологический дескриптор самого слова. Разработанная методология оценки информационных нагрузок может использоваться при обеспечении социально-гигиенический мониторинга окружающей информационной среды на рабочих местах и эпидемиологии информационно-зависимых заболеваний; организации производственного контроля и надзора за развивающимися ИТ; совершенствовании санитарного законодательства, правового, научно-технического и медико-профилактического обеспечения; разработке федеральных программ по

инновациям, совершенствовании доктрины и государственной политики в области информационной безопасности РФ, разработки норм законов РФ в области ограничения вредной и опасной информации.

[1] 4. Степанян И.В., Денисов Э.И., Еремин А.Л., Бодякин В.И., Савельев А.В. Алгоритмы оптимизации интеллектуального труда методами визуализации информации с помощью когнитивной семантической графики // Нейрокомпьютеры: разработка и применение. — 2014. - №7. — с. 53-59.

## **METHODS OF ADVANCEMENT IN THE DIRECTION OF OPTIMIZATION OF COGNITIVE PROCESSES**

**Serov Ivan M., postgraduate student of the 2 st course**

Federal State Budgetary Scientific Institution Izmerov research institute of occupation health, Moscow, Russia

To move towards optimization of cognitive processes it is necessary to develop methods for measuring visual information, for example, the geometry of the combined information elements (components), neurosemantic tools for converting text into a semantic graph [1]. From a hygienic point of view, this would contribute to the measurement, evaluation and regulation of information, the achievement of the adequacy of mental loads (in accordance with the group of three standards GOST R ISO 10075 "Ergonomic principles to ensure the adequacy of mental load" 2009-2011) and the prevention of nervous and emotional overstrain operators. Moreover, in extreme cases, with fatigue of vision, there is a risk of developing "progressive myopia from increased eyestrain." Descriptor—a lexical unit (word, phrase) of the information retrieval language, which serves to describe the main semantic content of the document or the formulation of the query when searching for the document (information) in the information retrieval system. The descriptor is uniquely placed in accordance with the group of natural keywords the language selected from the text relating to a particular area of knowledge. At the stage of graphical analysis the input text is divided into words.

The result of semantic analysis (indexing) is a semantic text descriptor that specifies a one-to-one correspondence between the words in the text and the concepts of the domain ontology associated with the text. The semantic descriptor is written to the source document. The morphological descriptor of each word is used to construct a semantic descriptor. The text descriptor will be understood as the text itself and the morphological descriptors associated with the words of the text.

Accordingly, the descriptor of the proposal will be understood as the sentence and related words in a sentence morphological descriptors, and under the word descriptor — morphological

descriptor of the word. The developed methodology for assessing information loads can to be used in ensuring social and hygienic monitoring environmental information environment in the workplace and epidemiology information-dependent diseases; organization of industrial control and supervision of developing it; improvement of

sanitary legislation, legal, scientific, technical and medical-preventive maintenance; development of Federal programs on innovation, improvement of doctrine and public policy in the the field of information security of the Russian Federation, the development of laws in areas of limitation of harmful and dangerous information.

[1] 4. Stepanyan I. V., Denisov E. I., Eryomin A. L., Bodyakin V. I., Savel'ev A.V.

Algorithms of optimization of intellectual work methods visualization of information using cognitive semantic graphics // Neurocomputers: development and application. - 2014. - №7. - p. 53-59.

### **ВЛИЯНИЕ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПОНЕНТ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СПОРТСМЕНОВ**

**Сечин Д.И., Тамбовцева Р.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)», Москва, Россия, [dimasechin@gmail.com](mailto:dimasechin@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m551.sudak.ns2019-15/372>

Экстремальные условия деятельности человека, являясь абсолютно непредсказуемыми, в значительной мере обуславливают эффективность текущей и последующей деятельности. Одним из направлений преодоления неопределенности в контексте индивидуальной реакции на гипоксическое воздействие, является непосредственное изучение изменений, возникающих у лиц с максимальной вариацией индивидуальных особенностей. Также в качестве одно из приоритетных направлений исследований является изучение изменений у людей с продолжительными специфическими адаптациями, в большей мере определяющими эффективность их деятельности. Экспериментальное исследование влияния гипоксического стимула осуществлялось на выборке спортсменов высокой квалификации, обладающих высоким уровнем приспособленности к сенсомоторной деятельности в условиях стрессовых ситуаций (n=16).

Целью настоящего исследования являлось определение влияния 30-ти минутной нормобарической гипоксии (10% содержание кислорода во вдыхаемой газовой смеси) на психофизиологические показатели умственной работоспособности спортсменов высокой квалификации.

Выполняемая умственная работа, требующая автоматизма в реакциях более эффективна в состоянии, вызванном предварительным гипоксическим стимулом, о чем свидетельствует снижение времени затрачиваемого на реакции (время затраченное при реагировании на свет снизилось на 11%, при реагировании на звук на 16,5%, а при сложной реакции выбора на 10%). Выявлена тенденция к снижению времени центральной задержки при сложных реакциях (снижение показателя составляет 9,7% по сравнению с исходными показателями), выполняемых в состоянии вызванном предварительным гипоксическим стимулом. Показатели мышления, выраженные в ошибках, допускаемых при оценке и отмеривании отрезков и углов свидетельствуют о негативной тенденции (увеличение величины ошибок узнавании угловой скорости на 37% от исходного значения, увеличение величины ошибок допускаемых при оценивании отрезков на 12,8% от исходного значения, увеличение ошибок допускаемых при отмеривании отрезков на 21% от исходного значения), заключающейся в снижении умственной работоспособности у спортсменов, находящихся в состоянии развивающимся после воздействия гипоксического стимула.

### **INFLUENCE NORMOBARIC HYPOXIA ON THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL COMPONENT OF MENTAL PERFORMANCE IN ATHLETES**

**Sechin Dmitriy I., Tambovtseva Ritta V.**

Federal state budgetary educational establishment of higher education "Russian state university of physical education, sports, youth and tourism (SCOLIPE)", Moscow, Russia, [dimasechin@gmail.com](mailto:dimasechin@gmail.com)

Extreme conditions of human activity, being completely unpredictable, largely determine the effectiveness of current and following activity. One of the ways to overcome uncertainty in the context of an individual response to a hypoxic effect is the direct study of changes that occur in individuals with the maximum variation of individual characteristics. Also as one of the priority areas of research is the study of changes in people with long-term specific adaptations, to a greater extent determining the effectiveness of their activities. An experimental study of the influence of the hypoxic stimulus was carried out on a sample of highly qualified athletes with a high level of adaptation to sensorimotor activity under stressful situations (n = 16).

The purpose of this study was to determine the effect of a 30-minute normobaric hypoxia (10% oxygen content) on the psycho-physiological indicators of mental performance of highly qualified athletes.

Performed mental work that requires automatism in the reactions is more effective in the state caused by a preliminary hypoxic stimulus, as evidenced by a decrease in the time spent on the reaction (the time spent reacting to light decreased by 11%, when responding to sound by 16.5%, and complex reaction of choice by 10%). The tendency to a decrease in the time of central delay in complex reactions (a decrease of 9.7% compared with baseline indicators), performed in a state caused by a preliminary hypoxic stimulus, was determined. Thinking indicators expressed in errors made in estimating and measuring cuts and angles indicate a negative trend (an increase in the magnitude of errors in recognition of the angular velocity by 37% of the initial value, an increase in the magnitude of errors in the estimates of 12.8% of the initial value, an increase errors made when measuring segments at 21% of the original value), which consists in reducing mental performance in athletes who are in a state of developing after hypoxic exposure.

## ДИНАМИКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТОВ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В МОДЕЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРЕССОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

Сиваченко И.Б.<sup>1,2</sup>, Любашина О.А.<sup>2</sup>, Медведев Д.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека» ФМБА России, Санкт-Петербург.

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия

Интегральным и системным компонентом стрессоустойчивости является состояние эмоционального напряжения, которое представляет собой неспецифическую реакцию активации организма в ответ на воздействие экстремальной ситуации. Известно, что к наиболее важным и отчетливо выраженным коррелятам эмоционального напряжения относятся различные изменения в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и других физиологических систем. Существующие в настоящее время модели стресс-тестирования имеют ограниченную область применения и в большинстве своём содержат существенные недостатки в реальном состоянии, вызываемом эмоциональным напряжением у добровольцев. Исходя из этого, нами было проведено собственное исследование динамики физиологических компонентов психического состояния в условиях воздействия стрессогенными факторами.

Моделируемая ситуация предполагала решение сложной задачи, рассчитанной на умственную работоспособность (выполнение заданий теста Горбова-Шульте) в условиях дефицита времени, помех и мотивационной значимости. Непрерывная параллельная регистрация показателей функционального состояния испытуемых осуществлялась посредством автономного блока АПК «Эгоскоп» (Медиком МТД).

Отмечено увеличение значений ЧСС на этапах выбора красных чисел и попеременного поиска красных и чёрных чисел (прирост - 16,0%); увеличение (на 11,0%) времени и снижение (на 10,0%) значимости скорости распространения пульсовой волны, характеризующие состояние сосудистого тонуса и кровотока. Изменения электрической активности кожи характеризовались постепенным увеличением (на 11,0%) проводимости к окончанию тестовых заданий.

Выявленный вариант динамики физиологических коррелятов эмоционального напряжения, по-видимому, является оптимальным для организма и отражает его адаптационные возможности в предъявляемых условиях. Разработанная и апробированная модель позволяет выявить индивидуальные физиологические реакции и может быть использована для составления индивидуальных психокоррекционных программ.

## DYNAMICS OF EMOTIONAL STRESS INDICATORS UNDER SIMULATED EXPOSURE TO STRESS FACTORS

Sivachenko Ivan B. <sup>1,2</sup>, Lyubashina Olga A. <sup>2</sup>, Medvedev Dmitrii S. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology Federal State Unitary Enterprise, Federal Medical Biological Agency, St. Petersburg, Russia.

<sup>2</sup> Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia.

The state of emotional stress, which is a nonspecific response of the body to an extreme situation, is an integral and systemic component of stress tolerance. It is known that the most important and clearly expressed indicators of emotional stress are various changes in the activity of the cardiovascular system, respiration and other physiological systems. The scope of currently existing models of stress testing is limited and mostly contains key drawbacks in the real condition caused by emotional stress in volunteers. With this in mind, we conducted our own study of the dynamics of the physiological components of the mental state under exposure to stress factors.

The simulation involved execution of the Gorbova-Schulte test in terms of the lack of time, interferences, and motivational significance. Continuous concurrent registration of the functional status of the tested individuals was carried out on a Medikom Egoscop instrument. An increase in heart rate the stages of choosing red numbers and alternating search for red and black numbers (increase 16.0%) and an increase (11.0%) of time and a decrease (10.0%) of the pulse wave velocity characterizing the state of vascular tone and blood flow were observed. Changes in the electrical activity of the skin were manifested in a gradual increase (11.0%) in conductivity by the end of the test.

The shown variant of dynamics of the physiological indicators of emotional stress seems to be optimal for the organism and demonstrates adaptive possibilities in the given conditions. The developed and tested model of mental stress, which is based on the solution of a complex problem, requiring high mental performance, can induce some individual physiological reactions that characterize the degree of emotional stress.

## ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ НЕЙРОНОВ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА КРЫСЫ НА ВИСЦЕРАЛЬНУЮ И СОМАТИЧЕСКУЮ БОЛЬ

Сиваченко И.Б.<sup>1</sup>, Соколов А.Ю.<sup>1,2</sup>, Любашина О.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия;

<sup>2</sup> Институт фармакологии им. А.В. Вальдмана Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. акад. И.П. Павлова Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Супраспинальные механизмы, обеспечивающие селективный контроль центральной нервной системой висцеральной и соматической боли, являются малоизученными. Это существенно сдерживает разработку дифференцированных, т.е. более эффективных, методов лечения болевых синдромов разного типа. Известно, что первым супраспинальным образованием, получающим ноцицептивную информацию от висцеральных и соматических тканей, является вентролатеральная ретикулярная область продолговатого мозга (ВЛРО). Цель наших экспериментов заключалась в изучении особенностей реакций нейронов ВЛРО на предъявление висцеральных и соматических болевых стимулов. Работа выполнена на анестезированных уретаном (1.5 г/кг, в/б) самцах крыс линии Вистар. Для инициации висцеральной боли применяли растяжение (до 80 ммHg) колоректальной области толстой кишки резиновым баллоном.

Соматическое болевое раздражение состояло в сильном сдавливании хвоста зажимом с фиксированным расстоянием между браншами. Внеклеточную регистрацию активности нейронов продолговатого мозга вольфрамовыми микроэлектродами производили параллельно с мониторингом дыхания и системного артериального давления.

В ВЛРО продолговатого мозга были выявлены три популяции нейронов: 1) возбуждающиеся только при висцеральной болевой стимуляции (32% зарегистрированных), 2) отвечающие только на соматический болевой сигнал (44%) и 3) реагирующие возбуждением на оба вида раздражения (24%). При этом предъявление висцерального болевого раздражения преимущественно сопровождалось уменьшением частоты дыхания в среднем на  $3.5 \pm 0.5$  цикл/мин и снижением системного артериального давления на  $10.3 \pm 0.9$  ммHg, тогда как при соматической болевой стимуляции наблюдалось учащение дыхания на  $4.9 \pm 1.4$  цикл/мин и повышение АД на  $6.8 \pm 0.7$  ммHg.

Полученные данные свидетельствуют о существовании на уровне продолговатого мозга дифференцированных нейрональных механизмов для обработки висцеральных и соматических болевых сигналов, которые могут быть вовлечены в реализацию специфических для разных видов боли респираторных и кардиоваскулярных реакций.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 18-015-00055).*

#### **FEATURES OF REACTIONS OF NEURONS OF THE RAT'S MEDULLA ON VISCERAL AND SOMATIC PAIN**

**Sivachenko I.B.<sup>1</sup>, Sokolov A.Y.<sup>1,2</sup>, Lyubashina O.A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Science, St. Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> A.V. Valdman's research Institute of Pharmacology of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg, Russia

The supraspinal mechanisms providing selective control of visceral and somatic pain by the central nervous system are poorly understood. This significantly hampers the development of differentiated and more effective methods for treating pain syndromes of different types. The first supraspinal site that receives nociceptive information from visceral and somatic tissues is known to be the caudal ventrolateral reticular area of the medulla (CVLM). The aim of our experiments was to study the characteristics of the CVLM neuronal reactions to the presentation of visceral and somatic pain stimuli. The work was performed in male Wistar rats anesthetized with urethane (1.5 g/kg, i.p.). For visceral pain induction, a rubber balloon in the lumen of the rat's colorectum was rapidly inflated to a pressure of 90 mmHg. Somatic pain was caused by firmly squeezing the base of the tail using forceps with a fixed lock mechanism. The medullary neuronal activity was extracellularly recorded by tungsten microelectrodes in parallel with monitoring of respiratory activity and systemic arterial blood pressure.

In CVLM of the medulla, three neuronal populations were revealed for the first time: 1) excited only by visceral pain (32% of the recorded cells), 2) activated only by somatic pain signals (44%), and 3) exhibited excitatory responses to both noxious stimuli (24%). At the same time, the visceral pain stimulation was mainly accompanied by a decrease in respiratory rate by  $3.5 \pm 0.5$  cycle/min and a fall in systemic arterial blood pressure by  $10.3 \pm 0.9$  mmHg, whereas under somatic pain an increase in respiratory rate by  $4.9 \pm 1.4$  cycle/min and a rise in blood pressure by  $6.8 \pm 0.7$  mm Hg were observed.

The data obtained are the first evidence for the existence of differential neuronal mechanisms for processing of visceral and somatic pain signals at the bulbar level – the mechanisms that can be involved in realization of respiratory and cardiovascular reflexory reactions inherent to a particular type of pain.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant number 18-015-00055).*

#### **ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК В СОЧЕТАНИИ С ДЫХАТЕЛЬНЫМИ СМЕСЯМИ КИСЛОРОДА И ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ В ЦЕЛЯХ ОТОПРОТЕКЦИИ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ И ШУМОВОЙ ПРОФПАТОЛОГИИ**

**Сигалева Е.Э., Гришин В.И., Мацнев Э.И., Марченко Л.Ю.**

ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации Институт медико-биологических проблем  
Российской академии наук, Москва, Россия; golubajavoda@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m552.sudak.ns2019-15/374-375>

По данным ВОЗ в 1991 г. число лиц с дефектами слуха, влияющими на качество жизни, во всем мире составило около 300 млн. Эксперты ВОЗ считают, что к 2020 году у 30% населения Земли можно прогнозировать нарушения слуха различной этиологии. Таким образом, проблему сенсоневральной тугоухости можно отнести к числу социально-значимых проблем современности.

В развитии сенсоневральной тугоухости выделяют множество факторов (сосудистый, инфекционный, токсический, шумовой, вибрационный и травматический), однако, патогенез нарушений происходит по общей схеме. Нарушение кровоснабжения во внутреннем ухе влечет за собой изменение микроциркуляции, нарушение кровоснабжения кортиева органа, затруднение в доставке и утилизации кислорода, и, как следствие, развитие дистрофических изменений в нейроэпителиальных клетках кортиева органа, ответственных за звуковосприятие.

В настоящее время не существует унифицированной схемы терапии сенсоневральной тугоухости, вызванной шумовым поражением, поэтому необходим поиск новых методов ранней диагностики, средств профилактики, лечения и реабилитации больных. Поскольку гипоксия является одним из ведущих патогенетических звеньев в развитии поражений органа слуха у человека, оптимизация механизмов адаптации организма к гипоксии представляется перспективным направлением в профилактике и лечении нейросенсорной тугоухости шумовой этиологии. Интервальные гипоксические тренировки (ИГТ), при которых используются дыхательные смеси с пониженным содержанием кислорода, являются одним из методов адаптации организма человека к гипоксии (А.З. Колчинская, Н.И. Волков, Ф.З. Меерсон 1989, 1991, 1994). Метод ИГТ показал свою эффективность при лечении больных с сенсоневральной тугоухостью

(В.Г. Тролль, 2009). Использование в составе искусственных дыхательных смесей инертных газов позволяет значительно повысить эффективность ИГТ. Использование гелия позволяет «оптимизировать» гипоксические воздействия. Описан отопротективный эффект дыхания «кислородно-азотно-аргоновой газовой смесью» при экспозиции шума у человека (Мацнев Э.И., Сигалева Е.Э., Тихонова Г.А., Буравкова А.Б., 2007). Достоверный отопротективный эффект аргона на уровне отдельной волосковой клетки улитки был описан в работах немецких исследователей (Yarin et al., 2004).

В настоящей работе представлено описание экспериментальной модели оценки отопротективного эффекта ИГТ в сочетании с дыханием смесями кислорода и инертных газов. Для оценки функционального состояния внутреннего уха запланировано использование метода регистрации отоакустической эмиссии, являющейся высокочувствительным, специфичным и объективным индикатором состояния улитки внутреннего уха человека.

#### **PROSPECT FOR THE USE OF THE METHOD OF INTERVAL HYPOXIC TRAINING IN COMBINATION WITH BREATHING GAS MIXTURES OF OXYGEN AND INERT GASES FOR OTOPROTECTION IN CLINICAL PRACTICE AND NOISE OCCUPATIONAL PATHOLOGY**

**Sigaleva Elena, Grishin Victor, Matsnev Eduard, Marchenko Lillia**

Russian Federation State Research Centre Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia;  
Golubajavoda@mail.ru

According to the WHO, in 1991 the number of people with hearing impairments affecting the quality of life was about 300 million all over the world. WHO experts believe that by 2020 hearing impairments of various etiologies can be predicted of 30% the world's population. Thus, the problem of sensorineural hearing loss can be attributed to the number of socially significant problems of our time.

There are many factors in the development of sensorineural hearing loss (vascular, infectious, toxic, noise, vibration and traumatic), however, the pathogenesis of disorders occurs according to the general scheme. Impaired blood circulation in the inner ear entails a change in microcirculation, impaired blood supply to the organ of Corti, difficulty in delivery and utilization of oxygen, and, as a consequence, dystrophic changes in the neuroepithelial cells of the organ of Corti.

Currently, there is no standardized treatment regimen for sensorineural hearing loss caused by noise damage, therefore, the search for new methods for early diagnosis, means of prevention, treatment and rehabilitation of patients is necessary. Since hypoxia is one of the leading pathogenetic links in the development of lesions of the organ of hearing in humans, optimization of the body's adaptation mechanisms to hypoxia seems to be a promising direction in the prevention and treatment of sensorineural hearing loss of noise etiology. One of the methods of adaptation of the human body to hypoxia is Interval hypoxic training (IHT), in which breathing mixtures with low oxygen content are used. (A.Z. Kolchinskaya, N.I. Volkov, F.Z. Meerson 1989, 1991, 1994). The IHT method has been shown to be effective in treating patients with sensorineural hearing loss (V.G. Troll, 2009). The use of inert gases in the composition of artificial respiratory mixtures can significantly improve the efficiency of IHT. The use of helium allows to "optimize" hypoxic effects. Has been described the otoprotective effect of respiration by an "oxygen-nitrogen-argon gas mixture" during noise exposure in human (Matsnev E.I., Sigaleva E.E., Tikhonova G.A., Buravkova A.B., 2007). The reliable otoprotective effect of argon at the level of a single hair cell of the cochlea was described in the works of German researchers (Yarin et al., 2004).

This study describes the experimental model for assessing the otoprotective effect of IHT in combination with breathing mixtures of oxygen and inert gases. To assess the functional state of the inner ear, it is planned to use the method of recording otoacoustic emission, which is a highly sensitive, specific and objective indicator of the state of the cochlea of the inner ear of a person.

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМОЦИИ СТРАХА ОПЕРАТОРА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ШУМОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

**Сидоренко А.В., Солодуха Н.А.**

Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь; [sidorenkoa@yandex.ru](mailto:sidorenkoa@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m553.sudak.ns2019-15/375-376>

Интенсивное распространение электромагнитных излучений в бытовой и производственной сферах приводит к тому, что человек постоянно подвергается воздействию электромагнитного излучения. Важным является определение влияния электромагнитного излучения, включая шумовое, на функционирование его центральной нервной системы, в общем, и на эмоциональное состояние, в частности.

Одним из показателей испытываемого человеком страха является выборочная энтропия (SampleEn), как параметр, характеризующий временной ряд значений потенциала. Выборочная энтропия соответствует теории случайных чисел для временного ряда. Утверждается, что показателем функционирования центральной нервной системы здорового человека является высокий уровень вариаций электроэнцефалограммы. И наоборот, низкий уровень вариаций электроэнцефалограммы свидетельствует о том, что человек находится в стрессовом состоянии, например, испытывает страх. Поэтому при страхе происходит снижение значений выборочной энтропии, а при спокойном состоянии происходит увеличение указанного параметра.

Целью работы было исследование изменения состояния центральной нервной системы оператора под действием электромагнитного шумового излучения с использованием в качестве количественного параметра выборочной энтропии и соотнесения полученных результатов с эмоциональным состоянием оператора, а именно испытывает ли оператор страх.

Регистрация электроэнцефалограмм осуществлялась по схеме "10/20" с использованием электроэнцефалографа «Нейрокартограф» фирмы МБН. Обработка и анализ электроэнцефалограмм проводились в разработанной нами информационно-измерительной системе, адаптированной для работы с



электроэнцефалограммами. Объектом исследования являлись электроэнцефалограммы следующих отведений: P3-A1, P4-A2, T3-A1 и T4-A2, T5-A1 и T6-A2. Электроэнцефалограммы обрабатывались в следующих режимах: фон; наличие источника шумового электромагнитного излучения. В качестве фона использовались электроэнцефалограммы здорового человека.

При обработке экспериментально полученных электроэнцефалограмм значения выборочной энтропии под действием электромагнитного шумового излучения в отведении P3-A1 увеличились более чем в 4 раза относительно фона; в отведении P4-A2 возросли на 23,5% относительно фонового значения; в отведении T3-A1 увеличились почти 6,6 раз относительно фона; в отведении T4-A2 уменьшились на 20,4% относительно фона; в отведении T5-A1 повысились более чем в 6 раз относительно фона, и в отведении T6-A2 возросли на 19,9% относительно фонового значения.

Таким образом, под действием электромагнитного шумового излучения происходит перестройка функционирования центральной нервной системы, определяемая увеличением выборочной энтропии электроэнцефалограмм в пяти из шести исследуемых отведений. То есть при облучении электромагнитным шумовым излучением не происходит увеличение долговременной синхронизации в функционировании центральной нервной системы, а происходит, наоборот, рассинхронизация. Это может свидетельствовать о том, что в условиях электромагнитного шумового излучения оператор не испытывает страха, а его эмоциональное состояние позволяет при работе с аппаратурой внимательно выполнять поставленные перед ним задачи.

### **INVESTIGATION OF FEAR EMOTION OF THE OPERATOR INFLUENCED BY ELECTROMAGNETIC NOISE RADIATION**

**Sidorenko Alevtina V., Solodukho Nikita A.**  
Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь; [sidorenko@yandex.ru](mailto:sidorenko@yandex.ru)

Due to wide spreading of electromagnetic radiation associated with domestic appliances and industrial facilities, people are constantly subjected to the effect of electromagnetic radiation. It is important to define how electromagnetic radiation, noise including, affects functioning of the central nervous system and emotional state of humans.

One of the indicators of fear experienced by humans is the sample entropy characterizing a time series of the potentials. The sample entropy is consistent with a theory of random numbers for the time series. The sample entropy is a measure of irregularity of an EEG signal. It is stated that functioning of the central nervous system of a healthy person is indicated by a high level of the EEG signal irregularity and, vice versa, a low level of the EEG signal irregularity shows that the central nervous system is under stress (e.g., a human experiences fear). In the case of fear the sample entropy is lowering, whereas in the normal state it is high.

The aim of this work is to study changes in the condition of the central nervous system of an operator under the influence of electromagnetic noise radiation using the sample entropy as a quantitative parameter. The obtained results are referenced to the operator's emotional state to find, whether the operator experiences fear or not.

Electroencephalograms were registered according to the "10/20" scheme with the help of a "Neurocartograph" electroencephalograph produced by the MBN company. The electroencephalograms were processed and analyzed with the use of the specially designed and adapted information measuring system. The object of research was represented by electroencephalograms of the following leads: P3-A1, P4-A2, T3-A1 and T4-A2, T5-A1 and T6-A2, which were processed in the following regimes: background; in the presence of a source of electromagnetic noise radiation. Electroencephalograms of a healthy person were used as a background.

During this work the following results were obtained: sample entropy under the influence of noise generator increased 4 times and more in comparison to the background in the P3-A1 lead; it rose by 23.5% compared to the background value in the P4-A2 lead; grew almost as a factor of 6.6 against the background in the T3-A1 lead; decreased by 20.4% relative to the background in the T4-A2 lead; increased more than 6 times compared to the background value in the T5-A1 lead, and increased by 19.9% with respect to the background value in the T6-A2 lead.

The obtained results demonstrate that under the influence of a noise generator the functioning of the central nervous system is reorganized as shown by increase of the sample entropy for five (out of six) leads in question. This means that during exposure to electromagnetic noise radiation there is no long-term synchronization in functioning of the central nervous system but, on the contrary, its asynchronous behavior is observed. Such a behavior may be indicative of the fact that an operator subjected to the effect of a noise generator has no fear, his or her emotional state enabling attentive performance of the assigned task.

### **КЛЕТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОТЕИНОПАТИЙ**

**Сидорук К.Н., Устюгов А.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ  
РАН, Московская обл., г. Черноголовка, Россия, [sidarukk@gmail.com](mailto:sidarukk@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m554.sudak.ns2019-15/376-377>

Протеинопатии – формы нейродегенеративных заболеваний (НДЗ), сопровождающиеся патологической агрегацией белков. Проблема протеинопатий заключается не только в нарушении конформации определённых белков в клетке; она также вызывает образование в нервной системе патологических структур: сенильных бляшек, нейрофибриллярных клубков, телец Леви, прионовых бляшек и других патологических отложений, что приводит к гибели нейронов. Рост числа больных НДЗ во всем мире, распространенность патологии, высокая частота ранней инвалидизации больных и летальный исход определяют особую актуальность в изучении тонких механизмов патологических процессов НДЗ, а также

поиску и отбору нового поколения лекарственных препаратов, действие которых будет патогенетически обосновано.

В данной работе изучена возможность создания адекватных клеточных моделей с патологической агрегацией белков, связанных с развитием и прогрессией НДЗ. В качестве перспективных *in vitro* моделей протеинопатий нами рассматривается перевиваемая клеточная линия SH-SY5Y человека и первичная гиппокампальная культура, полученная из трансгенной модели церебрального амилоидоза 5xFAD.

Получена клеточная модель на основе линии SH-SY5Y, с помощью конъюгированного плазмидного вектора pEGFP-ΔFUS(1-359), экспрессирующая укороченную форму белка FUS. Плазмидная ДНК была введена в недифференцированные клетки SH-SY5Y человека методом транзientной трансфекции. В качестве контроля параллельно была проведена трансфекция клеточной культуры плазмидной ДНК, кодирующей пустой pEGFP вектор, не содержащий последовательностей FUS. Первичная гиппокампальная культура клеток получена из 2-4-х дневных мышей неонатального периода линии 5xFAD (Homo), в контрольной группе – животные дикого типа (C57Bl/6).

С помощью сравнительного микроскопического анализа линии клеток SH-SY5Y была изучена динамика появления цитоплазматических FUS-положительных включений в трансфицированных клетках. Также, с помощью метода иммунофлуоресценции проведена характеристика амилоидных включений по накоплению отложений амилоидного типа в первичных клеточных культурах. Таким образом, разработанные нами клеточные модельные системы могут быть использованы для изучения динамики накопления отложений, а также потенциального тестирования соединений, действие которых направлено на блокаду прогрессии протеинопатии.

*Работы по моделированию протеинопатий и поиску потенциальных нейропротекторов выполнены в рамках госзадания ИФВ РАН тема №0090-2019-0005 и программы РАН «Биомедицинские технологии: инновационные разработки».*

### EXPERIMENTAL CELL MODELS FOR PROTEINOPATHIES

**Sidoruk Krystsina N., Ustyugov Aleksey A.**

Institute of Physiologically Active Compounds, Russian Academy of Sciences, Moscow Region, Chernogolovka, Russian Federation, [sidarukk@gmail.com](mailto:sidarukk@gmail.com)

Proteinopathies forms of neurodegenerative disorders with protein aggregation-based pathology. The problem of proteinopathy is not only a violation of the conformation of certain proteins in the cell; it also causes the formation of pathological structures in the nervous system: senile plaques, neurofibrillary tangles, Lewy bodies, prion plaques and other pathological deposits, which leads to the death of neurons. The growing number of patients worldwide, the prevalence of pathology, the high frequency of early disability of patients and death determine the special relevance in studying the subtle mechanisms of pathological processes, as well as the search and selection of a new generation of drugs that will be pathogenetically justified.

In this research we studied the possibility of creating adequate cellular models with abnormal aggregation of proteins associated with the development and progression of neurodegenerative diseases. As promising *in vitro* models of proteinopathies, we consider human transplanted SH-SY5Y cell line and primary hippocampal culture obtained from the transgenic model of cerebral amyloidosis 5xFAD. A cell model based on the SH-SY5Y line, using the conjugated plasmid vector pEGFP-ΔFUS(1-359), expressing a shortened form of the FUS protein was obtained. Plasmid DNA was introduced into undifferentiated human SH-SY5Y cells by transient transfection. As a control, a transfection of a cell culture with plasmid DNA encoding an empty pEGFP vector containing no FUS sequences was carried out in parallel. Primary hippocampal cell culture was obtained from 2-4-day-old mice of the neonatal period of the 5xFAD line (Homo), in the control group - wild-type animals (C57Bl/6).

Using a comparative microscopic analysis of the SH-SY5Y cell line, the dynamics of the appearance of cytoplasmic FUS-positive inclusions in transfected cells was studied. Also, using the immunofluorescence method, amyloid inclusions were characterized by accumulation of amyloid type deposits in primary cell cultures. Thus, cell model systems developed by us can be used to study the dynamics of sediment accumulation, as well as potential testing of compounds whose action is aimed at blocking the progression of proteinopathy.

*Creation of cell models for proteinopathies and the search for potential neuroprotectors was carried out in the framework of the state mission of the Institute for Advanced Physics of Russian Academy of Sciences, subject number 0090-2019-0005 and the RAS program «Biomedical technologies: innovative developments»*

### НЕЙРОПРОТЕКТОРНЫЕ ЭФФЕКТЫ ВНЕКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

**Силачев Д.Н.<sup>1,2</sup>, Горюнов К.В.<sup>2</sup>, Данилина Т.И.<sup>1</sup>, Головичева В.В.<sup>1</sup>, Шевцова Ю.А.<sup>2</sup>, Бабенко В.А.<sup>1,2</sup>,  
Плотников Е.Ю.<sup>1,2</sup>, Зоров Д.Б.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт физико-химической биологии имени А.Н. Белозерского МГУ,

<sup>2</sup>Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени акад. В.И. Кулакова, Москва, Россия; [silachevdn@belozersky.msu.ru](mailto:silachevdn@belozersky.msu.ru)

<https://doi.org/10.29003/m555.sudak.ns2019-15/377-378>

В последнее время в лечении острых неврологических патологий успешно применяются мезенхимальные мультипотентные стромальные клетки (ММСК). На сегодняшний день предполагается, что основные терапевтические эффекты обусловлены паракриной сигнализацией через внеклеточные везикулы (ВВ), которые содержат целый ряд биологически активных молекул.

Цель данной работы – изучить нейропротекторные эффекты ВВ, полученных от ММСК, при моделировании открытой ЧМТ.

В работе использовались нелинейные самцы крыс массой 300-350г. ММСК выделяли из послеродовой плаценты и культивировали в стандартных условиях. ВВ выделяли из кондиционированной

среды методом дифференциального центрифугирования. ВВ вводили интраназально (и/н) на 1, 5 и 7 сут. или внутривенно (в/в) на 1 сут. после ЧМТ в дозе 30 мкл на крысу ( $4,3 \times 10^{10}$  частиц/мл, выделенных от  $1 \times 10^7$  ММСК). Сенсомоторный дефицит оценивался в различных поведенческих тестах. Объем повреждения оценивали по МР-изображениям на 30 сут после ЧМТ.

Курсовая и/н терапия ВВ статистически значимо восстанавливала сенсомоторные функции в тесте «Постановка конечности на опору» на 14 и 30 сут. В результате и/н введения ВВ восстанавливалась частота использования поврежденной лапы в тесте «Цилиндр» до 40% по сравнению с контрольной группой (29%). Тогда как в/в терапия ВВ статистически значимо не влияла на восстановление сенсомоторных функций. При трансплантации ВВ отмечалась тенденция к снижению объема повреждения: у контрольной группы без лечения объем составил  $75 \pm 9$  мм<sup>3</sup>, у группы с и/н введением ВВ —  $64 \pm 10$  мм<sup>3</sup>, а у группы с в/в введением —  $90 \pm 12$  мм<sup>3</sup>.

Таким образом, доставка ВВ в мозг при интраназальном введении – более эффективный способ терапии последствий ЧМТ по сравнению с внутривенным введением. Мы предполагаем, что нейропротекторные эффекты ВВ могут быть обусловлены их иммуномодулирующими свойствами и способностью влиять на пластичность головного мозга посредством сигнальных молекул и microRNA, содержащихся во внеклеточных везикулах. *Работа поддержана грантом МД-2065.2018.4*

#### NEUROPROTECTIVE PROPERTIES OF EXTRACELLULAR VESICLES DERIVED FROM MESENCHYMAL STEM CELLS IN A MODEL OF TRAUMATIC BRAIN INJURY

**Silachev Denis N.<sup>1,2</sup>, Goryunov Kirill V.<sup>2</sup>, Danilina Tatyana I.<sup>1</sup>, Golovicheva Vika V.<sup>1</sup>, Shevtsova Julia A.<sup>2</sup>, Babenko Valentina A.<sup>1,2</sup>, Plotnikov Egor Y.<sup>1,2</sup>, Zorov Dmitry B.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>A.N. Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow 119992, Russia; <sup>2</sup>V.I. Kulakov National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow 117198, Russia, [silachevdn@belozersky.msu.ru](mailto:silachevdn@belozersky.msu.ru)

#### АТФАЗЫ ПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ ЭРИТРОЦИТОВ НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ

**Силкин Ю. А.<sup>1</sup>, Силкин М. Ю.<sup>1</sup>, Силкина Е.Н.<sup>1</sup>, Диулина А. А.<sup>1</sup>, Столбов А. Я.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН», г. Феодосия; <sup>2</sup>«Институт прикладных технических систем» г. Севастополь, Россия

<https://doi.org/10.29003/m556.sudak.ns2019-15/378-379>

АТФазы плазматической мембраны эритроцитов являются важными и необходимыми ферментами для поддержания, прежде всего ионного гомеостаза, между плазмой крови и цитозолем клеток. АТФазы мембран можно разделить на экто- и эндо-ферменты. Эти ферменты объединены их способностью выполнять гидролиз нуклеозидтрифосфатов и сопрягать выделяющуюся энергию макроэргической связи с выполнением определенных функций. Благодаря их работе, а также функционированию других мембранных ферментов плазматическая мембрана клеток представляется, как сложная клеточная органелла. Она обеспечивает обмен вещества и энергии между клеткой и окружающей средой. Экто-АТФазы относятся к ферментам с неизвестным функциональным назначением. Они присутствуют на поверхности клеток практически всех живых существ про- и эукариот, включая и вирусы. Эндо-АТФазы являются ионными насосами, которые осуществляют поддержание катионной асимметрии  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФаза), внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{Ca}^{2+}$ -АТФаза) и анионного баланса бикарбоната ( $\text{HCO}_3^-$ -АТФаза).

Исследования показали что, на плазматических мембранах эритроцитов хрящевых и костистых рыб функционируют, как экто-АТФазы, так и эндо-АТФазы.

В данной работе мы изучали АТФазную активность цельных эритроцитов и мембранных препаратов трех видов рыб – ската морской лисицы (*Raja clavata* L.), ставриды (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev), скорпены (*Scorpaena porcus* L.). Показана высокая экто-АТФазная активность в эритроцитах морской лисицы и скорпены, ее значения составляли соответственно  $7,4 \pm 0,1$  ( $n=5$ ) и  $7,6 \pm 0,8$  ( $n=5$ ) мкмоль  $\text{Ф}_n$ / мин/ мл эритроцитов. Активность экто-АТФазы ставриды была в более чем в 60 раз ниже и равнялась  $0,12 \pm 0,02$  ( $n=4$ ) мкмоль  $\text{Ф}_n$ / мин/ мл эритроцитов.

Идентифицированная нами  $\text{Mg}^{2+}$ -АТФаза препаратов мембран, как принято считать, аналогична экто-АТФазной активности цельных эритроцитов рыб. Как показали наши исследования, процедура выделения мембран приводит к существенному падению активности этого фермента. Активность  $\text{Mg}^{2+}$ -АТФазы плазматических мембран эритроцитов морской лисицы не превышала  $0,078 \pm 0,01$  ( $n=4$ ), ставриды –  $0,021 \pm 0,005$  ( $n=4$ ), скорпены –  $0,038 \pm 0,001$  ( $n=4$ ) мкмоль  $\text{Ф}_n$ / мин/ мл эритроцитов.

У всех исследованных видов рыб на выделенных мембранах эритроцитов найдена активность  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы. Она была значительно ниже, чем активность исследованной экто-АТФазы и составляла у морской лисицы –  $0,03 \pm 0,001$  ( $n=3$ ), ставриды –  $0,008 \pm 0,0001$  ( $n=4$ ), а у скорпены –  $0,002 \pm 0,0001$  ( $n=4$ ) мкмоль  $\text{Ф}_n$ / мин/ мл эритроцитов.

Активность  $\text{Ca}^{2+}$ -АТФазы не была найдена в препаратах мембран эритроцитов морской лисицы и скорпены. В препаратах ставриды ее активность составляла  $0,013 \pm 0,002$  ( $n=4$ ) мкмоль  $\text{Ф}_n$ / мин/ мл эритроцитов.

Полученные результаты открывают перспективу исследований особенностей функциональной активности экто- и эндо-АТФаз плазматических мембран эритроцитов хрящевых и костистых рыб. Они играют ключевую роль в поддержании их осмотической резистентности, газотранспортной функции, особых вязко-эластичных свойств и тех звеньев внутриклеточного метаболизма, которые зависят от внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ .

### ATPASES OF PLASMATIC MEMBRANE OF ERYTHROCYTES OF THE SOME BLACK SEA FISHES

**Silkin Yuriy A.<sup>1</sup>, Silkin Michail Yu.<sup>1</sup>, Silkina Yelizaveta N.<sup>1</sup>, Diulina Anastasiya A.<sup>1</sup>, Stolbov Anatoliy Ya.<sup>2</sup>**  
Federal State Budgetary Institution of Science "T.I. Vyazemsky Karadag scientific station – Nature Reserve of the Russia Academy of Sciences", Feodosiya, <sup>2</sup>Institute of Applied Technical Systems, Sevastopol, Russia

ATPases of the plasmatic membrane of erythrocytes are important and necessary enzymes for maintaining primarily ionic homeostasis between the blood plasma and the cytosol of the cells. ATPases can be divided into ecto- and endo-enzymes. These enzymes are similar in their ability to hydrolyze nucleoside triphosphates and match the released energy of a macroergic bond with the performance of certain functions. Due to their work, as well as the functioning of other membrane enzymes, the plasma membrane of cells appears as a complex cell organelle. It provides the exchange of matter and energy between the cell and the environment. Ecto-ATPases are enzymes with an unknown functional purpose. They are present on the cell surface of almost all living organisms, including prokaryotes, eukaryotes, and viruses. Endo-ATPases are ionic pumps that maintain the cationic asymmetry of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase), intracellular concentration of Ca<sup>2+</sup> (Ca<sup>2+</sup>-ATPase) and anionic balance of bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ATPase).

Studies have shown that both ecto-ATPases and endo-ATPases work on the plasma membranes of erythrocytes of cartilaginous and bony fish.

We studied the ATPase activity of whole erythrocytes and membrane preparations of three fish species - sea fox slope (*Raja clavata* L.), scad (*Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev), scorpion fish (*Scorpaena porcus* L.). High ecto-ATPase activity has been shown in the sea fox and scorpion fish erythrocytes. The values of ATPase activity were  $7.4 \pm 0.1$  (n = 5) and  $7.6 \pm 0.8$  (n = 5)  $\mu\text{mol P}_n / \text{min} / \text{ml}$  of erythrocytes, respectively. The activity of ecto-ATPase of scad was more than 60 times lower and was  $0.12 \pm 0.02$  (n = 4)  $\mu\text{mol P}_n / \text{min} / \text{ml}$  of erythrocytes.

The Mg<sup>2+</sup>-ATPase of membrane preparations identified by us, as is commonly believed, is similar to the ecto-ATPase activity of the whole erythrocytes of the fishes. As shown by our research, the membrane isolation procedure leads to a significant drop in the activity of this enzyme. Mg<sup>2+</sup>-ATPase activity of the sea fox erythrocyte plasma membranes did not exceed  $0.078 \pm 0.01$  (n = 4), scad -  $0.021 \pm 0.005$  (n = 4), scorpions -  $0.038 \pm 0.001$  (n = 4)  $\mu\text{mol P}_n / \text{min} / \text{ml}$  of erythrocytes.

The activity of Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-ATPases on isolated erythrocyte membranes in all studied fish species has been found. It was significantly lower than the activity of the studied ecto-ATPase and was  $0.03 \pm 0.001$  (n = 3) in sea fox,  $0.008 \pm 0.0001$  (n = 4) in scad, and  $0.002 \pm 0.0001$  (n = 4)  $\mu\text{mol P}_n / \text{min} / \text{ml}$  of erythrocytes in scorpion fish.

Ca<sup>2+</sup>-ATPase activity was not found in erythrocyte membrane preparations of sea fox and scorpion fish. In scad preparations, its activity was  $0.013 \pm 0.002$  (n = 4)  $\mu\text{mol P}_n / \text{min} / \text{ml}$  of erythrocytes.

The obtained results open the prospect for studies of the functional activity of ecto- and endo-ATPase of plasma membranes of red blood cells of cartilaginous and bony fishes. They play a key role in maintaining their osmotic resistance, gas transport function, specific viscoelastic properties and those links of intracellular metabolism that depend on the intracellular concentration of Ca<sup>2+</sup>.

### ПОЛИМОРФНЫЕ МОДИФИКАЦИИ И ОПТИЧЕСКИЕ ЭНАНТИОМЕРЫ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ, ФАРМАКОТЕРАПИЯ

**Скачилова С.Я.<sup>1</sup>, Шилова Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>АО «Всесоюзный научный центр по безопасности биологически активных веществ», г. Старая Купавна, Московская область, Россия. [skachilova@mail.ru](mailto:skachilova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m557.sudak.ns2019-15/379-380>

Важными направлениями при создании лекарственных препаратов являются исследования по влиянию полиморфных, сольватоморфных модификаций и оптически активных энантиомеров на фармакологические и токсикологические свойства лекарств. С учётом современных исследований и достижений полиморфизм рассматривается как явление, при котором супрамолекулярные структуры с различными физическими свойствами могут быть образованы одинаковыми объектами, как в жидком, так и в твёрдом состоянии. В последние годы компьютерные программы позволяют для некоторых органических соединений, в том числе лекарственных средств исходя из их структуры и энергии кристаллической решётки, рассчитывать вероятные для них полиморфные модификации. Известно, что около 70 % лекарственных веществ различных химических классов находится в виде полиморфных модификаций (бенздиазепины, барбитураты, стероиды, антибиотики, алкалоиды и др.), обладающих различными физико-химическими, биофармацевтическими и фармакологическими свойствами. Широко применяемый в медицине антибактериальный синтетический антибиотик хлорамфеникол (левомецитин) имеет четыре полиморфные модификации, наиболее эффективная из них при длительном хранении и повышенной температуре переходит в неактивную форму. Нейролептик оланзапин имеет шесть полиморфных модификаций, и только одна по своим свойствам применяется в медицине. Антиаритмик нибентан имеет две полиморфные модификации, в медицине используют одну стабильную форму. Сольватоморф сальбутамола гемисукцинат по антиастматической активности (на модели купирования бронхоспазма) в два раза менее эффективен, чем несольватированный сальбутамола гемисукцинат. При получении лекарственной формы преднизолона предусмотрены специальные условия, исключающие переход активной полиморфной модификации в неактивную.

Если полиморфные и сольватоморфные модификации лекарственных веществ оказывают влияние на их биодоступность, эффективность, фармакокинетику, то оптически активные энантиомеры одного и того же лекарственного средства или их рацематы могут проявлять диаметрально противоположные фармакологические и токсикологические эффекты. Это обусловлено тем, что биологически активные вещества, лекарственные молекулы взаимодействуют со сложными белковыми молекулами, например рецепторами, клеточными мембранами и ферментами стереоселективно, или степень их взаимодействия может быть частичной. В настоящее время в мире производится около 20 % синтетических лекарственных

препаратов в виде отдельных оптически активных энантиомеров, остальные 80 % представляют собой смеси право- и левовращающих энантиомеров (рацематов). Анальгетик морфин, полученный из растительного сырья, содержит несколько левовращающих энантиомеров, что и обеспечивает его высокую анальгезирующую активность. Правовращающий энантиомер морфина не обладает анальгезирующей активностью. Препарат сарколизин (производное L – фенилаланина) эффективен только в L-форме. Аналогично, при лечении болезни Паркинсона эффективным является левовращающий энантиомер – препарат Леводопа. Анальгетик пропоксифен проявляет анальгетические свойства в виде левовращающих энантиомеров (2R, 3S), правовращающий энантиомер (2S, 3R) является противокашлевым средством. Правовращающий энантиомер этамбутола высокотоксичен и вызывает потерю зрения. Важность разделения лекарственных средств (рацематов) на оптические энантиомеры кажется очевидной даже на основе этих примеров. Однако трагедия с применением препарата талидомид в виде рацемата (его тератогенное действие проявилось на генетическом уровне) показала, что тератоген только один энантиомер. Позднее было установлено, что в организме энантиомеры талидомида рацемизируются, то есть его рацемат нецелесообразно разделять на энантиомеры. Аналогичные примеры имеются и для антибиотиков ряда офлоксацина. В медицине (в США и других странах) использовался энантиомер агониста бета-2 адренорецепторов - левобутерол (хопенекс). Однако после длительного применения препарата на протяжении 8 лет и более, выявлено, что эффективность его аналогична рацемату. Возможно, длительное применение левовращающего энантиомера совместно с глюкокортикостероидами вызывает десенситизацию бета-2 адренорецепторов или в организме происходит рацемизация. Имеются аналогичные примеры применения глюкокортикостероидов, эзомепразола, дексакетопрофена и др.

Перед реализацией высокзатратных технологий получения оптически активных энантиомеров в промышленном масштабе необходимы тщательные биологические и фармакологические исследования по выявлению возможной рацемизации энантиомеров в биологических средах, трансформации рецепторов при высоких дозах лекарств и/или необходимой длительности их применения.

### **POLYMORPH MODIFICATIONS AND OPTICALLY ACTIVE ENANTIOMERS OF DRUGS, PHARMACOTHERAPY**

**Skachilova Sofya Ya.<sup>1</sup>, Shilova Elena V.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>All-Russian Scientific Research Center on Biologically Active Compounds Safety, Staraya Kupavna. Russia;  
[skachilova@mail.ru](mailto:skachilova@mail.ru)

Studies to identify the effect of polymorphic, solvatomorphic modifications and optically active enantiomers on pharmacological and toxicological properties of drugs are highly important for drug development. With respect to modern researches and achievements polymorphism is considered as phenomenon, during which supramolecular structures with various physical properties can be formed by same objects as of liquid state, as well as of solid state. In recent years there is a number of computer software for organic molecules, including drugs, used to calculate and predict possible polymorphic modifications based on structure and crystal structure energy. It is known, that approximately 70% of drugs of various chemical classes are in a form of polymorphic modifications (benzodiazepines, barbiturates, steroids, antibiotics, alkaloids, etc.) possessing various physico-chemical, biopharmaceutical and pharmacological properties. Widely used in medicine synthetic antibiotic chloramphenicol has four polymorphic modifications, the most effective of that converts to inactive form during prolonged storage at increased temperature. Neuroleptic olanzapine has six polymorphic modifications and only one is used in medicine based on its properties. Antiarrhythmic nibentane has two polymorphic modifications, only one is stable and used in medicine. Solvatomorph of salbutamol hemisuccinate in terms of antiasthmatic activity (on bronchospasm model) is two time less effective than unsolvated salbutamol hemisuccinate. Upon production of dosage form of prednisolone, special conditions are provided that prevent the transition of active polymorphic modification to inactive.

If polymorphic and solvatomorphic modifications of drugs affect their bioavailability, effectiveness, pharmacokinetics, then optically active enantiomers of one drug or its racemate can show antipodal pharmacological and toxicological effects. This happens due to the fact that, biologically active compounds interact with complex protein molecules, such as receptors, cellular membranes and enzymes stereoselectively or degree of interaction can be partial. Currently, the world produces about 20% of synthetic drugs in a form of optically active enantiomers while the remaining 80% are mixtures of dextro- and levorotatory enantiomers (racemates). Analgesics morphine, derived from plant material, contains few levorotatory enantiomers, that provide its high analgesic activity. The drug sarcolysin (derivative of L-phenylalanine) found to be effective only in its L-form. Dextrorotatory enantiomer does not possess analgesic activity. Likewise, for the Parkinson's disease treatment, levorotatory enantiomer - drug Levodopa is the most effective. Analgesic propoxyphene shows its analgesic activity in a form of levorotatory enantiomers (2R, 3S), dextrorotatory enantiomer (2S, 3R) shows cough remedy activity. Dextrorotatory enantiomer of ethambutol is highly toxic and causes loss of eyesight. Importance of drugs (racemates) separation into optical enantiomers is evident even from these examples. However, the tragedy with the use of the drug thalidomide in the form of racemate (its teratogenic effect was manifested on the genetic level) showed, that only one enantiomer is teratogen. Later, it was shown that thalidomide enantiomers capable to undergo racemization in biological media, so that, it is impractical to separate racemate into enantiomers. There are similar examples for antibiotics like ofloxacin. In medical practice (in USA and other countries) enantiomer of agonist beta-2 adrenergic receptors-levobutanol (xopenex). However, after a long-term use of the drug for more than 8 years, it was found that its effectiveness is similar to racemate. Perhaps long-term use of levorotatory enantiomer especially with glucocorticosteroids causes desensitization of beta-2 adrenergic receptors or racemization occurs in the body. There are similar examples of use of glucocorticosteroids, esomeprazole, dexketoprofen.

Before the implementation of high-cost for the production of optically active enantiomers on an industrial scale, thorough biological and pharmacological studies are highly required to identify the possible racemization of enantiomers in biological media, receptor transformation at high doses of drugs and/or required duration of use.

## ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ НАРУШЕНИЯ ТОРМОЗНОГО КОНТРОЛЯ У БОЛЬНЫХ С УЛЬТРАВЫСОКИМ РИСКОМ РАЗВИТИЯ ШИЗОФРЕНИИ

Славуцкая М.В.<sup>1,2</sup>, Лебедева И.С.<sup>2</sup>, Карелин С.А.<sup>1</sup>, Омельчинко М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБНУ «Центр психического здоровья», Москва, Россия; [mvslav@yandex.ru](mailto:mvslav@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m558.sudak.ns2019-15/381>

Саккадические движения глаз как компонент зрительного восприятия и внимания включены во все виды поведения человека и участвуют в выборе зрительной цели. Модель саккадических движений глаз является информативной для изучения мозговых механизмов исполнительного контроля и их нарушений при различной психической патологии.

У 20 больных с ультравысоким риском (УВР) развития шизофрении и 19 здоровых испытуемых исследовались параметры и топография компонентов ВП в саккадической парадигме «Go/No go». Показано ухудшение процессов произвольного торможения и внимания у больных, что отражалось в увеличении числа ошибочных саккад. на тормозный стимул (на 23%) и отличиях параметров и топографии компонентов P100, P200 и P300 ВП на тормозный («No go») стимул у больных с группе больных по сравнению с нормой.

У больных с УВР выявлено включение тормозных процессов и подавление внимания на этапе анализа стимула, что отражается в снижении амплитуды компонента *No go-P100* по сравнению со здоровыми испытуемыми. Увеличение латентности пика компонента *No go-P300* в группе больных по сравнению со здоровыми испытуемыми, свидетельствует о затруднении процесса когнитивной регуляции на этапе мониторинга и оценки результата деятельности на ранних этапах шизофрении. В то же время у больных с УВР шизофрении получены данные о частичной сохранности когнитивной функции принятия решения о торможении саккады, что отражается в отсутствии различий в параметрах компонента *No go-P200* в двух исследуемых группах. Компонент *No go-P200* может рассматриваться как маркер торможения в саккадической парадигме «Go/No go» как у здоровых испытуемых, так и у больных с УВР шизофрении.

Установленные различия в топографии пиков всех исследуемых компонентов ВП в исследуемых группах, дают основание предполагать различные механизмы когнитивной регуляции при подготовке и торможении саккадических ответов, которые определяются уровнем активации и пространственной организацией фронто-теменных сетей внимания, торможения и саккадического контроля. Преобладание пиков исследуемых компонентов ВП во фронто-центральных латеральных и медиальных областях коры у больных с УВР шизофрений может отражать процессы нейрокомпенсации при подготовке тормозного ответа, ассоциированные с дисфункцией префронтальной коры и снижением ее нисходящих влияний на ранних этапах шизофрении, что приводит к нарушению анализа стимулов, внимания и произвольного торможения.

## EEG CORRELATES OF INHIBITION CONTROL IN PATIENTS WITH ULTRA HIGH RISK OF SCHIZOPHRENIA

Slavutskaya Maria V.<sup>1,2</sup>, Lebedeva Irina S.<sup>2</sup>, Karelin Stanislav A.<sup>1</sup>, Omelchenko Maria A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, biological faculty, Moscow, Russia; <sup>2</sup>F.S.B.S.O. "Mental Health Center", Moscow, Russia; [mvslav@yandex.ru](mailto:mvslav@yandex.ru)

Saccadic eye movements as a component of visual perception and attention are included in all types of human behavior and are involved in orientation in the environment and the choice of visual purpose. The model of saccadic eye movements is highly informative for studying the brain mechanisms of executive control and their disorders in various mental diseases.

In 20 patients with ultrahigh-risk (UHR) of schizophrenia and 19 healthy subjects, the parameters and topography of the ERP components in the saccadic paradigm "Go / No go" have been studied. In patients the impairment of the voluntary inhibition processes and attention was shown, which was reflected in increase of erroneous saccades to the "No go" stimulus (by 23%) and differences in the parameters and topography of the P100, P200 and P300 components EP to the inhibition stimulus in patients with UHR of schizophrenia compared to the healthy subjects.

In patients with UHR the inhibitory processes and attention suppression was revealed to be involved at the stage of stimulus analysis, which is reflected in a decrease of the

*No go-P 100* amplitude compared to the healthy subjects. The increase of *No go-P300* peak latency in the patients compared to the healthy subjects indicates a difficulty in the process of cognitive regulation at the stage of monitoring and output evaluation in the early stages of schizophrenia.

At the same time, there were showed the partial preservation of the cognitive function of saccade inhibition decision making in UHR of schizophrenia patients, which is reflected in the absence of differences in the *No go-P200* parameters in two groups of subjects. The *No go-P200* component can be considered as the marker of inhibition in the "Go / No go" saccadic paradigm regardless of the subjects group.

Differences in the "No go" ERP components peaks topography were established in the both groups, which may suggests various mechanisms of cognitive regulation during preparation and inhibition of saccadic responses. That are determined by the activation level and spatial organization of fronto-parietal networks of attention, inhibition and saccadic control.

The predominance of the "No go" ERP components peaks in the lateral and medial fronto-central cortex areas in patients with UHR of schizophrenia may reflect the processes of neuro compensation at the stage of inhibition response preparing associated with dysfunction of the prefrontal cortex and its "top-down" effects decrease in the early stages of schizophrenia, which leads to impair of the stimulus analysis, attention, voluntary inhibition and result monitoring.

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЕТЕЙ  
ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**  
**Слаповская О.И., Патюков А.Г.**

ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России, Омск, Россия; [cher.73@mail.ru](mailto:cher.73@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m559.sudak.ns2019-15/382>

Психофизиологическое обследование детей дошкольного возраста дает информацию о степени зрелости высших психических функций ребенка и его готовности к школьному обучению. Для оценки психофизиологического статуса дошкольника используется ряд методик, соответствующих возрасту. Учитывая активную познавательную деятельность ребенка и игровую форму общения детей, весь процесс психофизиологического обследования необходимо проводить в форме игры. Также необходимо помнить о времени активного внимания ребенка этого возраста.

Нами было проведено психофизиологическое обследование 64 детей от 6 до 7 лет. Тридцать два человека посещали речевой детский сад. (Общее недоразвитие речи) — основная группа). Такое же количество детей были воспитанниками массового детского сада — контрольная группа. Обследование проводилось по разрешению Этического комитета и с письменного добровольного согласия родителей.

Всем детям была оценена сила нервных процессов (Е.П. Ильин, теппинг-тест). Для исследования особенностей психических функций (речи, праксиса, гнозиса, памяти, внимания, мышления), мы использовали тестовые задания, выполнение которых не требует использования дорогостоящего оборудования. Были отобраны наиболее доступные задания. На работу с одним ребенком затрачивалось не более 25-30 минут. Учитывая игровую деятельность как основной вид деятельности в этом возрасте, все задания проводились в форме игры. Через 10 минут от начала исследования делали 2-3-минутный перерыв, во время которого давали возможность ребенку отдохнуть.

Кроме того, для оценки состояния биоэлектрической активности мозга, сердца, речевой мускулатуры, глубины и частоты дыхания, в покое и при эмоциональной нагрузке, было проведено полиграфическое исследование (электроэнцефалограф-анализатор ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03»). Данный вид исследования также проводился в форме игры и не занимал более 5 минут.

Нами было установлено, что 80% детей основной группы и 85% их сверстников из контрольной активно вовлекались в процесс обследования, позитивно относились к игровой форме общения, не требовали дополнительных перерывов во время работы с ними.

Таким образом, адекватный подбор методик для психофизиологического обследования дошкольников и применение игровой формы при работе, способствует полноценному обследованию детей этого возраста.

**METHODOLOGICAL FEATURES OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL EXAMINATION OF CHILDREN OF  
PRESCHOOL AGE**

**Slapovskaya Oksana I., Patyukov Aleksandr G.**

Omsk state medical university, Omsk, Russia, [cher.73@mail.ru](mailto:cher.73@mail.ru)

Psychophysiological examination of children of preschool age gives information on degree of a maturity of the highest mental functions of the child and his readiness for school training. For assessment of the psychophysiological status of the preschool child a number of the techniques are used that are age-appropriate. Considering vigorous cognitive activity of the child and playful way of communication of children, all process of psychophysiological examination needs to be carried out in the form of a game. It is also necessary to remember time of active attention of the child of this age.

We conducted psychophysiological examination of 64 children from 6 to 7 years. Thirty two children attended speech kindergarten. (General underdevelopment of the speech) — main group). The same number of children were pupils of mass kindergarten — control group. Examination was conducted on permission of Ethical committee and from written voluntary consent of parents.

All children were assessed the strength of the nervous processes (E.P. Ilyin, the tapping-test). For a research of features of mental functions (the speech, a praxis, gnosis, memory, attention, thinking), we used test tasks which execution does not demand use of the expensive equipment. The most accessible tasks were selected. No more than 25-30 minutes were spent for work with one child. Considering game activity as primary activity at this age, all tasks were carried out in the form of a game. In 10 minutes from the beginning of a research took a 2-3-minute break during which gave the chance to the child to have a rest.

Besides, for assessment of a status of bioelectric activity of a brain, heart, speech muscles, depth and frequency of breath, at rest and at emotional stress, the polygraphic research was conducted (EEGA-21/26 electroencephalograph analyzer) "Entsefalan-131-03". This type of a research was also conducted in the form of a game and did not take more than 5 minutes.

By us it was established that 80% of children of the main group and 85% of their peers from control were actively involved in examination process, were positive to playful way of communication, did not require additional breaks while working with them.

Thus, an adequate selection of techniques for the psychophysiological examination of preschoolers and the use of a game form at work contributes to the full examination of children of this age.

## МОДУЛЯЦИЯ ПОЛОВЫХ ГОРМОНОВ, ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЗДОРОВЫХ ДЕВУШЕК

**Смелышева Л.Н., Кузнецов А.П., Артенян Н.А., Котенко И.Н., Архипова О.А., Сажина Н.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Курганский государственный университет», Курган, Россия; [vip.smelysheva@mail.ru](mailto:vip.smelysheva@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m560.sudak.ns2019-15/383>

В исследовании принимали участие 30 девушек-студенток, были сформированы три группы по показателям индекса массы тела (ИМТ): в первую группу включены девушки с ИМТ менее 18,5 кг/м<sup>2</sup> - дефицит массы тела (ДМТ), во вторую – с 18,5 до 24,9 кг/м<sup>2</sup> - нормальная масса тела (НМТ), в третью – с ИМТ более 30 кг/м<sup>2</sup>, что соответствует ожирению 1 степени (ОЖ 1). Для характеристики сопряженности морфометрических и функциональных особенностей гормональной регуляции репродуктивной функции были использованы расчетные показатели коэффициентов соотношения объема яичников к содержанию фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов.

В группе девушек с нормальной массой тела отмечалась максимальная сопряженность синтеза ЛГ и ФСГ с объемом яичников, так как разброс значений в коэффициентах между левым и правым яичником достигал не более 16 единиц, а между значениями ЛГ и ФСГ не более 10 единиц. У девушек группы ДМТ отмечался, соответственно, коэффициент симметрии – 8 единиц, а соотношение секреторных фаз - 40 единиц справа и 37 единиц слева. В группе ОЖ 1 разница симметрии отсутствует, а соотношение фаз одинаково в правом и левом яичниках: 31 и 29 единиц соответственно.

У девушек при дефиците массы тела эти параметры по большинству линейных показателей и, особенно, по объему обоих яичников, достоверно меньше, чем у девушек с нормальной массой тела. При этих параметрах отмечается относительная недостаточность лютеинизирующего гормона и, соответственно, секреторной фазы ОМЦ. У девушек с ожирением 1-й степени также отмечались более низкие показатели линейных и объемных параметров яичников, чем у группы НМТ, а по длине правого яичника даже достоверно меньше, чем у девушек с ДМТ.

Таким образом, гормональный профиль с гиперэстрогемией и недостаточностью секреторной фазы в группе с ОЖ 1 сочетался с минимальными морфометрическими параметрами. У девушек при дефиците массы тела в меньшей степени прослеживается функциональная асимметрия в работе яичников и в большей степени напряжение в регуляции фаз ОМЦ. У девушек с ожирением 1-й степени не отмечено преобладающей активности какого-либо ведущего яичника и прослеживается дисбаланс регуляции пролиферативной и секреторной фаз ОМЦ.

## MODULATION OF SEXUAL HORMONES, VEGETATIVE TONUS AND MORPHOMETRIC INDICATORS IN HEALTHY GIRLS

**Smelysheva Lada N., Kuznetsov Alexander P., Artenian Natalya A., Kotenko Irina N., Arkhipova Olga A., Sazhina Nina V.**

Federal State Budgetary Institution of Higher Education "Kurgan State University", Kurgan, Russia;  
[vip.smelysheva@mail.ru](mailto:vip.smelysheva@mail.ru)

The study involved 30 female students, three groups were formed according to body mass index (BMI): the first group included girls with a BMI less than 18.5 kg / m<sup>2</sup> - body mass deficit (DMT), the second - from 18.5 to 24.9 kg / m<sup>2</sup> is normal body weight (LIT), the third with a BMI of more than 30 kg / m<sup>2</sup>, which corresponds to obesity of 1 degree (OJ 1). To characterize the contingency of morphometric and functional features of the hormonal regulation of reproductive function, the calculated indices of the ratio of the volume of the ovaries to the content of follicle-stimulating and luteinizing hormones were used.

In the group of girls with normal body weight, maximum conjugation of LH and FSH synthesis with ovarian volume was noted, since the spread of values in the coefficients between the left and right ovary reached no more than 16 units, and between the values of LH and FSH no more than 10 units. In the girls of the DMT group, the symmetry coefficient was noted, respectively, 8 units, and the ratio of the secretory phases was 40 units to the right and 37 units to the left. In the coolant group 1, the symmetry difference is absent, and the phase relationship is the same in the right and left ovaries: 31 and 29 units, respectively.

In girls with a body mass deficit, these parameters in most linear parameters, and especially in the volume of both ovaries, are significantly less than in girls with normal body weight. With these parameters, the relative insufficiency of luteinizing hormone and, accordingly, the secretory phase of the OMC is noted. In girls with obesity grade 1, lower linear and volumetric parameters of the ovaries were also observed than in the NMT group, and even significantly less in the length of the right ovary than in girls with DMT.

Thus, the hormonal profile with hyperestrogenia and insufficiency of the secretory phase in the group with coolant 1 was combined with minimal morphometric parameters. In girls with a deficiency of body weight, functional asymmetry in the ovaries and a greater degree of tension in the regulation of OMC phases can be traced to a lesser degree. In girls with obesity grade 1, the predominant activity of any leading ovary was not observed and there was an imbalance in the regulation of the proliferative and secretory phases of the OMC.



## ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОЛЬНОГО ВНИМАНИЯ КАК ИНДИКАТОРЫ УРОВНЯ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВЬЯ Соболева И.В., Горелов В.Ю.

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Россия, [isobolev2015a@mail.ru](mailto:isobolev2015a@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m561.sudak.ns2019-15/384>

Исследовались характеристики произвольного внимания студентов с помощью компьютерной версии теста Бурдона у 57 здоровых студентов контрольной группы и 94 студента с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ). У всех студентов регистрировались психометрические показатели, такие как частота теппинга и время динамической зрительно-моторной реакции, и показатели индивидуального латерального статуса студентов с помощью аппаратно-программного комплекса АРМ ФМА, включающего набор тестов для оценки моторной, сенсорной и психической асимметрии мозга человека. Наиболее низкие показатели продуктивности произвольного внимания (ППВ) были характерны для студентов с ОВЗ: средний уровень ППВ имели 19,1% студентов, низкий — 63,9% и отрицательный 17%. Среди здоровых студентов 61,4% имели средний уровень ППВ, 28% низкий уровень, 1,8% отрицательный уровень и 8,8% - уровень ППВ выше среднего. Психометрические показатели студентов с ОВЗ также были хуже, чем у здоровых студентов. Так частота теппинга у студентов с ОВЗ составляла в среднем 5,6 ударов в секунду для правой руки и 5,24 уд/сек для левой руки против 6,38 уд/сек для правой руки и 6,1 уд/сек для левой руки у здоровых студентов. Среднее время динамической зрительно-моторной реакции (сопровождение курсором движения цветного пятна на экране компьютера) у студентов с ОВЗ составляло 51,5 секунды для правой руки и 64,2 секунды для левой, в то время как для здоровых студентов это время составляло 33,3 секунды для правой и 46,7 сек для левой руки. Наиболее информативными психометрическими показателями, отражающими динамику продуктивности произвольного внимания у обследованных студентов, оказался уровень асимметрии показателей частоты теппинга и времени динамической зрительно-моторной реакции при выполнении теста правой и левой рукой. Оба эти показателя были максимальными у студентов со средним уровнем продуктивности внимания. У студентов с ОВЗ и здоровых студентов с низкими показателями ППВ разница частоты теппинга и времени динамической зрительно-моторной реакции была минимальной, а у студентов с показателями ППВ выше средних нормативов для теста Бурдона эта разница уменьшалась по сравнению с показателями, характерными для студентов со средним уровнем ППВ. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о существовании тесной взаимосвязи между уровнем ментального здоровья, показателями произвольного внимания и показателями функциональной асимметрии мозга, что делает возможным использование этих показателей в диагностических целях.

## CHARACTERISTICS OF VOLUNTARY ATTENTION AS INDICATORS OF MENTAL HEALTH LEVEL

Soboleva Irina V., Gorelov Vadim Y.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

The characteristics of voluntary attention of students were studied using the computer version of the Bourdon test in 57 healthy control group students and 94 students with disabilities. All students registered psychometric indicators, such as the frequency of tapping and the time of a dynamic visual-motor reaction, and indicators of the individual lateral status of students using the hardware-software complex ARM FMA, including a set of tests for assessing the human brain, sensory and mental asymmetry. The lowest indices of productivity of voluntary attention (PVA) were characteristic of students with disabilities: the average level of PVA was 19.1% of students, low - level of PVA 63.9% and negative level of PVA 17%. Among healthy students, 61.4% had an average PVA level, 28% had a low level, 1.8% had a negative level, and 8.8% had a level of PVA above the average. Psychometric indicators of students with disabilities were also worse than those of healthy students. So the frequency of tapping for students with disabilities was on average 5.6 beats per second for the right hand and 5.24 beats / sec for the left hand versus 6.38 beats / sec for the right hand and 6.1 beats / sec for the left hand healthy students. The average time of a dynamic visual-motor reaction (accompanied by a cursor moving color spots on a computer screen) for students with disabilities was 51.5 seconds for the right hand and 64.2 seconds for the left, while for healthy students this time was 33.3 seconds for the right and 46.7 seconds for the left hand. The most informative psychometric indicators, reflecting the dynamics of the performance of voluntary attention among the surveyed students, turned out to be the level of asymmetry in the indicators of the frequency of tapping and the time of dynamic visual-motor reaction when performing the test with the right and left hands. Both of these indicators were maximal among students with an average level of attentional productivity. In students with disabilities and healthy students with low PVA, the difference between the frequency of tapping and the dynamic visual-motor response time was minimal, while for students with PVA above the average standards for the Bourdon test, this difference decreased compared to the average PVA. Thus, the obtained results indicate the existence of a close relationship between the level of mental health, indicators of voluntary attention and indicators of functional asymmetry of the brain, which makes it possible to use these indicators for diagnostic purposes.

## ПСИХОПРОФИЛАКТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ТРАНСПОРТЕ

Сокольская М.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет транспорта (МИИТ)», г. Москва, Россия, [mvsokolskaya@mail.ru](mailto:mvsokolskaya@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m562.sudak.ns2019-15/384-385>

Проблема профессиональных рисков и их профилактики приобретает особую актуальность в экстремальных условиях труда на транспорте, которые не только обуславливают снижение его надежности, но и оказывают опасное воздействие на человека. Это положение определяет тесную связь проблем надежности и безопасности труда.

Рассматривая профессиональную надёжность в качестве условия профилактики профессиональных рисков, мы определяем надёжность как интегративную характеристику личности профессионала - совокупность профессионально важных качеств операторов, высокий уровень развития которых позволит осуществлять максимально эффективный, безошибочный и, соответственно, безопасный процесс деятельности. Возможность проследить изменения профессионально важных качеств оператора на различных этапах профессионализации позволит исследовать динамику их профессиональной надёжности в процессе наработки профессионального стажа.

В эмпирическом исследовании приняли участие 40 машинистов и помощников машинистов локомотивов ст. Хабаровск-2 ДВЖД. Респонденты были разделены на 4 группы по 10 человек в каждой в соответствии с опытом профессиональной деятельности: 1 - стаж работы до 1 года; 2 - стаж от 1 года до 5 лет; 3 - от 5 до 10 лет; группа 4 – стаж более 10 лет. Пакет диагностических методик сформирован на основе рекомендованного Федеральным агентством железнодорожного транспорта методического инструментария для профессионального психологического отбора машинистов локомотивов.

Результаты исследования подтвердили гипотезу о том, что профилактика профессиональных рисков прямо взаимосвязана с профессионализмом оператора – с безопасным и безошибочным производственным функционированием специалиста в процессе взаимодействия с техническими системами локомотива в течение всей поездки. Профессионализм оператора-машиниста определяется одновременно и показателями надёжности: способностью сохранять самообладание, стрессо- и эмоциональную устойчивость; способностью сохранять готовность работать в состоянии утомления; быть внимательным; способностью сохранять готовность к принятию необходимых мер в экстремальных ситуациях с целью обеспечения безопасности перевозок.

Анализ динамики надёжности машинистов показал, что в процессе профессионализации она подвергается изменениям за счёт развития способности работать в состоянии утомления, скорости переключения внимания, стрессоустойчивости, эмоциональной устойчивости, а также мотивации и профессиональной ответственности.

## **PSYCHOLOGICAL PREVENTION OF PROFESSIONAL RISKS ON TRANSPORT**

**Sokolskaya Marina V.**

Federal State Institution of Higher Education «Russian University of Transport» (RUT - MIIT), Moscow, Russia  
[mvsokolskaya@mail.ru](mailto:mvsokolskaya@mail.ru)

The problem of professional risks and their prevention obtains special topicality in extreme working conditions on transport which not only cause the decrease in its reliability, but also make dangerous impact on person. This situation defines close connection between problems of reliability and work safety.

Considering professional reliability as a condition of professional risks prevention, we define reliability as integrative characteristic of the professional identity – this is the set of professionally important qualities of operators which high level of development will allow making the activity effective, faultless and safe. An opportunity to track changes of professionally important qualities of the operator at various professionalizing stages will make it possible to investigate dynamics of their professional reliability during an operating time of a professional experience.

40 drivers and assistant drivers of engines at the station Habarovsk-2 DVZhD participated in an empirical research. Respondents were divided into 4 groups of 10 people in everyone according to experience of their professional activity: 1 - length of service till 1 year; 2 - an experience from 1 year to 5 years; 3 - from 5 to 10 years; group 4 is an experience more than 10 years. The package of diagnostic techniques is created on the basis of the methodical tools recommended by Federal Agency for Railway Transport for professional psychological selection of locomotive drivers.

The results of research confirmed a hypothesis that prevention of professional risks is directly interconnected with operator's professionalism – with safe and faultless production functioning of the expert in the course of interaction with the technical systems into locomotive during all trip. Professionalism of the operator-driver is defined with the help of reliability indicators: it means ability to keep self-control, stress- and emotional stability; ability to work in a condition of exhaustion; to be attentive; ability to be ready for acceptance of necessary measures in extreme situations with the purpose of transportation safety.

The analysis of dynamics of driver's reliability showed that in the course of professionalizing it is modified due to development of ability to work in a condition of exhaustion, speed of attention switching, resistance to stress, emotional stability, motivation and professional responsibility.

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ**

**Солнушкин С.Д., Чихман В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [chikhmanvn@infran.ru](mailto:chikhmanvn@infran.ru)

Разработаны устройство и программа, предназначенные для генерации электрического воздействия на биологический объект – лабораторных животных. Созданная на базе устройства MD280 и прикладной программы информационная система предназначена для синтеза электрического раздражения с заданными параметрами, подачи напряжения на пол экспериментальной клетки, автоматического измерения и фиксации значений электрических параметров при возникновении ноцицептивной реакции животного, ведения базы данных экспериментов.

В устройстве реализовано управление подачей потенциала на каждый прут пола клетки, что предоставляет гибкость в создании различного паттерна электрического раздражения и исключает возможность расположения животного на эквипотенциальных прутьях. Устройство MD280 содержит 24 электронных ключа, управляемых от триггеров 24-разрядного регистра, в который из ЭВМ через интерфейс USB может быть записан произвольный код, в соответствии с которым осуществляется подача нулевого

потенциала или заданного напряжения на прутья клетки. Ток, воздействующий на объект, измеряется с помощью 10-разрядного аналого-цифрового преобразователя.

Для управления устройством используются три 4-х байтные команды. Команда установки амплитуды напряжения содержит нули в 0-2 байтах, а значение 3-го байта определяет уровень выходного напряжения:  $U = X * 28.4 / 255$  вольт, где  $X$  – значение от 0 до 255. Команда выдачи напряжения на выходы содержит в 1-3 байтах значения 24-разрядного регистра, определяющие потенциал соответствующего выхода: 0 - GND, 1 – установленное предыдущей командой напряжение. Команда считывания значения тока содержит в 2-3 байтах 10-разрядное (0 - 1023) пиковое значение тока с момента последнего считывания –  $X$ . Величина тока определяется по формуле:  $I = X * 3.3 / (1024 * 160)$  А, где 160 - это значение сопротивления токоизмерительного резистора. После считывания регистр контроллера, хранящий пиковое значение тока, обнуляется.

Для работы MD280 используется свободно распространяемый набор драйверов и специальных библиотек (<http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>).

Разработана программа, обеспечивающая на базе устройства проведение измерений пороговой болевой чувствительности. Графический интерфейс программы позволяет в начале работы проводить установку значений параметров электрического воздействия. После подачи сигнала начала измерений плавно автоматически увеличивается амплитуда напряжения. В отдельном окне отражается автоматически фиксируемое прибором значение максимального тока, протекающего при замыкании животным прутьев пола клетки с разным потенциалом. После определенной поведенческой реакции животного это максимальное значение тока запоминается и сохраняется в базе экспериментальных данных.

Таким образом, обеспечивается достоверное и эффективное измерение минимального порога болевой чувствительности за счет плавного регулирования параметров паттерна электрического воздействия, автоматического измерения параметров при возникновении первичной ноцицептивной реакции животного с исключением возможности избегания животным электрического воздействия, в частности, путем подачи электрических импульсов с фазированием.

#### Литература

1. В. Н. Чихман, В. О. Молодцов, В. Ю. Смирнов, С. Д. Солнушкин, А. И. Вайдо. Устройство для электростимуляции лабораторных животных. Приборы и Техника Эксперимента. 2019 (в печати).

### **HARDWARE-SOFTWARE FOR MEASURING THE PAIN SENSITIVITY OF LABORATORY ANIMALS**

**Solnushkin S.D., Chikhman V.N.**

I.P. Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg, Russia,  
[chikhmanvn@infran.ru](mailto:chikhmanvn@infran.ru)

A device and program were designed to generate an electrical shock on a biological object - laboratory animals. The information system created on the basis of the MD280 device and the special program is designed to synthesize electrical stimulation with specified parameters, to give a stress to the animal applying voltage through the grid floor of an experimental cage, automatically to measure and record parameters when an animal's nociceptive response occurs, and maintain a database of experiments.

The device implements control of potential supply for each bar of the grid floor, which provides flexibility in creating a different pattern of electrical stimulation and eliminates the possibility of the animal being located on equipotential bars. The MD280 device contains 24 electronic keys controlled from 24-bit register triggers, into which a random code can be written from the computer via the USB, according to which a zero potential or a specified voltage is applied to the grid bars. The electric current value acting on the object is measured using a 10-bit analog-to-digital converter. To control the device three 4-byte commands are used. The command for setting the voltage amplitude contains zeroes in 0-2 bytes, and the value of the 3rd byte determines the output voltage level:  $U = X * 28.4 / 255$  v, where  $X$  is a value from 0 to 255. The command for outputting the voltage contains in 1-3 bytes of the 24-bit register value, determining the potential of the corresponding output: 0 - GND, 1 - the voltage set by the previous command. The reading command of the current value contains in 2-3 bytes the 10-bit (0 - 1023) peak current value since the last reading -  $X$ . The current value is determined by the formula:  $I = X * 3.3 / (1024 * 160)$ , where 160 - the resistance value of the current-measuring resistor. After reading the controller register, which stores the peak value of the current, is reset. For operation MD280 a freely distributed driver is used (<http://www.ftdichip.com/Drivers/D2XX.htm>).

A program has been developed that provides, on the basis of the device, measurements of the threshold pain sensitivity. The graphical interface of the program allows you to set the values of the parameters of electrical shock at the beginning of work. After the start of the measurement the voltage amplitude smoothly automatically increases. In a separate window, the value of the maximum current automatically detected by the device, which occurs when animals close the bars of the grid floor with different potential, is reflected by the device. After a certain behavioral reaction of the animal, this maximum value of the current is stored in the database. Thus, a reliable and effective measurement of the minimum pain sensitivity threshold is ensured due to the smooth control of the parameters of the electrical effect pattern, automatic measurement of parameters when the primary nociceptive response of the animal occurs, with the exception of the possibility of avoiding the animal electrical impact, in particular, by applying electrical pulses with phasing.

#### Literature.

1. V.N. Chikhman, V.O. Molodtsov, V.Yu. Smirnov, S.D. Solnushkin, A.I. Waido. Device for electrostimulation of laboratory animals. Instruments and Technique Experiment. 2019 (in press).

## ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИЙ МЫШЦ НА ИХ ПАССИВНОЕ УКОРОЧЕНИЕ ИЛИ УДЛИНЕНИЕ У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ НА ПЕРВОМ ГОДУ ЖИЗНИ

Солопова И.А.<sup>1</sup>, Жванский Д.С.<sup>1</sup>, Селионов В.А.<sup>1</sup>, Долинская И.Ю.<sup>2</sup>, Кешишян Е.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем передачи информации РАН, Москва, Россия. [solopova@iitp.ru](mailto:solopova@iitp.ru)

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (ГУ), Долгопрудный

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России

<https://doi.org/10.29003/m563.sudak.ns2019-15/387>

Мышечный тонус ребенка на первом году жизни представляет собой один из главных критериев состояния нервной системы и организма в целом. Реакции мышц младенца на раннем этапе его двигательного развития на их пассивное сокращение (реакции укорочения, РУ) или удлинение (рефлекс на растяжение, РР) могут быть связаны с изменением тонуса (Сафронов В.А., 2016). Изменение этих реакций на первом году жизни может отражать развитие основных двигательных навыков у человека. В исследовании приняли участие 56 доношенных здоровых младенцев в возрасте от двух недель до 1 года жизни. В положении лежа на спине регистрировали активность основных мышц ног (RF, BF, GI, TA) и рук (BB, TB) при пассивных циклических сгибаниях/разгибаниях в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах ног, а также в локтевых суставах рук. Наблюдались три варианта ответов мышц на пассивные движения: только РР в растягиваемой мышце при отсутствии реакции в укорачиваемой мышце-антагонисте, РУ в укорачиваемой мышце на фоне РР в мышце-антагонисте, и РУ на фоне молчащей мышцы-антагониста. Рефлекс на растяжение наблюдался гораздо чаще, чем РУ и был больше по амплитуде и длительности. Как РУ, так и РР значительно чаще наблюдались в мышцах рук, чем в мышцах ног. Для мышц бедра процент появления РР по отношению к числу пассивных отклонений монотонно уменьшался на первом году жизни и не изменялся для мышц рук и голени. Наблюдалось изменение количества РУ на протяжении первого года жизни: процент появления этих реакций был наибольшим в возрастной группе 2-6 месяцев и существенно снижался к 12-месячному возрасту для большинства исследованных мышц. Результаты предполагают, что в процессе двигательного развития младенца на первом году жизни происходит постепенный переход от простой рефлекторной активности мышц на внешние воздействия к повышению влияния высших отделов ЦНС на эти реакции. Это влияние может приводить к изменению возбудимости мотонейронов спинного мозга, и, в свою очередь, изменять тоническое состояние мышц и их реакции на внешние возмущения. Полученные результаты могут стать базисом для диагностики нарушений мышечного тонуса при формирующихся двигательных нарушениях у ребенка первого года жизни.

*Работа осуществлялась при поддержке РФФИ № 18-015-00187*

## CHANGE OF MUSCLE REACTIONS TO ITS PASSIVE SHORTENING AND STRETCHING IN HEALTHY CHILDREN IN THE FIRST YEAR OF LIFE

Solopova Irina A.<sup>1</sup>, Zhvansky Dmitry S.<sup>1</sup>, Selionov Victor A.<sup>1</sup>, Dolinskaya Irina Yu.<sup>2</sup>, Keshishian Elena S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute for Information Transmission Problems, RAS, Moscow, Russia. [solopova@iitp.ru](mailto:solopova@iitp.ru)

<sup>2</sup>Moscow Institute of Physics and Technology (GU), Dolgoprudny

<sup>3</sup>Moscow Research Institute of Clinical Pediatrics of Russian Federation

Muscle tone of the infant at the first year of life is one of the main criteria for the state of the nervous system and the organism as a whole. The reactions of the infant's muscles at the early stage of his motor development to its passive contraction (shortening reactions, ShoR) or stretching (stretch reflex, StrR) can be associated with a change in tone (Safronov V.A., 2016). Changes in these reactions in the first year of life may reflect the development of a person's basic motor skills. The study involved 56 full-term healthy babies aged from 2 weeks to 1 year of age. In the supine position, activity of the main muscles of the legs (RF, BF, GI, TA) and hands (BB, TB) was recorded during passive cyclic flexions / extensions in the hip, knee and ankle joints of the legs, as well as in the elbow joints of the arms. Three variants of muscle responses to passive movements were observed: only StrR in the muscle to be stretched when there is no reaction in the shortened antagonist muscle, ShoR in the shortened muscle on the background of StrR in the antagonist muscle, and ShoR on the background of the silent antagonist muscle. The stretch reflex was observed much more frequently than the RP and was greater in amplitude and longer in duration. Both ShoR and StrR were significantly more frequently observed in the muscles of the arms than in the muscles of the legs. For thigh muscles, the percentage of appearance of StrR in relation to the number of passive movements monotonously decreased in the first year of life and did not change for the arm and ankle muscles. A change in the number of ShoR was observed during the first year of life: the percentage of occurrence of these reactions was greatest in the age group of 2-6 months and significantly decreased to the 12-month age for the majority of the studied muscles. The results suggest that in the process of motor development of the infant in the first year of life, there is a gradual transition from simple reflex muscle activity on external influences to an increase in the influence of the higher parts of the central nervous system on these reactions. This effect can lead to changes in the excitability of the spinal cord motoneurons, and, in turn, alter the tonic state of the muscles and their reaction to external disturbances. The obtained results can be the basis for the diagnostic of muscle tone disorders in the case of forming motor disorders in infants of the first year of life.

*The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research No. 18-015-00187*

**ДЕЙСТВИЕ МИЕЛОПИДА И МИЕЛОПЕПТИДА-2 НА ЭКСПРЕССИЮ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ  
ОБУСЛОВЛЕННОЙ ВВЕДЕНИЕМ МОРФИНА РЕАКЦИИ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПРЕДПОЧТЕНИЯ  
МЕСТА (УРПМ) У МЫШЕЙ ЛИНИИ C57BL/6J**

**Сорокина Н.С., Старостина М.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», Новосибирск, Россия; [nina@niimbb.ru](mailto:nina@niimbb.ru)

Формирование наркотической зависимости сопровождается значительными изменениями в состоянии как нервной, так и иммунной системы, что приводит в свою очередь к нарушению их взаимодействия. Влияние иммунной на функциональную активность нервной системы в большой степени опосредуется иммунорегуляторными молекулами. Ранее при изучении влияния иммуномодулятора Миелопида на формирование хронической зависимости от морфина мы обнаружили, что он задерживает развитие зависимости, не влияя на количество потребляемого наркотика. Глицин, входящий в его состав, не оказывал подобного эффекта, тогда как индивидуальные миелопептиды (МП1, МП2) пролонгировали формирование зависимости, то есть влияние Миелопида (МП) было обусловлено действием содержащегося в нем комплекса миелопептидов. Целью представленной работы было изучение влияния иммуномодулирующих препаратов Миелопид и Миелопептид-2 на экспрессию и восстановление УРПМ морфина у мышей линии C57BL/6j. Животные были распределены на 4 группы: I группа - Морфин, II группа – морфин + Миелопид; III группа – морфин + миелопептид-2; IV группа – контрольная. Группам I, II, III - морфин вводили в/бр (2.5 мкг/мышь) на 4-й, 6-й, 8-й, 10-й дни эксперимента по выработке УРПМ, на 5-й, 7-й, 9-й, 11-й дни эти животные получали МП (0,05 мкг/мышь) или МП-2 (0,05 мкг/мышь), а затем через 15 мин. инъекции физиологического раствора. IV группе животных физиологический раствор вводили ежедневно. После инъекции животное помещали в соответствующий отсек на 30 мин. У контрольной (IV) группы животных не было обнаружено выработки УРПМ, показатели остались на уровне первичного тестирования при прекондиционировании. Животные I группы демонстрировали значительное увеличение времени пребывания в отсеке, ассоциированном с введением морфина (на 118%). Введение животным II и III групп МП или МП-2, соответственно, полностью блокировало выработку УРПМ. В тесте на восстановление УРПМ I группа показала увеличение в 2,2 раза времени нахождения в отсеке, ассоциированном с введением морфина. Введение такой же дозы морфина животным II и III группы не оказывало никакого эффекта. Таким образом, полученные данные подтверждают действие миелопептидов на развитие влечения к морфину, что позволит обосновать их использование для коррекции нарушений, вызванных наркотической зависимостью.

**INFLUENCE OF MYELOPID AND MYELOPEPID-2 ON THE EXPRESSION AND REINSTATEMENT OF THE  
MORPHINE INDUCED CONDITIONED PLACE PREFERENCE (CPP) IN C57BL/6J MICE**

**Sorokina Nina S., Starostina Marina V.**

Federal State Scientific Institution "Federal Research Center for Fundamental and translational medicine",  
Novosibirsk, Russia; [nina@niimbb.ru](mailto:nina@niimbb.ru)

Development of chronic drug dependence is accompanied by significant changes in the state of nervous and immune systems which in turns results in the alterations of neuroimmune interactions. The effects of immune system on brain functional activity are to a great degree mediated by immunoregulatory molecules. Earlier, when studying the effects of the immunomodulator Myelopid on the development of chronic morphine dependence, we found that it inhibited dependence development without affecting the amount of the drug consumed. Glycine, a component of Myelopid, had no similar effect, while individual myelopeptides (MP1, MP2) prolonged the formation of dependence, that is, the effect of myelopid (MP) was due to the action of myelopeptide complex contained therein. The aim of the present work was to study the effect of immunomodulatory drugs Myelopid and Myelopeptide-2 on the expression and restoration of morphine induced CPP in C57BL / 6j mice. Animals were divided into 4 groups: Group I - Morphine, Group II - morphine + Myelopid; Group III - morphine + myelopeptide-2; IV group - control. Groups I, II, III received morphine i/p injections (2.5 µg / mouse) on the 4th, 6th, 8th, 10th days of the experiment to develop CPP, on the 5th, 7th, 9 11th day, these animals received MP (0.05 µg / mouse) or MP-2 (0.05 µg / mouse) injections, and then after 15 min. saline injection. Saline was administered daily to the animals of IV group. After injection, the animal was placed in the appropriate compartment for 30 minutes. In the control (IV) group of animals, the formation of CPP was not detected, the indicators remained at the level of primary testing during preconditioning. Group I animals showed a significant increase in the residence time at the compartment associated with the administration of morphine (by 118%). The introduction of MP or MP-2 to the animals from II and III groups completely blocked the production of CPP. In the test for the restoration of CPP, group I showed 2.2-fold increase of time spent in the compartment associated with morphine administration. The injections of the same dose of morphine to animals from group II and III had no effect. Thus, the data obtained confirm the effect of myelopeptides on the development of craving for morphine, which will justify their use for the correction of disorders caused by drug addiction.

**ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СТРУКТУРНОЙ ФУНКЦИИ МНОГОКАНАЛЬНОЙ ЭЭГ КАК МАРКЕРЫ  
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ К ОСТРОЙ ГИПОКСИИ**

**Сороко С.И., Рожков В.П., Трифонов М.И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия; [soroko@iephb.ru](mailto:soroko@iephb.ru)

<https://doi.org/10.29003/m564.sudak.ns2019-15/388-389>

Одной из наиболее трудных проблем фундаментальной и прикладной физиологии является поиск маркеров количественной оценки функциональных резервов и признаков наступления дестабилизации регулирующих функций центральной нервной системы в экстремальных условиях внешней среды.

Моделировали состояние острой гипоксии, используя для дыхания обеднённую кислородом дыхательную смесь (8% O<sub>2</sub> + 92% N<sub>2</sub>). В исследованиях участвовали 32 мужчины от 19 до 45 лет. Оценкой функционального состояния служили интегральные параметры (ИП) биоэлектрической активности мозга, рассчитываемые на основе структурной функции многоканальной ЭЭГ и характеризующие меру временной и пространственной (корреляционной) связности колебаний биопотенциалов. Выявлены особенности изменений ИП и обобщенного по всем отведениям спектра ЭЭГ у лиц с различной степенью устойчивости к гипоксии. У лиц устойчивых к гипоксии в динамике временного ИП выделены от 3 до 5 фаз компенсаторной реакции, отражающих изменения функционального состояния ЦНС, при общей тенденции к снижению уровня физиологической лабильности в ходе воздействия гипоксии. У испытуемых с низкой гипоксической устойчивостью уже после 3–7-ми минут дыхания обеднённой кислородом смесью отмечался резкий сдвиг величин временного ИП в область значений, характеризующий увеличение временной связности в ЭЭГ, увеличение инерционности системы, снижение функциональной лабильности ЦНС. Установлено, что отслеживание паттерна ЭЭГ в пространстве 2-х переменных – пространственного и временного ИП - даёт возможность предсказать достижение критического уровня гипоксии с последующим развитием коллаптоидной реакции за 16-24 с до её начала. Динамика ИП ЭЭГ позволяет дать оценку изменениям функционального состояния мозга в целом, обеспечивает наблюдение (мониторинг) за снижением уровня физиологической лабильности ЦНС в условиях гипоксемии, при этом достижение определенных численных значений ИП может быть маркером дезинтеграции системной деятельности мозга с нарушением когнитивных функций и работоспособности.

*Исследование выполнено при поддержке Программы Президиума РАН I.42P (AAAA-A18-118013190226-4).*

### **INTEGRAL PARAMETERS OF STRUCTURE FUNCTION OF MULTICHANNEL EEG AS MARKERS OF INDIVIDUAL SUSTAINABILITY UNDER ACUTE HYPOXIA**

**Soroko Svyatoslav I., Rozhkov Vladimir P., Trifonov Mikhail I.**

Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, Russia, Saint-Petersburg; soroko@iephb.ru

One of the most difficult problems of fundamental and applied physiology is the search for markers for the quantitative assessment of functional reserves and signs of the onset of destabilization of the regulatory functions of the central nervous system under extreme environmental conditions. The condition of acute hypoxia was simulated using oxygen-deficient breathing mix (8% O<sub>2</sub> + 92% N<sub>2</sub>) for breathing. The study involved 32 men from 19 to 45 years. The integral parameters (IP) of the brain bioelectrical activity, calculated on the basis of the structural function of the multichannel EEG and characterizing the measure of the temporal and spatial (correlation) connectivity of the oscillations of the biopotentials, served as the assessment of the brain functional state. The features of changes in IP and the generalized among all leads EEG spectrum are described in individuals with varying degrees of resistance to hypoxia. In individuals who are resistant to hypoxia, the dynamics of a temporal IP showed from 3 to 5 phases of the compensatory reaction, reflecting changes in the functional state of the central nervous system, under a general tendency to a decrease in the level of physiological lability during exposure to hypoxia. Subjects with low hypoxic stability already after 3–7 minutes of breathing the oxygen-depleted mixture showed a sharp shift in the values of the temporal PI in the range of values characterizing the increase in temporal connectivity in the EEG, the increase in inertia of the system, the decrease in the functional lability of the CNS. It was established that monitoring the EEG pattern in the space of two variables - spatial and temporal IP, makes it possible for 16-24 seconds to predict the achievement of a critical level of hypoxia with the subsequent development of a collaptoid reaction. The dynamics of the IP EEG makes it possible to assess changes in the functional state of the brain as a whole, provides observation (monitoring) of a decrease in the physiological lability of the central nervous system in hypoxemia, and moreover the achievement of certain numerical values of IP can be a marker of the disintegration of the systemic activity of the brain with impaired cognitive functions and performance.

*The work was supported by the Program for Basic Research of the Presidium of RAS I.42P (AAAA-A18-118013190226-4).*

### **ИЗУЧЕНИЕ СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ И ВОССТАНОВЛЕНИИ ИНДУЦИРОВАННОЙ МОРФИНОМ РЕАКЦИИ УСЛОВНО-РЕФЛЕКТОРНОГО ПРЕДПОЧТЕНИЯ МЕСТА У МЫШЕЙ ЛИНИИ С57BL/6J**

**Старостина М.В., Сорокина Н.С., Береговой Н.А.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины", Новосибирск, Россия; [marina@niimb.ru](mailto:marina@niimb.ru)

<https://doi.org/10.29003/m565.sudak.ns2019-15/389-390>

На модели длительной посттетанической потенциации (ДПТП) изучали изменения синаптической пластичности гиппокампа на разных стадиях формирования, угашения и восстановления реакции условно-рефлекторного предпочтения места на морфин (УРПМ) у мышей линии С57BL/6J. Для выработки УРПМ морфин вводили внутривентриально (10 мг/кг), для восстановления после угашения реакции - 5 мг/кг. Животным контрольной группы вводили равный объем физиологического раствора. Для электрофизиологических исследований использовали поперечные срезы гиппокампа (400 мкм), взятые на стадиях кондиционирования, посткондиционирования, 6-7 дни угашения реакции и стадии восстановления УРПМ. Внеклеточную регистрацию возбуждающих постсинаптических потенциалов (ВПСП) в stratum radiatum области CA1 гиппокампа проводили при помощи стеклянных микроэлектродов, заполненных внешним физиологическим раствором, стимулирующий электрод размещали в области коллатералей Шаффера. Высококачественную стимуляцию (3 пачки импульсов длительностью 1 сек, частотой 100 Гц,

интервал между пачками 10 сек; повтор через 10 мин) использовали для индукции ДПТП. Регистрируемый сигнал пропускали через фильтр низкой частоты 1 кГц, оцифровывали при помощи Digidata 1200 (Axon Instruments) с частотой 10 кГц и анализировали pCLAMP software (Axon Instruments). Офф-лайн данные анализировали при помощи pClamp software и Microcal Origin 8.1 (OriginLab). Амплитуды ВПСП нормировали по отношению к 10-минутному контрольному периоду (до высокочастотной стимуляции).

Обнаружено, что выработка долговременной потенциации незначительно уменьшена на стадии кондиционирования, однако восстанавливается до нормальной на стадии посткондиционирования. Формирование ДПТП полностью нарушено на стадии угашения и частично восстанавливается на этапе восстановления. Таким образом, обнаружены достоверные изменения синаптической пластичности в пирамидных нейронах области CA1 гиппокампа при выработке, экстинкции и восстановлении индуцированной морфином реакции условно-рефлекторного предпочтения места.

### **SYNAPTIC PLASTICITY DURING THE FORMATION AND REINSTATEMENT OF MORPHINE INDUCED CONDITIONED PLACE PREFERENCE IN C57BL/6J MICE**

**Starostina Marina V., Sorokina Nina S., Beregovoy Nikolay A.**

Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russian Federation,  
[marina@niimbb.ru](mailto:marina@niimbb.ru)

Changes in synaptic plasticity in hippocampus at different stages of development, extinction and recovery of morphine induced conditioned place preference (CPP) in C57BL / 6J mice were studied on the model of long-term posttetanic potentiation (LTP). Morphine was administered intraperitoneally (10 mg / kg) for CPP conditioning, and 5 mg / kg for CPP reinstatement after extinguishing the reaction. Animals of the control group were injected with an equal volume of saline. For electrophysiological studies, hippocampal cross-sections (400  $\mu$ m) were used, taken at the conditioning, postconditioning stages, on 6–7th days of extinction, and at reinstatement of the CPP. Extracellular registration of excitatory postsynaptic potentials (EPSP) in the stratum radiatum of the CA1 region of hippocampus was performed using glass microelectrodes filled with external saline, stimulating the electrode was placed in the area of Schaffer collaterals. High-frequency stimulation (3 packs of pulses with a duration of 1 s, a frequency of 100 Hz, the interval between packs of 10 s; repeat after 10 min) was used to induce LTP. The recorded signal was passed through a 1 kHz low frequency filter, digitized with a 10 kHz Digidata 1200 (Axon Instruments) and analyzed by pCLAMP software (Axon Instruments). Off-line data was analyzed using pClamp software and Microcal Origin 8.1 (OriginLab). The amplitudes of the EPSP were normalized with respect to the 10-minute control period (before high-frequency stimulation).

It was found that the development of long-term potentiation was slightly reduced at the conditioning stage, and restored to normal values at the postconditioning. The LTP development was completely suppressed at the stage of extinction and was partially restored at reinstatement. Thus, significant changes in synaptic plasticity were found in hippocampal CA1 pyramidal neurons during the development, extinction and reinstatement of morphine induced conditioned place preference.

### **ПРИНЦИПЫ НЕЙРОМОРФНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗНАКОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖИВЫХ СИСТЕМАХ** **Степанян И.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), Москва, Россия, [neurocomp.pro@gmail.com](mailto:neurocomp.pro@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m566.sudak.ns2019-15/390-391>

Биосемиотика — междисциплинарная область исследований, изучающая организацию и функционирование знаковых систем и процессов в биологии [1,2]. Объектами исследования биосемиотики являются тексты, алфавиты, коммуникация, трансляция и интерпретация в живых системах. В свою очередь, живые системы представляют собой функциональные системы П.К. Анохина [3] (аналогичные системообразующие свойства присущи киберфизическим системам). Для моделирования знаковых процессов в таких системах можно применить теоретико-категорный подход и нейроморфное (нейрокомпьютерное) моделирование [4].

В докладе приведены общие принципы нейроморфного моделирования в биосемиотике: симметризации, структурной и масштабной инвариантности, оппозиции, кластеризации, геометризации (параметрической визуализации) и нейроморфизма. В основу этих принципов положены теоретические наработки в области матричной генетики [5] и нейрокомпьютинга [6]. На основе этих принципов были обнаружены и визуализированы подмножества дискретных пространств параметров нуклеиновых кислот, отвечающие за знаковые процессы в клетке [7], разработаны новые методы динамического синтеза помехоустойчивых нейросетевых структур глубокого обучения [8], позволяющих исследовать знаковые процессы в мозге человека и др.

#### Литература

1. Emmeche, Claus; Kull, Kalevi (eds.) (2011). *Towards a Semiotic Biology: Life is the Action of Signs*. London: Imperial College Press.
2. Favareau, Donald (ed.) (2010). *Essential Readings in Biosemiotics: Anthology and Commentary*. Berlin: Springer.
3. Савельев А. В. Онтологическое расширение теории функциональных систем // Журнал проблем эволюции открытых систем. — Казахстан, Алматы, 2005. — № 2 (7). — С. 101—110.
4. Степанян И.В., Толоконников Г.К., Цыганков В.Д. Категорная модель для виртуального нейрокомпьютера «Эмбрион» — В сб: матер. XIV международного междисциплинарного конгресса

- «Нейронаука для медицины и психологии» Матер. конф. 30 мая-10 июня 2018 г. Судак – С. 439. e-ISBN 978-5-317-05830-2, DOI: 10.29003/m124.ns2018-14,
5. С.В.Петухов Симметрии генетики, функции Уолша и гено-логический код. – «Симметрии: теоретический и методический аспекты», выпуск 21. Сборник научных трудов VI Международного научно-практического симпозиума, Астрахань: издательство ООО «Триада», 2016, с. 79-87 (соавтор Е.С.Петухова).
  6. Степанян И.В. Гиперболические матрионы в нейрокибернетике, биомеханике и биоинформатике. // Нейрокомпьютеры: разработка, применение – 2015. – №5 – С. 57-68.
  7. Ivan V. Stepanyan, Sergey V. Petoukhov The Matrix Method of Representation, Analysis and Classification of Long Genetic Sequences *Information* 2017, 8(1), 12; doi:10.3390/info8010012 <http://www.mdpi.com/2078-2489/8/1/12>
  8. Степанян И.В., Зиеп Н.Н. Растущие свёрточные нейроподобные структуры для задач распознавания статических образов // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2018. № 5. С. 4-11.

#### PRINCIPLES OF NEUROMORPHIC MODELING OF SIGN PROCESSES IN LIVING SYSTEMS

Stepanyan Ivan V.

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAN), Moscow, Russia, [neurocomp.pro@gmail.com](mailto:neurocomp.pro@gmail.com)

#### МЕТОД СОНИФИКАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ МЕХАНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Степанян И.В., Хуссейн А.А., Петухов С.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН), Москва, Россия, [neurocomp.pro@gmail.com](mailto:neurocomp.pro@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m567.sudak.ns2019-15/391>

Вибрационная биомеханика описывает системы резонансов в генетике, а также данные о связи генетических структур с собственными значениями и собственными векторами матриц систем со многими степенями свободы [1]. Биомеханические системы можно рассматривать как функциональные, поскольку представляют собой самоорганизующиеся нелинейные системы, имеющие в своем составе синхронизированные распределенные элементы, например нейронные сети [2].

Известны методы виброакустических воздействий на человека, в том числе с биологической обратной связью. Метод биоакустической коррекции [3], успешно применяется в клинической практике для реабилитации пациентов, переживших инсульт. Шушаржан [4] в своих работах убедительно показал, что подаваемые специальным образом музыкальные частоты способны оказывать значительное влияние на физиологическое и психологическое состояние человека, показатели крови и биомеханику сердечно-сосудистой системы. Кроме того, сонификация биомеханических сигналов может служить вторичным диагностическим инструментом для определения различных патологических отклонений [5]. Таким образом, за счет наличия резонансных свойств у различных тканей, материалов и форм результат виброакустических воздействий на них может выступить инструментом для решения механо-биологических задач [6].

В свете изложенного, перспективными представляются исследования по сонификации биомеханических сигналов на основе фибоначчи-ступенных (пентаграмных) строев [7].

##### Литература

1. Петухов С.В. Вибрационная генетическая биомеханика и наследуемые системы биологических резонансов”, журнал “Медицина и высокие технологии”, 2015, №2, с. 16-28,
2. Савельев А. В. Онтологическое расширение теории функциональных систем // Журнал проблем эволюции открытых систем. — Казахстан, Алматы, 2005. — № 2 (7). — С. 101—110.
3. Леонова М.К., Константинов К.В., Степанян И.В. Исследование влияния биоакустического воздействия на интеллектуальную работоспособность // Биомедицинская радиоэлектроника — 2017. — №10. — С. 30-32.
4. Шушарджан С.В. Технологии музыкальной терапии в Анти-эйджинге и комплементарной медицине/ -М., Материалы II Российского конгресса по комплементарной медицине, 2014, - С. 152-155
5. Носова Т.В., Семенец В.В., Письменецкий В.А. Анализ основных характеристик биомеханических сигналов // Радиоэлектроника и информатика. 2004. №1 (26).
6. Thermalization in the  $\alpha$ -FPU system Miguel Onorato, Lara Vozella, Davide Proment, Yuri V. Lvov Proceedings of the National Academy of Sciences Apr 2015, 112 (14) 4208-4213; DOI:10.1073/pnas.1404397112
7. Кобляков А.А., Петухов С.В., Степанян И.В. Генетический код и генетические музыкальные строи // Тематич. сб. Музыка-Математика-Естествознание». Биомашсистемы, Т. 2. № 3. 2018. С. 205-227.

#### SONIFICATION METHOD FOR SOLVING BIOMECHANICAL PROBLEMS

Stepanyan Ivan V., Khussein Abobakr A., Petoukhov Sergey V.

Mechanical Engineering Research Institute of the Russian Academy of Sciences (IMASH RAN)  
[neurocomp.pro@gmail.com](mailto:neurocomp.pro@gmail.com)



## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ

Стерлигова О.П.

Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет транспорта» (МИИТ), Москва, Россия, [sterligova\\_o@mail.ru](mailto:sterligova_o@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m568.sudak.ns2019-15/392>

Обучение студентов – это организация познавательной деятельности и управление ею. Человек имеет большое предрасположение к учебе благодаря специальным стимулам к ней, которым соподчинены поиск и ориентировка. Активность человека – это системное свойство человека. Механизмы целенаправленного поведения во многих отношениях остаются невыясненными. Учебная деятельность студентов связана с эмоциональными переживаниями, достижением поставленной цели и преодолением трудных ситуаций. Обеспечить высокое качество подготовки специалиста невозможно без усилия познавательной активности самих студентов. Своевременное получение информации о психофизиологических реакциях студентов, занятых конкретным видом учебной деятельности, имеет определенное значение для оптимизации управления учебным процессом. Совершенствование подготовки студентов в условиях современного образования обусловлено многими факторами, среди которых важным является мотивация учебной деятельности студентов вуза технического профиля. Мотивация является основной психологической характеристикой любой деятельности, в том числе и обучения, при этом управление мотивацией учения позволяет управлять и учебным процессом, что представляется весьма важным для достижения его успешности. Цель данного исследования - выявление особенностей мотивации учебно-познавательной деятельности у студентов 1-го и 3-го курсов и динамики ее изменения в конце обучения (на 3-4 курсах бакалавриата). В ходе эмпирического исследования изучалась специфика мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов при поступлении в вуз и его окончании. Исследовалась самооценка мотивов учебной и профессиональной деятельности у студентов гуманитарных и технических направлений транспортного вуза. Особое внимание в исследовании было направлено на развитие мотивации учебно-профессиональной деятельности студентов на всем этапе профессионального обучения. В ходе проведенного исследования было доказано, что основной особенностью мотивации учебно-профессиональной деятельности у студентов технического ВУЗа является высокий уровень познавательной мотивации (выраженный интерес к профессии). В ходе данного исследования подтверждена гипотеза о существовании взаимосвязи мотивации познавательной деятельности студентов первого курса и их академической успешности (выраженной баллами единого государственного экзамена при поступлении в ВУЗ). Материалы данного исследования могут быть востребованы в практике психологического консультирования по проблемам профессионального самоопределения в юношеском возрасте, в работе психологической службы вузов технического профиля.

## FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF STUDENTS MOTIVATION DURING THEIR STUDY AT THE UNIVERSITY

Sterligova Olga P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport" (MIIT),  
Moscow, Russia, [sterligova\\_o@mail.ru](mailto:sterligova_o@mail.ru)

Studying is a process of organization and management of cognitive activity. People are disposed to education due to particular incentives, such as search of relevant information and the ability to select necessary information. Human activity is a systematic characteristic of human nature. Goal-oriented behavior mechanisms remain unelucidated in many respects. Students' learning activity is conjoined with emotional distress, attainment of planned objectives and overcoming difficult situations. It is impossible to ensure high-quality specialist training without efforts of cognitive activity made by students themselves. Obtaining timely information about psychophysiological reactions of students undertaking particular educational activities plays a significant role in the process of educational management optimization. Nowadays among many factors that contribute to the enhancement of education, motivation of students of technical institutions plays an important role. Motivation is a key psychological characteristic of any activity including learning, thus control over motivation allows to control educational process, which is essential for achieving success in learning.

The objective of this study is to identify particularities of educational activity motivation of first and second year undergraduate students and the dynamic of motivation changes at the end of the study (third and fourth year undergraduate students). The specificity of educational and professional activity motivation of students at admission to the University and its completion was studied in the course of this empirical research. Self-assessment of educational and professional activity motivation among students of humanities and technical fields of study at Transport University was examined. The study focuses particular attention on the development of educational and professional activities motivation of students at all stages of educational process. The study reveals that the main factor of educational and professional activity motivation of students of technical university is a high level of cognitive motivation (expressed interest in the profession).

The hypothesis relative to relationship between cognitive activity motivation of first-year students and their academic success (expressed by the points of the unified state exam for admission to the university) is confirmed in the course of this study.

Materials of this study can be used in practice of psychological counselling on the problems of professional self-determination in adolescence and the psychological services of technical universities.

## ОСОБЕННОСТИ ЗАПОМИНАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФИГУР В ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ЧЕЛОВЕКА

Стефанович М.А.

Независимый исследователь; [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru)

Многие специалисты занимаются оптимизацией компьютерных программ по распознаванию лиц. Лицо – это определенное сочетание замкнутых и разомкнутых линий. В нейронной сети подобная задача решается с минимальными затратами биоэнергии. В сенсорных системах проекцию рецепторных клеток можно рассматривать как измерительную шкалу с оцифрованными делениями. При восприятии разомкнутых линий разного типа зрительная система запоминает координаты X/Y для начала, конца, середины линии. При восприятии выпуклых и вогнутых линий дополнительно запоминаются координаты точки изменения градиента кривизны. При восприятии замкнутых линий зрительная система запоминает координаты X/Y для 4-х точек с минимальными и максимальными числовыми значениями относительно осей координат. Затем для каждого отрезка кривой линии определяются координаты середины и координаты точки изменения градиента кривизны. На ретинотопической проекции видимый объект отображается через возбуждение соответствующей группы зрительных нейронов (ЗН). Для тестирования видимого изображения в каждой микроколонке есть достаточное количество интернейронов, которые регистрируют степень возбуждения зрительных нейронов, расположенных в непосредственной близости от основного для данной микроколонки ЗН. Если основной ЗН расположен в начале разомкнутой линии, то справа от него будет только один возбужденный ЗН. Если основной ЗН расположен в конце линии, то только один возбужденный ЗН будет расположен слева. Тестирование линии начинается с определения координат концов. Затем 1-ый специальный тестирующий импульс продвигается вдоль линии от начала к концу, а 2-ой тестирующий импульс продвигается от конца к началу с одинаковым шагом. Середина линии – это единственная точка, в которой оба тестирующих импульса встречаются на 2-х соседних ЗН. Координаты этой точки X/Y запоминаются. Функцию запоминающих нейронов могут реализовать нейроны с обратными коллатеральными (НОК). После поступления 1-ого импульса на возбуждающий синапс НОК переходит в режим самовозбуждения, который выключается после поступления импульса на тормозной вход. Результат тестирования линии запоминается в группе из последовательно расположенных НОК и сохраняется до момента передачи информации в блок долговременной памяти (ДВП). Нейроны-детекторы должны быть в каждой микроколонке. Любой нейрон с несколькими возбуждающими и тормозными входами может функционировать как логическая микросхема "И". Возможная схема соединения нейронов для реализации предлагаемого алгоритма тестирования линий приводится в основном тексте статьи. Если человек хочет представить себе какой-то знакомый образ, то образуется виртуальная проекция сетчатки, на которую передаются из БДП запомненные координаты контрольных точек. Человек может видеть виртуальный зрительный образ в течение нескольких секунд.

## STORING PARAMETERS OF GEOMETRIC FIGURES IN HUMAN VISUAL SYSTEM

Stefanovich Margarita A.

Independent researcher; [marg.stefanovich@yandex.ru](mailto:marg.stefanovich@yandex.ru)

Many experts are involved in optimizing facial recognition software. A face is a particular combination of closed and open-ended lines. In sensor systems, projections of receptor cells can be considered a measuring scale with digitized points (marks). When perceiving straight open-ended lines, the visual system memorizes the X/Y coordinates for the beginning, end, and midpoint of the line. When perceiving convex and concave lines, the coordinates of the point of gradient change of curvature are memorized. When perceiving closed lines, the visual system memorizes the X/Y coordinates for 4 points with minimum and maximum numerical values in relation to the coordinate axes. Next, the coordinates of the midpoint and the coordinates of the point of gradient change of curvature are determined for each segment of the curved line. The retinotopic projection displays the visible object by activating the corresponding group of visual neurons (VN). To test the visible image, there is a group of interneurons located in the immediate vicinity of the main VN. If the main VN is located at the beginning of the open-ended line, the only one activated VN will be to its right. If the main VN is located at the end of the line, the only one activated VN will be to its left. Line testing starts with determining the coordinates of the ends. Then the first special testing the pulse moves along the line from the beginning to the end, and the second testing the pulse moves from the end to the beginning with the same pitch. The midpoint of the line is the only point at which both testing the pulses meet at adjacent VNs. The coordinates of this X/Y point are memorized. The function of storage memory neurons can be realized by neurons with return collaterales (NRC). The result of the line testing is memorized in a group of consecutive NRCs and stored until the information is transferred to the long-term memory block. Any neuron with several excitatory and brake inputs can function as a logic chip "And". A possible neuron connection pattern for implementing the proposed line testing algorithm is presented in the main text of the article.

## АНКСИОЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО 5-HT<sub>2A</sub>-АНТАГОНИСТА В ТЕСТЕ «ПРИПОДНЯТЫЙ КРЕСТООБРАЗНЫЙ ЛАБИРИНТ»

Султанова К.Т.<sup>1</sup>, Мирошников М.В.<sup>1</sup>, Агацарская Я.В.<sup>1,2</sup>, Мальцев Д.В.<sup>1,2</sup>, Корнилов В.И.<sup>1</sup>, Яковлев Д.С.<sup>1,2</sup>, Спасов А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра фармакологии и биоинформатики; <sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение Волгоградский медицинский научный центр, лаборатория экспериментальной фармакологии; [sultanova.pharma@gmail.com](mailto:sultanova.pharma@gmail.com)

Введение. Ранее был показан 5-HT<sub>2A</sub>-антагонистический механизм действия производного бензимидазола - соединения РУ-31 (НИИ ФОХ ЮФУ (г. Ростов-на-Дону); патент РФ №2465901, 2012 г.).

Серотониновые рецепторы задействованы в развитии чувства страха и тревоги, в связи с чем целесообразно изучение анксиолитического потенциала соединения РУ-31.

Методика исследования. Исследование проводилось на белых беспородных крысах-самцах. Изучаемые соединения (РУ-31 - 10 мг/кг; ципрогептадин - 14 мг/кг; диазепам - 1 мг/кг) вводились интрагастрально с последующей одночасовой инкубацией. Поведение животных изучалось в установке «Приподнятый крестообразный лабиринт» в течении 5 минут. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программы GraphPad Prism v.5.0.

Результаты исследования и обсуждение. У группы животных, которым вводили соединение РУ-31, в 2 раза повышалось количество выходов в светлый рукав в сравнении с контрольной группой, а время пребывания в нем увеличивалось в 4,6 раз. У крыс, получавших диазепам, повышалось количество выходов в светлый рукав более чем в 2 раза по сравнению с контролем и в 5 раз увеличивалось время пребывания в открытых отсеках.

Под действием ципрогептадина наблюдалось общее снижение поведенческой активности крыс, статистические различия получены по показателям количества выглядываний (снижались в 11 раз) и реактивности (возрастала в 12 раз) животных, отсутствовали статистически достоверные различия по показателям количества выходов в центр и времени пребывания в светлом рукаве, что может говорить об отсутствии выраженного противотревожного действия препарата.

Заключение. Таким образом, установлено, что соединение РУ-31 в дозе 10 мг/кг проявляет анксиолитическое действие сопоставимое с эффектом препарата сравнения диазепама. Полученные данные позволяют обосновать необходимость расширенных исследований анксиолитического профиля соединения РУ-31.

**ANXIOLYTIC PROPERTIES OF NEW 5-HT<sub>2A</sub>-ANTAGONIST IN THE "ELEVATED PLUS MAZE» TEST**  
**Sultanova K.T.<sup>1</sup>, Miroshnikov, M.V.<sup>1</sup>, Agatsarskaya Y.V.<sup>1,2</sup>, Maltsev D.V.<sup>1,2</sup>, Kornilov V.I.<sup>1</sup>, Yakovlev D.S.<sup>1,2</sup>, Spasov A.A.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Higher Education Establishment "Volgograd State Medical University" by the Ministry of health of the Russian Federation, Department of Pharmacology and bioinformatics;

<sup>2</sup>State Budgetary Establishment Volgograd Medical Research Center, Laboratory of Experimental Pharmacology; sultanova.pharma@gmail.com

Introduction. Previous studies confirmed the 5-HT<sub>2A</sub>-antagonistic mechanism of action for benzimidazole derivative - RU-31 (synthesized in Southern Federal University (Rostov-on-Don); Patent № 2465901, 2012). Serotonin receptors are involved in the development of feelings of fear and anxiety, therefore it is advisable to study the anxiolytic potential of RU-31 compound.

Methods. All compounds were tested on outbred male rats. RU-31 was administrated 10 mg/kg intragastrically; cyproheptadine - 14 mg/kg; diazepam - 1 mg/kg with subsequent one-hour incubation before experiment. Animal behavior was tested in "Elevated plus maze" for 5 minutes. Mathematical calculations were made in GraphPad Prism v. 5.0.

Research results and discussion. In the group of animals, which were treated with RU-31, the number of movements into the open arms increased in 2 times, in comparison with the control group, and summarized time in open arms increased in 4.6 times. In the group of rats, treated with diazepam, the number of movements into the open arms increased more than in 2 times in comparison with the control group and 5 times increased the summarized time in open arms. After the administration of cyproheptadine, the behavioral activity of rats significantly decreased: the number of peaking decreased in 11 times vs control group but reactivity increased in 12 times. There were no statistically significant differences in the number of movements into the center and the summarized time in open arms, which may indicate the lack of significant anti-anxiety effect of cyproheptadine.

Conclusion. RU-31 in dose 10 mg / kg demonstrated significant anxiolytic effect comparable to the effect of the diazepam in the "elevated plus maze" test. Further research of RU-31 anxiolytic profile is required.

**ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ НЕЙРОНАЛЬНОЙ СЕТИ В ЗОНЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЫ НЕЙРОНОВ**

**Сури́н А.М.<sup>1,2</sup>, Красильникова И.А.<sup>2</sup>, Лисина О.Ю.<sup>1,3</sup>, Балясин М.В.<sup>4</sup>, Шарипов Р.Р.<sup>1</sup>, Пинелис В.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «НИИ общей патологии и патофизиологии», г. Москва, Россия, surin\_am@mail.ru; <sup>2</sup>ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, г. Москва, Россия; <sup>3</sup>ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет» Министерства образования и науки РФ, г. Москва, Россия; <sup>4</sup>ФГАУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m569.sudak.ns2019-15/394-395>

В работе исследовали изменения внутриклеточной концентрации Ca<sup>2+</sup> ([Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub>) и митохондриального потенциала (ΔΨ<sub>m</sub>) в ответ на механическое повреждение клеточной культуры, а также регенерацию нейрональной сети в зоне повреждения первичной нейро-глиальной культуры из коры головного мозга крысы. Измерения выполнены с использованием флуоресцентных Ca<sup>2+</sup> и потенциал-чувствительных зондов Fura-FF и Rh123, когда клетки достигли возраста 11-14 дней в культуре (11-14 ДВК). Культуры в 35 мм чашках Петри со стеклянным дном (Mattek, США) помещали в мини-СО<sub>2</sub>-инкубатор при 37°C и 5% СО<sub>2</sub> на предметном столике EVOS FL Auto (США). Механическое повреждение (царапину) шириной ~1 мм наносили на монослой клеток на 3, 14 и 18 ДВК. Механическое повреждение вызывало скачок [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> и резкое падение ΔΨ<sub>m</sub> в клетках, расположенных не далее 100 мкм от границы царапины. Блокирование ионотропных глутаматных рецепторов NMDA-типа снижало в ~8 раз долю нейронов, имевших высокий подъем [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub>. Длительное развитие клеточных культур (до 10 ДВК) регистрировали с помощью системы анализа изображений EVOS FL Auto (США). Распространение нейритов в зону царапины в «молодой» культуре (травму наносили на 3 ДВК) значительно отличалось от аналогичного процесса в «зрелых» культурах

(нанесение царапины на 14 или 18 ДВК). Нейриты «молодой» культуры в этой зоне имели больший диаметр, большее количество тупиковых окончаний и ветвлений на единицу площади поверхности. Помимо роста нейритов, происходила диффузия на всю ширину поврежденной зоны клеток, напоминающих по размеру и морфологическим признакам нейроны. В «зрелых» культурах нейриты, прорастающие из неповрежденной зоны в сторону царапины, имели меньший диаметр и меньшую плотность на единицу площади поверхности. Таким образом, моделирование механической травмы на первичных нейрональных культурах разного возраста и непрерывная запись динамики формирования нейрональной сети в зоне механического повреждения позволяет получить информацию о поведении различных типов клеток в поврежденной зоне.

*Поддержано грантами РФФИ 17-15-01487 (time-laps микроскопия длительных экспериментов) и РФФИ-КОМФИ 17-00-00106.*

#### **DYNAMICS OF THE NEURONAL NETWORK FORMATION WITHIN THE AREA OF MECHANICAL DAMAGE IN PRIMARY NEURONAL CULTURE**

**Surin Alexander M.<sup>1,2</sup>, Krasil'nikova Irina A.<sup>2</sup>, Lisina Oksana Yu.<sup>1,3</sup>, Balyasin Maxim V.<sup>4</sup>, Sharipov Rinat R.<sup>1</sup>, Pinelis Vsevolod G.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of General Pathology and Pathophysiology, Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russia; <sup>2</sup>National Medical Research Center of Children's Health, Lomonosovsky av., 2/1, Moscow, 119991, Russia; <sup>3</sup>MIREA - Russian Technological University, Vernadskogo av., 78, Moscow, 119454, Russia; <sup>4</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Bolshaya Pirogovskaya str., 2, Moscow, 119991, Russia.

Changes in intracellular free  $Ca^{2+}$  concentration ( $[Ca^{2+}]_i$ ) and mitochondrial potential ( $\Delta\Psi_m$ ) in response to mechanical damage to the cell culture, as well as the regeneration of the neuronal network in the area of damage in the primary neuro-glial culture from the rat brain cortex were investigated. The measurements were performed using fluorescent  $Ca^{2+}$  and potential-sensitive probes Fura-FF and Rh123, when the cells reached the age of 11-14 days in culture (11-14 DIV). Mechanical damage caused a quick  $[Ca^{2+}]_i$  rise and rapid drop in  $\Delta\Psi_m$  in cells located no further than 100  $\mu m$  from the injury border. Inhibition of NMDA-type ionotropic glutamate receptors reduced by ~8 times the proportion of neurons that had high  $[Ca^{2+}]_i$  rise. The long-term development of cell cultures (up to 10 DIC) was recorded using the EVOS FL Auto image analysis system (USA). Cultures were placed in a mini- $CO_2$  incubator at 37° C, 5%  $CO_2$  on an EVOS stage in 35 mm Petri dishes with a glass bottom well (Mattek, USA),  $2.5 \cdot 10^5$  cells/well. Mechanical damage (scratch) with a width of  $\approx 1$  mm was applied to a monolayer of cells at 3, 14 and 18 DIV. The outgrowth of neurites (axons and dendrites) into the mechanical trauma zone in the young culture (scratch was applied at 3 DIV) was significantly different from the similar process in mature cultures (scratching on 14 or 18 DIV). The neurites of the young culture in this zone had a larger diameter, a greater number of dead ends and more branchings per surface unit. In addition to the neurites outgrowth, there was diffusion over the entire width of the damaged zone of cells which resembled neurons in size and morphological features. In mature cultures, the neurites sprouting began simultaneously with the protrusion of large cells from the intact areas. This type of cells had no processes and never crossed the injured area. Thus, the simulation of mechanical injury in primary neuronal cultures of different ages and the continuous recording of the regeneration dynamics provides information on the behavior of various types of cells in the damaged area.

*The study was supported by the grants of Russian National Science Foundation 17-15-01487 (long-term time-laps microscopy) and the Russian Foundation for Basic Research 17-00-00106.*

#### **БИОЛОГИЧЕСКИ ОСНОВАННЫЕ И ЭКСТЕРНАЛИСТСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПАМЯТИ: ПРОТИВОРЕЧИЕ ИЛИ ВЗАИМОДОПОЛНЕНИЕ?**

**Суцин М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук, Москва, Россия; sushchin@bk.ru.

Традиционно в психологии память изучалась как биологически основанная способность – одна из функций мозга и нервной системы. В настоящее время для психологов и когнитивных ученых, работающих в рамках преобладающего в науке биологически основанного подхода, стало фактически обязательным требование нахождения нейробиологических механизмов исследуемых ими форм и разновидностей памяти. Именно в русле биологически основанного подхода к изучению памяти была предложена оказавшая немалое влияние на развитие когнитивных исследований и области машинного обучения концепция интеллекта Дж. Хокинса [3]. Согласно концепции Хокинса, вершиной эволюции интеллекта явилось возникновение все более ухищренных кортикальных систем памяти млекопитающих и человека, способных аккумулировать в себе последовательно все более и более сложные аспекты иерархически организованной среды для создания предсказаний, касающихся того, с чем организм может иметь дело в следующий момент времени.

Между тем в последние три десятилетия в когнитивных исследованиях был представлен ряд концепций, делающих акцент на использовании когнитивными агентами мира как внешней памяти. Так, утверждается, что агенты могут использовать мир как внешнюю память как в восприятии [4], так и, в случае специфически человеческого познания, в рамках познавательных практик и процедур, опосредованных когнитивными артефактами, интеллектуальными средами и т.п. [2]. С этой точки зрения, вершина когнитивной эволюции может заключаться как раз в открытой человеком способности разгружать мозг от избыточной информации при помощи подобного рода культурных интеллектуальных орудий, артефактов и техник. И если по вопросу использования мира как внешней памяти в восприятии между биологически основанными и экстерналистскими подходами действительно может содержаться противоречие, то в отношении когнитивной эволюции человека они могут быть представлены в рамках единой перспективы. С нашей точки зрения, в разрезе когнитивной эволюции биологически основанный подход необходим для описания того, что происходило на большем участке пути. Тогда как экстерналистская схема описывает то,

что происходило с того момента, как у человека появилась способность создания интеллектуальных артефактов и сред [1].

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-311-00138).*

1. Сущин М.А. Субъект: воплощенный, встроенный в среду, но не расширенный // Субъективный мир в контексте вызовов современных когнитивных наук / Общ. ред. и сост. В.А. Лекторского (Отв. редактор), Е.О. Труфановой, А.Ф. Яковлевой. М.: Аквилон, 2017. С. 170–180.

2. Clark A., Chalmers D. The Extended Mind // Analysis. 1998. Vol. 58. No. 1. P. 7–19.

3. Hawkins J., Blakeslee S. On Intelligence. New York: An Owl Book, 2007.

4. O'Regan J. K. Solving the "Real" Mysteries of Visual Perception: The World as an Outside Memory // Canadian Journal of Psychology. 1992. Vol. 46. No. 3. P. 461–488.

## **BIOLOGICALLY BASED AND EXTERNALIST APPROACHES IN MEMORY STUDIES: CONTRADICTION OR COMPLEMENTARITY?**

**Sushchin M.A.**

Federal State Budgetary Scientific Institution the Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [sushchin@bk.ru](mailto:sushchin@bk.ru).

Traditionally in psychology memory has been studied as a biologically based capacity — one of the functions of the brain and nervous system. At the present moment, for psychologists and cognitive scientists, which work within the framework of a dominating biologically based approach, it has become virtually mandatory to identify neurobiological mechanisms of forms and varieties of memory they study. It is within this biologically based approach J. Hawkins proposed his conception of intelligence, which had a considerable influence on the development of cognitive studies and the field of machine learning. According to Hawkins' conception, the pinnacle of the evolution of intelligence was the emergence of increasingly sophisticated cortical memory systems of mammals and humans, capable of gradual accumulation of more and more complex aspects of a hierarchically organized environment to form predictions with what the organism can interact in the next moment.

Meanwhile, over the past three decades, a number of conceptions have been presented in cognitive sciences that emphasize the usage of the world as an external memory by cognitive agents. Thus, it is argued that agents can use the world as an external memory both in perception and, in the special case of human cognition, within cognitive practices and procedures mediated by cognitive artifacts, intellectual environments, etc. From this point of view, the pinnacle of cognitive evolution may lie precisely in the human ability to off-load redundant information from the brain with this kind of cultural intellectual tools, artifacts, and technologies. And while there may indeed be a contradiction between biologically based and externalist approaches with respect to the use of the world as an external memory in perception, they can be reconciled with regard to the cognitive evolution of man. In our view, with regard to cognitive evolution the biologically based approach is necessary to describe what happened on a larger part of the path. While the externalist scheme describes what has happened since that moment when man gained the ability to create intellectual artifacts and environments.

*This work was funded by RFBR (project № 18-311-00138).*

## **СИТУАТИВНОЕ И ВОПЛОЩЕННОЕ ПОЗНАНИЕ: УМЕРЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ**

**Сущин М.А.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт научной информации по общественным наукам Российской академии наук, Москва, Россия; [sushchin@bk.ru](mailto:sushchin@bk.ru).

На протяжении последних тридцати лет одной из наиболее влиятельных исследовательских программ в когнитивной науке была программа ситуативного и воплощенного познания [2, 3]. Развив эту программу во многом на проблемах классической когнитивной науки и искусственного интеллекта, ее сторонники подчеркивали, что для интеллекта и процессов познания первостепенное значение имеют телесная организация когнитивных агентов, экологическое и, в случае человеческого познания, социокультурное окружение, а также действия и двигательная активность. При этом, возможно, наиболее радикальным элементом программы ситуативного и воплощенного познания стал проводимый рядом ее приверженцев отказ от идеи репрезентаций при объяснении процессов познания. В свою очередь, мы, как и другие авторы, указывали на несостоятельность полного отказа от идеи репрезентаций в деле объяснения работы разума и познания [1]. С нашей точки зрения, более продуктивными являются те концепции и модели в рамках ситуативного и воплощенного познания, которые не предполагают полного устранения понятия ментальной репрезентации из своих объяснительных схем.

Таким образом, мы полагаем, что программа ситуативного и воплощенного познания в умеренном смысле содержит в себе несколько ключевых положений об устройстве и работе когнитивных процессов. Таков, во-первых, тезис о том, что субъекты не формируют детализированных зрительных репрезентаций воспринимаемых объектов и сцен (гипотеза, исследованная также в рамках современной науки о зрении). Во-вторых, это тесно связанное с первым тезисом утверждение, что мир может служить как внешняя память как в восприятии, так и, опять же в случае человеческого познания, в рамках познавательных практик, опосредованных интеллектуальными орудиями и средами. В-третьих, это предположение, что когнитивная наука нуждается в изучении влияния социокультурного окружения на человеческое познание (что еще в 1930-ых гг. активно исследовалось Л.С. Выготским и его коллегами и учениками). В этом контексте наиболее адекватной оказывается концепция «поддержанного средой познания» (scaffolded cognition), согласно которой человеческое общество и культура подобно строительным лесам помогают обучающимся индивидам подняться по лестнице их индивидуального развития, чтобы они дальше выстраивали и совершенствовали эти «социокультурные леса».

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ (проект № 17-18-01536).*

1. Сущин М.А. В защиту гипотезы внутренних репрезентаций в современных исследованиях восприятия и познания // Вопросы философии. 2018. № 4. С. 27–40.

2. The Cambridge Handbook of Situated Cognition / Ed. by P. Robbins, M. Aydede. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

3. The Oxford Handbook of 4E Cognition / Ed. A. Newen, L. De Bruin, and S. Gallagher. New York: Oxford University Press, 2018.

### SITUATED AND EMBODIED COGNITION: A MODERATE INTERPRETATION

Sushchin M.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution the Institute of Scientific Information for Social Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; [sushchin@bk.ru](mailto:sushchin@bk.ru).

Over the last thirty years, one of the most influential research programs in cognitive science has been the program of situated and embodied cognition. Developing this program largely due to the problems of classical cognitive science and artificial intelligence, its proponents stress that several factors have supreme importance for intelligence and cognitive processes, namely bodily organization of cognitive agents, ecological and, in the case of human cognition, sociocultural environment, as well as actions and motor activity. Perhaps the most radical component of the program of situated and embodied cognition has been the rejection by a number of its adherents of the idea of representation in the explanation of cognition. For our part, we, like other authors, have pointed out the inadequacy of a complete denial of the idea of representation in cognitive explanations. From our point of view, more fruitful are those conceptions and models within the framework of situated and embodied cognition that do not imply the complete elimination of the notion of mental representation from their explanatory schemes.

Thus, we claim that the program of situated and embodied cognition in a moderate sense rests on several key assumptions about the structure and working of cognitive processes. First, it is a thesis that subjects do not form detailed visual representations of perceived objects and scenes (a hypothesis which has also been explored in contemporary vision science). Second, it is a conjecture related to the first thesis that the world can serve as an external memory both in perception and, again in the case of human cognition, in cognitive practices mediated by intellectual tools and environments. Third, it is a hypothesis that cognitive science needs to study the impact of sociocultural environment on human cognition (this was actively studied by L. S. Vygotsky and his colleagues and students in the 1930s). We suppose that the most appropriate framework in this context is the conception of scaffolded cognition, according to which human society and culture, like construction scaffolding, help learning individuals to climb the ladder of their individual development so that they can further build and improve these "sociocultural scaffolding".

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project № 17-18-01536).*

### БИОФИЗИЧЕСКИЕ ПАТТЕРНЫ СИНДРОМА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ

Талалаева Г.В.

ФГБОУ ВО "Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России», г. Екатеринбург, Россия, [gvatalal@mail.ru](mailto:gvatalal@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m570.sudak.ns2019-15/397-398>

Синдром выгорания – широко распространенная болезнь адаптации среди лиц рискоопасных профессий, таких как учителя, врачи, полицейские, пожарные, спасатели. Развернутая форма синдрома выгорания формируется в несколько стадий, начальные проявления обнаруживаются после 5-7 лет работы в стрессовых условиях. Ранняя диагностика синдрома выгорания целесообразна для эффективной реабилитации. Поиск методик повседневной самокоррекции адаптационных нарушений, лежащих в основе синдрома выгорания, также представляются важными с теоретической и практической точки зрения. Ранее нами было показано, что синдром дезадаптации при комплексном стрессе имеет четко очерченные биофизические паттерны, определяемые методом акупунктурной РОФЭС-диагностики. Далее было установлено, что обнаруженные паттерны включают в себя неспецифические и специфические характеристики. Неспецифические характеристики инвариантны и регистрируются у представителей разных профессиональных групп: ветеранов военных действий, ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС, монтажников-высотников, спортсменов высоких достижений и др. Специфические характеристики вариативны и различаются в зависимости от особенностей трудовой деятельности: воздействия электромагнитного, радиационного стресса, вида спортивных тренировок и др.

Целью настоящего исследования стало сравнительное изучение биофизических паттернов стресса у спортсменов и курсантов вуза МЧС России на предмет выявления начальных признаков синдрома выгорания у последних. При статистической обработке использован матричный подход и непараметрический критерий достоверности различий  $\chi^2$ . Проверке подлежала базовая концепция акупунктурной диагностики, согласно которой оптимальный уровень циклической активности 12 основных каналов акупунктуры обеспечивается двойным контуром управления. В этом контуре повышение активности канала  $n$  одновременно приводит к снижению активности канала  $(n+1)$  и стимулирует активность канала  $(n+2)$ . Мы исходили из предположения, что нарушение данного контура управления может трансформировать относительно устойчивые колебания функциональной активности акупунктурных каналов в колебания двух видов: а) с затухающей амплитудой, б) с нарастающей амплитудой. По нашему мнению, первый вид нарушения двухконтурного управления с физиологической точки зрения будет соответствовать замедлению скорости биологического времени человека, а второй – его ускорению. Установлено, что у обследованных курсантов преобладал первый вид нарушений, у спортсменов – второй. Различия между группами были достоверными. Сделан вывод: начальные признаки синдрома выгорания у курсантов заключаются в замедлении их биологического времени.

## BIOPHYSICAL PATTERNS OF PROFESSIONAL BURNOUT SYNDROME

Talalaeva Galina V.

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russia, [gvtalal@mail.ru](mailto:gvtalal@mail.ru)

Burnout syndrome is a widespread disease of adaptation among people of dangerous professions such as teachers, doctors, police, firefighters, rescue workers. The developed form of burnout syndrome is formed in several stages. The initial manifestations are detected after 5-7 years of work in stressful conditions. Early diagnosis of burnout syndrome is appropriate for effective rehabilitation. The search for methods of everyday self-correction of adaptation disorders that underlie the burnout syndrome is also important from a theoretical and practical point of view. We have previously shown that the syndrome of maladaptation under complex stress has clearly defined biophysical patterns, determined by the method of acupuncture ROFES. It was further established that the patterns found include non-specific and specific characteristics. Nonspecific characteristics are invariant and are registered with representatives of different professional groups: war veterans, liquidators of the Chernobyl accident, power line installers, high performance athletes, etc.

The purpose of this study was a comparative study of biophysical stress patterns in athletes and cadets of the EMERCOM of Russia institution to identify the initial signs of burnout syndrome in the cadets. The statistical approach used the matrix approach and the nonparametric criterion for the reliability of differences  $\chi^2$ . The basic concept of acupuncture diagnostics was subject to verification. According to this concept, maintaining the functional level of acupuncture channels at an optimal level is ensured by a double control loop. In this control loop, the retention of the system as a whole at a given level in the case of an increase in channel activity  $n$  is ensured by a decrease in channel activity ( $n + 1$ ) and a subsequent increase in channel activity ( $n + 2$ ). We proceeded from the assumption that the violation of this control loop can transform relatively stable fluctuations of the functional activity of acupuncture channels into oscillations of two types: a) with damped amplitude, b) with increasing amplitude. In our opinion, the first type of violation of dual-circuit control from a physiological point of view will correspond to a slowdown in the rate of human biological time, and the second will accelerate it. It was established that the first type of violations prevailed in the examined cadets, the second in athletes. Differences between groups were significant. The conclusion is made: the initial signs of burnout syndrome in cadets consist in slowing down their biological time.

## ПОКАЗАТЕЛИ ОКУЛОМОТОРНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РЕШЕНИИ КОГНИТИВНЫХ ЗАДАЧ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВРЕМЕНИ

Талеева А.И., Звягина Н.В.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия,  
[n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru), [n.taleeva@narfu.ru](mailto:n.taleeva@narfu.ru)

В современном обществе человеку приходится жить в условиях быстрых социально-экономических и технологических перемен, ускоренного ритма жизни, высоких информационных нагрузок и лимита времени. Дефицит времени является важной детерминантой усилия, прикладываемого к решению когнитивной задачи: он вызывает повышенное напряжение, мобилизуя энергетические ресурсы индивида. В настоящее время имеются убедительные данные о существовании тесной связи между эффективностью познавательной деятельности в условиях ограничения времени и психофизиологическими особенностями личности. Маркерами особенностей мыслительной деятельности, связанной со зрительным восприятием, являются окуло-моторные реакции. В познавательном процессе движения глаз выполняют различные функции: ориентировки, поиска, измерения, контроля, построения зрительного образа и опознавания. В условиях дефицита времени индивидуально-психологические особенности человека могут выражаться как угнетением, так и интенсификацией умственной деятельности и, вероятно, изменениями параметров трекинга глаз.

Было обследовано 10 человек (средний возраст -  $20,5 \pm 1,5$  года). Участникам с монитора компьютера для чтения предъявляли последовательно 2 серии набора слов. Все слова являлись существительными с одной пропущенной буквой, обозначенной тире. Необходимо было прочитать слова вслух по порядку, вставляя пропущенные буквы. В первом случае время на выполнение задания не ограничивалось. Во втором случае время было ограничено до 1 минуты. В процессе решения когнитивных задач осуществляли запись трекинга глаз с использованием установки iView X™ RED. Анализ данных осуществляли с помощью программы SMI BeGaze и пакета прикладных программ SPSS 22.0.

Было установлено, что в условиях дефицита времени, по сравнению со свободным временным режимом, происходит сужение рабочей зоны на экране монитора. Часть слов может игнорироваться, а также значительно сокращается количество правильных ответов. В условиях цейтнота среднее время фиксации у всех испытуемых стало меньше, чем при свободном временном режиме. Сократилось количество длительных фиксаций, а моторная активность глаза интенсифицировалась (увеличилось количество фиксаций и саккад в единицу времени). Такие изменения трекинга глаз в условиях ограничения времени свидетельствуют о снижении эффективности решения когнитивных задач, его временные и энергетические характеристики.

## OCULOMOTOR PARAMETERS WHILE SOLVING COGNITIVE TASKS UNDER THE TIME CONSTRAINTS

Taleeva A.I., Zvyagina N.V.

Northern Arctic Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia, [n.zvyagina@narfu.ru](mailto:n.zvyagina@narfu.ru),  
[n.taleeva@narfu.ru](mailto:n.taleeva@narfu.ru)

In modern society human needs to live in conditions of fast social-economic and technological changes, accelerated life rhythm, high information loads and time limits. Time pressure is an important characteristic of the effort made for cognitive task performance: it causes higher tension by mobilization of individual's energy resources. At the present time there is conclusive evidence about existence of close relation between efficiency of

cognitive activity under the time constraints and personal psychophysiological characteristics. Oculomotor reactions serve as markers of cognitive activity features, related to visual perception. Eye movements make different functions during cognitive activity: orientation, search, measurement, control, visual image construction and recognition. In time pressure personal psychological characteristics may be expressed both by depression and intensification of cognitive activity, and probably by changes in the eye tracking parameters.

Ten participants took part in the study (average age -  $20,5 \pm 1,5$  years). Two series of set of words from the computer monitor were presented consistently to the participants. All the words were nouns with one missing letter showed by a line. It was required to read the words one by one aloud and insert missing letters. In the first case the time for the task performance was not limited. In the second case the time was restricted to 1 minute. While cognitive tasks completion a record of eye tracking was carried out with the use of iView X™ RED setup. The obtained data analysis was conducted by SMI BeGaze program and SPSS 22.0.

It was found that the narrowing of working zone was happened in the conditions of the time pressure compared to the unlimited time regime. A part of the words may be ignored and a number of correct answers decrease significantly. In the conditions of the time pressure average time of fixations diminished in all the participants in comparison with the free time regime. Number of long fixations decreased, and motor activity of the eye became more intensive (frequency of fixations and saccades increased). Such changes of eye tracking in the conditions of the time pressure indicate the lowering of efficiency of cognitive tasks performance, its time and energetic characteristics.

### **ВЗАИМОСВЯЗЬ НЕВЕРБАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА СО СПОСОБНОСТЬЮ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ В ВЕРОЯТНОСТНО ОРГАНИЗОВАННОЙ СРЕДЕ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

Талипова А.Е.

Биологический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия;  
[adelkamj@mail.ru](mailto:adelkamj@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m571.sudak.ns2019-15/399-400>

В научных исследованиях все большее внимание уделяется изучению процессов восприятия, внимания, памяти, речи, мышления, вероятностного прогнозирования, интеллекта - когнитивным (познавательным) функциям мозга.

При изучении психофизиологических механизмов, лежащих в основе когнитивных процессов, большое значение приобретает изучение адаптивного поведения человека с учетом вероятностного принципа пространственно-временной организации стимульных рядов в реальной действительности. Скорость, надежность и точность восприятия тех или иных событий определяется готовностью, проявляющейся в характеристиках деятельности человека в вероятностной среде, с учетом биологической значимости этих событий для человека. В процессе накопления вероятностных связей с учетом приобретенного опыта значительно увеличивается способность к восприятию структурированных событий, готовность к распознаванию сигналов, связанных между собой определенной последовательностью. В некоторых исследованиях отмечается влияние интеллекта на результаты вероятностного прогнозирования.

В данной работе исследовалась взаимосвязь невербального интеллекта со способностью к прогнозированию в вероятностно организованной среде у студентов биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. Было обследовано 465 человек в возрастном интервале от 17 до 25 лет, из них 267 девушек и 198 юношей. Для исследования способности к прогнозированию применялась методика «Прогнозис 2.5». Для исследования невербального интеллекта использовалась методика прогрессивных матриц Равена. Результаты показали, что тестирование по методике «Прогнозис 2.5» позволяет дифференцировать контингент испытуемых на 3 группы с различным уровнем эффективности прогнозирования в вероятностно организованной среде. Тестирование по методике прогрессивных матриц Равена выявило 5 групп с различным уровнем невербального интеллекта. Корреляционный анализ исследуемых функций с использованием непараметрических методов показал, что у юношей между методикой «Прогнозис 2.5» и методикой Равена существует достоверная положительная связь ( $R = 0,361$  при  $p = 0,000$ ). Таким образом, показано, что при увеличении уровня невербального интеллекта (по Равену) увеличивается и эффективность прогностической деятельности («Прогнозис 2.5»).

### **INTERRELATION OF NON-VERBAL INTELLIGENCE WITH THE ABILITY TO PREDICT IN A PROBABILITY-ORGANIZED ENVIRONMENT AMONG STUDENTS**

Talipova Adeliya E.

Department of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; [adelkamj@mail.ru](mailto:adelkamj@mail.ru)

In scientific research, more and more attention is paid to the study of the processes of perception, attention, memory, speech, thinking, probabilistic forecasting, and intelligence - cognitive brain functions.

In studying the psychophysiological mechanisms underlying cognitive processes, the study of adaptive human behavior taking into account the probabilistic principle of the spatiotemporal organization of the stimulus series in reality becomes very important. The speed, reliability and accuracy of perception of certain events is determined by the readiness manifested in the characteristics of human activity in a probabilistic environment, taking into account the biological significance of these events for humans. In the process of accumulation of probabilistic relations, taking into account the experience, gained the ability to perceive structured events and the readiness to recognize signals interconnected by a specific sequence significantly increases. Some studies have noted the effect of intelligence on the results of probabilistic forecasting.

In this work, we studied the interrelation of nonverbal intelligence with the ability to predict in a probabilistically organized environment among students of the biological faculty of the Lomonosov Moscow State University. 465 people were surveyed in the age range from 17 to 25 years, of whom 267 girls and 198 boys. To study the ability to predict we used the method of "Prognosis 2.5". To study non-verbal intelligence, the Raven's



Progressive Matrices Test was used. The results showed that using the "Prognosis 2.5" method allows us to differentiate the contingent of subjects into 3 groups with different levels of prediction efficiency in a probabilistically organized environment. Using the Raven's Progressive Matrices Test revealed 5 groups with different levels of non-verbal intelligence. A correlation analysis of the functions studied using non-parametric methods showed that among young men there is a reliable plus correlation between the "Prognosis 2.5" method and the Raven's method ( $R = 0.361$  with  $p = 0.000$ ). In this way, it is shown that with an increase in the level of non-verbal intelligence (according to Raven), the effectiveness of prediction activity also increases ("Prognosis 2.5").

### **НЕПОЛНАЯ СЕМЬЯ КАК ДОМИНАНТНЫЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ НЕВРОТИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У ДЕТЕЙ**

**Тамбовцева Р.В.**

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма,  
Москва, Россия [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m572.sudak.ns2019-15/400-401>

В настоящее время точное количество данных о больных с невротическим расстройством практически отсутствует. Считается, что такие больные составляют примерно от 5-7 % до 10-30 %. Клиническая картина невротических расстройств детского возраста характеризуется незавершенностью, рудиментарностью и соответствуют показателям возрастных периодов нервно-психического развития [Эйдемиллер Э.Г., 1994]. По частоте заболеваемости в детском и подростковом возрасте неврозы расположены в следующем порядке: общие неврозы представлены истерическим и астеническим неврозом, и неврозом навязчивых состояний. Вторая группа – это системные неврозы, к которым относятся логоневроз, тики, невротический энурез и энкопрез. На формирование патологии развития личности в детском возрасте оказывают влияние различные эндогенные и экзогенные факторы. Целью нашего исследования явилось изучение влияния отрицательных семейных факторов на формирование личности детей и подростков в возрастном интервале от 7 до 14 лет. Был проведен опрос, анкетирование и анализ историй болезни. При изучении различных психических воздействий на формирование развития личности детей и подростков, как показывает практика и статистика, самые большие трудности возникают в неполных семьях, в семьях, в которых постоянно происходит конфликт между родителями, и у детей, потерявших родителей до пубертатного возраста. В настоящее время относительное количество детей и подростков, страдающих от этого фактора, уже составляет около 70%. При истерической симптоматике 61,5% характерно для истерического варианта; 8,4% для обсессивного варианта и 4,5% для эксплозивного. При астенической и аффективной симптоматике дети и подростки соотносятся почти в тех же пропорциях. Между тем при обсессивной симптоматике больший процент (в среднем 20,7%) принадлежит обсессивному варианту развития. Если рассматривать формирование истерического развития в постнатальном онтогенезе, то можно выделить сенситивный этап от 7 до 11 лет, называемый аффективным, при котором различные конфликты и психические травмы в перспективе нарушают гармоничное развитие личности ребенка, при этом создавая некоторую дефицитарность аффективных структур. В частности, у детей обнаруживаются депрессивные состояния, которые достаточно неустойчивые. В результате депрессивный синдром достаточно быстро сменяется истерической симптоматикой. Другой сенситивный период затрагивает возрастной период от 12 до 14 лет, при котором в структуре невротического развития личности активно формируется обсессивный синдром, сопровождающийся развитием депрессивного синдрома, что связано с достижением некоторой зрелости эмоциональной сферы подростков. Между тем, отрицательное воздействие на эмоциональную сферу в этот же период связано с появлением абстрактности и некоторой отвлеченности в мышлении и, как следствие, образование психоастенических черт характера подростков. Именно этим можно объяснить совместное формирование в структуре невротического развития депрессивного и обсессивного синдромов.

Подводя итог, можно сказать, что, к сожалению, разводы, плохое и «никакое» отношение к детям в настоящее время принимает массовый характер. Это явление несет в себе много негативных последствий. Разрушение семьи в итоге приведет к разрушению государственности.

### **INCOMPLETE FAMILY AS A DOMINANT FACTOR OF THE DEVELOPMENT OF NEUROTIC DISORDERS IN CHILDREN**

**Tambovtseva Ritta V.**

Russian State University of Physical Education, Sports, Youth and Tourism. Russia, Moscow, [ritta7@mail.ru](mailto:ritta7@mail.ru)

Currently, the exact amount of data on patients with neurotic disorder is practically absent. It is believed that such patients are from about 5-7% to 10-30%. The clinical picture of neurotic disorders of childhood is characterized by incompleteness, rudimentary and correspond to the indices of the age periods of neuropsychic development [Eidemiller E.G., 1994]. In terms of morbidity in childhood and adolescence, neuroses are arranged in the following order: general neuroses are represented by hysterical and asthenic neurosis, and neurosis of obsessive states. The second group is systemic neuroses, which include logoneurosis, tics, neurotic enuresis and encopresis. The formation of the pathology of personality development in children is influenced by various endogenous and exogenous factors. The purpose of our study was to study the effect of negative family factors on the formation of the personality of children and adolescents in the age range from 7 to 14 years. A survey was conducted, questioning and analysis of case histories. When studying various mental influences on the development of the personality development of children and adolescents, as practice and statistics show, the greatest difficulties arise in incomplete families, in families in which there is a constant conflict between parents and children who have lost their parents before puberty. Currently, the relative number of children and adolescents suffering from this factor is already about 70%. With hysterical symptoms, 61.5% is characteristic of the hysterical variant; 8.4% for the obsessive variant and 4.5% for the explosive. In asthenic and affective symptoms, children

and adolescents correlate almost in the same proportions. Meanwhile, in obsessive symptomatology, a larger percentage (on average, 20.7%) belongs to the obsessive variant of development. If we consider the formation of hysterical development in postnatal ontogenesis, we can distinguish a sensitive stage from 7 to 11 years, called affective, in which various conflicts and mental trauma in the long term disrupt the harmonious development of the child's personality, while creating some deficiency of affective structures. In particular, children are found to be depressed, which is quite unstable. As a result, the depressive syndrome is quickly replaced by hysterical symptoms. Another sensitive period affects the age period from 12 to 14 years, during which an obsessional syndrome is formed in the structure of the neurotic personality development, accompanied by the development of a depressive syndrome, which is associated with the achievement of a certain maturity of the adolescent's emotional sphere. Meanwhile, the negative impact on the emotional sphere in the same period is associated with the appearance of abstraction and a certain distraction in thinking and, as a result, the formation of the psycho-aesthetic character traits of adolescents. This may explain the joint formation in the structure of the neurotic development of depressive and obsessive syndromes.

Summing up, we can say that, unfortunately, divorces, bad and "no" attitude towards children are now becoming widespread. This phenomenon has a lot of negative consequences. The destruction of the family will eventually lead to the destruction of statehood.

### **ОСЦИЛЛЯТОРНАЯ ДИНАМИКА ВОСПРИЯТИЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ, ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ И НЕЙТРАЛЬНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПРИ ПОИСКЕ СИНТАКСИЧЕСКИХ ОШИБОК У ЗДОРОВЫХ ИСПЫТУЕМЫХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРАТЕГИИ ПЕРЕОЦЕНКИ И ПОДАВЛЕНИЯ ЭМОЦИЙ** **С.С. Таможников<sup>1</sup>, А.В. Бочаров<sup>1,2</sup>, Е.А. Меркулова<sup>1,2</sup>, А.Н. Савостьянов<sup>1,2</sup>, Г.Г. Князев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт Физиологии и Фундаментальной Медицины», Россия, Новосибирск.

<sup>2</sup>«Новосибирский Государственный Университет», Россия, Новосибирск, [s.tam@physiol.ru](mailto:s.tam@physiol.ru)

В этом исследовании приняли участие 43 волонтера (17 мужчин и 26 женщин в возрасте от 18 до 23 лет). Согласно экспериментальной задаче, испытуемый должен был найти синтаксические ошибки в предложениях, показав свое решение нажатием кнопки «1», если предложение содержит ошибку, или «2», если предложение не содержит ошибки. Нами были составлены предложения на русском языке и имели три типа выражений – негативные выражения, например, («Мне трудно чувствовать радость»), позитивные («У меня много сил и энергии») и нейтральные выражения («После дождя появляются лужи»). Схема одного испытания: Сигнал готовности (крест) появлялся в центре экрана в течение 500 мс. Затем появлялось предложение. 1700 мс использовались в качестве тестового интервала, тогда как 1000 мс за 2500 мс до сигнала готовности использовали в качестве базового интервала.

Регистрация ЭЭГ проводилась на ЭЭГ усилителе Brain Vision (ACTi Champ), Germany. При помощи 128 отведений (128 ЭЭГ + EOG и GRD). Все испытуемые заполнили опросник, имеющий 2 шкалы «подавление и переоценка эмоций» (Gross, John, 2003). Подавление эмоций - это поведенческая стратегия, которая включает в себя подавление продолжающегося эмоционально выраженного состояния. Переоценка эмоций является формой когнитивного воздействия, которая подстраивается под эмоциональный фон ситуации, изменяя ее эмоциональное воздействие (Gross, John, 2003).

Мы проводили корреляции по Спирмену оценок по шкалам «Переоценка» и «Подавление» с оценками СССП каждой точки временно-частотного интервала. Шкала «Когнитивная переоценка» положительно коррелировала с тета спектральной мощностью от 100 мс и до 300 мс ( $r=0.6$ ,  $p<0.005$ ) и отрицательно с бета спектральной мощности (20 до 28 Гц) от 300 мс и до 900 мс после предъявления предложений ( $r=-0.6$ ,  $p<0.005$ ), что может отражать процессы восприятия и переосмысления эмоций. Шкала «Выраженное подавление» положительно коррелировала с бета спектральной мощностью (от 14 до 22 Гц) от 100 мс и до 1100 мс после предъявления предложений ( $r=0.67$ ,  $p<0.005$ ), что согласуется с литературными данными о связи бета ритма с процессами торможения. [Current Opinion in Neurobiology 2010, Beta-band oscillations, Engel and Fries]

*Исследование было профинансировано грантом РФФИ № 18-313-00174.*

### **ТАКТИЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ И МАНИПУЛЯТОРНЫЕ ДВИЖЕНИЯ КАК ФАКТОР АДАПТИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ СЛЕПОГЛУХОГО РЕБЕНКА**

**Тарновская Т.А.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», Москва, Россия; [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m573.sudak.ns2019-15/401-402>

Кожная чувствительность и двигательная память у слепоглухих детей становятся особым способом познания окружающего мира (Соколянский И.А.). Показано влияние глубоких нарушений слуха и зрения на сенсомоторное развитие (Van Dijk J.).

Актуальность проблемы адаптации слепоглухого ребенка к окружающему миру вызывает необходимость поиска технологий для индивидуальной коррекционно-развивающей работы и способов оценки этой работы, в том числе и сенсомоторной функции руки. В исследовании участвовали две группы детей. Дети, имеющие нарушения слуха и зрения (слепоглухие), а также другие нарушения в развитии функций организма. Всего 12 детей, от 8 до 19 лет воспитанников учебно-коррекционного отделения интерната для слепоглухих детей и молодых инвалидов. В общении дети используют разного качества акустические коммуникации, а также жестовую речь и дактилологию как подкрепление. Вторая группа - дети без нарушений в сенсорном развитии (30 детей, от 8 до 12 лет).

Определяли индивидуальные сенсомоторные особенности руки, обеспечивающие активное осознание в окружающем мире (мониторинг 3 года). Оценивали: уровень серийных движений (модифицированные теплинг-тесты), тактильную чувствительность (методы стереогнозии и эстеziометрии), мышечную силу кисти (динамометрия).

Время выполнения движений указательным пальцем одной руки в быстром темпе у 83% детей с нарушением зрения и слуха практически совпадает со значениями у детей без нарушений в развитии сенсорных функций. У 60% слепоглухих детей (все используют дактилологию) время выполнения ритмичных движений одной рукой, практически совпадает или имеет значение, приближенное к результатам у обычных детей. Время выполнения движения при взаимодействии правой и левой руки в группе слепоглухих детей ниже ( $p < 0,05$ ), в сравнении с обычными школьниками, а 58% слепоглухих испытывали затруднения в выполнении самого движения.

Распознавание крупных и мелких предметов в стереогнозии (когда включается двигательный анализатор) в группе слепоглухих определили в диапазоне от 50% до 100% (в группе обычных школьников у всех – 100%).

Результаты исследования сенсомоторного поведения могут быть использованы в коррекционной работе со слепоглухими детьми, имеющими множественные нарушения в развитии.

### **TACTILE SENSITIVITY AND MANIPULATION MOVEMENTS AS A FACTOR OF ADAPTIVE BEHAVIOUR OF A BLIND-DEAF CHILD**

**Tarnovskaya Tatiana A.**

Federal state budget educational establishment higher education «Moscow pedagogical state university», Moscow, Russia, [tantar1956@yandex.ru](mailto:tantar1956@yandex.ru)

Skin sensitivity and movement memory at blind-deaf children become special methods to know surrounding world (Sokolanski I.A.). Influence of deep violations of vision and deaf had been determined on sensory development (Van Dijk J.).

Urgency of the problem of adaptation of a blind-deaf child toward surrounding world demands to have new methods for individual correction of work and methods of evaluation of this work, including sensorial behavior and manipulation movements.

In research two groups of children took part, children with violations in vision and deaf (deaf-blind). 12 children of 8 to 19 years old from school blind-deaf. In communications children use gesture speech, dactyl speech, acoustical communications and dactyl for help. Also in research took part the children without violations in sensory development (30 children from 8 to 12 years old).

In a complex defined individual sensorimotor features of hand, providing active touch in the surrounding world. Determined, monitoring research-3 years: the level of serial movements (used modified tapping-tests), tactile sensitivity (methods stereo gnosis and estesiometry).

Time of movement index finger of hand quickly at 83% blind-deaf children practically coincide with the meanings at children without violations in development sensory functions. At 60% blind – deaf children (all use dactyl speech) time of rhythmic movements of one hand practically coincide with the meanings or have meaning, almost as the results of usual children.

Time of fulfillment tapping with interaction of right and left hands at blind-deaf children lower ( $p < 0,05$ ) at children without violations in development sensory functions, but 58% blind-deaf children did not fulfill these movements.

Recognition of big and small things in stereo gnosis (when motor analyzer works) at blind-deaf children determined at range from 50% to 100% (at children without violations in development sensory functions for all – 100%).

The results of investigations sensorial behavior and manipulation movements may be used in correction work with blind-deaf children.

### **ИЗУЧЕНИЕ ВКЛАДА ПОЛИМОРФНЫХ ВАРИАНТОВ ГЕНОВ ТРИПТОФАНГИДРОКСИЛАЗЫ В ВЫРАЖЕННОСТЬ ПОЗИТИВНОЙ И НЕГАТИВНОЙ СИМПТОМАТИКИ ШИЗОФРЕНИИ**

**Тигунцев В.В., Иванова С.А., Семке А.В.**

Научно-исследовательский институт психического здоровья, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», Томск, Россия, [cristall2009@live.ru](mailto:cristall2009@live.ru)

<https://doi.org/10.29003/m574.sudak.ns2019-15/402-403>

**Введение.** Шизофрения характеризуется полиморфной клинической картиной, включающей позитивные и негативные симптомы. Последняя группа симптомов чаще всего необратима и служит основанием для неблагоприятного прогноза заболевания. Триптофангидроксилаза – важный фермент метаболизма серотонина, одного из нейромедиаторов, участвующих в патогенезе психических заболеваний.

**Материал и методы.** Было обследовано 476 пациентов славянской национальности Томской области, проходивших курс стационарного лечения в отделении эндогенных расстройств НИИ психического здоровья ТНИМЦ, Томской областной клинической психиатрической больнице. Выраженность симптомов шизофрении оценивалась при помощи стандартизированной шкалы позитивных и негативных симптомов PANSS. Для генотипирования было выбрано 4 SNP: rs7933505, rs684302 (*TPH1*), rs1386494, rs1487278 (*TPH2*). Определение аллельных вариантов проводили методом real-time PCR на приборе «StepOnePlus» (США). Сравнение групп проводилось по критерию Крускала-Уоллеса в пакете программ Statistica 10.0.

**Результаты.** Были обнаружены статистически значимые различия в выраженности позитивной симптоматики между носителями генотипов AA (11 (10; 26)) и GA (20 (15; 26)) полиморфного варианта rs1386494 ( $p=0,0381$ ). Других статистически значимых различий обнаружено не было.

**Заключение.** Полученные данные показывают, что ген *TPH2* вовлечён в формирование клинической картины шизофрении. Результаты исследования коррелируют с представлениями о значительном вкладе нарушений метаболизма серотонина в патогенез психотических расстройств и могут быть использованы в сфере персонализированной медицины.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-315-20019 «Новые подходы к генетике клинического полиморфизма и нейрокогнитивного дефицита при шизофрении».*

## STUDYING THE CONTRIBUTION OF POLYMORPHIC VARIANTS OF TRIPTOPHAN HYDROXYLASE GENES TO THE EXPRESSION OF POSITIVE AND NEGATIVE SYMPTOMS OF SCHIZOPHRENIA

Tiguntsev Vladimir V., Ivanova Svetlana A., Semke Arkadii V.

«Mental Health Institute» of Tomsk National Research Medical Center of Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia, cristall2009@live.ru

**Introduction.** Schizophrenia is characterized by a polymorphic clinical picture, including positive and negative symptoms. The second group of symptoms is most often irreversible and serves as the basis for an unfavorable prognosis of the disease. Tryptophan hydroxylase is an important enzyme in the metabolism of serotonin, one of the neurotransmitters involved in the pathogenesis of mental diseases.

**Material and methods.** 476 Caucasian patients of the Tomsk Region were examined. The diagnosis of schizophrenia was clinically verified by psychiatrists. The severity of symptoms of schizophrenia was assessed using a standardized scale of positive and negative symptoms, PANSS. For genotyping, 4 SNPs were selected: rs7933505, rs684302 (*TPH1*), rs1386494, rs1487278 (*TPH2*). Allelic variants were identified by real-time PCR method using the SNP Genotyping Assay sets on the StepOnePlus device (USA). For statistical processing of data, the software package Statistica 10.0 was used. Comparison of the groups by scoring of the severity of symptoms according to genotype was carried out with the use of the Kruskal-Wallis criterion.

**Results.** Statistically significant differences ( $p = 0.0381$ ) in the severity of positive symptoms were found between carriers of the AA (11 (10; 26)) and GA (20 (15; 26)) genotypes of the rs1386494 polymorphism. There are no other statistically significant differences revealed.

**Conclusion.** The obtained data show that the *TPH2* gene is involved in the formation of the clinical picture of schizophrenia. The results of the study correlate with the ideas of the important contribution of serotonin metabolism to the pathogenesis of psychotic disorders and can be used in the field of personalized medicine.

*Support by RFBR Grant 18-315-20019 "New approaches to the genetics of clinical polymorphism and neurocognitive deficit in schizophrenia"*

## ВЛИЯНИЕ ЦЕРЕБРОВЕНТРИКУЛЯРНОГО И СИСТЕМОГО ВВЕДЕНИЯ ДОПАМИНА НА НЕРЕСПИРАТОРНЫЕ ФУНКЦИИ ЛЕГКИХ

Тимофеева М.Р.<sup>1</sup>, Лукина С.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Ижевская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ижевск, Россия; martim18@yandex.ru

Дисфункция нейромедиаторных систем, прежде всего дофаминергической, рассматривается основным звеном патогенеза нервно-психических расстройств, нейродегенеративных заболеваний, висцеропатий, проявляющихся, в том числе, и изменением режима вентиляции легких. Учитывая зависимость эффективности работы системы внешнего дыхания не только от газообменной, но и негазообменных функций легких проведено изучение метаболизма сурфактанта, кровенаполнения, водного баланса и гемостазконтролирующей активности легких при многократном церебровентрикулярном и системном внутрибрюшинном введении допамина (Doramine; Биохимик, Россия, в дозе 1,6 мкМ), являющегося агонистом дофаминовых рецепторов и их эндогенным лигандом.

Исследования показали, что при введении допамина в боковой желудочек мозга содержание альвеолярных фосфолипидов увеличилось ( $p = 0,03$ ), но их поверхностная активность оставалась низкой ( $p = 0,001$ ) в связи с уменьшением в составе сурфактанта поверхностно-активной фракции фосфатидилхолина ( $p = 0,02$ ) и увеличением лизофосфатидилхолина ( $p = 0,001$ ), обладающего детергентными свойствами; снизилось содержание жидкости внутри ( $p = 0,007$ ) и внесосудистого ( $p = 0,04$ ) сектора в легочной ткани. О сопряженности изменений метаболизма сурфактанта и легочной гемодинамики свидетельствовала отрицательная частная корреляционная связь параметров органного кровенаполнения и лизоФХ ( $r = -0,91$ ) при сохранении направленности и силы корреляционной связи индекса стабильности и фосфатидилхолина сурфактанта ( $r_s = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ). Вместе с тем, системное введение допамина в условиях преимущественного воздействия на периферические D<sub>1</sub>-, D<sub>2</sub>- рецепторы легких и сосудов малого круга кровообращения, сопровождалось сохранением активности сурфактанта на фоне увеличения органного кровенаполнения ( $p = 0,03$ ) и оборота фосфолипидов ( $p < 0,05$ ). Однотипные изменения показателей АЧТВ, ПВ и системы фибринолиза в опытах проявились в повышении коагуляционного потенциала артериальной крови при сохранении её фибринолитической активности. В системе «оксиданты-антиоксиданты» при церебровентрикулярном введении допамина понизилась концентрация малонового диальдегида в легочной ткани ( $p = 0,001$ ), а в опыте с системным введением препарата повысилась активность каталазы ( $p = 0,013$ ).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что потенцирование дофаминергической системы при церебровентрикулярном введении допамина индуцирует дезинтеграцию медиаторных систем мозга с развитием дисрегуляции нереспираторных функций легких. Системное введение допамина обеспечивает поддержание оптимума биофизических свойств сурфактанта.

## EFFECT OF CEREBROVENTRICULAR AND SYSTEMIC ADMINISTRATION OF DOPAMINE ON NONRESPIRATORY FUNCTIONS OF THE LUNGS

Timofeeva M.R.<sup>1</sup>, Lukina S.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution "Izhevsk State Medical Academy" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Izhevsk, Russia; [martim18@yandex.ru](mailto:martim18@yandex.ru)

The dysfunction of neurotransmitter systems, primarily dopaminergic, is considered as a major link of the pathogenesis of neuropsychiatric disorders, neurodegenerative diseases, visceropathies, occurring mainly in changing of lungs ventilation regime. Taking into account that an efficiency of the external respiration system depends on gas exchange and also on non-gas-exchange lung functions, conducted research focusing on the metabolism of surfactant, blood supply, water balance and hemostasis-controlling lung activity during repeated cerebroventricular and systemic intraperitoneal dopamine (Dopamine; Biochemist, Russia, at a dose of 1.6  $\mu$ M), which is an agonist of dopamine receptors and their endogenous ligand.

The studies have shown that the content of alveolar phospholipids increased ( $p = 0,03$ ) due to the introduction of dopamine into the lateral ventricle of brain, but their surface activity remained low ( $p = 0,001$ ) due to decrease in phosphatidylcholine fraction in surfactant ( $p = 0,02$ ) and increase in lysophosphatidylcholine ( $p = 0,001$ ), which has detergent properties; the content of fluid inside ( $p = 0,007$ ) and extravascular ( $p = 0,04$ ) sector in the lung tissue decreased. The concurrency of changes in the surfactant metabolism and pulmonary hemodynamics was evidenced by the negative partial correlation between the parameters of organ blood filling and lysophosphatidylcholine ( $r = -0.91$ ) while maintaining the directionality and strength of the correlation link between the stability index and the phosphatidylcholine surfactant ( $r_s = 0,83$ ;  $p < 0,05$ ). At the same time, systemic introduction of dopamine under conditions of preferential effects on peripheral  $D_{1-}$ ,  $D_2$  receptors of the lungs and small circulation vessels, was accompanied by the retention of surfactant activity against the background of an increase in organ blood filling ( $p = 0,03$ ) and phospholipid turnover ( $p < 0,05$ ). Changes of the same type of APTTV, PV markers, and the fibrinolysis system in the experiments manifested themselves in increasing of the coagulation potential of arterial blood while maintaining its fibrinolytic activity. In the system "oxidants-antioxidants" with cerebroventricular dopamine, the concentration of malondialdehyde in the lung tissue decreased ( $p = 0,001$ ), and in the experience with systemic administration of the drug, catalase activity increased ( $p = 0,013$ ).

The results suggest that potentiation of the dopaminergic system during cerebroventricular dopamine induces disintegration of the mediator systems of the brain with the development of dysregulation of non-respiratory lung functions and to ensure the optimum biophysical properties of surfactant during systemic dopamine administration.

## ЭТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА «ПЕРЕСАДКИ ГОЛОВЫ»

Тищенко П.Д.<sup>1</sup>, Резник О.Н.<sup>2</sup>, Попова О.В.<sup>3</sup>

1. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии РАН, Москва, Россия;
2. Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия;
3. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m575.sudak.ns2019-15/404-405>

При моральной оценке проекта хирурга С. Канаверо по «пересадке головы» пациента, страдающего спинальной мышечной атрофией, на тело посмертного донора обсуждается ряд фундаментальных антропологических и этических проблем экспериментальной хирургии. Проект основывается на оспариваемом современной нейронаукой предположении о том, что сознание человека является исключительно функцией его мозга, а поэтому при «пересадке головы» сохранится идентичность самосознания реципиента. Для моральной оценки проекта С. Канаверо использован стандартный набор биоэтических принципов экспертизы медицинских инноваций: принцип благотворительности и непричинения вреда (не навреди!); принцип уважения автономии человека; принцип уважения человеческого достоинства; принцип справедливости. В статье также обсуждается феномен театрализации медицины, выражающийся в агрессивном использовании С. Канаверо средств массовой информации для продвижения своего проекта. Делается вывод о принципиальной важности профессиональной этической экспертизы для оценки приемлемости инновационных проектов в экспериментальной хирургии.

*Публикация подготовлена при финансовой поддержке РНФ, проект № 17-18-01444.*

## ETHICAL EVALUATION OF THE PROJECT "HEAD TRANSFER"

Tishchenko Pavel D.<sup>1</sup> Reznik Oleg N.<sup>2</sup> Popova Olga V.<sup>3</sup>

1. Federal State Budgetary Institution of Science Institute of Philosophy of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;
2. First St. Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlova, St. Petersburg, Russia;
3. Federal State Budgetary Institution of Science, Institute of Philosophy, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

During the moral evaluation of the project of the surgeon S. Kanavero on "transplanting the head" of a patient suffering from spinal muscular atrophy to the body of a post-mortem donor, a number of fundamental anthropological and ethical problems of experimental surgery are discussed. The project is based on the contested modern neuroscience assumption that human consciousness is solely a function of his brain, and therefore the identity of the recipient will remain with the "head transplant". For the moral evaluation of the project S. Kanavero, a standard set of bioethical principles for the examination of medical innovations was used: the principle of charity and non-harm (do no harm!); the principle of respect for human autonomy; the principle of respect for human dignity; principle of justice. The article also discusses the phenomenon of the dramatization of medicine, which is expressed in the aggressive use of the media by S. Kanavero to promote his project. The conclusion is made about

the fundamental importance of professional ethical review to assess the acceptability of innovative projects in experimental surgery.

*The publication was prepared with the financial support of the Russian National Science Foundation, project No. 17-18-01444.*

### **РОЛЬ КЛИНИЧЕСКОЙ НЕЙРОДИАГНОСТИКИ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ**

**Токарева Н.Г.<sup>1</sup>, Железнова Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Медицинский институт, Саранск, Россия, [tokareva-1@mail.ru](mailto:tokareva-1@mail.ru);

<sup>2</sup>Московский научно-исследовательский институт психиатрии — филиал «Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского» Минздрава России, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m576.sudak.ns2019-15/405>

Эпилепсия – это заболевание, характеризующееся поражением анатомических структур мозга, поэтому в клинической диагностике так важна нейродиагностическая составляющая. Клиническая нейродиагностика во многом способствует развитию таких медицинских дисциплин, как психиатрия, неврология, нейрохирургия, и, конечно, эпилептология. Использование данного метода диагностики в клинике приводит к большей результативности, повышению точности, надёжности и объективности клинической диагностики при эпилепсии. Являясь одним из первых этапов клинико-психологической помощи, клиническая нейродиагностика направлена на выявление предпатологических, патологически изменённых и сохранных психологических компонентов личности больного эпилепсией. В последнее время в эпилептологии стали широко применяться инструментальные методы диагностики мозговых поражений: функциональной МРТ, цифровой ЭЭГ и другие, что расширяет возможности фундаментальных исследований в нейропсихологии и нейропсихиатрии. Клиническая нейродиагностика играет большую роль при хирургическом лечении эпилепсии, так как около 30% больных эпилепсией резистентны к медикаментозному лечению. Психические расстройства при эпилепсии во многом обусловлены очагом поражения мозга, а также изменениями межполушарного взаимодействия, влияния одностороннего очага на деятельность интактного полушария, нарушения взаимодействия в системных связях неорокортикальных, палеокортикальных и более глубоких структур мозга. Проведенные нами многочисленные клинические, нейропсихологические, нейропсихиатрические исследования при эпилепсии позволяют сделать заключение, что методы клинической нейродиагностики практически незаменимы для оценки динамики психического статуса больных в процессе дифференцированного противоэпилептического лечения, включая и нейрохирургическую коррекцию. Таким образом, многомерная нейропсихологическая диагностика в эпилептологии, с использованием стандартизованного набора сенсibilизированных методик с системой оценивания результатов эксперимента, позволяют выйти за рамки индивидуального опыта, осуществлять более широкие сравнительные исследования нарушений высших корковых функций и их системных мозговых механизмов.

### **THE ROLE OF CLINICAL NEURODIAGNOSTICS IN EPILEPSY**

**Tokareva Natalya G.<sup>1</sup>, Zheleznova Elena V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mordovia Ogarev State University, Medical Institute, Saransk, Russia; [tokareva-1@mail.ru](mailto:tokareva-1@mail.ru)

<sup>2</sup>V.Serbsky Federal Medical Research Centre for Psychiatry and Narcology. Moscow, Russia,

Epilepsy is a disease characterized by damage to the anatomical structures of the brain, so in clinical diagnosis is so important neurodiagnostic component. Clinical neurodiagnostic largely contributes to the development of such medical specialties as psychiatry, neurology, neurosurgery, and, of course, epilepsy. The use of this method of diagnosis in the clinic leads to greater efficiency, accuracy, reliability and objectivity of clinical diagnosis in epilepsy. Being one of the first stages of clinical and psychological care, clinical neurodiagnosis is aimed at identifying the pre-pathological, pathologically altered and preserved psychological components of the personality of a patient with epilepsy. Recently, in epileptology began to be widely used instrumental methods of diagnosis of brain lesions: functional MRI, digital EEG and others, which expands the possibilities of fundamental research in neuropsychology and neuropsychiatry. Clinical neurodiagnostic plays an important role in the surgical treatment of epilepsy, since about 30% of patients with epilepsy resistant to medication. Mental disorders in epilepsy is largely due to the lesion of the brain, and changes of hemispheric relationship interaction, the effects of unilateral lesion on the activity of the intact hemisphere, disruption in the system links neurocortical, paleocortical and deeper structures of the brain. Our numerous clinical, neuropsychological, neuropsychiatric studies in epilepsy allow us to conclude that the methods of clinical neurodiagnosis are almost indispensable for assessing the dynamics of the mental status of patients in the process of differentiated antiepileptic treatment, including neurosurgical correction. Thus, multivariate neuropsychological diagnosis using a standardized set of sensitized techniques with a system of evaluation of the results of the experiment allow to go beyond the individual experience, to carry out more extensive comparative studies of higher cortical functions and their systemic brain mechanisms.

## ФЕНОМЕН СОЗНАНИЯ В ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ. КАТЕГОРНЫЙ АСПЕКТ

Толоконников Г.К.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ФНАЦ ВИМ» РАН, Москва, Россия,  
admcit@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m577.sudak.ns2019-15/406>

Теория функциональных систем для П.К.Анохина была инструментом для решения основной проблемы, которой он посвятил жизнь, именно, трудной проблемы сознания (или по И.П. Павлову, как физиология рождает субъективный опыт). В докладе на Десятых Анохинских чтениях (Москва, 2018) К.В. Анохин обстоятельно обосновал этот тезис (см. его статью в журнале Биомашсистемы, 2018, т.2, №4). В настоящем докладе приводятся и анализируются разделы теории функциональных систем (акцептор результата действия и др.), в которых проявляется феномен сознания. В развиваемой автором категорной теории систем (см. монографию Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. «Биомашсистемы, функциональные системы, категорная теория систем», Москва, НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, 2018г, 450стр.) предлагается формализация основного ядра теории функциональных систем, включающего системообразующий фактор, принципы изоморфизма и иерархии, при этом на основе используемой теории свёрточных поликатегорий возникает категорная модель для описания феноменов сознания, отраженных в теории функциональных систем. Имеется ряд направлений моделирования теории функциональных систем, среди которых в докладе рассмотрены подход В.Д. Цыганкова, основанный на нейрокompьютере «Эмбрион», и развиваемая Е.А. Умрюхиным с 1960-х годов информационная математическая модель мозга (см. монографию Умрюхин Е.А. Механизмы мозга: информационная модель и оптимизация обучения, М., 1999 и др.). Первая версия нейрокompьютера Эмбрион разрабатывалась В.Д. Цыганковым при участии П.К. Анохина и являлась реализованной «в железе» моделью функциональной системы. Разработана категорная модель нейрокompьютера Эмбрион, элементы сознания, реализованные в этом нейрокompьютере, получили категорное обобщение. Для математической информационной модели мозга по Е.А. Умрюхину также разработана категорная модель, в том числе для выделенной им триады «мозг-среда-генетическая программа», для подсистемы неосознаваемой деятельности мозга (субсистема А) и подсистемы блока аналога сознательной деятельности мозга (субсистема Б). Обсуждается категорный аналог феномена рефлексии и других феноменов сознания, смоделированных информационной моделью мозга по Е.А. Умрюхину. В докладе обсуждается предложенная автором (см. Биомашсистемы. Теория и приложения. Том 2, М., 2016) поликатегорная модель нейрона и нейронной сети мозга в виде нейрографа и нейрокатегории, при наличии связи феномена «осознания» с возбуждением нейронов типа «нейронов Клинтон» приводит к выявлению границы современного научного метода.

## THE PHENOMENON OF CONSCIOUSNESS IN THE THEORY OF FUNCTIONAL SYSTEMS. CATEGORICAL ASPECT

Tolokonnikov Georgy K.

Federal State Budget Scientific Establishment "FNATS VIM" RAS, Moscow, Russia, admcit@mail.ru

The theory of functional systems for P.K. Anokhin was a tool for solving the main problem he devoted to life, namely, the difficult problem of consciousness (or, according to I.P. Pavlov, how physiology gives rise to subjective experience). In a report at the Tenth Anokhina Readings (Moscow, 2018), K.V. Anokhin substantiated this thesis in detail (see his article in the journal Biomashsistemy, 2018, Vol.2, No.4). This report presents and analyzes sections of the theory of functional systems (acceptor of the result of action, etc.) in which the phenomenon of consciousness manifests itself. In the theory of categories of systems developed by the author (see Monograph Chernoiivanov V.I., Sudakova S.K., Tolokonnikova G.K. "Biomass, Functional Systems, Theory of Category Categories", Moscow, P.P. Anokhin, 2018, 450 pages. Formalization of the main core of the theory of functional systems (system-forming factor, principles of isomorphism and hierarchy) has been proposed. At the same time, on the basis of the used theory of convolutional polycategories, a categorical model arises for describing the phenomena of consciousness, reflected in the theory of functional systems.

There are a number of areas of modeling the theory of functional systems, among which the report examines the approach of V.D. Tsygankov, based on the neurocomputer "Embryon", and the information mathematical model of the brain developed by E.A. Umryuhin from the 1960s (see the monograph Umryuhin E. A. Mechanisms of the brain: information model and optimization of learning, M., 1999, etc.). The first version of the neurocomputer "Embryon" was developed by V.D. Tsygankov with the participation of P.K. Anokhin and was a functional system implemented "in hardware". A categorical model of the neurocomputer "Embryon" was developed, the elements of consciousness implemented in this neurocomputer received a categorical generalization. According to E.A. Umryukhin, a mathematical model has also been developed for the mathematical information model of the brain, including for the brain-environment-genetic program triad allocated to it, for the subsystem of unconscious brain activity (subsystem A) and the subsystem of the analog block of conscious brain activity (subsystem B). The categorical analogue of the phenomenon of reflection and other phenomena of consciousness modeled by the information model of the brain according to E.A. Umryukhin is discussed. The report discusses the polycategory model of neuron and neural network of the brain in the form of a neurograph and neurocategory proposed by the author (see Biomachsystem. Theory and Applications. Vol. 2, M., 2016). In the presence of a connection between the phenomenon of "awareness" and the excitation of neurons like "Clinton neurons" this model leads to the identification of the boundaries of the modern scientific method.

## СТРЕСС, GLY-PRO И ЖЕЛУДОЧНАЯ СЕКРЕЦИЯ КРЫС С РАЗНОЙ РЕАКТИВНОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Томова Т.А.<sup>1</sup>, Замошина Т.А.<sup>2</sup>, Светлик М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный педагогический университет», Томск, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Томск, Россия; [eskovata77@mail.ru](mailto:eskovata77@mail.ru)

Процессы самоорганизации в организме, в том числе и в пищеварительной системе, определяются уровнем реактивности, типом адаптационной реакции или состоянием ареактивности, а также сезоном года. Посредниками в данном процессе могут являться вещества пептидной природы. В настоящей работе изучали чувствительность мукоидных клеток желудка к воздействиям карбахола и глицилпролина (GP) у крыс с разной реактивностью нервной системы в период летнего и зимнего солнцестояния. С помощью кластерного анализа формировали 3 группы крыс-самцов Вистар с активно-поисковым, промежуточным и пассивно-оборонительным поведением в «открытом поле» летом (21-25 июня) и зимой (21-25 декабря). Крысам под эфиром накладывали лигатуру на пилорический отдел желудка, затем в разных сочетаниях вводили стимулятор желудочной секреции (карбахол внутримышечно, 25 мкг/кг), GP (1 мг/кг внутрибрюшинно в объёме 1 мл на 200 г массы крысы одновременно с карбахолом) и физиологический раствор (контроль, в эквивалентных количествах вместо пептида). Через 45 мин крыс декапитировали, снимали нативную надэпителиальную слизь со стенок желудка и выделяли ее структурные компоненты после ступенчатого кислотного гидролиза: гексозамины, галактозу, фукозу и ацетилнейраминую кислоту (Кривова Н.А. и др., 2002). Статистический анализ достоверности различий проводили с использованием критерия Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ). Экспериментальные данные показали, что чувствительность мукоидных клеток желудка к воздействиям карбахола и GP у оперированных крыс определялась реактивностью нервной системы и сезоном года. Так, летом количественные показатели желудочной слизи (содержание сахаров и белка) и ее функциональные свойства (суммарное содержание сахаров и степень гликозилирования) были одинаковы у всех групп крыс и не изменялись под действием GP. Тогда как, зимой у крыс с пассивно-оборонительным типом поведения под влиянием карбахола обнаружено более высокое содержание сахаров (гексозаминов и галактозы) и более низкое содержание белка, что указывает на значительное усиление защитных свойств слизистого геля на поверхности желудка по сравнению с двумя другими типами. Вместе с тем, зимой GP только в группе крыс с активно-поисковым типом поведения увеличивал степень гликозилирования, а следовательно и защитные свойства слизи, что может явиться одним из механизмов гастропротективного эффекта.

## STRESS, GLY-PRO AND SECRETION OF THE STOMACH OF RATS WITH DIFFERENT REACTIVITY OF THE NERVOUS SYSTEM

<sup>1</sup>Tomova Tatiana A., <sup>2</sup>Zamoshchina Tatiana A., <sup>2</sup>Svetlik Mihail V.

<sup>1</sup>Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia; <sup>2</sup>Siberian State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Tomsk, Russia; [eskovata77@mail.ru](mailto:eskovata77@mail.ru)

The processes of self-organization in the body, including in the digestive system, are determined by the level of reactivity, the type of adaptation reaction or the state of reactivity, and the season of the year. Intermediaries in this process can be peptide substances. In this work, we studied the sensitivity of gastric mucoid cells to the effects of carbachol and glycyproline (GP) in rats with different reactivity of the nervous system during the summer and winter solstice. Using cluster analysis, 3 groups of Wistar rats were formed with active search, intermediate and passive-defensive behavior in the "open field" in the summer (June 21-25) and in the winter (December 21-25). Under the ether, rats were ligated onto the pyloric section of the stomach, then, in various combinations, a gastric secretion stimulator (intramuscular carbachol, 25 µg / kg), GP (1 mg / kg intraperitoneally in a volume of 1 ml/200 g of rat mass simultaneously with carbachol) and physiological solution (control, in equivalent amounts instead of peptide). After 45 min, the rats were decapitated, the native epepithelial mucus was removed from the stomach walls and its structural components were isolated after stepwise hydrolysis: hexosamines, galactose, fucose, and acetylneuramic acid (Krivova N.A. et al., 2002). Statistical analysis of the significance of differences was performed using the Mann-Whitney test ( $p < 0.05$ ). Experimental data showed that the sensitivity of mucoid cells of the stomach to the effects of carbachol and GP in the operated rats was determined by the reactivity of the nervous system and the season of the year. Thus, in summer, the quantitative indices of gastric mucus (sugar and protein content) and its functional properties (total sugar content and glycosylation level) were the same for all groups of rats and did not change under the influence of GP. Whereas in winter, rats with a passive-defensive type of behavior under the influence of carbachol showed a higher content of sugars (hexosamines and galactose) and a lower protein content, indicating a significant increase in the protective properties of the mucous gel on the surface of the stomach compared to the other two types. At the same time, in winter, GP only in the group of rats with an active search type of behavior increased the degree of glycosylation, and therefore the protective properties of mucus, which may be one of the mechanisms of gastroprotective effect.

## СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСУДИСТОГО ЭНДОТЕЛИЯ ПРИ ЭПИЛЕПСИИ В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ

Торшин Дмитрий Владимирович

ГКБ № 13 г. Москвы, ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва;  
e-mail: [torshin.dmitrii@rambler.ru](mailto:torshin.dmitrii@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m578.sudak.ns2019-15/407-408>

Дисфункция сосудистого эндотелия является одним из универсальных механизмов патогенеза различных заболеваний. Установлено, что эпилептические приступы приводят к длительной потере



вазодилатирующей функции эндотелия сосудов головного мозга. Роль дисфункции сосудистого эндотелия при эпилепсии не изучена.

Целью настоящего исследования явилось изучение состояния сосудистого эндотелия при эпилепсии в молодом возрасте.

Материал и методы исследования: В исследование включено 62 пациента с фокальной симптоматической и криптогенной эпилепсией после единичных приступов, с ремиссией приступов, резистентной эпилепсией и 20 пациентов контрольной группы без эпилепсии в возрасте от 19 до 44 лет. Всем больным наряду с клиническим обследованием проводили оценку функции сосудистого эндотелия фотоплетизмографическим методом с использованием диагностического комплекса «АнгиоСкан-01». Изучались: индекс жесткости (SI), характеризующий вязко-эластичные свойства крупных проводящих артерий, индекс отражения (RI), свидетельствующий о тоне мелких резистивных артерий. С помощью окклюзионной пробы оценивали состояние функции эндотелия мелких резистивных артерий и артериол (индекс окклюзии) и крупных мышечных артерий (сдвиг фаз). Статистическая обработка проведена с помощью «STATISTICA».

Результаты исследования: У больных с эпилепсией SI и RI не отличались от нормальных значений. При проведении окклюзионной пробы индекс окклюзии у пациентов после единичных приступов и резистентных к лечению был ниже нормы, что косвенно свидетельствует о нарушении функции эндотелия в мелких резистивных артериях ( $p < 0,05$  между этими группами и группой контроля). Значения сдвига фаз, отражающего вазомоторный отклик в крупных артериях мышечного типа, во всех 3-х группах больных с эпилепсией были ниже 10 мс ( $p < 0,001$  между всеми группами больных с эпилепсией и контрольной группой), что может подтверждать нарушение функции эндотелия в этих артериях.

Таким образом, у пациентов с эпилепсией молодого возраста структурные свойства эндотелия сосудов не нарушены. У всех групп больных с эпилепсией выявлены изменения функционального состояния сосудистого эндотелия крупных артерий мышечного типа. В сосудах микроциркуляторного русла наибольшие функциональные изменения отмечались у пациентов после единичных приступов и в меньшей степени - при эпилепсии с резистентным течением.

#### **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN VASCULAR ENDOTHELIUM IN YOUNG PATIENT WITH EPILEPSY**

**Torshin Dmitry Vladimirovich**

Moscow City Clinical Hospital №13, Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, Russia, e-mail: torshin.dmitrii@rambler.ru

Vascular endothelial dysfunction is one of the universal mechanisms of pathogenesis of various diseases. As is known, epileptic seizures lead to a long-term loss of vasodilating function of the endothelium in cerebral vessels. The role of vascular endothelial dysfunction in epilepsy has not been studied yet.

The aim of this study was to examine the state of vascular endothelium in epilepsy at a young age.

Material and methods: the study included 62 patients with focal symptomatic and cryptogenic epilepsy after single seizures, with remission of seizures, and with resistant epilepsy. The control group was composed of 20 patients with epilepsy aged 19 to 44. All the patients, along with clinical examination, were evaluated for the function of vascular endothelium by photoplethysmographic method, using the diagnostic complex "Angioscan-01". The factors to be studied were the stiffness index (SI) which characterizes the viscoelastic properties of large conductive arteries, and the reflection index (RI) which indicates the tonus of small resistive arteries. The state of endothelial function of small resistive arteries and arterioles (occlusion index) and large muscle arteries (phase shift) was assessed using an occlusion test. Statistical processing was carried out using "STATISTICA".

Results: in patients with epilepsy, SI and RI did not differ from normal values. During the occlusion test, the occlusion index in patients after single attacks and resistant to treatment was lower than normal, which indirectly indicated an endothelial dysfunction in small resistive arteries ( $p < 0.05$  between these groups and the control group). Values of phase shift reflecting a vasomotor response in large arteries of muscle type in all 3 groups of patients with epilepsy were below 10 MS ( $p < 0.001$  between all groups of patients with epilepsy and control group), which confirms endothelial dysfunction in these arteries.

Thus, in young patients with epilepsy, the structural properties of vascular endothelium were not disturbed. All the groups of patients with epilepsy showed changes in the functional state of the vascular endothelium of large arteries of muscular type. The greatest functional changes in the microcirculatory were observed in patients after single attacks, and to a lesser extent, in patients with resistant epilepsy.

#### **ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ПРИ ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ТОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ЛУКА**

**Трембач А.Б., Шестаков О.И., Пономарева Т.В., Миниханова Е.Р.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет физической культуры и туризма», Краснодар, Россия;  
[alex\\_trem@mail.ru](mailto:alex_trem@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m579.sudak.ns2019-15/408-409>

Достижение максимального результата при целенаправленных движениях в отдельных видах спорта обусловлено высокой точностью и устойчивостью этих зрительно-моторных актов. Анализ корковой электрической активности при прицеливании может служить обоснованием выявления нейрофизиологических механизмов подготовки и реализации прецизионных двигательных навыков при их исполнении в течение длительного времени. Биологическими маркерами могут служить пространственно-временная организация электрических потенциалов и степень их взаимосвязи между различными областями коры больших полушарий, что послужило целью исследования. У четырех мастеров спорта по стрельбе из

лука регистрировалась телеметрически электроэнцефалограмма (ЭЭГ) в 19 отведениях по системе 10-20. Посредством программы WINEEG рассчитывались индивидуальные усредненные топографические карты мощности и когерентности спектра ЭЭГ в диапазонах 4-8, 8-10, 10-12, 12-24, 24-35 Гц по отношению к отведениям Fp1, C3 и O1 стоя с открытыми глазами и при прицеливании. Достоверность различий определялась посредством однофакторного дисперсионного анализа. Испытуемыми было выполнено 60 выстрелов, что позволило разделить их по рейтингу в зависимости от максимальной точности (10 очков): 31, 28, 27, 17, соответственно. У спортсменов пространственная организация мощности спектра ЭЭГ при прицеливании имела существенные различия в низкочастотных диапазонах, что проявлялось в снижении электрической активности в зависимости от устойчивости количества максимально точных выстрелов. В высокочастотных диапазонах она существенно не изменялась. Высокий уровень когерентности мощности спектра ЭЭГ между Fp1 и F7, F3, Fz выявлялся при максимальной точности и устойчивости выстрелов. Их снижение сопровождалось преимущественно падением синхронизации между ними во всех частотных диапазонах. Аналогичная динамика когерентности мощности спектра ЭЭГ между O1 и P3, Pz так же уменьшалась согласно рейтингу. Общая направленность изменений синхронизации между C3 и Fp1, Pz так же снижалась. Таким образом, различия пространственного распределения мощности спектра ЭЭГ в низкочастотных диапазонах характеризует устойчивость высокоточного выстрела, а высокочастотная активность лишь его точность. Взаимосвязь между доминирующими центрами за счет их высокого уровня синхронизации обеспечивает как точность, так и устойчивость целенаправленных движений при их длительной реализации.

### **ELECTROPHYSIOLOGICAL CORRELATES OF GOAL-DIRECTED MOVEMENTS DEPENDING ON THEIR ACCURACY AND STABILITY AT THE ARCHERY EXAMPLE**

**Trembach Alexander B., Shestakov Oleg I., Ponomareva Tatiana V., Minikhanova Ekaterina R.**

Federal State Educational Budget Institution of Higher Professional Education "Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism", Krasnodar, Russia; [alex\\_trem@mail.ru](mailto:alex_trem@mail.ru)

The achievement of the maximum result at goal-directed movements in separate sports events depends on the high accuracy and stability of these visual motor acts. The analysis of the cerebral cortex electrical activity while taking aim can be the basis of neurophysiological preparedness mechanism revelation and the realization of precision motor skills at the time of their performance during a long period. The space-timely organization of electrical potentials and the degree of the inter-connection among different large hemi-spheres cerebral cortex fields can serve as biological markers. This fact provided the research aim. The electro-encephalogram (EEG) in 19 drawings-off according to the 10-20 system was telemetrically registered in four archery masters of sport. By means of the WINEEG programme individual middle topographical maps of the power and EEG spectrum coherence in 4-8, 8-10, 10-12, 12-24, 24-35 hertz diapasons in relation to Fp1, C3 and O1 in the standing position with open eyes and while taking aim were calculated. The differences trustworthiness was defined by means of the one factor dispersal analysis. Those who were examined fired 60 shots. It allowed to divide them according to the rating which depended on the maximum accuracy (10 points): 31, 28, 27, 17 relatively. Athletes' space organization of EEG spectrum power while taking aim differed substantially in low frequency diapasons. It was displayed in the lowering of the electrical activity depending on the stable quantity of maximum accurate shots. It did not differ substantially in high frequent diapasons. The high level of the EEG spectrum coherent power among Fp1 and F7, F3, Pz was being displayed at the maximum accuracy and the shot stability. Their lowering was mainly accompanied by the synchronization falling among them in all frequency diapasons. Analogical dynamics of the EEG spectrum power coherence among O1 and P3, Pz lowered too according to the rating. The whole synchronization changes direction among C3 and Fp1, Pz lowered as well. Thus, differences of the space distribution of EEG spectrum power in low frequent diapasons characterizes the stability of the highly accurate shot but its high frequent activity is connected only with its accuracy. The interconnection between dominant centres at the expense of their synchronization high level provides both the accuracy and the stability of goal-directed movements in the period of their long-time realization.

### **РАЗЛИЧНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ АЛЬДОЛАЗЫ СИНАПТОСОМ И МИКРОСОМ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА К ДЕЙСТВИЮ АЛЬФА-ТОКОФЕРОЛА В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

**Трещенкова Ю.А.**

Учреждение Российской академии наук Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля РАН (ИБХФ РАН), 119334, ул. Косыгина 4, Москва, Россия, e-mail: [tresch@sky.chph.ras.ru](mailto:tresch@sky.chph.ras.ru)

<https://doi.org/10.29003/m580.sudak.ns2019-15/409-410>

Альфа-токоферол (ТФ) - антиоксидант из семейства токоферолов наиболее часто используется при различных патологиях, связанных с окислительным стрессом, с образованием активных форм кислорода, таких как поражение центральной нервной системы различной этиологии. Кроме основных свойств, ТФ вовлечен в различные физиологические функции в клетке, не связанные с антиокислительной активностью. Так, например, ТФ может модулировать активность ряда ферментов и, обладая липофильными свойствами, влиять на структуру мембран. Действие ТФ и биологически активных веществ в малых дозах на ферменты различных метаболических путей, в частности на ферменты гликолиза, недостаточно изучено. Альдолаза является центральным, скоростью лимитирующим ферментом гликолитического пути.

В работе условиях *in vitro* изучали действие ТФ в интервале концентраций ( $10^{-2}$  -  $10^{-17}$  М) на активность и кинетические свойства ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  – эффективность) альдолазы из синапсом и микросом клеток головного мозга здоровых мышей. Субклеточные структуры клеток головного мозга мышей выделяли с помощью дифференциального центрифугирования. Микросомы получали при 105 000g в течение 1 часа. Синапсосомы очищали на градиенте сахарозы при 105 000g в течение 1 часа. Активность альдолазы определяли спектрофотометрически при 340 нм с субстратом фруктозо-1,6-дифосфатом (ФДФ)

в широком интервале концентраций (0,5-3,5 ммоль). Кинетические параметры ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ) рассчитывали методом Корниш-Боудена. Концентрации ТФ готовили последовательным разбавлением в бидистиллированной воде из основного раствора ( $10^{-2}$  или  $10^{-3}$  М).

Наблюдаемая активация альдолазы зависела как от концентраций ТФ, так и от концентраций субстрата ФДФ. В присутствии низких концентраций ФДФ (0,5-1,0 мМ) активность альдолазы в синапсосомах увеличивалась на 30-40%, а в микросомах на 8-15% при действии ТФ в области низких концентраций  $10^{-9}$  –  $10^{-15}$  М. Напротив, в присутствии высоких концентраций ФДФ (3,5 мМ) активация альдолазы составляла 8-18% в синапсосомах и 12-15% в микросомах при действии тех же концентраций ТФ. Показано, что изменения кинетических параметров ( $V_{max}$  и  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$  – эффективность) фермента были незначительны при действии высоких концентраций ТФ ( $10^{-2}$ - $10^{-4}$  М). Сверхмалая концентрация ТФ ( $10^{-15}$ М) значительно влияла на эти параметры альдолазы в синапсосомах и микросомах. Изменения эффективности ( $V_{max}/K_m$ ) альдолазы имели противоположную направленность: уменьшение в синапсосомах (в 1,5 раза) и увеличение в микросомах (в 1,7 раза). Гликолитические ферменты, локализованные в синапсосомах (альдолаза- ключевой фермент гликолиза) необходимы для их функции и трансмиссии. Альдолаза связана с различными белками, мембранами и фосфолипидами и важна для физиологической функции в клетке.

#### **DIFFERENT SENSITIVITY OF ALDOLASE SYNAPTOSOMES AND MICROSOMES OF BRAIN CELLS TO THE ACTION OF ALPHA-TOCOPHEROL IN VITRO**

**Treschenkova Yu. A.**

N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Science, E-mail:tresch@sky.chph.ras.ru

Recently it was shown that alpha-tocopherol (TF) are involved in various physiological functions in the cell that are not related to its antioxidant activity. For example, it can modulate the activity of some enzymes and, possessing lipophilic properties to influence the structure membranes. The effect of biologically active substances in small doses, in particular TF, on glycolysis enzymes has not been sufficiently studied.

The activating effect of TF on aldolase from microsomes and synaptosomes of mouse brain cells under in vitro was found. The activation of aldolase depends on both the concentration of TF and the concentration of the FDP substrate. In synaptosomes at low concentration of fructose-1,6-diphosphate (FDP) substrate (0,5-1,0 мМ) increased the activity of aldolase was 30-40% and in microsomes 8-15% under the action of TF in the concentration range  $10^{-9}$  –  $10^{-15}$  M. On the contrary, at high concentration of FDP (3,5 мМ) aldolase activation in microsomes was 12-25% and in synaptosomes 8-18% at the action TF at the same concentration ( $10^{-9}$ -  $10^{-15}$  M).

It was shown that high concentrations of TF ( $10^{-2}$ -  $10^{-4}$  M) had little effect on the kinetic parameters of aldolase ( $V_{max}$ ,  $K_m$ ,  $V_{max}/K_m$ , and ultra-low concentrations of TF ( $10^{-15}$  M) significantly influenced these parameters in synaptosomes and microsomes. Changes in the efficiency ( $V_{max}/K_m$ ) of aldolase had the opposite direction: significantly decreased (1,5 times) in synaptosomes and increased (1,7 times) in microsomes. Glycolytic enzymes (aldolase- the key glycolysis enzyme) localized in synaptosomes are necessary for their function and transmission. Aldolase is associated with different proteins and membranes and is important for physiological function in the cell.

#### **РЕАКТИВНОСТЬ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЦЕНТРАЛЬНЫЕ НЕЙРОМЕДИАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ И РЕЦЕПТОРЫ ЭРИТРОЦИТОВ IN VITRO**

**Трясучев А.В., Курьянова Е.В., Остроушко Т.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия; [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

Цель работы - изучить  $\beta$ -адренореактивность эритроцитов ( $\beta$ -АРЭ) при стимуляции серотонинергической (СРС) и дофаминергической (ДФС) систем, а также оценить реактивность эритроцитов к веществам, комплементарным серотониновым и дофаминовым рецепторам (СР и ДР) в среде инкубации in vitro.

В первой серии у крыс определяли  $\beta$ -АРЭ по методике (Стрюк, Длусская, 2003) в исходном состоянии и на фоне стимуляции СРС (5-гидрокситриптофан 50 мг/кг и флуоксетин 3 мг/кг м.т. в/бр) и ДФС (L-допа и амантадин по 20 мг/кг м.т. в/бр). Обработка данных (Statistica 10.) показала, что у животных контрольной группы и в исходном состоянии у крыс опытных групп  $\beta$ -АРЭ равнялась в среднем  $42,2 \pm 2,3$  отн.ед.  $\beta$ -АРЭ увеличилась при стимуляции СРС на 26,2% ( $p < 0,001$ ), при стимуляции ДФС на 15,7% ( $p < 0,01$ ), достигнув  $62,1 \pm 1,4$  и  $54,4 \pm 1,8$  отн.ед. соответственно. Вероятной причиной роста  $\beta$ -АРЭ при активации СРС и ДФС могло стать воздействие медиаторов этих систем непосредственно на эритроциты через специфические рецепторы на их мембранах.

Для проверки этого предположения во второй серии экспериментов определяли реактивность осмотического гемолиза эритроцитов интактных крыс на присутствие в среде инкубации адреналина (Адр,  $4 \cdot 10^{-6}$  г/мл), серотонина ( $12 \cdot 10^{-6}$  г/мл), дофамина ( $4 \cdot 10^{-6}$  г/мл), а также блокаторов АР (анаприлин,  $2,83 \cdot 10^{-4}$  г/мл), СР (прометазин, БСР,  $12 \cdot 10^{-5}$  г/мл) и ДР (сульпирид, БДР,  $6 \cdot 10^{-5}$  г/мл). Реактивность осмотического гемолиза на Адр составила  $6,2 \pm 1,4$  отн.ед., на серотонин -  $4,5 \pm 1,8$  отн.ед., на дофамин -  $6,7 \pm 1,3$  отн.ед., то есть реактивность ко всем трем моноаминам была сопоставима, но к серотонину она оказалась несколько ниже, чем к Адр и дофамину. В опытах с блокаторами реактивность эритроцитов на анаприлин составила  $43,1 \pm 4,6$  отн.ед., на БСР - в 2,7 раза ниже ( $p < 0,01$ ), или только  $15,8 \pm 2,5$  отн.ед., на БДР почти как на анаприлин -  $40,9 \pm 7,9$  отн.ед. Очевидно реактивность к блокаторам АР, СР, ДР существенно выше, чем к их агонистам, но прослеживается общая закономерность – реактивность к веществам, комплементарным АР и ДР, очень сходна и выше реактивности к веществам, комплементарным СР.

Итак, эксперименты показали, что эритроциты обладают не только адренореактивностью, которая способна повышаться при стимуляции СРС и ДФС, но проявляют реактивность к агонистам и блокаторам серотониновых и дофаминовых рецепторов в среде инкубации. Это указывает на наличие у эритроцитов

специфических рецепторов и внутриклеточных каскадов, реагирующих с дофамином и серотонином, и может рассматриваться в качестве одного из механизмов изменения  $\beta$ -АПЭ при активации СРС и ДФС.

### **ERYTHROCYTE REACTIVITY AT ACTION ON THE CENTRAL NEUROTRANSMITTER SYSTEMS AND ERYTHROCYTE RECEPTORS IN VITRO**

**Tryasuchev A.V., Kuryanova E.V., Ostroushko T.S.**

Astrakhan, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education Astrakhan State University,  
Astrakhan, Russia, [fyzevk@rambler.ru](mailto:fyzevk@rambler.ru)

The aim of the work is to study the  $\beta$ -adrenergic activity of erythrocytes ( $\beta$ -ARE) with during stimulation of the serotonergic (SRS) and dopaminergic (DPS) systems, as well as to evaluate the erythrocytes reactivity to substances complementary to the serotonin and dopamine receptors (SR and DR) in the incubation medium in vitro.

In the first series,  $\beta$ -ARE was determined in rats by the method (Stryuk, Dlusskaya, 2003) in the initial state and against the background of stimulation of SRS (5-hydroxytryptophan 50 mg/kg and fluoxetine 3 mg/kg bw) and DPS (L-dopa and amantadine at 20 mg/kg bw). Data processing (Statistica 10.) showed that in animals of the control group and in the initial state in rats of the experimental groups,  $\beta$ -ARE was equal to an average of  $42,2 \pm 2,3$  rel. units.  $\beta$ -ARE increased with SRS stimulation by 26,2% ( $p < 0,001$ ), with DPS stimulation by 15,7% ( $p < 0,01$ ), reaching  $62,1 \pm 1,4$  and  $54,4 \pm 1,8$  rel. units respectively. The probable cause of the growth of  $\beta$ -ARE during the activation of SRS and DPS could be the effect of the mediators of these systems directly on the erythrocytes through specific receptors on their membranes.

To test this assumption, in the second series of experiments, the reactivity of erythrocytes osmotic hemolysis of intact rats was determined for the adrenaline presence in the incubation medium (Adr,  $4 \cdot 10^{-6}$  g/ml), serotonin ( $12 \cdot 10^{-6}$  g/ml), dopamine ( $4 \cdot 10^{-6}$  g/ml), as well as AR blockers (anapriline,  $2,83 \cdot 10^{-4}$  g/ml), SR (promethazine, BSR,  $12 \cdot 10^{-5}$  g/ml) and DR (sulpiride, BDR,  $6 \cdot 10^{-5}$  g/ml). The reactivity of osmotic hemolysis for Adr was  $6,2 \pm 1,4$  rel. units, for serotonin –  $4,5 \pm 1,8$  rel. units, for dopamine –  $6,7 \pm 1,3$  rel. units, that is, reactivity to all three monoamines was comparable, but to serotonin it was slightly lower than to Adr and dopamine. In experiments with blockers, erythrocyte reactivity for anapriline was  $43,1 \pm 4,6$  rel. units, for BSR – 2,7 times lower ( $p < 0,01$ ), or only  $15,8 \pm 2,5$  rel. units, on BDR almost as on anapriline –  $40,9 \pm 7,9$  rel. units. Obviously, reactivity to blockers AR, SP, DR is significantly higher than their agonists, but a general pattern is observed - reactivity to substances complementary to AR and DR, is very similar and higher reactivity to substances complementary to SR.

So, experiments have shown that erythrocytes have not only adrenoreactivity, which can increase with stimulation of SRS and DPS, but also show reactivity to agonists and serotonin and dopamine receptor blockers in the incubation medium. This indicates the presence of specific receptors and intracellular cascades in erythrocytes that react with dopamine and serotonin, and can be considered as one of the mechanisms of change in  $\beta$ -ARE when SRS and DPS are activated.

### **ВЛИЯНИЕ ДЕКСАМЕТАЗОНА НА СЕРДЕЧНОСОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ**

**Туманова Т.С.<sup>1,2</sup>, Подвигина Т.Т.<sup>1</sup>, Александров В.Г.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное учреждение науки «Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН»,

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена» Санкт-Петербург, Россия,  
[TumanovaTS@infran.ru](mailto:TumanovaTS@infran.ru)

<https://doi.org/10.29003/m581.sudak.ns2019-15/411-412>

Дексаметазон - это мощный синтетический глюкокортикостероид, обладающий противовоспалительным, противоаллергическим и иммунодепрессивным действием, который широко применяется в медицине. Однако высокая терапевтическая ценность дексаметазона и других глюкокортикоидных гормонов ограничивается нежелательными побочными реакциями, в том числе со стороны системы кровообращения. Механизмы этих реакций изучены недостаточно. Целью нашего исследования было изучение эффектов дексаметазона на параметры системы кровообращения, а также на некоторые рефлекторные механизмы ее регуляции. Для проведения серии острых экспериментов нами были выбраны половозрелые самцы крыс линии Wistar, весом  $230 \pm 22$  грамма ( $n=26$ ). Были проведен серия экспериментов: с введением кортикостероида внутривенно и контрольные эксперименты с введением физиологического раствора. Длительность экспериментов составляла три часа. Регистрировались артериальное давление и частота сердечных сокращений, барорефлекс тестировался путем внутривенных введений фенилэфрина. Полученные результаты показали, что внутривенное введение дексаметазона вызвало быстрый подъем среднего артериального давления и частоты сердечных сокращений. Этот эффект сменялся быстрым уменьшением указанных параметров и вторичным, более медленным, подъемом. Действие дексаметазона проявлялось также в усилении барорефлекса. Полученные данные позволяют предполагать, что дексаметазон наряду с гипертензивным эффектом оказывает потенцирующее действие на барорефлекс, способствуя стабилизации артериального давления.

*Работа выполнена при поддержке программы ПРАН ПИ.43: проект 0134-2018-0004.*

### **EFFECT OF DEXAMETHASONE ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF ANAESTHETIZED RATS**

**Tatiana S. Tumanova<sup>1,2</sup>, Tatiana T. Podvigina<sup>1</sup>, Viacheslav G. Aleksandrov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Science <sup>2</sup> Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg, Russia, e-mail: [TumanovaTS@infran.ru](mailto:TumanovaTS@infran.ru)

Dexamethasone is a powerful synthetic glucocorticosteroid that has anti-inflammatory, anti-allergic, and immunosuppressive effects, which is widely used in medicine. However, the high therapeutic value of

dexamethasone as well as other glucocorticoid hormones is limited by adverse reactions, including from the side of the circulatory system. The mechanisms of these reactions are still unclear. The aim of present study was to investigate the effect of dexamethasone on the parameters of the circulatory system, as well as some of the reflex mechanisms of its regulation. The experiments were performed on male Wistar rats weighing  $230 \pm 22$  g ( $n=26$ ). Dexamethasone was injected intravenously and saline were used in control experiments. The duration of the experiments was three hours. Blood pressure and heart rate were recorded, and baroreflex was tested with intravenous injections of phenylephrine. The results had showed that the intravenous administration of dexamethasone causes a rapid rise in mean arterial pressure and heart rate. This effect was replaced by a rapid decrease in these parameters and a secondary, slower rise. The effect of dexamethasone was also manifested in the enhancement of the baroreflex. The data obtained suggest that dexamethasone, along with the hypertensive effect, has a potentiating effect on the baroreflex, contributing to the stabilization of blood pressure.

*The study was supported by the Program of the Presidium of the Russian Academy of Sciences N43: project 0134-2018-0004.*

### **МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ТРАНСФУЗИОННОЙ ТЕРАПИИ ОСТРОЙ КРОВОПОТЕРИ**

**Тумановский Ю.М.<sup>1</sup>, Makeeva A.B.<sup>1</sup>, Болотских В.И.<sup>1</sup>, Гребенникова И.В.<sup>1</sup>, Савина Г.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н.Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия; <sup>2</sup> Автономное учреждение здравоохранения Воронежский областной консультативно-диагностический центр, Воронеж, Россия; [tumanovskij@mail.ru](mailto:tumanovskij@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m582.sudak.ns2019-15/412>

Изучено состояние рефлекторных механизмов регуляции кровообращения при моделировании у 20 собак геморрагического шока (АД – 50/40 мм рт. ст) по характеру изменения афферентной электроактивности сердечных волокон левого блуждающего нерва (БЭА<sub>в</sub>) и чревного нерва (БЭА<sub>чр</sub>) и динамике основных показателей кровообращения (ОЦК – объем циркулирующей крови, СИ – сердечный индекс, ИУРЛЖ – индекс ударной работы левого желудочка, УПСС – удельное периферическое сосудистое сопротивление) с последующим проведением трансфузионной терапии экспериментальных животных. На фоне развития шока (30-я мин) отмечено статистически достоверное ( $p < 0,05$ ) уменьшение гемодинамических показателей. Развивалась тахикардия. БЭА<sub>в</sub> характеризовалась преобладанием низковольтных импульсов и статистически достоверным ( $p < 0,05$ ) возрастанием амплитуды и частоты биопотенциалов при регистрации БЭА<sub>чр</sub>. Сразу после проведения лечения (5-я мин) происходила нормализация ОЦК и УПСС. АД увеличилось в 2 раза, ИУРЛЖ возрастал в 2,5 раза относительно 30-й мин шока ( $p < 0,01$ ). Величина СИ оставалась на уровне постгеморрагического периода. Регистрация БЭА<sub>в</sub> и БЭА<sub>чр</sub> выявила высокочастотную импульсацию за счет высоковольтных биопотенциалов. Через 60 мин после лечения нормализация ОЦК и УПСС сопровождалась стабильно низкими показателями СИ и ИУРЛЖ. БЭА<sub>в</sub> характеризовалась преобладанием низковольтных биопотенциалов. На нейрограмме БЭА<sub>чр</sub> сохранялась высокочастотная импульсация. Результаты исследования позволяют считать, что трансфузионная терапия способствует нормализации только периферического, вазомоторного, механизма компенсации гемодинамики (ОЦК, УПСС). Низкоамплитудная импульсация на нейрограмме БЭА<sub>в</sub> и развитие отрицательного инотропного эффекта после лечения свидетельствует о недостаточной активности рефлекторных механизмов регуляции центральной гемодинамики в компенсации системного кровообращения.

### **MECHANISMS OF REGULATION OF CIRCULATION IN TRANSFUSION THERAPY FOR ACUTE BLOOD LOSS**

**Tumanovsky Yuri M.<sup>1</sup>, Makeeva Anna V.<sup>1</sup>, Bolotских Vladimir I.<sup>1</sup>, Grebennikova Irina V.<sup>1</sup>, Savina Galina Yu.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Voronezh State Medical University. N.N. Burdenko » of the Ministry of Health of the Russian Federation, Voronezh, Russia; <sup>2</sup>Autonomous health care institution Voronezh Regional Consultative and Diagnostic Center, Voronezh, Russia; [tumanovskij@mail.ru](mailto:tumanovskij@mail.ru)

The state of the reflex mechanisms of regulation of blood circulation was studied when modeling hemorrhagic shock (blood pressure - 50/40 mm Hg) in 20 dogs according to the pattern of afferent electroactivity of the cardiac fibers of the left vagus nerve (BEA<sub>v</sub>) and celiac nerve (BEA<sub>c</sub>) and the dynamics of the main indicators of blood circulation (VBC - the volume of blood circulation, CI - the cardiac index, LVSI - the left ventricular stroke index, SPVR - the specific peripheral vascular resistance) followed by transfusion therapy of experimental animals. Against the background of development of shock (30th min) a statistically significant ( $p < 0.05$ ) decrease in hemodynamic parameters was observed. Tachycardia developed. The BEA<sub>v</sub> was characterized by the predominance of low-voltage pulses and a statistically significant ( $p < 0.05$ ) increase in the amplitude and frequency of the biopotentials during the registration of the BEA<sub>c</sub>. Immediately after treatment (5th minute), the VBC and the SPVR were normalized. Blood pressure increased by 2 times, LVSI increased by 2.5 times relative to the 30th minute of shock ( $p < 0.01$ ). The CI value remained at the level of the post-hemorrhagic period. The registration of BEA<sub>v</sub> and BEA<sub>c</sub> revealed high-frequency impulse due to high-voltage biopotentials. After 60 min after treatment normalization of VBC and SPVR was accompanied by consistently low rates of CI and LVSI. BEA<sub>v</sub> was characterized by the predominance of low-voltage biopotentials. The high-frequency impulse was preserved on the BEA<sub>c</sub> neurogram. The results of the study suggest that transfusion therapy helps to normalize only the peripheral, vasomotor, hemodynamic mechanism of compensation (VBC, SPVR). Low-amplitude impulses on the neurogram of BEA<sub>v</sub> and the development of a negative inotropic effect after treatment indicate a lack of activity of the reflex mechanisms of regulation of central hemodynamics in compensating for systemic circulation.

## ТОЧНОСТЬ ВОСПРИЯТИЯ СЕРДЦЕБИЕНИЙ И МОНИТОРИНГ ОШИБОК В ЗАДАЧЕ МОТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Тумялис А.В., Аликовская Т.А., Голохваст К.С.

Лаборатория педагогической психофизиологии, Дальневосточный региональный научный центр Российской академии образования, Владивосток, Россия, e-mail: tumialis.av@dvfu.ru

<https://doi.org/10.29003/m583.sudak.ns2019-15/413>

Восприятие физиологических функций собственного тела называется интероцепция. Исследования связи субъективной точности интероцепции с интенсивностью эмоциональных реакций широко исследуется, но ее связи когнитивными процессами исследованы недостаточно. Когнитивный контроль — это набор когнитивных операций, обеспечивающих выполнение целенаправленных действий, среди которых мониторинг ошибок в выполнении действия широко исследуемая с помощью ЭЭГ и проявляется в виде вызванной совершением ошибки активности мозга. Немногочисленные работы свидетельствуют, что в задаче с акцентом на точность ее выполнения поздняя положительная компонента реакции мозга на совершение ошибки имеет положительную связь с точностью интероцепции. В настоящем исследовании испытуемые (36 человек) были разделены на две равные группы с высокой и низкой точностью интероцепции, определяемой по результату теста Шандри счета ударов сердца. Испытуемые выполняли модифицированный вариант задания Go-NoGo с тремя типами стимулов: частый и редкий Go стимулы, требующие моторного ответа, и редкий NoGo стимул, при появлении которого испытуемый должен воздержаться от моторного ответа. Испытуемым давалась установка отвечать на Go стимулы как можно быстрее, не обращая внимание на совершение ошибок. Одновременно происходила регистрация ЭЭГ с последующим анализом реакции мозга на совершение ошибок испытуемыми. Результаты показали, что испытуемые совершили в среднем  $40.1 \pm 18.5\%$  ошибок. По данным ЭЭГ негативная компонента реакции мозга на ошибку в период 0-100 мсек после моторного ответа в центральном регионе поверхности головы не различается между группами испытуемых, но положительная компонента в период от -8 до 376 мсек в теменной-затылочной области поверхности головы по амплитуде более положительная у группы испытуемых с низкой точностью интероцепции, чем у испытуемых с высокой точностью интероцепции. Таким образом, в предыдущих исследованиях обнаружена положительная связь точности интероцепции и амплитуды поздней компоненты реакции мозга на совершение ошибок в задачах с акцентом на точность реакции. В настоящем исследовании обнаружено, что в задаче с акцентом на скорость моторной реакции амплитуда реакции мозга более высокая у испытуемых с низкой точностью интероцепции, чем у испытуемых с высокой точностью, и локализуется в затылочных и теменных областях поверхности головы. Это свидетельствует о том, что при недостаточной точности восприятия физиологических реакций собственного тела испытуемые после ошибки используют зрительный анализ для верификации ее совершения.

*Исследование проведено при финансовой поддержке фонда ДВФУ, грант №18-08-0007.*

## THE ACCURACY OF THE HEARTBEAT PERCEPTION AND ERROR MONITORING IN THE MOTOR INHIBITION TASKS

Tumialis Alexey V., Alikovskaia Tatiana A., Golokhvast Kirill S.

Laboratory of educational psychophysiology, Far Eastern Regional Scientific Centre of Russian academy of education, Vladivostok, Russia, e-mail: tumialis.av@dvfu.ru

Interoception is the perception of the physiological functions of your own body. The connection between subjective accuracy of interception and intensity of emotional reactions has been widely studied, but there is a lack of scientific data regarding its connection with cognitive processes. Cognitive control is a set of cognitive operations that provide performing of determined actions, and monitoring of errors during that actions is widely studied using EEG. It manifests itself in the form of brain activity caused by committing an error. In a task with an emphasis on the accuracy, the few studies indicate that the late positive component of the brain's response to an error has a positive relationship with the accuracy of interoception. In the present study, the 36 subjects were divided into two equal groups with high and low interoception accuracy, determined by the result of the Shandry test designed for heartbeat counting. The subjects performed a modified version of the Go-NoGo task with 3 types of stimuli: frequent and rare Go requiring a motor response, and a rare NoGo, when the subject should inhibit a motor response. The subjects were asked to respond to Go stimuli as quickly as possible, without paying attention to mistakes. At the same time, an EEG were recorded and the brain's response to errors were analyzed.

The results showed that the subjects made an average of  $40.1 \pm 18.5\%$  errors. According to the EEG data, the negative component of the brain's response to an error in the 0-100 msec period after the motor response in the central region of the head surface did not differ between the test groups, but the positive component in the -8 to 376 msec period in the parietal-occipital region of the head surface had more positive amplitude in the group of subjects with low interoception accuracy than in subjects with high interoception accuracy.

Therefore, in previous studies, stressed on the reaction accuracy, a positive relationship between the accuracy of interoception and the amplitude of the late component of the brain's response to making mistakes was found. In the present study, it was found that in a task with an emphasis on the motor reaction speed, the brain response amplitude was higher in subjects with low interoception accuracy than in subjects with high interoception accuracy, and it was localized in the occipital and parietal areas of the head surface. This assume, that with insufficient accuracy of perception of the physiological reactions of his own body, after committing an error subjects use visual analysis to verify its commission.

*The research was supported by the FEFU fund, grand №18-08-0007.*

**НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ДИГИДРОКВЕРЦЕТИНА ПРИ ИШЕМИИ *IN VITRO* РЕАЛИЗУЕТСЯ ЧЕРЕЗ АКТИВАЦИЮ АНТИОКСИДАНТНЫХ СИСТЕМ И РЕГУЛЯЦИЮ ЭКСПРЕССИИ ЗАЩИТНЫХ ГЕНОВ**  
Туровский Е.А.<sup>1</sup>, Гайдин С.Г.<sup>1</sup>, Мальцева В.Н.<sup>1</sup>, Зинченко В.П.<sup>1</sup>, Туровская М.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Пушкино, Московская обл., Россия; [turovsky.84@mail.ru](mailto:turovsky.84@mail.ru)

Нарушение кровообращения в головном мозге, также как и ишемия-подобные условия (OGD, oxygen/glucose deprivation) длительностью 40 минут вызывают повреждение более 80% клеток гиппокампа *in vitro*. При этом, для популяции тормозных ГАМКергических нейронов характерно двухфазное увеличение продукции АФК в митохондриях и цитозоле, тогда как для возбуждающих глутаматергических нейронов выявлено наличие только одной фазы, начало которой совпадает с обратимым увеличением  $[Ca^{2+}]_i$ . В глутаматергических нейронах скорость продукции АФК не увеличивается после первой фазы OGD, и, вероятно, наибольшее значение в быстром повреждении этой популяции нейронов имеет  $[Ca^{2+}]_i$ . В тоже время, для ГАМКергических нейронов обнаружено наличие повышенной базовой продукции АФК, в сравнении с глутаматергическими, что вместе с их повышенной чувствительностью к OGD может играть существенную роль в механизме их повреждения. Эффект дигидрокверцетина (ДГК), направленный на подавление продукции АФК и снижение уровня  $[Ca^{2+}]_i$  во время фазы его глобального повышения в ГАМКергических нейронах наблюдается уже при индукции OGD в среде, содержащей ДГК, который подавляет и скорость продукции, и снижает максимальный уровень АФК в митохондриях. Культивирование нейронов с ДГК в течение 24 часов приводит к полному подавлению продукции АФК в митохондриях как ГАМКергических, так и глутаматергических нейронов вместе с ингибированием фазы глобального повышения  $Ca^{2+}$  в цитозоле, что указывает на формирование устойчивого протекторного эффекта, препятствующего повреждению нейрональной сети. При этом, происходит подавление экспрессии генов, кодирующих субъединицы AMPA- и каинатных рецепторов, что в дальнейшем выражается в достоверном уменьшении числа мембранных рецепторов и снижении их активности, что ведет к уменьшению входа  $Ca^{2+}$  при активации селективными агонистами и эксайтотоксичности, индуцированной OGD. Экспрессия генов, кодирующих субъединицы NMDA-рецепторов, наоборот, увеличивается существенно и приводит к увеличению амплитуд  $Ca^{2+}$ -ответов нейронов в ответ на селективные агонисты, однако, это может играть компенсаторную роль при общем снижении уровня других возбуждающих рецепторов и способствовать формированию дополнительного числа входов для проведения сигналов. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ – МК-626.2018.4.

**THE NEUROPROTECTIVE EFFECT OF DIHYDROQUERCETIN DURING ISCHEMIA *IN VITRO* IS REALIZED THROUGH THE ACTIVATION OF ANTIOXIDANT SYSTEMS AND THE REGULATION OF THE PROTECTIVE GENES EXPRESSION**

Turovsky E.A.<sup>1</sup>, Gaidin S.G.<sup>1</sup>, Mal'tseva V.N.<sup>1</sup>, Zinchenko V.P.<sup>1</sup>, Turovskaya M.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center "Pushchino Scientific Center for Biological Research of the Russian Academy of Sciences", Pushchino, Moscow region, Russia; [turovsky.84@mail.ru](mailto:turovsky.84@mail.ru)

Circulatory disorders in the brain, as well as ischemia-like conditions (OGD, oxygen/glucose deprivation) lasting 40 minutes, cause damage to more than 80% of hippocampal cells *in vitro*. At the same time, a population of inhibitory GABAergic neurons is characterized by a two-phase increase in ROS production in mitochondria and cytosol, whereas excitatory glutamatergic neurons revealed only one phase, the onset of which coincides with a reversible increase in  $[Ca^{2+}]_i$ . In glutamatergic neurons, the rate of production of ROS does not increase after the first phase of OGD, and probably the most important factor of the rapid damage of this neuronal population is  $[Ca^{2+}]_i$ . At the same time, for GABAergic neurons, the presence of increased basic production of ROS, in comparison with glutamatergic, was found, which, together with their increased sensitivity to OGD, can play a significant role in the mechanism of their damage. The effect of dihydroquercetin (DQ), aimed at suppressing ROS production and reducing  $[Ca^{2+}]_i$  during global increase phase in GABAergic neurons, is already observed when OGD is induced in a medium containing DQ, which suppresses both production rate and decreases the maximal ROS level in mitochondria. Cultivation of neurons with DQ for 24 hours leads to complete suppression of ROS production in the mitochondria of both GABAergic and glutamatergic neurons, together with inhibition of the phase of the global  $Ca^{2+}$  increase in the cytosol, which indicates the formation of a stable protector effect that prevents damage of the neuronal network. At the same time, the expression of genes encoding AMPA and kainate receptor subunits is suppressed, which is further reflected in a significant decrease in the number of membrane receptors and a decrease in their activity, which leads to a decrease in  $Ca^{2+}$  entry upon activation by selective agonists and excitotoxicity induced by OGD. The expression of the genes encoding the NMDA receptor subunits, on the contrary, increases significantly and leads to an increase in the amplitudes of  $Ca^{2+}$  responses of neurons to selective agonists, however, this can play a compensatory role in the general decrease in the level of other excitatory receptors and contribute to the formation of an additional number of inputs for signals.

*The work was supported by the grant of the President of the Russian Federation – МК-626.2018.4.*

## ИММУНОГЕННЫЕ ПУТИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ СМЕРТИ КЛЕТОК ПРИ ТЕРАПИИ НЕЙРООНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Турубанова В.Д.<sup>1,2</sup>, Ефимова Ю.В.<sup>2,3</sup>, Мищенко Т.А.<sup>1</sup>, Балалаева И.В.<sup>1</sup>, Ведунова М.В.<sup>1</sup>, Крысько Д.В.<sup>1-3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», Нижний Новгород, Российская Федерация; <sup>2</sup>Лаборатория исследования и терапии гибели клеток (CDIT), факультет анатомии и реабилитации человека, Гентский университет, Гент, Бельгия; <sup>3</sup>Институт исследований рака, Гент, Гент, Бельгия

<https://doi.org/10.29003/m584.sudak.ns2019-15/415>

Одним из наиболее распространенных типов опухолей головного мозга являются глиомы, которые характеризуются инвазивным ростом и способностью к быстрой пролиферации. Это делает их устойчивыми к современной противораковой терапии. Показана высокая эффективность фотодинамической терапии (ФДТ) при лечении опухолей головного мозга. Следует отметить, что успех лечения, по крайней мере частично, определяется тем, может ли ФДТ вызывать иммуногенную гибель клеток (ICD). ICD характеризуется выбросом молекулярных фрагментов, ассоциированных с повреждением (DAMP), что приводит к индукции сильных противоопухолевых иммунных реакций. Следовательно, при разработке новых стратегий лечения крайне важно выбрать такие терапевтические методы, которые индуцировали бы ICD и, таким образом, позволяли бы активировать противоопухолевый иммунный ответ, приводящий к наиболее полному разрушению опухолевых клеток.

Целью данной работы является анализ того, способны ли широко используемые в клинической практике фотосенсибилизаторы (фотодитазин и фотосенс) индуцировать все характеристики иммуногенной клеточной смерти. Для этого мы сначала определили оптимальные концентрации фотосенсибилизаторов и обнаружили, что в дозах 20 Дж/см<sup>2</sup> они эффективно индуцируют гибель клеток в линии клеток мышиной глиомы (GL261). Проанализирован тип гибели клеток, вызванный ФДТ, а также мы показываем, что умирающие / мертвые клетки GL261 эффективно поглощаются дендритными клетками, происходящими из костного мозга, и вызывают их созревание и активацию. В настоящее время мы анализируем, может ли иммуногенность клеток глиомы индуцировать защитный противоопухолевый иммунный ответ.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 18-15-00279)*

## IMMUNOGENIC PATHWAYS OF CONTROLLED CELL DEATH IN THE TREATMENT OF NEURO-ONCOLOGICAL DISEASES

Turubanova Victoria D.<sup>1,2</sup>, Efimova Iuliia V.<sup>1,3</sup>, Mishchenko Tatiana A.<sup>1</sup>, Balalaeva Irina V.<sup>1</sup>, Vedunova Maria V.<sup>1</sup>, Krysko Dmitri V.<sup>1-3</sup>

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia  
<sup>1</sup>National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation; <sup>2</sup>Cell Death Investigation and Therapy (CDIT) Laboratory, Department of Human Structure and Repair, Ghent University, Ghent, Belgium; <sup>3</sup>Cancer Research Institute Ghent, Ghent, Belgium

One of the most common types of brain tumors are gliomas, which are characterized by invasive growth and the ability to rapidly proliferate, and all this makes them resistant to the current anti-cancer therapy. It has been shown the high efficacy of photodynamic therapy (PDT) in the treatment of brain tumors. Of note, the success of the treatment is, at least in part, is determined whether PDT can induce immunogenic cell death (ICD). ICD is characterized by the emission of danger molecules (DAMP), leading to the induction of strong anti-tumor immune responses. Therefore, when developing new treatment strategies, it is extremely important to choose such therapeutic methods that would induce ICD and thereby would allow activation of anti-tumor immune response leading to the most complete destruction of tumor cells.

The aim of this work is to analyze whether widely used in the clinical practice photosensitizers (photoditazine and photosens) are capable to induce all characteristics of ICD. For this we first identified the optimal concentrations of photosensitizers and found that in the doses of 20 J/cm<sup>2</sup> they efficiently induce cell death in the murine glioma cell line (GL261). The type of cell death caused by PDT has been analyzed, and we also show that dying / dead GL261 cells are effectively engulfed by bone-marrow derived dendritic cells and they can induce their maturation and activation. We are currently analyzing whether the immunogenicity of glioma cells can induce a protective anti-tumor immune response.

*The study was supported by grant from RSF (project No. 18-15-00279).*

## ВЛИЯНИЕ ПОДАВЛЕНИЯ ТРЕТЬЕЙ СТАДИИ НОЧНОГО СНА НА РАБОЧУЮ ПАМЯТЬ. СВЯЗЬ С СЕКРЕЦИЕЙ МЕЛАТОНИНА

Украинцева Ю.В.<sup>1</sup>, Левкович К.М.<sup>1</sup>, Салтыков К.А.<sup>1</sup>, Антипов В.В.<sup>1</sup>, Белов Д.А.<sup>2</sup>, Нижник А.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; <sup>2</sup>Клиника новых медицинских технологий Архимед.

<https://doi.org/10.29003/m585.sudak.ns2019-15/415-416>

Сон необходим для поддержания нормального функционирования мозга, однако конкретные механизмы нарушения когнитивных функций вследствие недостаточного или некачественного сна остаются мало изученными. Ранее нами было показано, что после подавления самой глубокой, третьей, стадии ночного сна утром наблюдается повышенный уровень мелатонина [Polishchuk et al., 2018]. Мелатонин участвует в контроле суточных ритмов различных физиологических процессов: увеличение секреции мелатонина в вечерние часы готовит организм ко сну, ее снижение утром настраивает мозг и тело на



активную деятельность. Можно предположить, что изменения секреции мелатонина могут являться одной из причин снижения когнитивных функций при расстройствах сна. Поэтому мы поставили своей целью изучение влияния подавления 3-й стадии сна на рабочую память, а также оценку изменений секреции мелатонина и их роли в ухудшении когнитивных функций вследствие нарушений сна.

В экспериментах приняли участие 18 мужчин. Во время сна регистрировали полисомнограмму, по ней отслеживали фазы и стадии сна, в экспериментах с подавлением при наступлении 3-й стадии подавали звуки до тех пор, пока эта стадия сна не сменялась более поверхностной. Каждый доброволец участвовал в двух экспериментах: в основном, с подавлением 3-й стадии, и в контрольном, в котором сон не нарушался. Вечером и утром проводили тест n-back для оценки рабочей памяти и Psychomotor vigilance task (PVT) для оценки устойчивости внимания. В каждом эксперименте собирали 7 проб слюны: в 20:00, 21:30, 23:00, 1:30, 4:00, 7:00 (сразу после пробуждения) и в 7:40. В пробах определяли содержание мелатонина методом тандемной хромато-масс-спектрометрии (LC-MS/MS).

Супрессия привела к снижению общей длительности 3-й стадии на 55%, не оказав существенного влияния на общее время ночного сна и его эффективность. Подавление 3-й стадии не повлияло на устойчивость внимания в тесте PVT. Однако оно вызвало достоверное ухудшение рабочей памяти: после ночи с подавлением глубокого сна наблюдалось значимое уменьшение процента правильных ответов в тесте n-back: и в задаче 1-back ( $p = 0,033$ ) и особенно в задаче 2-back ( $p = 0,012$ ). В экспериментах с подавлением 3-й стадии было выявлено повышение концентрации мелатонина: в экспериментах с супрессией в момент пробуждения уровень мелатонина был значимо выше, чем в контрольных ( $p=0,010$ ). Таким образом, рабочая память наиболее уязвима по отношению к депривации сна. Изменения секреции мелатонина могут вносить свой вклад в ее снижение при расстройствах сна. Поскольку высокие концентрации этого гормона вызывают понижение температуры тела [Cajochen et al., 2003] и снижение глюкозотолерантности [Cipolla-Neto, Amaral, 2018], ухудшение рабочей памяти после подавления глубокого сна может во многом объясняться эффектами повышенного мелатонина.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ проект № 18-013-01187 А.*

### **SELECTIVE SLOW-WAVE SLEEP SUPPRESSION AFFECTS WORKING MEMORY. THE ROLE OF MELATONIN SECRETION**

**Ukrantseva Yulia V.<sup>1</sup>, Liaukovich Krystsina M.<sup>1</sup>, Saltykov Konstantin.A.<sup>1</sup>, Antipov Vladislav V.<sup>1</sup>, Belov Dmitriy A.<sup>2</sup>, Nizhnik Alexander N.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>ArhiMed Clinic for New Medical Technologies.

Specific mechanisms of cognitive impairment due to disturbed sleep remain poorly studied. As we reported earlier, slow-wave sleep (SWS) suppression led to an increase in morning melatonin level [Polishchuk et al., 2018]. The main function of melatonin is the circadian organization of physiological processes. In the evening the rise in circulating melatonin levels prepares the body and brain for the sleep period, its decline in the morning adjusts physiological processes in anticipation of the intense daytime activity. Therefore, the present study aimed to explore a possible role of melatonin in working memory impairment after SWS suppression.

Healthy male volunteers ( $N = 18$ ) participated in two experimental sessions: a session with selective SWS suppression during night sleep and a session with regular night sleep (control). SWS suppression was achieved by presenting an acoustic tone with gradually rising sound intensity until the occurrence in polysomnogram signs of lighter sleep stages. Salivary samples were collected seven times: at 20:00, 21:30, 23:00, 1:30, 4:00, 7:00 (immediately after awakening) and at 7:40. The samples were analyzed by liquid chromatography-tandem mass spectrometry for melatonin. In the morning and in the evening participants completed the Psychomotor Vigilance Task (PVT) and n-back tasks.

The SWS suppression resulted in a reduction of its overall duration by 55% without essential changes in total sleep time and sleep efficiency. Selective SWS suppression had no significant effects on vigilance according to data from the PVT. However, it was followed by a significant impairment in working memory ( $p = 0,033$  for 1-back task and  $p = 0,012$  for 2-back). Additionally, SWS suppression led to an increase of melatonin level in the morning immediately after awakening ( $p = 0,010$ ). Thus, the present study's findings indicate that SWS suppression affects working memory. Considering the influence of melatonin on the body temperature [Cajochen et al., 2003] and glucose tolerance [Cipolla-Neto, Amaral, 2018] we may assume that decline in working memory may be at least partly due to increased melatonin secretion.

*This work was supported by the RFBR grant number 18-013-01187 А.*

### **ТУЧНЫЕ КЛЕТКИ: РОЛЬ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ И ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ** **Умарова Б.А.**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m586.sudak.ns2019-15/416-417>

Тучные клетки (ТК) являются клетками иммунной системы и происходят из плюропотентных клеток – предшественников костного мозга. Предшественники мигрируют в ткани, где завершается окончательная дифференцировка и созревание ТК. Основными факторами дифференцировки ТК являются SCF, IL-3, IL-4, IL-9, NGF, и TGF $\beta$ 1. В зависимости от конкретных условий микросреды формируется фенотип популяции ТК. На основе локализации, структурных, функциональных, и биохимических характеристик различают соединительнотканые и мукозальные ТК. Фенотипическая гетерогенность определяет функциональную, которая характеризуется экспрессией различных наборов рецепторов, что позволяет ТК отвечать на большое разнообразие сигналов микроокружения. В цитоплазматических гранулах ТК хранится много провоспалительных медиаторов (гистамин, протеогликаны, протеазы, фактор некроза опухоли) готовых для немедленного высвобождения. Другие медиаторы, такие как метаболиты арахидоновой кислоты или

хемокины/цитокины синтезируются заново, и высвобождаются позже. Хорошо изученным механизмом активации ТК является агрегация высокоаффинного рецептора (FcεRI) для Fc-фрагмента IgE, запускающая полную программу активации с высвобождением провоспалительных медиаторов. Заново синтезированные медиаторы высвобождаются путем избирательного стимулирования таких рецепторов, как хемокиновые рецепторы, Toll-подобные рецепторы (TLR), высокоаффинный рецептор для IgG (FcγRI), рецепторы для компонентов комплемента (C3aR и C5aR) и другие. Стимуляция этих рецепторов приводит к селективному высвобождению цитокинов, и может увеличить или изменить секреторный ответ ТК на последующий стимул. Активация и дегрануляция ТК существенно модулирует многие аспекты физиологических и патологических состояний. ТК регулируют нормальные физиологические функции - вазодилатацию, сосудистый гомеостаз, врожденные и адаптивные иммунные реакции, ангиогенез. Они регулируют функции многих типов клеток, таких как дендритные клетки, макрофаги, Т-клетки, В-клетки, фибробласты, эозинофилы, эндотелиальные и эпителиальные клетки. С другой стороны, ТК вовлечены в патофизиологию многих заболеваний, включая аллергию, астму, анафилаксию, болезни ЖКТ, многие виды злокачественных новообразований и сердечно-сосудистые заболевания. Понимание механизмов синтеза, и специфических путей секреции медиаторов ТК, которые часто зависят от конкретных задействованных стимулов, предоставит широкие возможности для выявления новых терапевтических мишеней и клинических подходов для лечения многих патологических состояний.

### **MAST CELLS: ROLE IN PHYSIOLOGICAL AND PATHOLOGICAL PROCESSES**

**Umarova Bella A.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [bellaum@mail.ru](mailto:bellaum@mail.ru)

Mast cells (MCs) are cells of the immune system and originate from multipotent progenitors of the bone marrow. The progenitors migrate to the tissues, where the final differentiation and maturation of the MCs is completed. The main factors of MCs differentiation are SCF, IL-3, IL-4, IL-9, NGF, and TGFβ1. Depending on the specific conditions of the microenvironment, the phenotype of the MCs population is formed. On the basis of localization, structural, functional, and biochemical characteristics distinguish MCs of connective tissue and mucous membranes. Phenotypic heterogeneity determines the functional heterogeneity, which is characterized by the expression of different sets of receptors, which allows MCs to respond to a wide variety of microenvironment signals. Cytoplasmic granules of MCs contain many pro-inflammatory mediators (histamine, proteoglycans, proteases, tumor necrosis factor) ready for immediate release. Other mediators, such as arachidonic acid metabolites or chemokines / cytokines, are synthesized de novo and released later. A well-studied mechanism of MCs activation is the aggregation of the high-affine receptor (FcεRI) for the Fc-fragment of the IgE, launching a full activation program with the release of pro-inflammatory mediators. De novo synthesized mediators are released by selective stimulation of receptors such as chemokine receptors, Toll-like receptors (TLR), high-affine receptor for IgG (FcγRI), receptors for complement components (C3aR and C5aR) and others. Stimulation of these receptors leads to the selective release of cytokines, and may increase or change the secretory response to the subsequent stimulus. Activation and degranulation of MCs significantly modulates many aspects of physiological and pathological conditions. MCs regulate normal physiological functions - vasodilatation, vascular homeostasis, innate and adaptive immune responses, and angiogenesis. They regulate the functions of many cell types such as dendrites cells, macrophages, T cells, B cells, fibroblasts, eosinophils, endothelial and epithelial cells. On the other hand, MCs are involved in the pathophysiology of many diseases, including allergies, asthma, anaphylaxis, gastrointestinal diseases, many types of malignancies and cardiovascular diseases. Understanding the mechanisms of synthesis and specific pathways secretion of MCs mediators, which often depend on the specific stimuli involved, will provide ample opportunities to identify new therapeutic targets and clinical approaches for the treatment of many pathological conditions.

### **КОРТИЗОЛ И ПОВЕДЕНИЕ: РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИСПЫТУЕМЫХ И НЕЙРОЭНДОКРИННЫЕ КОРРЕЛЯТЫ СТРЕССА У КРЫС**

**Умрюхин А.Е.<sup>1,2</sup>, Туркина О.С.<sup>1,2</sup>, Венерина Я.А.<sup>1</sup>, Будников М.Ю.<sup>1</sup>, Чекмарева Н.Ю.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия; <sup>2</sup> Федеральное государственное научное учреждение «НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия; [alum1@yandex.ru](mailto:alum1@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m587.sudak.ns2019-15/417-418>

В соответствии с представлениями теории функциональных систем П.К. Анохина, получившей развитие в научной школе К.В. Судакова, физиологические процессы и реакции взаимно организуются в функциональные комплексы, позволяющие организму достигать полезные приспособительные результаты. Социальная жизнь человека представляет собой многоуровневый комплекс динамически сменяющихся задач и достигаемых результатов, значительное количество которых лежат в сфере интеллектуальной деятельности. В условиях невозможности достижения необходимого организму результата формируются конфликтные ситуации, приводящие к развитию психоэмоционального стресса (Судаков К.В., 1998). Одним из центральных нейроэндокринных звеньев адаптации организма в условиях конфликтных ситуаций является гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковый механизм регуляции уровня кортизола в крови. В данном исследовании у испытуемых до и после выполнения теста Струпа определяли уровень кортизола в слюне. У испытуемых, у которых был выявлен природный уровень кортизола, было отмечено меньшее количество ошибок при выполнении усложнённой серии теста Струпа. У испытуемых данной группы была отмечена корреляционная взаимосвязь между скоростью сложной сенсомоторной реакции и длительностью кардиоинтервалов. Выявленное у испытуемых этой группы снижение высокочастотных колебаний сердечного ритма, может характеризовать снижение парасимпатических влияний на сердце при

выполнении теста Струпа. В исследованиях, проведенных на крысах-самцах линии Вистар, было обнаружено, что у особей, у которых в крови было обнаружено повышенное содержание кортикостерона через час после избавления от часовой иммобилизационной стрессорной нагрузки, при снижении уровня кортикостерона путём иммунизации конъюгатом глутамата с БСА изменялось поведение в тесте условно-рефлекторного пассивного избегания (УРПИ). У иммунизированных животных при проверочном тестировании УРПИ после стрессорного воздействия латентный период захода в тёмный отсек не отличался от периода захода в тёмный отсек при первом тестировании УРПИ с предъявлением в тёмном отсеке электрокожного раздражителя. При этом в дорсальном гиппокампе было выявлено возрастание содержания ГАМК в постстрессорном периоде у иммунизированных животных. Также у иммунизированных крыс при снижении уровня кортикостерона было обнаружено усиление язвообразования в желудке на фоне иммобилизационной стрессорной нагрузки. Таким образом, увеличение уровня кортизола сопровождается повышением результативности интеллектуальной и сенсомоторной деятельности у испытуемых, а при модуляции уровня кортикостерона в крови у крыс в условиях восстановительного периода после стрессорной нагрузки изменяются поведение избегания аверсивного раздражителя, гиппокампальные нейробиохимические механизмы стресса и состояние периферических органов мишеней стресса.

### **CORTISOL AND BEHAVIOR: INTELLECTUAL TASK EFFICACY IN HUMANS AND NEUROENDOCRINE CORRELATES OF STRESS IN RATS**

**Umriukhin Alexey E.<sup>1,2</sup>, Turkina Olga S.<sup>1,2</sup>, Venerina Yana A.<sup>1</sup>, Budnikov Mikhail Yu.<sup>1</sup>, Chekmareva Natalya Yu.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; <sup>2</sup> P.K. Anokhin Institute of normal physiology, Moscow, Russia; alum1@yandex.ru

Functional systems theory proposed by P.K. Anokhin and further developed by K.V. Sudakov decrypts key factors of multiple cerebral neurochemical and peripheral alternations by consideration of net effective behavioral result obtained by the organism. Leading factors of emotional stress are conflict situations which arise from inability of necessary result achievement. One of the central adaptive role under stressful conditions has hypothalamic pituitary adrenal (HPA) axis. In the first set of experiments we determined salivary cortisol before and after Stroop test. Participants who had elevated level of cortisol after the test gave less incorrect answers in elaborated test trial. Rate of visual cue motor response correlated to heart rate in these participants with elevated cortisol after the test. These participants also demonstrated decreased high-frequency power of heart rate variability which suggests decreased parasympathetic heart rate regulation tone during test trial. Animal studies revealed that if decrease corticosterone concentration by the rats who normally has enhanced corticosterone concentration 1h after the termination of 1h immobilization stress they change their behavior in passive avoidance task. Latent period of dark compartment entry by the second trial shortens till the same values as at the first trial although the rats of untreated group enter dark compartment with significantly longer period. The decrease of corticosterone response was also accompanied by enhancement of GABA concentration in dorsal hippocampus at the immobilization stress termination time point. And finally we observed an increase of stress induced gastric ulceration in the treated rats whose corticosterone response was inhibited. Taken together these finding suggest an important role of cortisol in behavioral, central neuroendocrine and peripheral responses to stress.

### **ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ДНК В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СТРЕССА *IN VIVO***

**Умрюхин П.Е.<sup>1</sup>, Вейко Н.Н.<sup>2</sup>, Ершова Е.С.<sup>2,1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>2,3</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Филев А.Д.<sup>2</sup>,  
Полеткина А.А.<sup>2</sup>, Волынщиков З.Н.<sup>1</sup>, Борзикова М.А.<sup>1,2</sup>, Михеева Е.Н.<sup>1</sup>, Чирков А.В.<sup>1</sup>, Костюк С.В.<sup>1,2</sup>**  
<sup>1</sup>Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, <sup>2</sup>ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия, <sup>3</sup>ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, г. Москва, Россия; pavelum@mail.ru.

<https://doi.org/10.29003/m588.sudak.ns2019-15/418-419>

Развитие психических и поведенческих расстройств (депрессия, тревожность, посттравматический синдром, аутизм и шизофрения), как правило, сопровождается локальными и системными нарушениями врожденного иммунитета. Одним из факторов, поддерживающих aberrantный воспалительный ответ, может быть внеклеточная (вк)ДНК с повышенным уровнем содержания окислительных модификаций, которая представляет собой молекулярный паттерн, ассоциированный с повреждением (damage-associated molecular pattern, DAMP). Цель данной работы состояла в исследовании уровня окислительных модификаций вкДНК в образцах плазмы крыс линии Wistar, подвергшихся стрессорным воздействиям. Лабораторные животные были подвергнуты острому (2 ч), подострому (2 дня) и хроническому (11 дней) стрессорным воздействиям. Уровень окислительных модификаций оценивали по содержанию 8-гидрокси-2'-деоксигуанозина (8-oxodG) в составе внеклеточной (вк)ДНК, выделенной из образцов плазмы. У всех групп животных, подвергшихся стрессорным воздействиям, было отмечено существенное (в 2,5-8 раз) повышение уровня 8-oxodG в плазме, что является признаком системного оксидативного стресса. В группах «2 часа» и «11 дней» повышение уровня 8-oxodG было статистически значимым ( $p=0,023$  и  $0,004$ , соответственно). В группе «2 дня» наблюдалась выраженная тенденция к повышению исследуемого показателя. Кроме того, у животных, подвергшихся длительному стрессу (2 дня и 11 дней), было отмечено повышение общей концентрации вкДНК. При этом в группе «2 дня» была отмечена выраженная тенденция к повышению концентрации вкДНК ( $p=0,095$ ), а в группе «11 дней» повышение данного показателя было статистически значимым по сравнению с интактным контролем ( $p=0,049$ ). Таким образом, даже кратковременное стрессорное воздействие может привести к существенному повышению уровня окислительных модификаций вкДНК в циркуляции подопытных животных. В отличие от инертных фрагментов интактной геномной ДНК, вкДНК с повышенным уровнем содержания окислительных модификаций может быть одним из факторов, способствующих развитию системного оксидативного

стресса и aberrантной воспалительной реакции в условиях как острых, так и хронических стрессорных воздействий.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-06017офи\_м и № 16-04-00576\_A, а также в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

#### **OXIDATIVE DNA MODIFICATION IN EXPERIMENTAL STRESS MODEL *IN VIVO***

**Umriukhin Pavel E.<sup>1</sup>, Veiko Natalia N.<sup>2</sup>, Ershova Elizaveta S.<sup>2,1</sup>, Shmarina Galina V.<sup>2,3</sup>, Martynov Andrey V.<sup>1</sup>, Filev Anton D.<sup>2</sup>, Poletkina Anastasia A.<sup>2</sup>, Volinchikov Zosim N.<sup>1</sup>, Borzikova Maria A.<sup>1,2</sup>, Miheeva Elena N.<sup>1</sup>, Chirkov Alexander V.<sup>1</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,2</sup>.**

<sup>1</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia; <sup>2</sup>Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow, Russia; <sup>3</sup>Gabrichevsky Institute of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia; pavelum@mail.ru

The development of mental and behavioral disorders (depression, anxiety, post-traumatic syndrome, autism and schizophrenia) is usually accompanied by local and systemic disorders of innate immunity. One of the factors supporting the aberrant inflammatory response may be cell-free DNA (cfDNA) with oxidative modifications, which may serve as damage-associated molecular pattern (DAMP). The aim of the present work was to study the level of oxidative cfDNA modifications in the plasma samples of Wistar rats subjected to stress. Laboratory animals were subjected to acute (2 h), subchronic (2 days) and chronic (11 days) stress. The level of oxidative cfDNA modifications was assessed by the 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-oxodG) content in cfDNA isolated from plasma samples. In all animal groups exposed to stress we found a significant (2.5-8 times) increase of 8-oxodG level in plasma, interpreted as a sign of systemic oxidative stress. In rats stressed for 2-hours and 11-days increase of 8-oxodG concentration was significant ( $p=0.023$  and  $0.004$ , respectively). In the animals stressed for 2 days we found a pronounced tendency to increase of the investigated indicator. In addition, in animals subjected to prolonged stress (2 days and 11 days), an increase of the total cfDNA concentration was found: in animals stressed for 2 days there was a pronounced tendency to increase of the cfDNA concentration ( $p=0.095$ ) and in the rats stressed for 11 days the increase compared to intact control was statistically significant ( $p=0.049$ ). Thus, exposure to even short-term stress can lead to a significant increase of cfDNA oxidative modifications in the blood of experimental animals. In contrast to inert fragments of intact genomic DNA, cfDNA with increased oxidative modifications may be one of the factors contributing to the development of systemic oxidative stress and aberrant inflammatory responses both under acute and chronic stress.

*The work was supported by RFBR grant No.17-29-06017ofi\_m and № 16-04-00576\_A, and as a state task of the Ministry of education and science of Russia.*

#### **ПАТОЛОГИЯ ОЛИГОДЕНДРОГЛИИ И НАРУШЕНИЕ МИЕЛИНИЗАЦИИ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ СВЯЗАНЫ С ПСИХИЧЕСКИМИ РАССТРОЙСТВАМИ**

**Уранова Н.А., Востриков В.М., Коломеец Н.С., Вихрева О.В.**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научный центр психического здоровья, Москва, Россия; [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m589.sudak.ns2019-15/419-420>

Обоснование. Нейровизуализационные исследования показали, что дисфункция нейронных сетей в префронтальной коре (ПФК) и нижней теменной коре (НТК) связана с клиническими симптомами шизофрении, включая когнитивный дефицит. Нарушения олигодендроцитов – ключевая клеточная патология, участвующая в нарушении межнейрональных связей при шизофрении. Ранее нами был показан дефицит олигодендроцитов в ПФК и НТК и ультраструктурные нарушения олигодендроцитов и миелиновых волокон в ПФК при шизофрении. Предполагается возможная связь патологии олигодендроцитов и миелиновых волокон с клиническими симптомами шизофрении.

Цель исследования. Сравнительный анализ численной плотности (Nv) олигодендроцитов и ультраструктурных параметров олигодендроцитов и миелиновых волокон в подгруппах с разными клиническими симптомами шизофрении по сравнению с контролем без психической патологии.

Метод. Nv олигодендроцитов определяли с помощью стереологического метода оптического дисектора. Трансмиссионную электронную микроскопию и морфометрию применяли для оценки ультраструктурных параметров олигодендроцитов и миелиновых волокон. Клинические подгруппы включали подгруппу с преобладанием позитивных симптомов (ППС) (бред, галлюцинации, дезорганизованность поведения), подгруппу с преобладанием негативных симптомов (ПНС) (ангедония, уплощенный аффект, отсутствие мотивации, потеря воли, асоциальность) и подгруппу с анозогнозией.

Результаты. Nv олигодендроцитов снижена в подгруппе с анозогнозией в НТК, в подгруппах с ППС и ПНС слоев 3 и 5 ПФК, в ПНС подгруппе в слое 6 ПФК и в белом веществе по сравнению с контрольной группой. В обеих подгруппах показаны дистрофические изменения (снижение объемной фракции (Vv) митохондрий и повышение Vv липофусцина) и дегенерация олигодендроцитов. ППС подгруппа характеризуется повреждением оболочек миелиновых волокон, а ПНС подгруппа характеризуется дегенерацией миелиновых волокон.

Заключение. Дистрофические и дегенеративные изменения олигодендроцитов и миелиновых волокон и дефицит олигодендроцитов при шизофрении могут приводить к различным нарушениям межнейрональных связей, участвующих в позитивных, негативных симптомах и когнитивных расстройствах.

#### **OLIGODENDROCYTE PATHOLOGY AND DYSMYELINATION IN SCHIZOPHRENIA ARE ASSOCIATED WITH PSYCHOPATHOLOGY**

**Uranova Natalya A., Vostrikov Victor M., Kolomeets Natalya S., Vihreva Olga V.**

Federal State Budgetary Scientific Institution Mental Health Research Centre, Moscow, Russia; [uranovan@mail.ru](mailto:uranovan@mail.ru)

Background. Neuroimaging studies provide evidence for the dysfunction of neuronal network in the prefrontal cortex (PFC) and inferior parietal cortex (IPC) associated with clinical symptoms of schizophrenia, including cognitive deficits. Oligodendrocyte abnormalities is the key cellular pathology involved in disturbances of neuronal connectivity in schizophrenia. Previously we have reported the deficit of oligodendrocytes in the PFC and in the IPC and ultrastructural abnormalities of oligodendrocytes and myelinated fibers in the PFC in schizophrenia. We hypothesized a possible link between oligodendrocyte and myelin pathology and different clinical symptoms of schizophrenia.

Aim of the study. To compare the numerical density (Nv) and ultrastructural parameters of oligodendrocytes and myelinated fibers in the subgroups with different clinical symptoms of schizophrenia as compared to normal control group.

Method. Nv of oligodendrocytes was estimated by optical disector method. Transmission electron microscopy and morphometry were used to evaluate ultrastructural parameters of oligodendrocytes and myelinated fibers. Clinical subgroups included the subgroup with predominantly positive symptoms (SPPS) (delusions, hallucinations and behavior dysregulation), the subgroup with predominantly negative symptoms (SPNS) (anhedonia, flattened affect, lack of motivation, loss of will, anti-social behavior) and the subgroup of cases with anosognosia.

Results. Nv of oligodendrocytes was decreased in the subgroup with anosognosia in the IPC, in the SPPS and SPNS subgroups in layers 3 and 5 of the PFC, in the SPNS subgroup in layer 6 of the PFC and in adjacent white matter as compared to the control group. Dystrophic changes (reduced volume fraction (Vv) of mitochondria and increased Vv of lipofuscin) and degeneration of oligodendrocytes were found in both subgroups. The SPPS subgroup was characterized by alterations of myelin sheaths, the SPNS subgroup was characterized by degeneration of myelinated fibers.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ГИППОКАМПА И АМИГДАЛЫ НА ПОВЕДЕНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ У ГРЫЗУНОВ**

**Устоев М.Б., Мусоева П.Дж**

Таджикский национальный университет. Душанбе, Таджикистан, E-mail: [ustoev1954@mail.ru](mailto:ustoev1954@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m590.sudak.ns2019-15/420>

Сравнительное изучение функциональной способности лимбической коры и его основных структурных образований: гиппокамп и амигдала, является малоизученной проблемой в физиологии поведения т. к. эти структуры играют ключевую роль в целенаправленном поведенческом акте животных. Несмотря на то, что в современной литературе такие классические работы не так часто встречаются, для дальнейшего развития этого направления необходимо провести некоторые эксперименты. Опыты проводились в хронических условиях на 10 голов тушканчиков Северцова. Условным раздражителем служил звонок частотой 500 Гц, подаваемый через звук генератора типа 3-53, в качестве безусловного стрессора были использованы оборонительные условные рефлексы в специально сконструированной камере где на полу были вмонтированы пластинки для подачи электрического тока.

Эксперименты показали, что для адаптации животных ежедневно в течении 10 – дней их содержали в экспериментальной камере. После их привыкания к этим условиям проводились эксперименты только в ночное время от 21 до 24 часов, совпадающее с периодом активности животных. Показано, что оборонительные условные рефлексы в виде перепрыгивания через в первые дни трудно вырабатывались у животных при подаче безусловного раздражителя. Препятствие из одного отсека в другой (безопасное место). На четвертый день опыта животные реагировали на условные сигналы, которые были продолжены в течение месяца. Далее 5- животным разрушали гиппокамп, у другой группы в 5 - животных разрушали базолатеральную часть амигдалы.

Результаты опытов показывают, что после разрушения гиппокампа двигательные – оборонительные рефлексы достоверно нарушаются в течении нескольких суток, глубина нарушения в сравнении с нормой составляет 53,5% вместо 100%. При разрушении базолатеральной части амигдалы наблюдается значительное подавление всех форм условно – оборонительных рефлексов в течении 10 дней. Показано, что при разрушении этих отделов лимбической коры наблюдается также нарушение пространственно расположенных условных сигналов, также нарушается траектория движения, оно становится беспорядочным и хаотичным. Далее рассматривается вопрос об участии этих структур на деятельность висцеральной системы.

### **RESEARCH OF FUNCTIONAL RELATIONSHIPS OF THE HYPOCOMP AND AMYGDALS ON BEHAVIOR AND SPATIAL ANALYSIS IN RODENTS**

**Ustoev Mirzo Bobojonovich, Musoeva Parvina Jurakhonovna**

Tajik national university, Dushanbe, Tajikistan. E-mail: [ustoev1954@mail.ru](mailto:ustoev1954@mail.ru)

### **ЭТОСУКСИМИД ПОДАВЛЯЕТ ПИК-ВОЛНОВУЮ АКТИВНОСТЬ, УСИЛИВАЕТ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ МОТИВАЦИЮ И УЛУЧШАЕТ ЭПИЗОДИЧЕСКУЮ ПАМЯТЬ У КРЫС ЛИНИИ WAG/RIJ – ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АБСАНСНОЙ ЭПИЛЕПСИИ**

**Федосова Е.А., Шацкова А.Б., Саркисова К.Ю.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, e-mail: [ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru)

<https://doi.org/10.29003/m591.sudak.ns2019-15/420-421>

Депрессия и когнитивные нарушения являются частыми коморбидными расстройствами при разных формах конвульсивной эпилепсии. Долгое время неконвульсивную абсансную эпилепсию считали легкой

формой эпилепсии, лишенной коморбидных расстройств. Хотя впоследствии были обнаружены коморбидные депрессивные нарушения при абсансной эпилепсии, вопрос о том, имеются ли когнитивные нарушения, коморбидные абсанс-эпилепсии, остается неизученным. Крысы линии WAG/Rij являются генетической моделью абсансной эпилепсии человека. В наших предыдущих исследованиях было показано, что у WAG/Rij в возрасте 2 месяцев симптомы абсанс-эпилепсии и коморбидной депрессии отчетливо не проявляются, а в возрасте 6 месяцев патологический фенотип полностью выражен. В настоящей работе у крыс линии WAG/Rij и Wistar в возрасте 2 и 6 месяцев исследовали эпизодическую память в тесте распознавания нового объекта. С целью подавления симптомов абсанс-эпилепсии и коморбидной депрессии крысам линии WAG/Rij в возрасте 6 месяцев вводили этосуксимид (300 мг/кг, 14 дней, в/б). Тест распознавания нового объекта состоял из 3 фаз: фазы адаптации, фазы ознакомления (два одинаковых объекта), тестовой сессии 1 (знакомый и незнакомый объект 1) и тестовой сессии 2 (знакомый и незнакомый объект 2). Во время адаптационной фазы регистрировали исследовательскую активность (число стоек и выходов в центр поля). Тестирование эпизодической памяти проводили через 1 час (тестовая сессия 1) и через 24 часа (тестовая сессия 2) после фазы ознакомления. Эпизодическую память оценивали по индексу распознавания нового объекта. Установлено, что у крыс линии WAG/Rij в возрасте 2 месяцев индекс распознавания нового объекта значимо не отличается, а в возрасте 6 месяцев он значимо меньше аналогичного показателя у крыс Wistar. Крысы линии WAG/Rij проявляли пониженную исследовательскую мотивацию по сравнению с крысами Wistar только в возрасте 6 месяцев. Обнаружена положительная корреляция между индексом распознавания нового объекта и исследовательской мотивацией (числом стоек без опоры и числом выходов в центр поля). Этосуксимид подавлял пик-волновую активность, повышал исследовательскую мотивацию и улучшал эпизодическую память у крыс линии WAG/Rij. Результаты свидетельствуют о том, что нарушения эпизодической памяти в тесте распознавания нового объекта являются следствием пониженной исследовательской мотивации как одного из симптомов депрессии, коморбидной абсансной эпилепсии.

#### **ETHOSUXIMIDE SUPPRESSES SPIKE-WAVE ACTIVITY, INCREASES INVESTIGATORY MOTIVATION AND IMPROVES RECOGNITION MEMORY IN THE WAG/Rij RAT MODEL OF GENETIC ABSENCE EPILEPSY**

**Fedosova Ekaterina A., Shatskova Alla B., Sarkisova Karine Yu.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow, 117485, 5A Butlerova str, e-mail: [ekaterina5fedosova@rambler.ru](mailto:ekaterina5fedosova@rambler.ru)

Depression and cognitive impairments are frequent comorbidities of different forms of convulsive epilepsy. For a long time, non-convulsive absence epilepsy was considered to be a benign form of epilepsy, lacking impairments. Although subsequently depression-like comorbidity in absence epilepsy has been found, a question of whether cognitive impairments are co-morbid to absence-epilepsy remains unexplored. The WAG/Rij strain is a genetic model of human absence epilepsy. In our previous studies, it has been shown that in WAG/Rij at the age of 2 months, symptoms of absence epilepsy and comorbid depression are not clearly manifested, but at the age of 6 months, pathologic phenotype is fully expressed. In the present study, episodic memory was investigated in the novel object recognition test in WAG/Rij and Wistar rats at the age of 2 and 6 months. In order to suppress spike-wave seizure activity and depressive-like comorbidity WAG/Rij rats, at the age of 6 months, were injected ethosuximide (300 mg/kg, 14 days, i/p). Novel object recognition test consisted of 3 phases: adaptation phase, familiarization phase (two identical objects), testing session 1 (familiar and novel object 1) and testing session 2 (familiar and novel object 2). In adaptation phase, investigatory activity (number of rearings and center entries) was recorded. Recognition memory was tested with a delay of 1h (testing session 1) and 24h (testing session 2), after familiarization phase. Episodic memory was assessed using novel object recognition index. It has been found that recognition index in WAG/Rij rats, at the age of 2 months, did not differ significantly, but at the age of 6 months, it differ significantly from the corresponding measure in Wistar rats. WAG/Rij rats exhibited reduced investigatory motivation compared with Wistar rats at the age of 6 months only. A positive correlation was found between recognition index and investigatory motivation (number of unassisted rearings and center entries). Ethosuximide suppressed spike-wave seizures, increased investigatory motivation and improved episodic memory in WAG/Rij rats. Results suggest that episodic memory impairments are a consequence of reduced investigatory motivation as one of the symptom of depression co-morbid to absence epilepsy.

#### **ЭЭГ КОРРЕЛЯТЫ ТОРМОЖЕНИЯ И ВНИМАНИЯ У БОЛЬНЫХ ШИЗОФРЕНИЕЙ, ПЕРЕНЕСШИХ ПЕРВЫЙ ПСИХОТИЧЕСКИЙ ЭПИЗОД, В САККАДИЧЕСКОЙ И АНТИСАККАДИЧЕСКОЙ СХЕМАХ**

**Федотова А.А.<sup>1</sup>, Чурикова М.А.<sup>1</sup>, Славущая М.В.<sup>1,2</sup>**

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, ФГБНУ «Научный центр психического здоровья»,  
Москва, Россия; [fedotova.brain@gmail.com](mailto:fedotova.brain@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m592.sudak.ns2019-15/421-422>

Проблема торможения и его участия в когнитивном контроле двигательных ответов остается одной из центральных в психофизиологии. Цель данного исследования – анализ функциональной активности мозга, связанной с процессами внимания и торможения, у больных шизофренией, перенесших первый психотический эпизод.

Анализ параметров негативных компонентов связанных с событием потенциалов (ERPs) проведен на 16 здоровых испытуемых и 10 пациентах, перенесших первый психотический эпизод шизофрении (рубрика F20 по МКБ-10). Во время эксперимента регистрировали электроокулограмму и электроэнцефалограмму. Применяли саккадический и антисаккадический варианты «Go/No go delay» парадигмы, содержащей длительный межстимульный интервал и зрительные стимулы двух типов: «go» и «no go» (тормозный).

У больных шизофренией показано увеличение амплитуды пика компонента N1 (латентность 90-175 мс), отражающее процессы компенсации сенсорного дефицита: в саккадической схеме – на  $2,8 \pm 1,2$  мкс

( $p=0,018$ ) в «go» и на  $4,5\pm 1,2$  мкВ ( $p=0,0001$ ) в «no go» условиях; в антисаккадической – на  $5,6\pm 1,0$  мкВ ( $p=0,018$ ) и на  $3,4\pm 1,1$  мкВ ( $p=0,0085$ ) соответственно. Компонент N2 (латентность 175-300 мс), рассматривающийся как маркер торможения и исполнительный компонент принятия решения, в антисаккадической схеме в обоих условиях эксперимента («go» и «no go») у больных шизофренией имел достоверно большую амплитуду (на  $6,9\pm 1,8$  мкВ,  $p=0,0013$  и на  $3,1\pm 1,0$  мкВ,  $p=0,0215$  соответственно) и латентность пика (на  $18\pm 9$  мс,  $p=0,0437$  и на  $27\pm 12$  мс,  $p=0,0027$ ). В саккадической схеме у пациентов аналогичные зависимости выявлены для «no go» условий: амплитуда была увеличена на  $4,5\pm 1,2$  мкВ ( $p=0,002$ ), латентность пика – на  $26\pm 7$  мс ( $p=0,0001$ ).

Полученные данные выявили нарушения когнитивного контроля программирования саккад и антисаккад и их произвольного торможения у больных шизофренией, перенесших первый психотический эпизод. Показано нарушение у них процессов произвольного и непроизвольного внимания на этапе сенсорной оценки стимула, нарушение процессов принятия решения о выборе ответной реакции, а также компенсаторные изменения в активности коры головного мозга, необходимые для осуществления адаптивного ответа.

*Работа выполнена при поддержке Российского фонда Фундаментальных Исследований (проект № 14-04-01634 и № 16-04-01079).*

### **EEG CORRELATES OF INHIBITION AND ATTENTION DERIVED FROM PRO- AND ANTI-SACCADE TASKS IN FIRST-EPIISODE SCHIZOPHRENIA PATIENTS**

**Fedotova Anna A.<sup>1</sup>, Churikova Marina A.<sup>1</sup>, Slavutskaya Maria V.<sup>1,2</sup>**

Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University, The Mental Health Research Centre, Moscow, Russia;  
fedotova.brain@gmail.com

The problem of inhibition and its participation in cognitive control of motor responses remains one of the central problems in psychophysiology. The purpose of this study was to analyze the functional activity of the brain associated with the processes of attention and inhibition in first-episode schizophrenia patients.

An analysis of negative components of the brain event-related potentials (ERPs) was performed in 16 healthy subjects and 10 first-episode schizophrenia patients (ICD-10 code F20). An experimental "Go/No go delay" scheme containing a long interstimulus interval and two types of visual stimuli ("go" - a signal to perform a saccade (or anti-saccade), and inhibitory "no go" stimulus) was used. During the experiment, electrooculogram and electroencephalogram (EEG) were recorded. To define the ERPs, the EEG averaging technique over trials corresponding to each cue type ("go" or "no go") was performed.

Schizophrenia patients showed increased peak amplitude of the N1 component (latency within 90-175 ms), reflecting the processes of sensory deficit compensation: by  $2.8\pm 1.2$   $\mu$ V ( $p=0.018$ ) in "go" and by  $4.5\pm 1.2$   $\mu$ V ( $p=0.0001$ ) in "no go" conditions in the saccadic task; and in the anti-saccadic task – by  $5.6\pm 1.0$   $\mu$ V ( $p=0.018$ ) and by  $3.4\pm 1.1$   $\mu$ V ( $p=0.0085$ ), respectively. The executive component of decision making, the N2 (latency within 175-300 ms), considered as a marker of inhibition, in the antisaccadic scheme under both experimental conditions ("go" and "no go") had a significantly higher amplitude (by  $6.9\pm 1.8$   $\mu$ V,  $p=0.0013$  and  $3.1\pm 1.0$   $\mu$ V,  $p=0.0215$ , respectively) and peak latency (by  $18\pm 9$  ms,  $p=0.0437$  and by  $27\pm 12$  ms,  $p=0.0027$ ) in first-episode schizophrenia patients. Similar dependencies were also found for the saccadic scheme in "no go" conditions: the N2 amplitude was increased in patients by  $4.5\pm 1.2$   $\mu$ V ( $p=0.002$ ), the peak latency — by  $26\pm 7$  ms ( $p=0.0001$ ).

The obtained data revealed cognitive control deficits of saccade (anti-saccade) programming and problems with voluntary inhibition of eye movements in first-episode schizophrenia patients. We have found violation of voluntary and involuntary attention at the stage of sensory stimulus perception in such patients. Our results also suggest impaired decision-making processes on the choice of motor response, as well as changes in compensatory activity of the cerebral cortex, necessary for the implementation of the adaptive response.

*This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (projects № 14-04-01634 and № 16-04-01079).*

### **ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ЛИНИИ КРЫС КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ (КМ) КАК МОДЕЛИ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ**

**Федотова И.Б., Сурина Н.М., Николаев Г.М., Полетаева И.И.**

Биологический факультет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия, lzglzg@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m593.sudak.ns2019-15/422-423>

В настоящее время анализ механизмов эпилептогенеза требует использования генетических моделей, - в частности, линий крыс, селективированных на предрасположенность к аудиогенной эпилепсии (АЭ).

Развитие аудиогенных миоклонических судорог (АМС) - одно из проявлений более общего феномена «раскачки» (киндлинга), под которым понимают усиление эпилептической активности при серийном подпороговом раздражении структур лимбической системы (McIntyre et al., 2002). Феномен аудиогенного киндлинга связан с генерацией эпилептиформных разрядов в структурах переднего мозга и может служить адекватной моделью височной формы эпилепсии человека (Savage et al., 1986, Galvis-Alonso et al., 2004, Jin et al., 2005 и др.). Развитие аудиогенных миоклонических судорог (АМС) - одно из проявлений более общего феномена «раскачки» (киндлинга), под которым понимают усиление эпилептической активности при серийном подпороговом раздражении структур лимбической системы (McIntyre et al., 2002). Феномен аудиогенного киндлинга связан с генерацией эпилептиформных разрядов в структурах переднего мозга и может служить адекватной моделью височной формы эпилепсии (Savage et al., 1986, Galvis-Alonso et al., 2004, Jin et al., 2005 и др.). Показано, что для формирования АМС необходима целостность новой коры и гиппокамп (Garcia-Cairasco, 2002, Семиохина, Федотова и др., 2006).

Получены новые данные о возможности модуляции и общего уровня предрасположенности к АЭ, и проявления АМК. На крысах линии КМ продемонстрировано невысокое по абсолютной величине, но достоверное снижение интенсивности судорожного припадка, вызванного звуком у взрослых крыс после длительного (45 дней) приема (в питьевой воде) блокатора кальциевых каналов Т-типа – этосуксимида (ЭС). Кроме того, в отдельной серии экспериментов выявлены отдаленные последствия неонатального введения ЭС - его влияние как на интенсивность тонических судорог при однократном действии звука в возрасте 1.5 мес., так и на формирование у них АМС. Интенсивность судорожного припадка была достоверно ниже у интактных крыс (и крыс после введения физиологического р-ра) по сравнению с группой после неонатального введения ЭС, то есть неонатальное введение ЭС несколько усилило АЭ у 1.5 мес. крыс. В возрасте 3 мес. у крыс после неонатального ЭС произошло снижение проявления АМС после серии экспозиций действию звука (ежедневно в течение 21 дня). Такие же соотношения (но лишь в виде тенденции к достоверности) были обнаружены и в доле животных, обнаруживших «постиктальную» каталепсию – специфическое нарушение мышечного тонуса, характерное для крыс с АЭ. После неонатального введения ЭС доля крыс, обнаруживших «затяжное возбуждение» после припадка, была выше, чем в обеих контрольных группах (среди интактных крыс таких животных не было).

В динамике проявления АМС в ходе серии ежедневных звуковых экспозиций (начиная с 3 мес.) были выявлены межгрупповые различия. После неонатального введения ЭС у 4 животных (из 7) АМС не проявились, тогда как практически у всех животных обеих контрольных групп (суммарно N=24) они были выявлены. Поскольку феномен аудиогенного киндлинга связан с генерацией эпилептиформных разрядов в структурах переднего мозга, отдаленный эффект неонатально введенного ЭС в виде меньшей доли крыс, у которых проявился этот феномен, можно считать подтверждением его влияния на судороги с локализацией очага в структурах переднего мозга.

Эти результаты показывают незначительную, но доступную для обнаружения модуляцию уровня АЭ у крыс линии КМ, и, в особенности, подавление развития АМС как проявление отдаленных эффектов неонатального воздействия (введения ЭС) и подтверждают актуальность изучения закономерностей эпилептогенеза при АМС у крыс КМ.

Следует заключить, что формирование АМС в условиях неонатальной модуляции субстрата этого судорожного состояния является еще одним свидетельством того, что линия крыс КМ - это универсальная модель судорожных состояний, а полученные результаты подтверждают перспективность использования крыс линии КМ как модели височной эпилепсии.

*При выполнении работы авторы руководствовались правилами Декларации ЕС 2010 (2010/63/EU). Работа частично поддержана РФФИ, грант N 18-015-00173, и темой «Нейробиологические основы поведения животных. Регистр. № НИОКТР АААА-А16-116021660055-1».*

#### **THE KRUSHINSKY-MOLODKINA (KM) RAT STRAIN AS THE PROMISING MODEL OF TEMPORAL LOBE EPILEPSY**

**Fedotova Irina B., Surina Natalia M., Nikolaev Georgiy M., Poletaeva Inga I.**  
Biology department, Lomonossov Moscow State University, Moscow, Izglzlg@yandex.ru

The mechanisms of epileptogenesis study requires the usage of genetic models – rat strains, selected for audiogenic epilepsy (AE) proneness.

The development of audiogenic myoclonic seizures (AMS) is the expression of the more general phenomenon of kindling, which is the increase of brain epileptic activity as the result of serial subthreshold stimulations of limbic system structures (McIntyre et al., 2002). The AMS development is based on the epileptiform discharges generation in the forebrain structures and could be used as the adequate experimental model of human temporal lobe epilepsy (Savage et al., 1986, Galvis-Alonso et al., 2004, Jin et al., 2005 et al.). It had been demonstrated that the intact neocortex and hippocampus are needed for the development of AMS (Garcia-Cairasco, 2002, Semiokhina et al., 2006).

The new data were obtained which concern the possibility to modulate the intensity of both - the general AE proneness and AMS development. In rats of KM strain the decrease in AE fits intensity, not large in the absolute value, but statistically significant, was found after the prolonged consumption (45 days in drinking water) of etosuximide (ET), the T-type calcium channels blocker. Moreover, in the separate experimental series, the remote effects of neonatal ET injections at the age of 1.5 months were also analyzed. The AE intensity was significantly lower in intact group of rats (and in rats with neonatal saline injections) in comparison with animals after neonatal ET. It means that neonatal ET increased the AE intensity in the age of 1.5 months. At the age of 3 months the decrease of AMS intensity (induced by the serial daily sound exposures during 21 days) took place. The similar intergroup differences, although only as the tendency, were noted for the proportion of animals revealing the postictal catalepsy (the specific muscular tone pattern after AE fit). The group of rats after the neonatal ETT development demonstrated larger proportion of rats with the "prolong motor excitation" which developed after the termination of AE seizures.

The intergroup differences were shown in the AMS development in the course of daily sound exposures (after the age of 3 months). In the group with neonatal ET in 4 animals (from 7) no AMC were noted, while AMS developed in all animals of both control groups (in sum - in 24 rats). The remote effect of neonatal ET treatment, revealed as the decrease in the proportion of animals with AMS, could serve as the confirmation of the fact that audiogenic kindling is connected with the generation of epileptiform discharges in the forebrain. Our results demonstrated the small in the absolute value but significant effect of modulation in AE and, especially, in AMS intensity in rats of KM strain. The changes in AMS were possible to observe after neonatal ET treatment. The data confirm the current importance to investigate the AMS development in KM rats.

It should be concluded that the developmental modulation of AMS is the regular confirmation that KM rat strain is the general model of seizure states and that this strain is the promising model of temporal lobe epilepsy.

*While performing the study the authors used the guideline of EC 2010 Declaration (2010/63/EU). The work was partly supported by RFBR, grant N 18-015-00173, as well as by the State program "Neurobiological bases of animal behavior", registration № НИОКТР АААА-А16-116021660055-1».*



## ВКЛАД АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ИЗМЕНЧИВОСТЬ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТЕЙ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА

Федотова Т.К.<sup>1</sup>, Горбачева А.К.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, НИИ и Музей антропологии им. Д.И. Анучина, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m594.sudak.ns2019-15/424>

Рассматривается влияние антропогенных факторов на изменчивость основных антропометрических показателей (длина и масса тела, обхват груди) детей российских городов на возрастном интервале от рождения до 9 лет, включающем разные по биологической специфике периоды: новорожденность, грудной (1 год), ранний возраст (2-3 года), первое детство (4-7 лет), второе детство (8-11 лет). На протяжении 20го столетия в ряду основных экологических факторов, влияющих на рост детей, рассматривались социальные, семейные, уровень модернизации общества, вкуче с климатом, температурным режимом и широтой. В 21м столетии индустриальная гонка вывела на первое место фактор техногенного загрязнения окружающего пространства. Набор антропогенных факторов в нашем исследовании достаточно полно характеризует все сферы человеческой деятельности и включает 1) медико-экологический тип региона как комплексный показатель, определяемый совокупностью ряда факторов окружающей среды и образом жизни, 2) антропогенную нарушенность экосистемы как процент антропогенно трансформированных экосистем, 3) техногенное загрязнение воды, 4) техногенные выбросы в атмосферу, 5) плотность населения, 6) доходы населения, 7) численность населения; 8) частоту детской онкологии, 9) частоту сердечно-сосудистых заболеваний у взрослых, 10) гармоничность социальной структуры населения как сбалансированность структуры населения по полу, возрасту, расселению, миграционной подвижности. Зафиксировано достоверное уменьшение антропометрических показателей годовалых детей на фоне усиления антропогенной нарушенности экосистем региона; увеличение всех антропометрических показателей 2х-летних детей в связи с увеличением численности, плотности и доходов население, отражающих увеличение размеров городских агломераций; аналогичное увеличение весоростовых показателей 6-леток и 9-леток обоого пола на фоне увеличения размеров городских агломераций. Показана связь весоростовых показателей с частотой детской онкологии в регионе в первую очередь для 6-летних детей. Уровень достоверных антропоэкологических ассоциаций колеблется в интервале от 0,26 до 0,42 и антропогенные факторы определяют соответственно 10-11% изменчивости весоростовых показателей детей разного возраста. Наиболее экосенситивными на рассматриваемом возрастном интервале оказываются 9-летние дети; наименее экочувствительными дети 3 и 4 лет, для которых не выявлено достоверных антропоэкологических ассоциаций.

## CONTRIBUTION OF ANTHROPOGENIC STRESS TO DIVERSITY OF ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS OF CHILDREN THROUGH DIFFERENT ONTOGENETIC PERIODS

<sup>1</sup>Fedotova Tatiana K., <sup>1</sup>Gorbacheva Anna K.

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Anuchin Institute and Museum of Anthropology; Moscow, Russia

The influence of anthropogenic factors on variability of main anthropometric dimensions (height, weight, chest girth) of children of Russian cities is under discussion. Age range of patients embraces periods with different biological essence: newborn, infants, early age, first childhood, second childhood. During the XX century the main ecological factors, contributing to the growth processes, enlisted first of all social, family, the level of modernization apart with climate, temperature regime and latitude. XXI century with its industrial rush put technogenic pollution on the first place. The list of anthropogenic factors in our study includes factors, describing all spheres of anthropogenic activity: anthropogenic misbalance of ecosystems, medical and ecological type of the region, quantity, density and income of population, concord of social structure, technogenic pollution of water and air, frequency of cardio-vascular diseases of adults and child oncology. Significant decrease of anthropometric dimensions of 1-year children in connection with increase of anthropogenic misbalance of ecosystems is fixed. The increase of dimensions of 2-year children in connection with increase of quantity, density and income of population, marking the increase of dimensions of urban agglomerations, is fixed. Analogic increase of height/weight parameters of 6- and 9-year olds, both boys and girls, is fixed in connection with the increase of urban aglomerations. The association of height/weight parameters with the frequency of child' oncology of the region is shown, for 6-years first of all. The level of significant anthropoecological associations varies from 0,26 to 0,42, so anthropogenic factors determine about 10-11% of diversity of height/weight indices of children of different age. The more ecosensitive among the regarded children are 9-year olds; the less ecosensitive are 3- and 4-year olds, which do not show significant anthropoecological correlations.

## МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ПАМЯТИ С ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ПОДКРЕПЛЕНИЕМ

Федулина А.А., Жаринов А.И., Крылова Н.П., Лобов С.А.

ННГУ им. Н.И.Лобачевского, Нижний Новгород, Россия, [bvc026@gmail.com](mailto:bvc026@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m595.sudak.ns2019-15/424-425>

Показано, что животные для ориентации в пространстве используют нейрональные когнитивные карты. Так, например, в гиппокампе обнаружены клетки места, активность которых коррелирует с положением животного. Для объяснения возможных принципов работы когнитивных карт разрабатываются различные модели пространственной памяти. Например, модель нейронной сети, где обучение основано на пластичности STDP (Spike Timing Dependent Plasticity). Активность такой сети обеспечивает структурные перестройки синаптических весов и усиление связей, расходящихся от стимулируемой области [1]. Предложена также модель целенаправленного поиска, основанная на противоположном типе пластичности

(анти-STDP), при котором усиливаются связи, ведущие к месту стимула [2]. В связи с этим представляется актуальной разработка модели пространственной памяти, сочетающей оба сетевых эффекта: анти-STDP и STDP.

Цель данной работы заключалась в исследовании составных компонентов модели, отражающей передвижение агента в зависимости от его нахождения в зоне положительного или отрицательного подкрепления. Работа проводилась в программе моделирования нейронных сетей Neuronet. В численном эксперименте на малой сети, состоящей из цепочки линейно соединенных нейронов, в STDP режиме наблюдалось характерное усиление центробежных (по отношению к зоне стимуляции) связей, в анти-STDP режиме усиливались центростремительные связи. При использовании большой сети из 3000 нейронов были найдены параметры, при которых перестройка векторного поля происходила в обоих режимах. Такими параметрами оказались, в частности, размеры стимулируемой области и среднее количество связей на нейрон. При поочередной периодической стимуляции одной сети двумя стимуляторами, один из которых был активен в STDP режиме, другой в анти-STDP, наблюдались локальные перестройки связей, характерные для областей с «положительным» и «отрицательным» подкреплением. Разработанная модель пространственной памяти в дальнейшем может быть применена в схеме управления мобильным роботом. Робот, имеющий свою внутреннюю карту представления пространства в виде нейронной сети, сформированной из клеток места, будет изучать пространство в условиях положительного и отрицательного подкрепления, избегая зон «стресса» и стремясь в зоны «поощрения».

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) в рамках проекта 18-29-10068 мк.

[1] Lobov S., Simonov A., Kastalskiy I., Kazantsev V. Network response synchronization enhanced by synaptic plasticity // Eur. Phys. J. Special Topics. 2016. V. 225. P. 29–39.

[2] Ponulak F., Hopfield J.J. Rapid, parallel path planning by propagating wavefronts of spiking neural activity // Front. Comput. Neurosci. 2013. V. 7. № 98.

### **SPATIAL MEMORY MODEL WITH POSITIVE AND NEGATIVE REINFORCEMENT**

**Fedulina Anastasia, Zharinov Alexey, Krylova Nadia, Lobov Sergey**

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia, [bvc026@gmail.com](mailto:bvc026@gmail.com)

It is shown that animals use neural cognitive maps for orientation. For example, in the hippocampus, “place-cells” are found, the activity of which correlates with the position of the animal. Various models of spatial memory are being developed to explain the possible principles of the operation of cognitive maps. For example, a neural network model where learning is based on the Spike Timing Dependent Plasticity (STDP). The activity of such a network provides structural rearrangement of synaptic weights and strengthening of connections diverging from the stimulus site [1]. There is also a Hopfield's model, based on the network anti-STDP effect of enhancing the links leading to the site of the stimulus [2]. In this regard, it seems relevant to study of neural activity based on a spatial memory model that combines both plasticity type: anti-STDP and STDP. The purpose of this work was to develop the composite components of the spatial memory model, reflecting the movement of the agent depending on its location in the zone of positive or negative reinforcement.

We use software “NeuroNet” to simulate activity of spiking neural networks. In a small network consisting of a chain of linearly connected neurons, in STDP mode, we observed a characteristic enhancement of centrifugal (with respect to the stimulation zone) connections. In the anti-STDP mode, the centripetal connections were enhanced. Using network of 3000 neurons, we found parameters when the restructuring of the weights vector field occurred were in both modes. We change the parameters of the size of the stimulated region and the average number of connections per neuron. During the alternate periodic stimulation of one network by two stimulators (one of which was active in STDP mode, the other in anti-STDP) we observed local rearrangements of connections characteristic of areas with “positive” and “negative” reinforcement.

This spatial memory model can be further applied in the control circuit of a mobile robot (virtual or real). The robot, having its own internal map of space representation in the form of a neural network formed from the “place-cells” will study the space under conditions of positive and negative reinforcement, avoiding “stress” zones and aiming at “encouragement” zones.

This research was funded by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) according to the Research Project No. 18-29-10068.

[1] Lobov S., Simonov A., Kastalskiy I., Kazantsev V. Network response synchronization enhanced by synaptic plasticity // Eur. Phys. J. Special Topics. 2016. V. 225. P. 29–39.

[2] Ponulak F., Hopfield J.J. Rapid, parallel path planning by propagating wavefronts of spiking neural activity // Front. Comput. Neurosci. 2013. V. 7. № 98.

### **ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛЯЦИИ КАРДИОРИТМА**

**Филатова Д.Ю., Оразбаева Ж.А., Головачева Е.А., Мнацаканян Ю.В.**

Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [dfil.diana@yandex.ru](mailto:dfil.diana@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m596.sudak.ns2019-15/425-426>

За последние 25 лет был доказан эффект *Еськова-Зинченко* (ЭЕЗ) не только в биомеханике, но и в системе регуляции *сердечно-сосудистой системы* (ССС). В рамках этого эффекта, для СССР была доказана статистическая неустойчивость для подряд получаемых выборок параметров  $x_i$  СССР, которая одновременно доказывает и отсутствие однородности выборок  $x_i$  как у одного человека (в неизменном гомеостазе), так и у группы разных испытуемых. Получено несколько сотен матриц парного сравнения выборок, например, *кардиоинтервалов* (КИ), в которых число  $k$  пар статистически совпадающих (эти две выборки можно отнести к одной генеральной совокупности) очень невелико (обычно  $k \leq 20\%$ ).

ЭЭЗ для ССС ставит перед физиологией и науками о мозге главный вопрос: в чем заключается интимный механизм такой хаотической регуляции параметров ССС? Где источник такого стохастического хаоса в параметрах ССС? Для ответа на эти вопросы мы провели сравнительное исследование степени хаоса в *нейросетях мозга* (НСМ) и в параметрах ССС. У одного и того же испытуемого 15 раз подряд регистрировалось (от одной и той же точки отведения) подряд 15 выборок параметров *электроэнцефалограмм* (ЭЭГ).

Эти ЭЭГ квантовались с периодом квантования  $\Delta t = 10$  мсек. и записывались в виде цифровых файлов на ЭВМ. Далее, производилось попарное сравнение выборок ЭЭГ с помощью критерия Вилкоксона  $P$  (критичное  $P \leq 0,05$ ). При  $P \leq 0,05$  эти пары попадали в число  $k_2$  для ЭЭГ, т.е. число совпадающих пар. Многократное построение таких матриц парных сравнений выборок ЭЭГ показало, что обычно число  $k_2$  не превышает 40% от всех 105 пар сравнений в этих матрицах.

Вместе с тем, построение подобных матриц парного сравнения для КИ (по 15 раз регистрировались КИ у одного и того же человека) показало устойчиво, что число статистически одинаковых пар не превышает  $k \leq 20\%$ . Среднее значение для ССС (КИ) было получено как  $\langle k_1 \rangle = 14$ . Одновременно, среднее значения  $k_2$  для ЭЭГ было получено в виде  $\langle k_2 \rangle = 33$ . Очевидно, что соотношение  $k_2/k_1$  превышает двукратное значение. Из этого мы делаем вывод о двукратном (и более) превышении доли стохастики над долей хаоса в параметрах ЭЭГ, сравнительно с параметрами КИ.

Высказывается гипотеза о градуальном нарастании хаоса в регуляции ССС при переходе от нейросетей мозга и ССС. Возможна суперпозиция статистического хаоса при переходе от центральной нервной системы к работе ССС. Отметим, что в работе ССС участвует и биомеханические компоненты вибрации сердца, окружающих тканей. Это может дополнительно создать хаос в работе всей ССС.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 18-07-00161 А и № 18-07-00162 А*

### HIERARCHICAL SYSTEM OF CARDIORHYTHM REGULATION

**Filatova Diana Yu., Golovacheva Yekaterina A., Orazbayeva Zhanna A., Mnatsakanyan Yuriy V.**

Budget institution of higher professional education of the Khanty-Mansi Autonomous district – Yugra "Surgut state University", Surgut, Russia; [dfil.diana@yandex.ru](mailto:dfil.diana@yandex.ru)

Over the past 25 years, the *effect of Eskov-Zinchenko* (EEZ) has been proven not only in biomechanics, but also in the system of regulation of the cardiovascular system. As part of this effect for the area of the cardiovascular system, statistical instability was proved for the successively obtained samples of the  $x_i$  parameters of the cardiovascular system. This fact proves the lack of homogeneity of the  $x_i$  samples both in one human (in unchanged homeostasis) and in a group of different subjects. Several hundred matrices of paired comparison of samples were obtained, for example, *cardiointervals* (CI) with a low value of statistically matching  $k$  pairs (these two samples can be attributed to one general population) (usually  $k \leq 20\%$ ).

Thus, it is necessary to find the source and content of the internal and deep mechanism of such chaotic regulation of the parameters of the cardiovascular system. Therefore, we conducted a comparative study of the degree of chaos in the *neural networks of the brain* (NNB) and in the parameters of the cardiovascular system. 15 samples of *electroencephalogram* (EEG) parameters (from the same point of abduction) were recorded 15 times in a row with the same test subject.

EEG was quantized with a quantization period of  $\Delta t = 10$  ms and recorded as digital files on a computer. Next, pairwise comparison of EEG samples was performed using the Wilcoxon test  $P$  (critical  $P \leq 0,05$ ). When  $P \leq 0,05$ , these pairs were among the  $k_2$  for the EEG, i.e. the number of matching pairs. Repeated construction of such matrices of paired comparisons of EEG samples showed that the number of  $k_2$  does not exceed 40% of all 105 pairs of comparisons in these matrices.

Nevertheless, the construction of similar paired comparison matrices for cardiointervals (they were recorded 15 times for the same human) showed that the number of statistically identical pairs does not exceed  $k \leq 20\%$ . The mean value for cardiointervals was  $\langle k_1 \rangle = 14$ . At the same time, the average  $k_2$  values for EEG were  $\langle k_2 \rangle = 33$ . It is obvious that the ratio  $k_2/k_1$  exceeds twice the value. Consequently, the share of stochastics is twice as high as the share of chaos for EEG parameters as compared with the parameters of cardiointervals.

Thus, a hypothesis is expressed about the gradual increase in chaos in the regulation of the cardiovascular system during the transition from the brain's neural networks to the cardiovascular system. A superposition of statistical chaos during the transition from the central nervous system to the work of the cardiovascular nervous system is possible. Note that the biomechanical components of the vibration of the heart and surrounding tissues are involved in the work of the cardiovascular system. This may further create chaos in the work of the cardiovascular system as a whole.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-07-00161A, № 18-07-00162A*

### НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В МЕТОДОЛОГИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ: ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ВЫБОРОК

**Филатова О.Е.<sup>1</sup>, Еськов В.М.<sup>1</sup>, Григорьева С.В.<sup>2</sup>, Снигирев А.С.<sup>2</sup>, Хвостов Д.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГУ "Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук", Сургут, Россия; [Valery.Eskov@gmail.com](mailto:Valery.Eskov@gmail.com);

<sup>2</sup>Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия; [svg0191@gmail.com](mailto:svg0191@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m597.sudak.ns2019-15/426-427>

В связи с открытием *эффекта Еськова-Зинченко* (ЭЭЗ) в биомеханике, когда полученные подряд выборки *треморграмм* (ТМГ), *теппинграмм* (ТПГ), *кардиоинтервалов* (КИ), *электромиограмм* (ЭМГ) и других переменных, описывающих работу различных *гомеостатических систем* (ГС), не имеют статистических совпадений, во всей психологии и нейронауках возникает проблема регистрации

однородности изучаемых экспериментальных групп. Как можно сравнивать гомеостазы, если подряд получаемые выборки от одного человека статистически между собой существенно различаются. Фактически, в рамках ЭЭЗ, твердо доказано отсутствие однородности выборок  $x_i$  как от одного человека (при  $n$  повторениях их регистрации), так и для группы якобы подобных в количестве  $n$ . Матрицы парных сравнений ТМГ, ТПГ, КИ, ЭЭГ и других параметров гомеостаза человека демонстрируют доли стохастичности (в виде числа  $k$  пар, которые совпадают). Обычно эти значения имеют  $k \leq 20\%$  (от всех 105 пар сравнения). Только ЭЭГ демонстрирует  $k \leq 35$ . Это доказывает полную бесполезность применения стохастичности в медицине, биологии и других неточных науках. Как тогда сравнивать разные гомеостазы, если выборки в неизменном гомеостазе почти все разные?

В рамках разрабатываемой новой теории гомеостаза и *теории-хаоса самоорганизации* (ТХС), мы предлагаем рассчитывать параметры *квазиаттракторов* (КА). Тогда, если из группы сравнения (это могут быть группы людей в разных гомеостазах или выборки одного и того же испытуемого в разных гомеостазах  $H_1$  и  $H_2$ ) мы будем иметь выход координат какого-либо КА за пределы квазиаттракторов для остальных испытуемых, то этот вышедший КА уже будет иметь другой гомеостаз  $H_2$ , отличный от исходного  $H_1$ .

В ряде случаев бывает так, что КА существенно не перемещаются в *фазовом пространстве состояний* (ФПС), но при изменении гомеостаза (когда  $H_1 \neq H_2$ ) мы наблюдаем существенное изменение объемов регистрируемых КА, когда при сравнении двух (и более) гомеостазов  $H_1$  и  $H_2$  мы будем говорить об

отсутствии различий в гомеостазах, если объем  $KA^1 - V_G^1$  и  $KA^2 - V_G^2$  будут удовлетворять следующей системе неравенств:  $0,5 < V_1/V_2 \leq 2$ , т.е. частное от деления не превышает двукратного соотношения.

Процедура таких расчетов сейчас нами запатентована в виде компьютерной программы и активно используется в практической психологии, нейрофизиологии и теории нейросетей головного мозга.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: № 18-07-00161 А и № 18-07-00162 А*

### NEW DIRECTION IN THE METHODOLOGY OF PSYCHOPHYSIOLOGICAL RESEARCH: THE PROBLEM OF HOMOGENEITY OF SAMPLES

Filatova Olga E.<sup>1</sup>, Yeskov Valeriy M.<sup>1</sup>, Grigorieva Svetlana V.<sup>2</sup>, Snigirev Aleksey S.<sup>2</sup>, Hvostov Dmitriy Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Science Center Scientific-research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Surgut, Russia; [Valery.Eskov@gmail.com](mailto:Valery.Eskov@gmail.com); <sup>2</sup>Budget institution of the Khanty-Mansiysk Autonomous

The effect of *Eskov-Zinchenko* (EEZ) in biomechanics shows that successively sampled *tremorograms* (TMG), *tepinggrams* (TPG), *cardiointervals* (CI), *electromyograms* (EMG), and other variables describing the work of various *homeostatic systems* (HS) do not statistically match. Therefore, psychology and neuroscience have the problem of recording the homogeneity of experimental groups, when the samples obtained from one human are statistically significantly different from each other. In fact, in the framework of the effect of *Eskov-Zinchenko*, the absence of homogeneity of samples  $x_i$  of both one human (with  $n$  repetitions of their registration) and a group of conditionally similar in the number  $n$  is proved. Matrices of paired comparisons of TMG, TPG, CI, EEG and other parameters of human homeostasis demonstrate the shares of stochastics (as the number  $k$  of pairs that match). Usually these values are  $k \leq 20\%$  (of all 105 pairs of comparisons). Only EEG demonstrates  $k \leq 35$ . This fact proves the complete uselessness of stochastics in medicine, biology and other non-mathematical sciences. Thus, the issue of comparing different homeostasis is relevant, when the samples in a constant homeostasis are almost all different.

Now we are developing a new theory of chaos-self-organization. In terms of this theory, we propose to calculate the parameters of *quasi-attractors* (QA). Then the departure of the coordinates of any quasi-attractor to beyond quasi-attractors for the rest of the subjects from the comparison group (these can be groups of people in different homeostasis or a sample of the same subject in different homeostasis  $H_1$  and  $H_2$ ) shows that this released QA will already have a different homeostasis  $H_2$ , different from the original  $H_1$ .

On the other hand, quasi-attractors can not significantly move in the *phase space of state* (PSS). However, when homeostasis changes (when  $H_1 \neq H_2$ ), we observe a significant change in the volumes of recorded quasi-attractors. Then, when comparing two (and more)  $H_1$  and  $H_2$  homeostasis, we can say that there are no differences

in homeostasis. In this case, the volume of  $QA^1 - V_G^1$  and  $QA^2 - V_G^2$  satisfies the following system of inequalities:  $0,5 < V_1/V_2 \leq 2$ , i.e. the quotient of the division does not exceed twice the ratio.

Now we have patented the procedure of such calculations in the form of a computer program and actively use it in practical psychology, neurophysiology and the theory of brain neural networks.

*The work was carried out in accordance with RFBR grants № 18-07-00161A, № 18-07-00162A*

### СПОСОБНЫ ЛИ ФРАГМЕНТЫ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК УСКОРЯТЬ ПРОЛИФЕРАЦИЮ КЛЕТОК ГОЛОВНОГО МОЗГА?

Филев А.Д.<sup>1,2</sup>, Писарев В.М.<sup>1</sup>, Табаков В.Ю.<sup>2</sup>, Вейко Н.Н.<sup>2</sup>, Умрюхин П.Е.<sup>3</sup>, Костюк С.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт общей реаниматологии имени В.А.Неговского, Федерального научно-клинического центра реаниматологии и реабилитологии, 107031 ул. Петровка д. 25, стр. 2, Москва, Россия. [niioramn@niioramn.ru](mailto:niioramn@niioramn.ru)

<sup>2</sup>Медико-генетический научный центр, 115478 ул. Москворечье д. 1, Москва, Россия [mgnc@med-gen.ru](mailto:mgnc@med-gen.ru)

<sup>3</sup>Первый МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) 119991 ул. Трубецкая 8-2, Москва, Россия. [rektorat@sechenov.ru](mailto:rektorat@sechenov.ru)

<https://doi.org/10.29003/m598.sudak.ns2019-15/427-428>

Каждый день миллиарды клеток погибают по всему организму у здорового человека и клетки головного мозга не исключение. Погибнув, они выделяют до 1 грамма ДНК и такая ДНК становится внеклеточной (вкДНК). ВкДНК изучается при многих патологических (сепсис, инсульт, нейродегенерация) и

нормальных состояниях, таких как стресс и физическая активность. Известно, что физическая нагрузка способствует ускорению пролиферации и дифференцировки клеток головного мозга (нейронов и глии), при этом уровень вкДНК кратно возрастает. В нашем исследовании мы попробовали выявить эффект фрагментов вкДНК на активность генов пролиферации и дифференцировки. Работу проводили на первичной культуре клеток, полученных из мозжечков новорожденных крысят. К культуре добавляли предварительно выделенные из головного мозга крыс фрагменты ДНК на 1-24 часа. После воздействия из клеток выделяли РНК, синтезировали кДНК и исследовали экспрессию генов методом ПЦР в реальном времени. По результатам проведенных экспериментов выявили, что после 60 минут воздействия фрагментов вкДНК на культуру клеток происходит повышение экспрессии генов *Bdnf* и *Ngf* в 1,9 и в 3,3 раза соответственно ( $p < 0,01$ ). При более длительном действии экспрессия исследуемых генов статистически не отличалась от контроля.

Таким образом, фрагменты вкДНК при однократном коротком действии приводят к активации процессов пролиферации и дифференцировки в клетках головного мозга.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 17-29-06017 офу\_м*

## ARE CELL-FREE DNA FRAGMENTS CAPABLE OF ACCELERATING THE PROLIFERATION OF BRAIN CELLS?

Filev Anton D.<sup>1,2</sup>, Pisarev Vladimir Yu.<sup>1</sup>, Tabakov Vyacheslav Ju.<sup>2</sup>, Veiko Natalia N.<sup>2</sup>, Uriukhin Pavel E.<sup>3</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, 107031 Petrovka str, 25, b.2, Moscow, Russia. [niioramn@niioramn.ru](mailto:niioramn@niioramn.ru)

<sup>2</sup>Research Centre for Medical Genetics, 115478 Moskvorechye str, 1, Moscow, Russia. [mgnc@med-gen.ru](mailto:mgnc@med-gen.ru)

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow 119991 8-2 Trubetskaya str., Russia. [rektorat@sechenov.ru](mailto:rektorat@sechenov.ru)

Every day, billions of cells die throughout the body in healthy person, and brain cells are no exception. During death they release up to 1 gram of DNA and the DNA fragments become cell-free (cfDNA). CfDNA is studied in various pathological conditions (sepsis, stroke, neurodegeneration) and normal conditions, such as stress and physical activity. Last one is known to accelerate the proliferation and differentiation of brain cells (including neurons and glial cells), and the level of the cfDNA multiply increases. In our study, we tried to find the effect of the cfDNA fragments on the activity of proliferation and differentiation genes. The work was carried out on the primary culture of cells derived from the cerebellum of newborn rats. The DNA fragments preliminarily isolated from rat brain were added to the culture for 1-24 hours. After exposure, RNA was isolated from cells, cDNA was synthesized, and gene expression was studied by real-time PCR. According to the results of our experiments, it was found that after 60 minutes of exposure to fragment cfDNA on cell culture, the expression of the *Bdnf* and *Ngf* genes increased 1.9-fold and 3.3-fold respectively ( $p < 0.01$ ). With a longer action, the expression of the studied genes was not statistically different from the control.

Thus, fragments of cfDNA with a single short action lead to the activation of the processes of proliferation and differentiation in brain cells.

*This work was supported by RFBR grant 17-29-06017 ofi\_m*

## РАЗЛИЧИЯ АКТИВНОСТИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДВИЖЕНИЙ ДОМИНАНТНОЙ И НЕДОМИНАНТНОЙ РУКОЙ В НОРМЕ И ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Фильюшкина В.И.<sup>1</sup>, Попов В.А.<sup>1,2</sup>, Ушаков В.Л.<sup>3</sup>, Баталов А.И.<sup>2</sup>,  
Томский А.А.<sup>2</sup>, Пронин И.Н.<sup>2</sup>, Седов А.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГУБН Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской Академии;

<sup>2</sup>Центр нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко; <sup>3</sup>НИЦ «Курчатовский институт»; [veronikaf94@list.ru](mailto:veronikaf94@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m599.sudak.ns2019-15/428-429>

Предполагается, что дисбаланс активности базальных ганглиев, вызванный дефицитом дофамина в черной субстанции (SNr), приводит к нарушению планирования и инициации автоматизированных (привычных) движений у пациентов с болезнью Паркинсона (БП). Кроме того показано, что совершение привычных движений недоминантной рукой приводит к активации тех же областей мозга, что при осуществлении непривычных движений доминантной рукой. На основании этих данных мы предположили, что активность мозга пациентов с болезнью Паркинсона при выполнении однотипных движений доминантной и недоминантной рукой будет схожей. Целью настоящего исследования являлось определение различий активности мозга испытуемых при выполнении целенаправленных движений доминантной и недоминантной рукой в норме и при болезни Паркинсона.

Исследование проводили с применением метода функциональной МРТ. В нем приняли участие 16 добровольцев и 16 пациентов с болезнью Паркинсона, все испытуемые были праворукими. Парадигма исследования движений имела событийно-связанный дизайн: испытуемым предъявлялись команды для сжатия правой/левой рукой в кулак в произвольном порядке (по 10 сжатий каждой рукой).

В результате анализа статистических параметрических карт были обнаружены отличия активности мозга здоровых испытуемых при выполнении сжимания доминантной и недоминантной руки в кулак. Сжимания правой (доминантной) руки в кулак вызывали активацию основных моторных областей - контралатеральная первичная моторная кора (M1), дополнительная моторная область (SMA), надкраевая извилина, островок, таламус, скорлупа и ипсилатеральный мозжечок. В отличие от этого, движения левой (недоминантной рукой), являлось менее привычным, поэтому требовало дополнительных ресурсов. Была отмечена активация коры в ипсилатеральном полушарии, при этом наблюдалось снижение (или исчезновение) активности в M1, SMA, скорлупе и таламусе.

Сравнение активности мозга пациентов с БП со здоровыми волонтерами при выполнении тех же движений в первую очередь показало снижение активности в моторных отделах мозга, а также исчезновение активности в моторных отделах скорлупы и таламуса. При этом была отмечена активация немоторных отделов коры, таламуса, и базальных ганглиев, преимущественно в правом полушарии.

Сравнение активности мозга больных с БП при сжимании правой (доминантной) и левой (недоминантной) руки выявило незначительное уменьшение активности в моторных отделах (M1 и SMA) коры. В целом полученные в работе результаты показали, что у исследуемых пациентов с БП движения как доминантной, так и недоминантной рукой осуществляются с вовлечением большого количества кластеров, расположенных как в моторных так и немоторных отделах мозга.

*Работа частично выполнена за счет субсидии, выделенной ИХФ РАН на выполнение государственного задания, тема 0082-2014-0001, ААААА17-117040610310-6 и частично при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-015-00140*

## **DIFFERENCES IN HUMAN BRAIN ACTIVITY DURING DOMINANT AND NONDOMINANT HAND MOVEMENTS IN NORMAL STATE AND PARKINSON'S DISEASE**

**Filyushkina Veronika I.<sup>1</sup>, Popov Valentin A.<sup>1,2</sup>, Ushakov Vadim L.<sup>3</sup>, Batalov Artem I.<sup>2</sup>, Tomskiy Alexey A.<sup>2</sup>, Pronin Igor N.<sup>2</sup>, Sedov Alexey S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Semenov Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; <sup>2</sup>Burdenko National Scientific and Practical Center for Neurosurgery, Moscow, Russia; <sup>3</sup>National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia; [veronikaf94@list.ru](mailto:veronikaf94@list.ru)

Disbalance in basal ganglia activity caused by a dopamine deficiency in the substantia nigra (SNr) could result in disturbance of planning and initiation of habitual movements in patients with Parkinson's disease (Redgrave et al., 2010). Moreover, similar activity during habitual movement by nondominant hand and unhabitual movements by dominant hand have been shown (Felix...). Based on these data, we assumed that the brain activity of patients with Parkinson's disease performing similar movements by a dominant and non-dominant hand would be similar. The goal of this study was to determine differences in brain activity of subjects performing goal-directed movements by a dominant and non-dominant hand in normal state and Parkinson's disease (PD).

We performed research by means of functional MRI. 16 volunteers (9 man and 6 women) and 16 PD patients (2 man and 14 women) took part in the study. We used event-related paradigm: the subjects were asked to perform clenching of the left or right fist (10 times each). Analysis of anatomical and functional MRI data was performed in SPM12.

Analysis of fMRI data showed the differences in the brain activity of volunteers during dominant and nondominant fist clenching. Clenching of right (dominant) fist caused activity in basic motor areas - contralateral primary motor cortex, supplementary motor area, supramarginal gyrus, insula, thalamus, putamen, and ipsilateral cerebellum. In contrast, clenching left (nondominant) fist, which is less habitual, caused additional brain activity. We found increased cortical activity in the ipsilateral hemisphere and decrease (or absence) of activity in M1, SMA, putamen, and thalamus.

Comparison of brain activity of PD patients with normal subjects during the same movements showed a decrease in the activity of motor brain areas and the disappearance of activity in the motor parts of the putamen and thalamus. At the same time, we found the activation of the non-motor areas in the cortex, thalamus, and basal ganglia, mainly in the right hemisphere.

We showed a slight decrease in the activity of the motor parts (M1 and SMA) of the cortex during the right (dominant) hand movement compared with left (non-dominant) hand movement in PD patients. In general, obtained results showed that PD patients performed dominant and non-dominant movements by means of numerous brain clusters located in both motor and nonmotor areas.

*This study was supported by the Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Sciences, in the framework of implementation of State Contract no. 0082-2014-0001, АААА-А17-117040610310-6 and by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 18-015-00140*

## **ИНТРАНАЗАЛЬНЫЙ ИНСУЛИН УМЕНЬШАЕТ ПОВРЕЖДЕНИЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ДВУХСОСУДИСТОЙ ИШЕМИИ И РЕПЕРFUЗИИ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС**

**Фокина Е. А.<sup>1</sup>, Зорина И.И.<sup>2</sup>, Баюнова Л.В.<sup>2</sup>, Захарова И.О.<sup>2</sup>, Шпаков А.О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

<https://doi.org/10.29003/m600.sudak.ns2019-15/429-430>

Ишемическое и реперфузионное повреждение мозга представляет собой комплексный патологический каскадный процесс, среди причин которого могут быть травмы, инфаркт миокарда или тромбоэмболия. Нарушение мозгового кровообращения вызывает ухудшение работы митохондрий, развитие окислительного стресса, ингибирование синтеза белков и эксайтотоксичности, что приводит к апоптотической или некротической гибели нейронов. В литературе широко обсуждается возможность использования инсулиноподобного фактора роста 1 и инсулина в качестве нейропротекторов при ишемии головного мозга, однако основное внимание направлено на изучение классических способов доставки препаратов. Исследования защитного действия интраназально вводимого инсулина при ишемии мозга практически отсутствуют, несмотря на его доказанный терапевтический потенциал при болезни Альцгеймера.

При моделировании двухсосудистой ишемии переднего мозга крыс с гипотензией в течение 20 минут и последующей реперфузией (ИР) в течение 1 часа нами было показано, что в коре головного мозга происходит достоверное уменьшение экспрессии генов апоптотического белка Вах, антиапоптотического

белка Bcl2, супероксиддисмутазы 1 и каталазы, при этом изменений в экспрессии супероксиддисмутазы 2 и эндотелиальной NO-синтазы выявлено не было. Интраназальное введение 0.5 IU инсулина крысам, перенесшим ИР, сопровождалось повышением экспрессии гена белка Bcl2 до уровня контрольных значений, но не экспрессии гена белка Bax, а также способствовало нормализации экспрессии генов ферментов антиоксидантной защиты – супероксиддисмутазы 1 и каталазы. Также на срезах головного мозга крыс (Bregma -2.8 - -5.3 мм), окрашенных по Нислю, показано, что введение инсулина приводит к уменьшению количества погибших нейронов при длительном сроке реперфузии (5 сут) после перенесенной глобальной ишемии в течение 10 минут, что может быть обусловлено влиянием введения инсулина на экспрессию генов. Полученные данные открывают перспективы использования интраназально вводимого инсулина при глобальной ишемии головного мозга.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (№ 18-315-00285).*

#### **INTRANASAL INSULIN REDUCES THE BRAIN DAMAGE IN THE TWO-VESSEL ISCHEMIA AND REPERFUSION IN THE RAT BRAIN**

**Fokina Ekaterina A.<sup>1</sup>, Zorina Inna I.<sup>2</sup>, Bayunova Liubov V.<sup>2</sup>, Zakharova Irina O.<sup>2</sup>, Shpakov Alexander O.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; <sup>2</sup>I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Ischemic and reperfusion brain damage is a complex pathological cascade process, among the causes may be injuries, myocardial infarction or thromboembolism. Disruption of cerebral circulation leads to the deterioration of mitochondria, the development of oxidative stress, inhibition of protein synthesis and excitotoxicity, resulting in the apoptotic or necrotic death of neurons. Insulin-like growth factor 1 and insulin are supposed to use as neuroprotectors in brain ischemia, but the main focus in the investigations is on studying the classical modes of drug delivery. Studies of the protective effects of intranasally administered insulin under conditions of brain ischemia are absent, despite its proven therapeutic potential in Alzheimer's disease treatment.

In the conditions of the global two-vessel ischemia of the forebrain of rats with hypotension for 20 minutes and subsequent reperfusion (IR) for 1 hour we showed a significant decrease of gene expression of apoptotic protein Bax, anti-apoptotic protein Bcl2, superoxide dismutase 1 and catalase in the cerebral cortex, but no changes in the expression of superoxide dismutase 2 and endothelial NO synthase were detected. Intranasal administration of 0.5 IU insulin to rats subjected to IR was accompanied by an increase in the expression of the Bcl2 gene to the control values, but not the expression of the Bax gene, as well as normalization of the expression of genes of antioxidant defense enzymes - superoxide dismutase 1 and catalase. Also we showed on the rat brain sections after Nissl staining (Bregma -2.8 - -5.3 mm) that the intranasal insulin treatment promotes a decrease of the death of neurons during long-term reperfusion (5 days) after the global two-vessel brain ischemia during 10 min, which may be due to the revealed effect of insulin on gene expression under conditions of the IR.

Our data open up the possibility of using of the intranasal insulin treatment in the global cerebral ischemia.

*The work is supported by the RFBR (№18-315-00285).*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЭГ-КОРРЕЛЯТ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ, СВЯЗАННЫХ С РЕШЕНИЕМ ПРИМЕРОВ С ДРОБЯМИ**

**Фомина А.С., Айдаркин Е.К., Гануша К.Ю.**

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия ([a\\_bogun@mail.ru](mailto:a_bogun@mail.ru))

<https://doi.org/10.29003/m601.sudak.ns2019-15/430-431>

В исследованиях, посвященных особенностям выполнения математических задач, немногие работы связаны с использованием дробей. Решение данного типа задач приводит к активации билатеральных нижнетеменных, затылочно-височных и левой прециллиальной областей, что предполагает общность нейронного представительства целых и дробных чисел [Siegler et al., 2013; Hinault, Lemaire, 2013]. Цель работы – изучить нейрофизиологические механизмы решения примеров на сложение и деление дробей в зависимости от успешности. Обследовано 25 человек, праворукие. Использовалось решение примеров на сложение и деление дробей. Участники нажимали на кнопку при выполнении этапов решения. ЭЭГ регистрировалась с использованием энцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03» по схеме 10-20 в 21 отведении. Рассчитывалось время и качество решения, число и длительность операций, спектральная мощность диапазонов ЭЭГ. Анализ проводился отдельно для успешного и не успешного решения.

Для успешного решения выявлена куполообразная зависимость его длительности от количества операций. Правильное решение характеризовалось ростом длительности, а неправильное – остановкой после второй операции. Для не успешного решения наряду с линейной динамикой длительности показано ее увеличение ввиду удлинения операций. Увеличение времени решения связано с затруднением подбора ответа, а укорочение – низкой субъективной сложностью задачи, и обусловлено различным вкладом рабочей и долговременной памяти. При уменьшении количества операций рост их длительности связан с комплексированием и перекрыванием этапов. Анализ спектральных характеристик диапазонов ЭЭГ позволил выявить формирование центрально-теменно-затылочных фокусов дельта-диапазона, лобно-центрального для тета-диапазона, и затылочных для альфа- и бета-диапазона. В основе данной картины активации лежит вовлечение систем рабочей и долговременной памяти [Panda et al., 2014; D'Esposito, Postle, 2015]. При успешном решении наблюдалась концентрация активации, сохранение мощного тета-диапазона, и десинхронизация альфа-частот. Это отражало вовлечение системы долговременной памяти и меньшей нагрузки на рабочую, и связано с активацией кортико-гиппокампальной системы [Ischebeck et al., 2009]. При не успешном решении выявлено увеличение тета-диапазона, его смещение во фронтальные области, и слабая десинхронизация альфа-диапазона. В основе предполагается доминирование системы рабочей памяти, связанной с активацией лобно-теменной сети, нисходящим тормозным контролем со

стороны фронто-таламических и в меньшей степени кортико-гиппокампальных систем [Ischebeck et al., 2009].

### STUDY OF EEG' CORRELATES OF COGNITIVE PROCESS OF MATHEMATICAL FRACTION'S TASKS SOLVING

**Anna S. Fomina, Eugeny K. Aydarkin, Kristina U. Ganusha**  
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia (a\_bogun@mail.ru)

In modern research on the peculiarities of mathematical problems, only few works were associated with fractions. This type of tasks was associated with the activation of bilateral intrararietal and left presylvian regions, which implies a common neural representation of integers and fractions [Siegler et al., 2013; Hinault, Lemaire, 2013]. The study was devoted to the specific solution's mechanisms of mathematical tasks for the common fraction's addition and division. 25 healthy volunteers were involved to study. The solutions of common fraction's addition and division examples were the main task. The subject's task was to observe each transaction by pressing to the button. The electroencephalogram (EEG) was recorded in accordance with the International 10-20 system. The average solution's time, the solving quality, the operation's quantity, average spectral power of EEG were analyzed using the MATLAB. The task's complete solution algorithm regardless of the content and success of the solution was 4 stages. The solution time was longer for addition in comparison with division. The solution quality was lower for addition. The dome-shaped dependence of duration from the operation's number was revealed for successful solution. The correct solution was characterized by duration's increasing, and the wrong solution was characterized by stop after the second operation. The increase in the solution time is due to the difficulty of answer's selecting, and the shortening was due to the various contributions of working and long – term memory. The increase in operation's duration and the decrease in the operation's number was associated with the stage's aggregation and overlapping. The differences of spectral characteristics of EEG bands for participant's group were not shown. It's indicated the formation of a single level of total cortical and basic modulating system's activation. A large power of all bands in the main unit was observed for a group of non-successful participants, which corresponds to a higher level of subjective complexity of tasks. This activation pattern was based on the involvement of working and long-term memory systems (Panda et al., 2014; D'esposito, Postle, 2015). The concentration of the activation, theta maintenance and alpha desynchronization were associated with successful solution. This reflected the involvement of the long-term memory system and a lower workload, and associated with cortical-hippocampal system's activation [Ischebeck et al., 2009]. If the solution is not successful, an increase in the theta range, its displacement to the frontal regions, and a weak desynchronization of the alpha range are revealed. The dominance of the working memory system associated with frontal-parietal network activation, descending braking control from the front-thalamic system and cortical-hippocampal systems activation's lowering [Ischebeck et al., 2009].

### ЛИЧНОСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФМРТ РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ОТНЕСЕНИЯ ОЦЕНОЧНОЙ ЛЕКСИКИ

**Фофонова С.А.<sup>1</sup>, Бочаров А.<sup>1,2</sup>, Рудыч П.Д.<sup>1,2</sup>, Петровский Е.Д.<sup>4</sup>, Савелов А.А.<sup>4</sup>,  
Савостьянов А.Н.<sup>1,2,3</sup>, Князев Г.Г.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет; <sup>2</sup>НИИ Физиологии и фундаментальной медицины; <sup>3</sup>Институт цитологии и генетики СО РАН; <sup>4</sup>Международный томографический центр СО РАН; г. Новосибирск, Россия; sofya-f.115@yandex.ru

<https://doi.org/10.29003/m602.sudak.ns2019-15/431-432>

Целью исследования было изучение мозговой гемодинамики в условиях применения эмоциональной лексики для оценки персональных свойств "себя" и "других". Участники: 48 здоровых испытуемых (преимущественно студенты НГУ). Во время эксперимента испытуемые должны были представить себе четырех персонажей — самого себя, любимого человека, неприятного и малознакомого человека. Для каждого из персонажей был предъявлен список из 90 прилагательных в случайном порядке: 30 прилагательных описывали эмоционально нейтральные качества человека, еще 30 давали эмоционально позитивную характеристику, а другие 30 давали морально негативную оценку. Испытуемому необходимо было прочитать прилагательное и ответить, подходит оно оцениваемому персонажу или нет. Функциональное МРТ было записано одновременно с выполнением задания в федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук на сканере Philips Ingenia 7FN8GDI 3.0 T. Препроцессинг данных и анализ BOLD ответов производились в пакете SPM-12. Для анализа вызванных предъявлением стимулов BOLD ответов использовали связанный с событиями дизайн и трехфакторный дизайн с факторами: объект оценивания (четыре уровня), тип слова (три уровня) и выбранный ответ (два уровня). При анализе вызванных предъявлением стимулов BOLD ответов достоверный главный эффект объекта оценивания выявился в кластере, центр которого находился в правой верхней парietальной доле. Наибольший по амплитуде ответ в этом кластере выявлен при оценивании себя. Главный эффект категории прилагательных выявлен в четырех кластерах, расположенных в правой постцентральной извилине, левой и правой височно-теменной доле и в задней поясной извилине. Наибольшая амплитуда ответа была для положительных и наименьшая для отрицательных прилагательных. Выявлено достоверное взаимодействие факторов объекта и слова в левой и правой постцентральной извилине. В левом кластере при оценивании себя, близкого и незнакомого человека амплитуда ответа была наибольшей при предъявлении положительных и наименьшей при предъявлении отрицательных стимулов. При оценивании неприятного человека, наоборот. В правом кластере картина была зеркально-противоположной.

*Работа выполнена при поддержке гранта Российского Научного фонда № 17-18-01019 "Я и другие – предикторы и механизмы кооперативного и конкурентного поведения".*



## PERSONAL FEATURES OF FMRI REACTIONS IN VIEW OF PERSONALIZED ATTRIBUTION OF ESTIMATED LEXIS

**Sofya A. Fofonova<sup>1</sup>, Andrey V. Bocharov<sup>1,2</sup>, Pavel D. Rudych<sup>1,2</sup>, Evgeny D. Petrovskiy<sup>4</sup>, Andrey A. Savelov<sup>4</sup>,  
Alexander N. Savostyanov<sup>1,2,3</sup>, Gennady G. Knyazev<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>Novosibirsk State University; <sup>2</sup>State Research Institute of Physiology and Basic Medicine, Novosibirsk, Russia;  
<sup>3</sup>Institute of Cytology and Genetics of SB RAS, Novosibirsk, Russia; <sup>4</sup>International Tomography Centre SB RAS;  
Novosibirsk, Russia; sofya-f.115@yandex.ru

The aim of the study was to study cerebral hemodynamics in terms of the use of emotional vocabulary to assess the personal properties of "self" and "others". The participants: 48 healthy subjects (predominantly students of NSU). During the experiment, the subjects had to imagine four characters - oneself, a loved one, an unpleasant and unfamiliar person. For each of the characters, a list of 90 adjectives was presented in a random order: 30 adjectives described the person's emotionally neutral qualities, 30 more gave an emotionally positive characteristic, and the other 30 gave a morally negative evaluation of a person. The subject had to read the adjective and answer whether it was suitable for the character being evaluated or not. Functional fMRI was recorded simultaneously with the assignment at the "International Tomography Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences at the federal state budgetary institution of science at the Philips Ingenia 7FN8GDI 3.0 T scanner. Data processing and analysis of BOLD responses were performed in the SPM-12 package. For the analysis of stimulation caused by the presentation of BOLD responses, were used an event-related design and a three-factor design with factors, such as the object of assessment (four levels), the type of word (three levels) and the selected answer (two levels). In analyzing of the BOLD responses caused by the presentation of stimuli, the reliable main effect of the object of evaluation was revealed in the cluster, which center was located in the right upper parietal lobe. The largest amplitude response in this cluster was revealed during the evaluation of oneself. The main effect of the category of adjectives is found in four clusters located in the right postcentral gyrus, left and right temporo-parietal lobe and in the posterior cingulate gyrus. The largest amplitude response in this cluster was revealed during the evaluation of oneself. The main effect of the category of adjectives was found in four clusters located in the right postcentral gyrus, left and right temporo-parietal lobe and in the posterior cingulate gyrus. The highest response amplitude was for positive and the lowest for negative adjectives. A reliable interaction of object factors and words was revealed in the left and right postcentral gyrus. In the left cluster, while evaluating oneself, beloved and unfamiliar person, the response amplitude was the greatest upon presentation of positive and the least upon presentation of negative stimuli. The opposite effect was during evaluating an unpleasant person. In the right cluster the picture was mirror-opposite. *The study was supported by Russian Science foundation grant №17-18-01019 «Me and others – predictors and mechanisms of cooperative and competing behavior».*

## ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ПРИ УПРАВЛЕНИИ НЕИНВАЗИВНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННЫМ НА ВООБРАЖЕНИИ ДВИЖЕНИИ

**Фролов А.А.<sup>1,2</sup>, Керечанин Я. В.<sup>1,2</sup>, Бобров П.Д.<sup>1,2</sup>, Федотова И.Р.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН; <sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

<https://doi.org/10.29003/m603.sudak.ns2019-15/432>

Описаны наиболее значимые источники электрофизиологической активности мозга, выделяемые при управлении интерфейсом мозг-компьютер, основанном на распознавании паттернов ЭЭГ при воображении движений. Главным инструментом их выделения являются 6 методов независимых компонент (ICA), основанных на различных критериях независимости. Показателями значимости источников являются: частота их встречаемости в различных экспериментальных сессиях; повторяемость их выделения в каждой сессии различными методами ICA; влияние каждого источника на точность распознавания паттернов ЭЭГ, соответствующих воображению различных движений, и возможность их аппроксимации активностью единичного токового диполя. По совокупности показателей выделены 5 источников, расположенных в первичной соматосенсорной коре обоих полушарий, в левой премоторной области, в дополнительной моторной области и предклинье. Обсуждается функциональное значение этих источников в рамках современных представлений о взаимодействии областей мозга, обеспечивающих выполнение двигательных функций. *Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-29-08247 офу-м*

## SOURCES OF ELECTROPHYSIOLOGICAL BRAIN ACTIVITY DURING CONTROLLING NONINVASIVE BRAIN- COMPUTER INTERFACE BASED ON MOTOR IMAGERY

**Frolov Alexander A., Kerechanin Jaroslav V., Bobrov Pavel D., Fedotova Irina R.**

## ПСИХИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ НЕЙРОЦИРКУЛЯТОРНОЙ АСТЕНИИ Фролова Н.Л.<sup>1</sup>, Пелевин А.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия; creative\_n@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m604.sudak.ns2019-15/432-433>

Больные, которым в нашей стране ранее выставлялся кардиологический диагноз нейроциркуляторная дистония, в настоящее время классифицируются по МКБ-Х как больные

нейроциркуляторной астенией (НЦА) в группе соматоформных расстройств психогенной природы. Тем не менее состояние больных НЦА невозможно объяснить лишь с позиций связанных со стрессом психических нарушений.

Целью исследования являлось изучение психических и физиологических механизмов, лежащих в основе нейроциркуляторной астении.

В исследовании приняли участие 85 человек нейроциркуляторной астенией в возрасте от 24 до 40 лет. Сопоставимые по полу и возрасту группы сравнения состояли из 80 больных артериальной гипертонией и 82 относительно здоровых добровольцев.

Всем обследуемым выполнялось клиническое обследование согласно имеющимся стандартам. Также выполнялись оценка качества жизни по опроснику SF-36, анализировались уровень тревоги и депрессии. Исследовались физиологические механизмы регуляции с помощью спектрального анализа вариабельностей сердечного ритма и периферического артериального давления (по Пьеназу), а также дыхательного ритма, зарегистрированных при спиреоартериокардиоритмографии.

Методами простой и многомерной статистики показано, что у больных НЦА на фоне физических и психических показателей качества жизни и значимого в сравнении со здоровыми повышения уровня реактивной тревоги, ключевым является социальное функционирование, на которое влияет заболевание. Наиболее информативными среди анализируемых физиологических параметров оказалась структура дыхательного ритма.

С общесистемных позиций особенностью регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем у больных НЦА является активация иерархического и автономного контура, повышение их пластичности, а также полицентрический принцип управления.

Полученные данные позволяют представить новую концепцию нейроциркуляторной астении.

### **MENTAL AND PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF NEUROCIRCULATORY ASTHENIA**

**Frolova Natalya L.<sup>1</sup>, Pelevin Arsenij L.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution «Institute of Experimental Medicine», Saint-Petersburg, Russia;

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg State University", Saint-Petersburg, Russia; creative\_n@list.ru

Patients who previously had a cardiological diagnosis of neurocirculatory dystonia in our country are currently classified according to ICD-X as patients with neurocirculatory asthenia (NCA) in the group of somatoform disorders of a psychogenic nature. Nevertheless, the condition of patients with NCA cannot be explained only from the standpoint of mental disorders associated with stress.

The aim of the study was to research the mental and physiological mechanisms underlying the neurocirculatory asthenia.

The study involved 85 people with neurocirculatory asthenia aged from 24 to 40 years. The comparison groups comparable by sex and age consisted of 80 patients with arterial hypertension and 82 relatively healthy volunteers.

All subjects underwent a clinical examination according to existing standards. The quality of life was assessed using the SF-36 questionnaire, anxiety and depression were analyzed. Mechanisms of physiological regulation were studied using spectral analysis of heart rate variability and peripheral arterial pressure, as well as respiratory rhythm recorded during spiroarteriocardiorhythmography.

Using simple and multidimensional statistics, it has been shown that in patients with NCA the social functioning, which is affected by the disease, play the key role, as opposed to physical and mental indicators of quality of life and a significant increase in the level of reactive anxiety compared to healthy people. The most informative among the analyzed physiological parameters was the structure of the respiratory rhythm.

From a system-wide point of view, a feature of regulation of the cardiovascular and respiratory systems in patients with NCA is the activation of a hierarchical and autonomous circuit, an increase in their plasticity, as well as a polycentric control principle.

The data obtained allow us to introduce a new concept of neurocirculatory asthenia.

### **РОЛЬ ЭМОЦИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф. И., Чокинэ В. К., Врабие В. Г., Вуду В. Г., Георгиу З. Б., Киливерди А. М.**

Институт Физиологии и Санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова  
valentina.ciocchina@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m605.sudak.ns2019-15/433-434>

Эмоции постоянно сопровождают человека на всем протяжении его жизни, поэтому при разработке научных основ психосанокреатологии необходимо было решить вопрос об их роли в формировании и поддержании психического здоровья. И хотя существует множество теорий эмоций, однако до настоящего времени не получены ответы на многие вопросы, касающиеся их сущности, эволюции, роли в становлении здоровья и в жизнеобеспечении.

При решении этих и других вопросов мы базировались на следующих положениях: 1) часть эмоций, генетически передающихся по наследству, возникли в филогенезе как биологически полезные реакции; 2) эмоции оценивают и психически отражают значимость предметов и явлений через их соотношение с потребностями человека и сигнализируют о «полезности» или «вредности» соответствующих явлений, предметов, обстоятельств, вызывая в сознании не их образы, а переживание, волнение; 3) эмоции не только мобилизуют организм для устранения вредных воздействий, но и могут стать причиной диссано- и патогений; 4) сано- и диссаногенное влияние эмоций предопределяется ценностной значимостью воздействующего фактора, продолжительностью и интенсивностью перенапряжения функций органов и систем, вызванного им. С этих позиций были разработаны концепции относительно сано- и диссаногенного

влияния эмоций на формирование и поддержание психического здоровья, согласно которым саногенный эффект эмоций предопределяется адекватной субъективной оценкой значимости реальных и возможных факторов, явлений, ситуаций, событий, эндогенного состояния организма, соответствующим предвидением их последствий, синхронной мобилизацией к действию за счет различных поведенческих, когнитивных, коммуникативных и физиологических реакций, обеспечивающих устранение вредных воздействий и достижение желаемого, сопровождаемых состоянием удовольствия и поддерживающих саногенность организма, благоприятную среду, ненанесение вреда другим; диссаногенное действие предопределяется искаженной оценкой значимости и/или искаженным предвидением последствий воздействий психогенных факторов, и/или невозможностью их устранения и сохранением их влияния надолго, и/или неадекватной мобилизацией организма, недостижением желаемого, провоцирующим волнение, сопровождаемые неудовольствием.

В докладе будут представлены репрезентативные психоиндикаторы определения sano- и диссаногенных эмоций, данные о сходстве феноменологий эмоций и психогенного стресса и ведущей роли эмоций в формировании и нарушении здоровья.

*Работа выполнена в рамках проекта: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстериоризация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации».*

### THE ROLE OF EMOTIONS IN THE FORMATION OF MENTAL HEALTH

**Furdui Teodor I., Ciocchina Valentina Ch., Vrabie Valeria G., Vudu Victoria G., Gheorghiu Zinaida B., Chiliverdi Alexandra M.**

The Institute of Physiology and Sano- and Dissanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova  
[valentina.ciocchina@gmail.com](mailto:valentina.ciocchina@gmail.com)

Emotions constantly accompany the man throughout their life; therefore, when developing the scientific foundations of psychosano- and dissanocreatology, it was necessary to solve the question of their role in the formation and maintenance of mental health. Although there are many theories about emotions, so far no answers have been received to many questions concerning their essence, evolution, role in the development of health and life support.

In addressing these and other issues, we were based on the following provisions: 1) some emotions that are genetically transmitted by inheritance arose in phylogenesis as biologically useful reactions; 2) emotions evaluate and mentally reflect the significance of objects and phenomena through their correlation with human needs and signal the "usefulness" or "harmfulness" of the corresponding phenomena, objects, circumstances, causing in consciousness not their images, but experience, excitement; 3) emotions not only mobilize the organism to eliminate harmful effects, but also can cause sano- and pathogenic effects; 4) sano- and dissanogenic effects of emotions are predetermined by the value significance of the influencing factor, the duration and intensity of the overstrain of the functions of organs and systems caused by it. From these standpoints, concepts were developed regarding relatively sano- and dissanogenic influence of emotions on the formation and maintenance of mental health, according to which the sano- and dissanogenic effect of emotions is predetermined by an adequate subjective assessment of the significance of real and possible factors, phenomena, situations, events, the endogenous state of the organism, the corresponding prediction of their consequences, synchronous mobilization to action through various behavioral, cognitive, communicative and physiological reactions ensuring elimination of harmful effects and achievement of the desired, accompanied by the state of pleasure and supporting the organism's sano- and dissanogenicity, favorable environment, non-infliction of harm to others; dissanogenic effect is predetermined by a distorted assessment of the significance and / or a distorted prediction of the effects of psychogenic factors, and / or the impossibility of eliminating them and exerting their influence for a long time, and / or inadequate mobilization of the organism, failure to achieve the desired, provoking anxiety, accompanied by displeasure.

The report will present representative psychoindicators for determining sano- and dissanogenic emotions, data on the similarity of the phenomenologies of emotions and psychogenic stress and the leading role of emotions in the formation and impairment of health.

*The study was carried out within of projects: 15.817.04.01 F „Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acestora”.*

### ПРОБЛЕМА ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

**Фурдуй Ф. И., Чокинэ В. К., Глижин А. Г., Фурдуй В. Ф., Врание В. Г.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciocchina@gmail.com](mailto:valentina.ciocchina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m606.sudak.ns2019-15/434-436>

Неоднократное представление для обсуждения на международном Конгрессе «Нейронаука для медицины и психологии» и других научных форумах проблемы психического здоровья обусловлено ее актуальностью и проявлением относительной индифферентности научной общественности к ее решению.

Имеется достаточно научных доказательств остроты этой проблемы: по подтвержденным данным ВОЗ от психических расстройств страдают около 500 млн. человек (Eliot, 2015), около 30% населения планеты испытывают психическую боль (Ivbijaro et al., 2015; Koch et al., 2004; Millennium development goals, 2016). В США, по сообщению Национальной ассоциации по борьбе с психическими заболеваниями, психическими расстройствами страдают около 31% населения, что стало «национальной проблемой» общественного здравоохранения. В Европе, согласно Исполкому Европейской коллегии нейропсихофармакологии, страдают от психических расстройств 38,2% граждан.

Если в настоящее время, по данным ВОЗ, каждый 4-5-й житель страдает от психических расстройств, то к 2020 году депрессия выйдет на первое место в структуре заболеваемости и станет заболеванием номер один среди неинфекционных болезней. Более того, согласно нашим исследованиям, современное

общество, вследствие симпатотонического стрессогенного образа жизни и других причин, подвержено преждевременной общебиологической деградации, включительно и психической.

Анализ публикаций научных форумов и журналов, посвященных проблеме здоровья, показывает, что феномену «здоровье» как таковому, посвящены не более 3-4% статей, хотя они, согласно их названию, как бы причастны к здоровью, на самом деле, в них рассматриваются те или иные вопросы болезней, патологии. В общем, создалось неверное впечатление о том, что решение проблемы болезней само собой разрешит и проблему здоровья, которая была отодвинута на второй план.

Вместе с тем, психическое здоровье по своей значимости для самосуществования, развития экономики, культуры, техники, технологий, организации взаимодействия людей и для благоприятствования эволюции *Homo sapiens* в *Homo santoscreatimus* стало актуальнейшей проблемой современного общества. Злободневность проблемы подтверждается и прогнозами ВОЗ и Института физиологии и санокреатологии на ближайшее будущее, согласно которым ожидается увеличение психических расстройств и преждевременной психической деградации. Однако, предпринятые усилия со стороны науки, государств, международных организаций по решению указанной проблемы малоэффективны. Причин этому много. Главные это: 1) стихийное формирование и поддержание психического здоровья; 2) симпатотонический, стрессогенный образ жизни; 3) современная система экономической организации и деятельности, основанная на конкуренции и получении максимальной прибыли; 4) недостаточная осведомленность относительно механизмов, факторов и условий, формирующих и поддерживающих психическое здоровье и детерминирующих его нарушение и преждевременную деградацию.

Путь решения этих и других причин один – отказ от спонтанного формирования психического здоровья в пользу его направленного формирования и поддержания. Реальность предлагаемого пути подтверждается тем, что психическое здоровье, будучи генетически детерминированным, не передается по наследству, а формируется в онтогенезе под влиянием факторов социальной среды в процессе ознакомления с окружающим миром и ассимиляции знаний в ходе научения, воспитания, работы, творческой деятельности и др.

Сказанное и послужило аргументом в организации специальных исследований, позволивших создать научные и практические основы целенаправленного формирования и поддержания психического здоровья, разработать методологические принципы, методы исследования, методы по направленной созданию и поддержанию психического здоровья, ставшие задачами новой дисциплины – психосанокреатологии.

Были разработаны новые концепции о психике и о психическом здоровье как отправные точки направленного их формирования и поддержания. Определены пути решения проблемы психического здоровья, психогенные, психодиссано- и психопатогенные факторы, эталон измерения психического здоровья – уровень экстерииоризации психического здоровья с акцентуацией доминирующей психосано-, психодиссано-, психопато- или психотогении; осуществлено структурирование уровней психического здоровья, установлены условия и конкретные пути направленного формирования и поддержания психического здоровья.

Эти и другие научные материалы представлены во втором томе «Психическое здоровье. Психосанокреатология. Потребность общества в ее развитии» Трактата «О научных и практических основах санокреатологии».

*Работа выполнена в рамках проекта: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстерииоризация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации».*

#### **THE PROBLEM OF MENTAL HEALTH AND THE SCIENTIFIC BASES OF ITS SOLUTION**

**Furdui Teodor I., Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Furdui Vlada T., Vrabie Valeria G.**

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Repeated presentation of the mental health problem for discussion at the International Congress "Neuroscience for Medicine and Psychology" and other scientific forums is due to its arch-topicality and manifestation of the relative indifference of the scientific community to its solution.

There is enough scientific evidence of the severity of this problem: according to WHO data, about 500 million people suffer from mental disorders (Eliot, 2015); about 30% of the world's population feel mental pain (Ivbijaro et al., 2015; Koch et al., 2004; Millennium development goals, 2016). In the United States, according to the National Association for the Control of Mental Illness, about 31% of the population suffer from mental disorders, that has become a "national problem" of public health. In Europe, according to the Executive Committee of the European College of Neuropsychopharmacology, 38.2% of citizens suffer from mental disorders.

If at present, according to WHO, every 4-5th resident suffers from mental disorders, by 2020 depression will come out on top in the morbidity structure and will become the number one disease among noncommunicable diseases. Moreover, according to our research, modern society, due to sympathotonic stressogenic lifestyle and other causes, is prone to premature general biological degradation, including mental one.

Analysis of publications of scientific forums and journals on the problem of health shows that no more than 3-4% of articles are devoted to the phenomenon of "health" as such; although they, according to their title, are involved in health, in fact, certain issues of diseases, pathology are considered in them. In general, the wrong impression was created that solving the problem of diseases would by itself solve the problem of health, which was relegated to the background.

At the same time, mental health in its importance for existence, development of economy, culture, technology, organization of people's interaction and for favoring the evolution of *Homo sapiens* into *Homo santoscreatimus* has become the most urgent problem of modern society. The urgency is confirmed by the prognoses of the WHO and the Institute of Physiology and Sanocreatology for the near future, according to which an increase in mental disorders and premature mental degradation is expected. However, the efforts undertaken by science, states, and international organizations to solve this problem are ineffective. There are many reasons for this. The main ones are: 1) the spontaneous formation and maintenance of mental health; 2) sympathotonic, stressogenic lifestyle; 3) the modern system of economic organization and activity based on competition and

maximum profit; 4) lack of awareness regarding the mechanisms, factors and conditions that form and maintain mental health and determine its deterioration and premature degradation.

The way to solve these and other reasons is the same - to abandon the spontaneous formation of mental health in favor of its directed formation and maintenance. The reality of the proposed way is confirmed by the fact that mental health, being genetically determined, is not inherited, but is formed in ontogenesis under the influence of social factors in the process of familiarization with the outside world and knowledge assimilation in the course of learning, upbringing, work, creative activity, etc.

What has been said has served as an argument in the organization of special studies which allowed creating scientific and practical bases for the purposeful formation and maintenance of mental health, developing methodological principles, research methods, and methods for directed creating and maintaining mental health, which have become the tasks of a new discipline - psychosano-creatology.

New concepts on the psyche and mental health have been developed as starting points for their directed formation and maintenance. The ways of solving the problem of mental health, psychogenic, psychodissano- and psychopathogenic factors, the standard of mental health measurement - the level of exteriorization of mental health with the accentuation of predominating psychosano-, psychodissano-, psychopatho-, or psychotogeny have been determined; the structuring of mental health levels has been carried out; conditions and concrete ways of the directed formation and maintenance of mental health have been established.

These and other scientific materials are presented in the second volume "Mental Health. Psychosano-creatology. The need of society in its development" of the Treatise "On the scientific and practical bases of sano-creatology".

*The study was carried out within of project: 15.817.04.01 F „Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acesteia”.*

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЦЕЛЯХ ПОДДЕРЖАНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ**

**Фурдуй Ф.И., Шептицкий В.А., Листопадова Л.А., Гарбузняк А.А.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m607.sudak.ns2019-15/436-437>

Теория санокреатологического питания предусматривает подбор структурно-энергетических и саногенных нутриентов, которые бы обеспечили не только основной обмен и оперативную, профессиональную деятельность организма, но и целенаправленное формирование и поддержание здоровья, предупреждение преждевременной деградации организма человека (Фурдуй Ф.И. и др., 2011, 2016). Новые представления о важном значении пищевых факторов в осуществлении психических функций, сформированные в последнее десятилетие, раскрывают широкие перспективы для разработки методов поддержания и укрепления психического здоровья с помощью направленного подбора саногенных нутриентов на основе соответствующей концепции (Фурдуй Ф.И. и др., 2017).

Одними из наиболее перспективных саногенных нутриентов, для использования с целью поддержания психического здоровья, являются флавоноиды – полифенолы растительного происхождения, являющиеся, по современным представлениям, эссенциальными пищевыми веществами, способными изменять активность многих ферментов метаболизма в организме млекопитающих. Исследованиями последних лет убедительно показано, что флавоноиды, в первую очередь, катехины, кверцетин, гесперидин, патулетин, байкалеин, ориентин, рутозид, цианидин-3-О-галактозид и цитрусовые флавоноиды, обладают наибольшим потенциалом воздействия на компоненты психического здоровья. Они способны стимулировать нейротрофический фактор мозга в коре головного мозга и в гиппокампе, фактор роста нервов и инсулиноподобные факторы роста, активацию внутриклеточной сигнал-регулируемой киназы, фосфоинозитид-3-киназы и митоген-активируемой протеинкиназы в различных областях мозга, ответственных за когнитивные функции. Тем самым, флавоноиды участвуют в стимуляции и поддержании основ когнитивных функций нервной системы, в том числе, синаптической пластичности, нейрогенеза в гиппокампе, синаптогенеза и нейритогенеза, синтеза нейромодуляторов, улучшении мозгового кровообращения, а также препятствуют синтезу регуляторных молекул, связанных с деменцией, способствуя предотвращению снижения уровня когнитивных функций при старении и при хроническом стрессе и нарушения памяти при болезни Альцгеймера и после травм мозга.

Таким образом, целесообразность использования флавоноидов в системе целенаправленного поддержания психического здоровья несомненна.

### **USE OF FLAVONOIDS TO MAINTAIN MENTAL HEALTH**

**Furdui Teodor I., Sheptitsky Vladimir A., Listopadova Liudmila A., Garbuzniac Anastasia A.**

The Institute of Physiology and Sano-creatology, Chisinau, the Republic of Moldova,  
[valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

The theory of sano-creatological nutrition provides for the selection of structural-energetic and sanogenic nutrients that would ensure not only the basal metabolism and the operational, professional activity of the organism but also the purposeful formation and maintenance of health, prevention of premature degradation of the human organism (Furdui T.I. et al., 2011, 2016). New ideas about the importance of food factors in the realization of mental functions, formed in the last decade, open up broad prospects for developing methods to maintain and strengthen mental health through targeted selection of sanogenic nutrients based on the relevant concept (Furdui T.I. et al., 2017).

Ones of the most promising sanogenic nutrients for use to maintain mental health are flavonoids - polyphenols of plant origin, which, according to modern concepts, are essential nutrients that can alter the activity of many metabolic enzymes in mammals. Recent studies have convincingly shown that flavonoids, primarily

catechins, quercetin, hesperidin, patuletin, baikalein, orientin, rutoside, cyanidin-3-O-galactoside, and citrus flavonoids, have the greatest potential impact on mental health components. They are able to stimulate the expression of neurotrophic brain factor in the cerebral cortex and the hippocampus, nerve growth factor and insulin-like growth factors, the activation of intracellular signal-regulated kinase, phosphoinositide-3-kinase and mitogen-activated protein kinase in various brain regions responsible for cognitive functions. Thereby, flavonoids are involved in stimulating and maintaining the fundamentals of the nervous system's cognitive functions, including synaptic plasticity, hippocampal neurogenesis, synaptogenesis and neuritegenesis, neuromodulatory synthesis, improving cerebral circulation, as well as inhibiting the synthesis of regulatory molecules associated with dementia, favoring the prevention of cognitive decline in aging and chronic stress and memory impairment in Alzheimer's disease and after brain injuries.

Thus, the advisability of using flavonoids in the system of purposeful maintenance of mental health is beyond doubt.

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОЙ МУТАЦИИ В ГЕНЕ ТУБУЛИНА - БЕТА КЛАССА 2А (*TUBB2A*) У ПАЦИЕНТОВ С АУТОСОМНО-ДОМИНАНТНОЙ СПАСТИЧЕСКОЙ ПАРАПЛЕГИЕЙ**

**Хидиятова И.М.<sup>1,2</sup>, Ахметгалеева А.Ф.<sup>3</sup>, Сайфуллина Е.В.<sup>3</sup>, Янкина М.А.<sup>1</sup>, Идрисова Р.Ф.<sup>3</sup>,  
Магжанов Р.В.<sup>3</sup>, Хуснутдинова Э.К.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Институт биохимии и генетики – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук; Уфа, Россия; [imkhid@mail.ru](mailto:imkhid@mail.ru); <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный университет», Уфа, Россия; [ekkh@anrb.ru](mailto:ekkh@anrb.ru); <sup>3</sup>Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения и социального развития, Уфа, Россия; [mcjanoff@yandex.ru](mailto:mcjanoff@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m608.sudak.ns2019-15/437-438>

Наследственные спастические параплегии (НСП) – группа клинически и генетически гетерогенных нейродегенеративных заболеваний, характеризующихся прогрессирующей спастичностью и гиперрефлексией нижних конечностей. В настоящее время официально зарегистрировано более 70 генных локусов (59 идентифицированных генов), связанных с различными формами НСП (<http://www.neuromuscular.wustl.edu>). Ген тубулина - бета класса 2А (*TUBB2A*) ранее не входил в этот список. Гетерозиготные миссенс-мутации в гене *TUBB2A* описаны у пациентов с комплексной кортикальной дисплазией с другими мальформациями головного мозга, тип 5 (OMIM:615763). Одна из известных мутаций в гене *TUBB2A* (с.1249G>А, р.Asp417Asn) описана как возникшая de novo у пациента со спорадической прогрессирующей спастической параплегией, периферической моторно-сенсорной нейропатией и атаксией [Bertini et al., 2016]. В нашем исследовании в результате таргетного секвенирования экзома, включающего анализ кодирующих последовательностей более 700 генов, ответственных за развитие нейродегенеративных процессов, у пациента с неосложненной формой аутосомно-доминантной спастической параплегии в гене *TUBB2A* была идентифицирована другая нуклеотидная замена в том же положении нуклеотидной и, соответственно, аминокислотной последовательности - с.1249G>Т (р.Asp417Tyr). Она была обнаружена у двух больных членов семьи пробанда, но не выявлена у здоровых лиц ни в этой семье, ни в контрольной популяционной выборке (150 чел.). Алгоритмы предсказания патогенности расценивают данную мутацию как вероятную патогенную (Polyphen2\_HDIV: 1.000, Polyphen2\_HVAR: 1.000, MutationTaster: 1.000, PROVEAN: -3.070), либо как вариант с неопределенной клинической значимостью (LRT: U). По совокупности сведений, выявленный нами новый миссенс-вариант с.1249G>Т (р.Asp417Tyr) в гене *TUBB2A*, предварительно, можно расценивать как патогенную мутацию, обуславливающую развитие аутосомно-доминантной спастической параплегии.

*Исследование поддержано грантом РФФИ р\_а №17-44-020951.*

### **IDENTIFICATION OF A NEW MUTATION IN THE BETA TUBULIN ISOTYPE A GENE (*TUBB2A*) IN PATIENTS WITH AUTOSOMAL DOMINANT SPASTIC PARAPLEGIA**

**Khidiyatova Irina M.<sup>1,2</sup>, Akhmetgaleyeva Aliya F.<sup>3</sup>, Saifullina Elena V.<sup>3</sup>, Yankina Mariya A.<sup>1</sup>, Idrisova Rimma F.<sup>3</sup>, Magzhanov Rim V.<sup>3</sup>, Khusnutdinova Elza K.<sup>1,2</sup>**

1 - Institute of Biochemistry and Genetics - Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; [imkhid@mail.ru](mailto:imkhid@mail.ru)

2- Bashkir State University; Ufa, Russia; [ekkh@anrb.ru](mailto:ekkh@anrb.ru)

3- Bashkir State Medical University, Ufa, Russia; [mcjanoff@yandex.ru](mailto:mcjanoff@yandex.ru)

Hereditary spastic paraplegia (HSP) is a group of clinically and genetically heterogeneous neurodegenerative diseases characterized by progressive spasticity and hyperreflexia of the lower limbs. Currently, more than 70 gene loci (59 identified genes) associated with various forms of HSPs are known (<http://www.neuromuscular.wustl.edu>). The beta tubulin isotype A gene (*TUBB2A*) has not previously been included in this list. Heterozygous missense mutations in the *TUBB2A* gene are described in patients with complex cortical dysplasia with other brain malformations, type 5 (OMIM: 615763). One of the known mutations in the *TUBB2A* gene (с.1249G> А, р.Asp417Asn) has been described as de novo in a patient with sporadic progressive spastic paraplegia, peripheral motor-sensory neuropathy, and ataxia [Bertini et al., 2016]. In our study, as a result of targeted sequencing of exome, including the analysis of coding sequences of more than 700 genes responsible for the development of neurodegenerative processes, in a patient with an uncomplicated form of autosomal dominant spastic paraplegia in the same position of *TUBB2A* gene another nucleotide substitution (с.1249G> Т ,р.Asp417Tyr) was identified. It was found in two affected members of the proband family, but was not detected in healthy individuals in this family or in the control population sample (150 people). Pathogenicity prediction

algorithms regard this mutation as probably pathogenic (Polyphen2\_HDIV: 1.000, Polyphen2\_HVAR: 1.000, MutationTaster: 1.000, PROVEAN: -3.070), or as a variant with an uncertain clinical significance (LRT: U). Thus, the newly detected missense variant p.1249G> T (p.Asp417Tyr) in the *TUBB2A* gene can be regarded as a pathogenic mutation that contributes to the development of autosomal-dominant spastic paraplegia.

*The study was supported by the RFBR grant No. 17-44-020951.*

### **МЕХАНИЗМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАН НЕЙРОНОВ МОЛЛЮСКОВ** **Хлудова Л.К.**

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова Москва, РФ, [Khludova@yandex.ru](mailto:Khludova@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m609.sudak.ns2019-15/438-439>

Командные нейроны (КН) беспозвоночных животных используются в качестве модели для изучения нейронных и молекулярных механизмов различных видов поведения, памяти. Адаптивные реакции и модификации поведения определяются пластичностью синаптической передачи и свойствами постсинаптической мембраны нейронов. Задачей этой работы было подробное изучение и анализ реакций командных нейронов оборонительного поведения моллюска к внутриклеточному действию широкого диапазона импульсов постоянного электрического тока деполяризационного направления длительностью 2,5 - 5,0 сек и силой тока 0,1 - 100 нА. Объектом служила изолированная нервная система виноградной улитки (*Helix lucorum*), находящаяся в нормальном физиологическом растворе. В подпорогом диапазоне наблюдалось только смещение мембранного потенциала (МП). При достижении порога в нейронах изменяется сопротивление мембраны, её проницаемость для ионов натрия и кальция повышается и возникают потенциалы действия (ПД), частота которых при усилении тока возрастает. В интервалах между раздражителями МП оставался постоянным. Последующее градуальное снижение силы тока позволяло определить у каждого нейрона два порога по току: порог появления ПД и порог исчезновения при уменьшении силы тока. Эти два значения не совпадают - порог появления ПД всегда ниже, чем порог исчезновения. Длительные импульсы деполяризующего тока надпороговой интенсивности приводят к генерации разряда, внутри которого ПД разной длительности. Первые ПД в разряде обычно быстрые: их длительность 8 -12 мс, длительность ПД в середине разряда увеличивается до 18 - 22 мс, а длительностью до 40 мс обладают последние в разряде ПД. При увеличении интенсивности тока уменьшается только латентный период (ЛП) появления первого ПД: чем выше интенсивность тока, тем меньше ЛП. При сравнении первых ПД в разряде для одной интенсивности при восходящем и нисходящем порядке действия стимулов также наблюдается увеличение ЛП на 25 мс. Постепенное повышение интенсивности тока сопровождается выпадением последних ПД в разряде, которые заменяет пейсмекерная волна. Снижение интенсивности тока не приводит к восстановлению числа ПД в разряде и порог исчезновения ПД значительно превышает порог их появления. Последовательная инкубация препарата физиологическими растворами, блокирующими входящие потоки ионов натрия и кальция, проводилась для определения вклада каждого иона в электрическую активность КН. В условиях блокады кальциевой проводимости мембраны прогрессивное увеличение силы тока приводит у 76% нейронов к увеличению порогов появления ПД в два-четыре раза. При этом также увеличивается ЛП появления первого ПД в разряде и снижается амплитуда ПД у всей популяции КН. Наблюдалось также увеличение амплитуды и частоты пейсмекерной волны у 42% нейронов. Пороги исчезновения ПД при уменьшении интенсивности импульсов повышаются в два раза по сравнению с нормальным раствором. Увеличение порогов генерации ПД в КН при блокаде кальциевой проводимости соответствует представлениям о пространственном расположении потенциалзависимых натриевых каналов в аксонной части нейронов. После отмывания препарата нормальным физиологическим раствором все параметры электрической активности нейронов восстанавливались. Последующая инкубация препарата в безнатриевом растворе показала, что пороги появления и исчезновения ПД в КН и ЛП появления первых ПД в разряде не изменяются по сравнению с нормальным раствором. Пейсмекерная волна представлена чаще в конце действия стимула и участвует в генерации ПД. В работе показано, что электрогенез КН определяется низкопороговой кальциевой проводимостью мембраны, которая сменяется высокопороговой натриевой проводимостью.

### **MECHANISMS OF ELECTRICAL SENSITIVITY OF MOLLUSC NEURON MEMBRANES** **Khludova Ludmila K.**

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, [Khludova@yandex.ru](mailto:Khludova@yandex.ru)

The command neurons (CN) of invertebrates are used as models for studying the neural and molecular mechanisms of different types of behavior and memory. Adaptive reactions and behavior modification are determined by the plasticity of synaptic transmission, and properties of the postsynaptic membrane of neurons. The task of this work was a detailed study and analysis of the reactions of command neurons of the defensive behavior of the mollusk to the intracellular action of a wide range of pulses of direct electric current of the depolarization direction with a duration of 2.5-5.0 seconds and a current of 0.1-100 nA. The isolated nervous system of snail (*Helix lucorum*) was located in normal saline. In the subliminal range, only displacement of the membrane potential (MP) was observed. When the threshold is reached in the neurons, the membrane resistance changes, its permeability to sodium and calcium ions increases, and action potentials (APs) arise, the frequency of which increases with increasing current. In the intervals between stimuli MP remained constant. The subsequent gradual decrease in the current allowed each of the neurons to determine two current thresholds: the threshold for the appearance of the action potential and the threshold for disappearance with decreasing current. These two values do not coincide - the threshold of occurrence of AP is always lower than the threshold of extinction. The first APs in the discharge are usually fast: their duration is 8 -12 ms, the AP duration in the middle of the discharge increases to 18 - 22 ms, and the last in the discharge duration of 40 ms are in the AP discharge. As the current intensity increases, only the latent period (LP) of the appearance of the first AP decreases: the higher the current intensity,

the smaller the LP. When comparing the first APs in a discharge for one intensity with an ascending and descending order of stimuli, an increase in the LP by 25 ms is also observed. A decrease in the intensity of the current does not lead to the restoration of the number of APs in the discharge and the threshold for the disappearance of APs considerably exceeds the threshold of their appearance. Sequential replacement of saline, blocking incoming streams of sodium and calcium ions, was carried out to determine the contribution of each ion in the electrical activity of the cell. Under blockade conditions of calcium conduction of the membrane, a progressive increase in current strength in 76% of neurons leads to an increase in the thresholds for the appearance of AP in two to four times. This also increases the PL of the appearance of the first AP in the discharge and decreases the amplitude of the AP in the entire population of CN. An increase in the amplitude and frequency of the pacemaker wave was observed in 42% of neurons. The thresholds for the disappearance of AP with a decrease in the intensity of the pulses are doubled compared with a normal solution. The increase in the thresholds of AP generation in CNs during the blockade of calcium conduction corresponds to the concepts of the spatial arrangement of potential-dependent sodium channels in the axonal part of neurons. Subsequent incubation of the drug in a sodium-free solution showed that the thresholds for the appearance and disappearance of PD in the CN and LP of the appearance of the pacemaker wave is represented more often at the end of the stimulus action and participates in the generation of AP.

It was shown that electrogenesis of CN is determined by the low-threshold calcium conductivity of the membrane, which is replaced by the high-threshold sodium conductivity. The range of the first PD in the discharge do not change as compared with the normal solution.

### **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СНИЖЕНИЯ СИМПТОМОВ СИНДРОМА ДЕФИЦИТА ВНИМАНИЯ И ГИПЕРАКТИВНОСТИ У ДОШКОЛЬНИКОВ**

**Хмелькова М.А.**

Автономная некоммерческая организация высшего образования «Российский новый университет» (АНО ВО «Российский новый университет»), институт психологии и педагогики, кафедра общей психологии и психологии труда, Россия, г. Москва. khmelkova@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m610.sudak.ns2019-15/439-440>

В 2004 году Всемирная ассоциация детской и подростковой психиатрии и смежных профессий (IACAPAP) признала синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ) «проблемой № 1» в сфере охраны психического здоровья детей и подростков. В 10-м пересмотре Международной классификации болезней (МКБ-10) данный синдром рассматривается в разделе «Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте» в разделе «Нарушение активности и внимания» (F90.0) и «Гиперкинетическое расстройство поведения» (F90.1) как «нарушение активности и внимания».

Все чаще представители различных профессий (педиатры, педагоги, нейропсихологи, нейрофизиологи, дефектологи, неврологи) обращаются к данной теме. Накопленный опыт представлен в трудах различных отечественных ученых (Т.В. Ахутина, М.М. Безруких, И.П. Брызгунова, Н.Н. Заваденко, Е.В. Касатикова, М.И. Лохов, А.Р. Лурия, А.В. Семенович, Е.В. Фесенко, Ю.А. Фесенко, Л.С. Чутко, Ю.С. Шевченко и др.). Однако, проблема оказания помощи все еще остается нерешенной, и одна из причин в отсутствие комплексного подхода среди специалистов разных областей. Г. Леви считает, что медики не читают психологической литературы, психологи — медицинской, а для родителей и педагогов специальная литература с обилием различных подходов и направлений зачастую оказывается сложной. Как показывает практика, и у психологов, и у врачей существует острая потребность во взаимобмене накопленной за десятилетия информацией.

Различные специалисты, изучающие данную проблематику, сходятся во мнении, что данный синдром — дисфункция центральной нервной системы (преимущественно ретикулярной формации головного мозга), проявляющаяся в трудностях концентрации и поддержания внимания, нарушениях памяти, сложности обработки поступающей информации и обучения. Базовым симптомом синдрома стал симптом «нарушения внимания». Это обосновано тем, что нарушение внимания встречается у всех детей с этой патологией, а повышенная двигательная активность и связанное с ней нарушение поведения не всегда. Если такое случается, то применяется термин «синдром дефицита внимания с гиперактивностью». Причинами нарушения поведения является его неосознанность, дети не замечают, не знают и не осознают, что они делают. Без осознания своих действий дети не могут управлять и контролировать их.

Подход к лечению гиперактивного ребенка и его адаптации в коллективе должен быть комплексным. Как отмечает, Ю.С. Шевченко (1997), ни одна таблетка не может научить человека, как надо себя вести. Выделяют немедикаментозные (психологические и нейропсихологические коррекционные программы) и медикаментозные (трициклические антидепрессанты, транквилизаторы, ноотропные препараты и т.п.) методы коррекции. Поставить диагноз и определить индивидуальную медикаментозную форму лечения может только врач. Психологической и нейропсихологической коррекцией могут заниматься соответствующие специалисты. Нейропсихологическая коррекция должна включать в себя растяжки, дыхательные упражнения, глазодвигательные упражнения, упражнения для языка и мышц челюсти, перекрестные (реципрокные) телесные упражнения, упражнения для развития мелкой моторики рук, упражнения для релаксации и визуализации, функциональные упражнения. Психологическая коррекция для решения проблемы гиперактивности детей дошкольного возраста представлена в программах тренинговых занятий И.Л. Арцишевской, В.И. Габдракиповой и Э.Г. Эйдемиллером, А.Л. Сиротюк и др.

Гиперактивность — это не поведенческая проблема, не результат плохого воспитания, а медицинский и нейропсихологический диагноз, который может быть поставлен по результатам специальной диагностики. Гиперактивный ребенок имеет нейрофизиологические проблемы, справиться с которыми самостоятельно не может. Дисциплинарные меры воздействия в виде постоянных наказаний, замечаний, окриков не приведут к улучшению поведения ребенка. Эффективные результаты коррекции данного синдрома



достигаются не только при оптимальном сочетании медикаментозных и немедикаментозных методов, но и при единстве семьи и учреждения образования в создании положительного эмоционального фона для ребенка, атмосферу принятия его таким, какой он есть.

### **PSYCHOLOGICAL CONDITIONS FOR REDUCING THE SYMPTOMS OF ATTENTION DEFICIT HYPERACTIVITY DISORDER IN PRESCHOOL CHILDREN**

**Khmelkova Marina A.**

Autonomous Nonprofit Organization of Higher Education "Russian New University" (ANO IN RosNOU), Moscow,  
Russia, khmelkova@mail.ru

In 2004, the world Association of child and adolescent psychiatry and related professions (IACAPAP) recognized attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) as "problem No. 1" in the mental health of children and adolescents. In the 10th revision of the international classification of diseases (ICD-10), this syndrome is addressed in the section "Emotional and behavioral disorders, usually beginning in childhood and adolescence" in the section "impaired activity and attention" (F90.0) and "hyperkinetic behavior disorder" (F90.1) as "violation of activity and attention."

Increasingly, the various professionals (pediatricians, teachers, neuropsychologists, neuroscientists, speech pathologists, neurologists) turn to the subject. The experience presented in works by various Russian scientists (T.V. Akhutina, M.M. Bezrukikh, I.P. Brezgunova, N.N. Zavadenko, E.V. Kasatikov, M. I. Lokhov, A. R. Luria, A. V. S., E.V. Fesenko, A.Yu., Fesenko, S.L. Sensitively, Y. Shevchenko, etc.). However, the problem of assistance is still unresolved, and one of the reasons is the lack of an integrated approach among specialists in different fields. D. Levy believes that doctors do not read psychological literature, psychologists — medical, and for parents and teachers special literature with an abundance of different approaches and directions is often difficult. As practice shows, both psychologists and doctors have an urgent need for the exchange of information accumulated over decades.

Various experts studying this problem agree that this syndrome is a dysfunction of the Central nervous system (mainly reticular formation of the brain), manifested in the difficulties of concentration and maintenance of attention, memory disorders, the complexity of processing incoming information and training. The basic symptom of the syndrome was the symptom of "attention disorder". This is justified by the fact that attention disorder occurs in all children with this pathology, and increased motor activity and related behavioral disorders are not always. If this happens, the term "attention deficit hyperactive disorder" is used. The reasons for the violation of behavior is his unconsciousness, children do not notice, do not know and do not realize what they are doing. Without awareness of their actions, children cannot manage and control them

The approach to the treatment of hyperactive child and its adaptation in the team should be comprehensive. As noted, Shevchenko (1997), no pill cannot teach a person how to behave. There are non-drug (psychological and neuropsychological correction programs) and drug (tricyclic antidepressants, tranquilizers, nootropic drugs, etc.) correction methods. Only a doctor can diagnose and determine an individual medical form of treatment. Psychological and neuropsychological correction can be dealt with by appropriate specialists. Neuropsychological correction should include stretching, breathing exercises, oculomotor exercises, exercises for the tongue and jaw muscles, cross (reciprocal) body exercises, exercises for the development of fine motor skills of the hands, exercises for relaxation and visualization, functional exercises. Psychological correction for the solution of the problems of hyperactive children of preschool age are presented in programs of training sessions Arciszewski I.L., V.I. Gabdrakhimov and E.G. Eidemiller, A.L. Sirotyuk, etc.

Hyperactivity is not a behavioral problem, not the result of poor upbringing, but a medical and neuropsychological diagnosis, which can be made according to the results of a special diagnosis. A hyperactive child has a physiological problem, to deal with that alone cannot. Disciplinary measures in the form of constant punishments, remarks, shouts will not lead to improved behavior of the child. Effective results of the correction of this syndrome are achieved not only with the optimal combination of drug and non-drug methods, but also with the unity of the family and educational institutions in creating a positive emotional background for the child, the atmosphere of taking it as it is.

### **ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ ДВИЖЕНИЯ НА ПОСТУРАЛЬНУЮ СИСТЕМУ ЧЕЛОВЕКА**

**Холмогорова Н.В.<sup>1</sup>, Левик Ю.С.<sup>2</sup>, Семенова Е.С.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский педагогический государственный университет» (МПГУ) Москва, Россия  
natalya\_holmogor@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им.  
А.А. Харкевича РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m611.sudak.ns2019-15/440-441>

Среди информации, используемой центральной нервной системой для поддержания устойчивости при стоянии наряду с вестибулярными сигналами и проприорецепцией, важную роль играют зрительные сигналы о структуре, размерах и движении видимых объектов окружающего мира. Известно, что во многих случаях эффект вестибулярной и проприоцептивной стимуляции зависит от того, как интерпретируются эти сигналы системой внутреннего представления. При возникновении иллюзий положения или движения всего тела или его звеньев наблюдаемые постральные реакции соответствуют именно иллюзорной, а не действительной конфигурации тела. Мы попытались выяснить, каким образом изменение интерпретации характера движения объекта в поле зрения влияет на устойчивость стояния у здоровых людей. У людей 18-25 лет (n=15) с нормальным зрением, с помощью компьютерного стабиланализатора "Стабилан 2-01", регистрировали сагиттальную и фронтальную стабильнограммы при поддержании вертикальной позы. Иллюзия вращения создавалась с помощью компьютерной программы иллюзорного вращения

неоднозначной фигуры (силуэт человека) А. Терехина. Видеоклипы, создающие иллюзию вращения состояли из серии последовательных кадров статических фигур в разных ракурсах. Частота смены кадров составляла 45 и 101 кадр/мин. При наблюдении этих фигур у обследуемого возникала иллюзия вращения фигуры с частотой 40 и 18 оборотов в мин. Они могли видеть разные направления вращения. Направление вращения зависело от того, какую часть фигуры человек воспринимал как передний план в данный момент времени. Изображения проецировали на большой экран, расположенный на расстоянии 1,5 м от обследуемого. Продолжительность записи составляла 1 мин. Показатели силомоментной платформы обрабатывались компьютерной программой Stabmed. Показано, что при высокой частоте иллюзорного вращения возникновение иллюзии сопровождалось повышением устойчивости (уменьшение КРИНД, снижение линейной скорости смещения центра давления и уменьшение среднего разброса амплитуды стабิโลграмм). В момент смены направления иллюзорного вращения эффект стабилизации усиливался. При низкой скорости иллюзорного вращения изменений направления кажущегося вращения не наблюдалось, и эффект стабилизации был мало выражен.

*Работа была поддержана грантом РФФИ 18-015-00222.*

## THE INFLUENCE OF OPTICAL ILLUSIONS OF MOVEMENT ON THE HUMAN POSTURAL SYSTEM

**Holmogorova Natalya V.<sup>1</sup>, Levik Yuri S.<sup>2</sup>, Semenova Ekaterina S.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Moscow Pedagogical State University (MGPU) Moscow, Russia  
natalya\_holmogor@mail.ru

<sup>2</sup>The Institute for Information Transmission Problems (Kharkevich Institute) of RAS, Moscow, Russia;

Among the information used by the central nervous system to maintain stability when standing along with vestibular signals and proprioception, visual signals about the structure, size and movement of visible objects in the surrounding world play an important role. It is known that in many cases the effect of vestibular and proprioceptive stimulation depends on how these signals are interpreted by the system of internal presentation. When illusions of the position or movement of the whole body or its links occur, the observed postural reactions correspond precisely to the illusory, and not to the actual configuration of the body. We tried to figure out how a change in the interpretation of the nature of the movement of an object in visual field affects the stability of standing in healthy people. Subjects (18-25 years old, n = 15) with normal vision stood on the Stablan 2-01 computer stabiloanalyzer. Sagittal and frontal stabilogrammes were recorded while maintaining a vertical posture. The illusion of rotation was created using the computer program of the illusory rotation of an ambiguous figure (human silhouette) developed by A. Terekhin. Video clips that create the illusion of rotation consisted of a series of consecutive frames of static figures in different angles. The frame rate was 45 and 101 frames / min. When observing these figures, the subject had an illusion of rotation of a figure with a frequency of 40 and 18 revolutions per minute. Subjects could perceive different directions of rotation. The direction of rotation depended on which part of the figure the person perceived as the foreground at a given time. The images were projected onto a large screen located at a distance of 1.5 m from the subject. The recording time was 1 min. Signals of the force-moment platform were processed by the computer program Stabmed. It was shown that, at a high frequency of illusory rotation, the appearance of an illusion was accompanied by an increase in stability (a decrease in the rate of sudden changes of direction of center of pressure movement, a decrease in the linear velocity of displacement of the center of pressure, and a decrease in the average squared amplitude of stabilograms). At the moment of changing of the direction of the illusory rotation, the stabilization effect increased. At a low speed of illusory rotation, changes in the direction of apparent rotation were not observed, and the stabilization effect was not very pronounced.

*The study was supported by RFBR grant 18-015-00222.*

## ВОПРОСЫ ОБРАБОТКИ РЯДОВ ДАННЫХ ЛОНГИТЮДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Хорсева Н.И.<sup>1,2</sup>, Григорьев П.Е.<sup>3,4</sup>, Скиданова А.А.<sup>5</sup>, Марахова В.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН Институт космических исследований РАН, Москва, Россия [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия.

<sup>4</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

<sup>5</sup> Муниципальное автономное образовательное учреждение Лицей 17 г.о. Химки Московской области, Россия [hsv74@bk.ru](mailto:hsv74@bk.ru), [viktoria-mar@mail.ru](mailto:viktoria-mar@mail.ru)

При обработке рядов данных лонгитюдных исследований, особенно в случае выявления эффектов с квазипериодическими изменениями (например, влияние геомагнитной активности на психофизиологические показатели), мы используем метод наложения эпох. В анализе результатов мониторинга изменений, в частности, простой слухо-моторной реакции при использовании мобильной связи, – величину тренда изменения данного показателя. Однако в работах, посвященных изучению влияния тех или иных внешних факторов с явно циклическими изменениями (например, учебной нагрузки в течение учебного года), исследователи часто используют оценку корреляционных связей между показателями за весь период наблюдения. Но в этом случае, исходя из нашей практики, есть большая вероятность «потери эффекта». Она заключается в том, что при изучении, например, влияния учебной нагрузки на психофизиологические показатели, несмотря на цикличность изменения воздействующего фактора, которая, как правило, остается величиной постоянной в течение учебного года, анализируется весь ряд наблюдения целиком без учета возможных колебаний показателей психофизиологических от недели к неделе наблюдения.

В наших исследованиях мы опирались на изменения коэффициента корреляции между психофизиологических показателей и учебной нагрузкой за каждую неделю наблюдения. В этом случае мы получили мультивариантность этих изменений. У одних респондентов и величина коэффициента корреляции (КК) и знак не изменялись на протяжении всего наблюдения, У других – знак КК изменялся от отрицательного до положительного, что может указывать на мобилизацию эмоционально-волевых усилий

при выполнении учебных заданий. У третьих – эти изменения были прямо противоположные, что может быть оценено как «вработываемость».

Кроме того, такой подход, который заключается в анализе индивидуальных данных участников мониторинга не групповых изменений может дать основу для составления прогноза возможных изменений изучаемых параметров при воздействии различных факторов внешней среды.

### ISSUES OF PROCESSING LONGITUDINAL RESEARCH OF DATA SERIES

**Khorseva N.I.<sup>1,2</sup>, Grigoriev P.E.<sup>3,4</sup>, Skidanova A.A.<sup>5</sup>, Marakhova V.A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Federal state budgetary institution of Russian Academy of Sciences Institute of biochemical physics named after N.M. Emanuel, Moscow.

<sup>2</sup> Federal state budgetary institution of science "Space Research Institute of Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia,

<sup>4</sup> Tyumen State University, Tyumen, Russia, [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

<sup>5</sup> Municipal autonomous educational institution Lyceum 17, Khimki, Moscow Region, Russia  
[hsv74@bk.ru](mailto:hsv74@bk.ru), [viktoria-mar@mail.ru](mailto:viktoria-mar@mail.ru)

When processing data series of longitudinal studies, especially in the case of effects with quasi-periodic changes (for example, the influence of geomagnetic activity on psychophysiological parameters), we use the method of applying epochs. In the analysis of the results of monitoring of changes, for example, a simple auditory-motor reaction using mobile communication – the value of the trend of changes in this indicator. However, in the works devoted to the study of the influence of certain external factors with clearly cyclical changes (for example, the academic load during the school year), researchers often use the assessment of the correlation between the indicators for the entire period of observation. But in this case, based on our experience, there is a high probability of "loss of effect". It lies in the fact that in the study, for example, the impact of the training load on psychophysiological indicators, despite the cyclical changes in the influencing factor, for example, the workload, which usually remains constant during the school year, the whole series of observations is analyzed as a whole, without taking into account possible fluctuations in psychophysiological indicators from week to week of observation.

In our studies, we relied on changes in the correlation coefficient between psychophysiological parameters and workload for each week of observation. In this case we got multivariance of these changes. Some respondents and the value of the correlation coefficient (CC) and the sign did not change throughout the observation, others – the sign of CC changed from negative to positive, which may indicate the mobilization of emotional and volitional efforts in the performance of educational tasks. Third-these changes were directly opposite, which can be assessed as "workability".

In addition, such an approach, which consists in the analysis of individual data of monitoring participants of non-group changes, can provide a basis for forecasting possible changes in the studied parameters under the influence of various environmental factors.

### "ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ПРОФИЛИ" ПРОСТОЙ СЛУХО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ И РЕЖИМ ПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫМ ТЕЛЕФОНОМ

**Хорсева Н.И.<sup>1,2</sup>, Аль-Курди О.Р.<sup>3</sup>, Григорьев П.Е.<sup>4,5</sup>, Марахова В.А.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки (ФГБУН) Институт биохимической физики им. Н.М.Эмануэля РАН Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУН Институт космических исследований РАН, Москва, Россия [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> Муниципальное автономное образовательное учреждение Лицей 17 г.о. Химки Московской области, Россия [kaomar15@yandex.ru](mailto:kaomar15@yandex.ru); [viktoria-mar@mail.ru](mailto:viktoria-mar@mail.ru)

<sup>4</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия.

<sup>5</sup> Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

Термин «латеральные профили» в данном случае следует считать условным, поскольку он описывает величину разницы средних величин ПСМР (простой слухо-моторной реакции) зарегистрированных при моно-предъявлении звукового сигнала правое и левое ухо (ПСМР пр-л). Полученные результаты сравнивались с латеральными предпочтениями каждого участника экспериментов: к какому уху чаще он подносит мобильный телефон (МТ), т.е. регистрировали ипси- (по месту действия) или контралатеральные эффекты (на противоположной стороне от места действия).

Ранее проведенный анализ данных 62 учащихся 10-ти и 11-летнего возраста (Лицея № 17 г.о.Химки,) 23 учащихся 16-17 летнего возраста одной из школ г. Симферополя и 32 студентов в возрасте 17-22 лет из Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского выявил линейную зависимость между проявлениями ипси- и контралатеральных эффектов: с увеличением возраста частота контралатеральных эффектов снижалась, а ипсилатеральных – увеличивалась. Увеличение выборки до 518 детей и подростков 7-12 лет (учащиеся лицеев 10 и 17 г.о.Химки), позволило установить, что выявленные ранее тенденции проявления ипси- и контралатеральных эффектов в зависимости от возраста сохраняются, но уже не носят однозначно линейный характер. Не исключено, что это может быть связано с режимом пользования МТ респондентов (как по длительности, так и ежедневному его использованию).

Исходя из этого, был проведен анализ изменения эффектов у 124 респондентов 7-12 лет, которое находилось под наблюдением 2 и более года. Выявлено мультивариантное изменение показателей для каждой возрастной группы. Кроме того, было установлено, что эти изменения могут быть детерминированы исходным дисбалансом показателей ПСМР пр-л до начала пользования МТ. Установлено, что часть изменений параметров ПСМР пр-л с началом пользования МТ направлена как **от** воздействия, так и **к** месту воздействия. Оценка этих изменений с помощью критерия знаков в выделенных подгруппах установил, что эти изменения статистически значимы ( $p < 0.01$ ).

## **"LATERAL PROFILES" OF A SIMPLE AUDIO-MOTOR REACTION AND THE MODE OF USING A MOBILE PHONE**

**Khorseva N.I.<sup>1,2</sup>, Al'-Kurdi O.R.<sup>3</sup>, Grigoriev P.E.<sup>4,5</sup>, Marakhova V.A.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Federal state budgetary institution of Russian Academy of Sciences Institute of biochemical physics named after N.M. Emanuel, Moscow.

<sup>2</sup> Federal state budgetary institution of science "Space Research Institute of Russian Academy of Sciences", Moscow, Russia [sheridan1957@mail.ru](mailto:sheridan1957@mail.ru)

<sup>3</sup> Municipal autonomous educational institution Lyceum 17, Khimki, Moscow Region, Russia [kaomar15@yandex.ru](mailto:kaomar15@yandex.ru); [viktoria-mar@mail.ru](mailto:viktoria-mar@mail.ru)

<sup>4</sup> V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia,

<sup>5</sup> Tyumen State University, Tyumen, Russia, [grigorievpe@cfuv.ru](mailto:grigorievpe@cfuv.ru)

The term "lateral profiles" in this case should be considered conditional, because it describes the difference between the average values of the SAMR (simple auditory-motor reaction) recorded at the mono-presentation of the sound signal right and left ear (PSMR r-l). The results were compared with the lateral preferences of each participant of the experiments: to which ear more often he brings a mobile phone (MP), i.e. recorded ipsi- (at the site of action) or contralateral effects (on the opposite side of the site of action).

Previously, the analysis of the data of 62 pupils of 10 and 11 years of age (Lyceum № 17, Khimki,) 23 pupils of 16-17 years of age of one of the schools in Simferopol and 32 students aged 17-22 years from the V.I. Vernadsky Crimean Federal University revealed a linear relationship between the manifestations of ipsi- and contralateral effects: with increasing age, the frequency of contralateral effects decreased, and ipsilateral effects increased. An increase in the sample to 518 children and adolescents 7-12 years (students of lyceums 10 and 17, Khimki), allowed to establish that the previously identified trends in the manifestation of ipsi- and contralateral effects, depending on age, remain, but are no longer uniquely linear. It is possible that this may be due to the mode of use of MP respondents (both in duration and daily use).

Based on this, an analysis was conducted of the changes in effects for the 124 respondents 7-12 years, which were under the supervision of 2 or more years. Multivariate change of indicators for each age group was revealed. In addition, it was found that these changes can be determined by the initial imbalance of the SAMR r-l indicators before the use of MP. It was found that part of the changes in the parameters of SAMR r-l with the beginning of the use of MP is directed both from exposure and to the site of exposure. Evaluation of these changes using the criterion of signs in the selected subgroups found that these changes are statistically significant ( $p < 0.01$ ).

## **СЕНСОМОТОРНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЦНС ИНОСТРАННЫХ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА**

**Хренкова В.В., Абакумова Л.В., Гафиятуллина Г.Ш.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ростов-на-Дону, Россия; [vvkhrenkova@gmail.com](mailto:vvkhrenkova@gmail.com)

Целью работы явилось исследование особенности функционального состояния ЦНС (ФС ЦНС) воспитанников подготовительного факультета РостГМУ на начальном и завершающем этапе обучения по показателям сенсомоторной реакции.

В обследовании приняли участие 110 обучающихся 18-19 лет, прибывших из стран Дальнего Зарубежья (52 девушки – 1 группа и 58 юношей – 2 группа). Оценку ФС ЦНС осуществляли на базе основных показателей (ПЗМР) в состоянии относительного мышечного покоя в соответствии с требованиями комитета по биоэтике РостГМУ. Обследование проводили в два этапа - в начале и в конце учебного года. По величине среднего времени ответной реакции (СВР) определяли уровень быстродействия - УБ (высокий, средний и низкий), по его среднеквадратичному отклонению (СКО) – уровень стабильности реакции (УСР). Выявлены существенные межгрупповые различия данных показателей: в первом обследовании: у 32,0% девушек и у 47,7% юношей зарегистрирован высокий УБ ( $p \leq 0,05$ ). В конце года у 11,7% девушек УБ повысился, у 15,2% юношей – снизился ( $p \leq 0,05$ ). У половины всех обследованных УБ был средний, у остальных (7,5-14,7%) – низкий. В первом обследовании достоверно было больше девушек с высоким УСР по сравнению с юношами (42,3% и 27,1% соответственно,  $p \leq 0,05$ ). Во втором обследовании у девушек изменений УСР не выявлено, у юношей стабильность реакций повысилась (43,1%). Уровни быстродействия и стабильности реакций наряду с уровнем произвольного внимания и уровнем тревожности определяют в значительной степени качество сенсомоторной интеграции, мерой которого, вероятно, может служить количество допущенных ошибок при выполнении теста. В обеих группах выявлено достоверное снижение пропусков и упреждений стимула к концу учебного года, межгрупповые различия были зарегистрированы лишь в начале учебного года – юноши допускали ошибки чаще, чем девушки. На основе УБ и УСР осуществлялась оценка ФС испытуемых (оптимальное, удовлетворительное, неудовлетворительное). Неудовлетворительное ФС выявлено в обеих группах в начале и в конце года у 1,7-5,8%. Высокий уровень ФС в группе девушек достоверно не отличался в первом и во втором обследовании (32,7% и 40,4%), в группе юношей выявлено достоверное его снижение (с 48,3% до 32,8%). Количество девушек с удовлетворительным ФС было одинаково, количество же юношей – достоверно увеличилось (с 46,5% до 65,5%).

Таким образом, из проведенного исследования следует, что качество сенсомоторной интеграции в значительной степени отражает текущее ФС ЦНС.

## SENSORIMOTOR INTEGRATION AS AN INDICATOR OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM FUNCTIONAL STATE OF FOREIGN STUDENTS OF THE PREPARATORY FACULTY

Khrenkova V. V., Abakumova L. V., Gafiyatullina G. Sh.

Federal state budgetary educational institution of higher education "Rostov state medical University" of the Ministry of health of the Russian Federation, Rostov-on-Don, Russia; vvkhrenkova@gmail.com

The aim of the work was to study the features of the central nervous system functional state (CNS FS) of the preparatory faculty students of RostSMU at the initial and final stage of training basing on sensorimotor response.

110 students 18-19 years old who came from foreign countries (52 girls – 1st group and 58 boys – 2nd group) were examined during the survey. Assessment of the CNS functional state was carried out as part of basic indicators of simple visual-motor reaction in a state of relative muscle rest in accordance with the requirements of the Committee on bioethics of RostSMU. The examination was carried out in two stages - at the beginning and at the end of the school year. The average response time was used to determine the rate of response (RR) - high, medium and low, and its mean root square deviation showed the level of reaction stability (LRS). Significant intergroup differences of these indicators were revealed: in the first survey: 32.0% of girls and 47.7% of boys had high rate of response ( $p \leq 0.05$ ). At the end of the year, the RR increased in 11.7% of girls and decreased in 15.2% of boys ( $p \leq 0.05$ ). Half of all the surveyed had an average rate of response, the rest (7.5-14.7%) had low one. In the first survey, there were significantly more girls with high level of reaction stability compared to boys (42.3% and 27.1%, respectively,  $p \leq 0.05$ ). In the second survey, no changes in LRS were found in girls, while the stability of reactions increased in boys (43.1%). The levels of speed and stability of reactions along with the level of active attention and the level of anxiety determine to a large extent the quality of sensorimotor integration, a measure of which, probably, can be the number of mistakes made during the test. In both groups there was a significant reduction in stimulus absences and advances by the end of the school year; intergroup differences were recorded only at the beginning of the school year – boys made mistakes more often than girls. On the basis of rate of response and level of reaction stability the assessment of FS of the surveyed (desirable, satisfactory, unsatisfactory) was carried out. Unsatisfactory FS was found in both groups at the beginning and at the end of the year in 1.7-5.8%. The high level of FS in the group of girls did not differ significantly in the first and second survey (32.7% and 40.4%), while in the group of boys its significant decrease was revealed (from 48.3% to 32.8%). The number of girls with satisfactory FS was the same, while the number of boys increased significantly (from 46.5% to 65.5%).

Thus, the study shows that the quality of sensorimotor integration largely reflects the current functional state of the central nervous system.

## АСИММЕТРИЯ ТОЛЩИНЫ КОРЫ В НИЖНЕЙ ПОЛУЛУННОЙ ДОЛЬКЕ МОЗЖЕЧКА НА ЭТАПЕ РАННЕГО ДЕТСТВА

Цехмистренко Т.А., Мазлоев А.Б., Черных Н.А.

ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов", Москва, РФ, [tsekhmistrenko\\_ta@pfur.ru](mailto:tsekhmistrenko_ta@pfur.ru)

<https://doi.org/10.29003/m612.sudak.ns2019-15/444-445>

С помощью гистологических и количественных методик изучали кору мозжечка (31 наблюдение) детей обоего пола в возрасте от рождения до 3 лет, погибших насильственной смертью без травм мозга. Кусочки вырезали в области латерального отдела правой и левой нижних полулуных долек (Н VII А). Материал детей первого года жизни группировали по месяцам (16 наблюдений), остальной материал - в годовых интервалах. Парафиновые срезы толщиной 10 мкм изготавливали во фронтальной проекции и окрашивали крезильным фиолетовым по Нисслю. На основе анализа оптических изображений препаратов с применением программы Image-Tools (National Institutes of Health, USA) определяли толщину коры (ТК) на вершине и боковой стенке мозжечкового листка, а также в области дна борозды между листками. Значимость различий между средними величинами ТК различных возрастных групп или разных корковых локусов определяли, вычисляя доверительный интервал с уровнем значимости  $P=95\%$ .

Установлено, что в области Н VII А правого полушария мозжечка новорожденных ТК варьирует на вершине извилины от 316,8 до 501,2 мкм, составляя в среднем  $412,4 \pm 24,0$  мкм, на боковой стенке – от 216,7 до 348,8 мкм, в среднем –  $274,1 \pm 17,2$  мкм, на дне борозды – от 153,2 до 268,2 мкм, в среднем –  $205,4 \pm 14,8$  мкм. На первом году жизни увеличение ТК во всех локусах наблюдается от 2 до 4 месяцев, а также от 9 до 12 месяцев. К 2 годам ТК нарастает на боковой стенке извилины и дне борозды, к 3 годам - на боковой стенке. В области Н VII А левого полушария мозжечка новорожденных ТК варьирует на вершине извилины от 280,0 до 332,4 мкм, составляя в среднем  $311,5 \pm 6,8$  мкм, на боковой стенке – от 195,4 до 238,5 мкм, в среднем –  $220,8 \pm 5,6$  мкм, на дне борозды – от 168,8 до 229,2 мкм, в среднем –  $201,5 \pm 7,8$  мкм. Рост ТК во всех локусах наблюдается от 2 до 5 месяцев, а также от 10 до 12 месяцев. К концу первого года значимый годичный прирост ТК слева отмечается во всех зонах мозжечкового листка, особенно на боковой стенке. К 2 годам поперечник коры увеличивается в области апикальных отделов извилины, к 3 годам – на её вершине и на дне борозды. Сравнение темпов постнатального прироста коры мозжечка показало, что на вершине извилины толщина коры увеличивается от рождения до 3 лет справа в 1,5 раза, слева в 2,0 раза; на боковой стенке справа – в 2,0 раза, слева – в 2,6 раза; в области дна борозды справа и слева – в 1,2 раза. Таким образом, на вершине и боковой стенке мозжечкового листка градиент темпов роста ТК в области нижней полулуной долики увеличивается в направлении от правого полушария к левому.

*Публикация подготовлена при поддержке Программы РУДН «5-100».*

## ASYMMETRY OF CORTICAL THICKNESS IN THE INFERIOR SEMILUNAR LOBULE OF CEREBELLUM AT THE EARLY CHILDHOOD

Tsekhmistrenko Tatyana A., Mazloev Aslan B., Chernykh Nicolas A.

Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia, [tsekhmistrenko\\_ta@pfur.ru](mailto:tsekhmistrenko_ta@pfur.ru)

Using histological and quantitative techniques, the cerebellar cortex (31 observations) of children of both sexes aged from birth to 3 years who died a violent death without brain trauma was studied. The pieces were cut in the lateral region of the right and left lower semilunar lobules (H VII A). The material of children of the first year of life was grouped by months (16 observations), the rest of the material - in annual intervals. Paraffin sections with a thickness of 10  $\mu\text{m}$  were made in frontal projection and stained with cresyl violet according to Nissl. Based on the analysis of optical images of preparations using the Image-Tools program (National Institutes of Health, USA), the thickness of the cortex (ThC) was determined at the top and side of the folium of cerebellum, as well as in the bottom of the furrow between the folia. The significance of the differences between the mean ThC values of different age groups or different cortical loci was determined by calculating the confidence interval with the significance level  $P = 95\%$ .

It was found that in the H VII A region of the right hemisphere of the cerebellum of neonatal ThC, the apex of the gyrus varies from 316,8 to 501,2  $\mu\text{m}$ , averaging 412,4  $\pm$  24,0  $\mu\text{m}$ , on the side wall from 216,7 to 348,8  $\mu\text{m}$ , on average – 274,1  $\pm$  17,2  $\mu\text{m}$ , at the bottom of the furrow - from 153,2 to 268,2  $\mu\text{m}$ , on average – 205,4  $\pm$  14,8  $\mu\text{m}$ . In the first year of life, an increase in ThC in all loci is observed from 2 to 4 months, and also from 9 to 12 months. By 2 years, the ThC grows on the side wall of the gyrus and the bottom of the furrow, by 3 years - on the side wall.

In the H VII A region of the left hemisphere of the cerebellum of neonatal ThC varies from 280,0 to 332,4  $\mu\text{m}$  at the apex of the gyrus, averaging 311,5  $\pm$  6,8  $\mu\text{m}$ , on the side wall - from 195,4 to 238,5  $\mu\text{m}$ , on average – 220,8  $\pm$  5,6  $\mu\text{m}$ , at the bottom of the furrow - from 168,8 to 229,2  $\mu\text{m}$ , on average – 201,5  $\pm$  7,8  $\mu\text{m}$ . The growth of ThC in all loci is observed from 2 to 5 months, as well as from 10 to 12 months. By the end of the first year, a significant annual increase in ThC on the left is observed in all areas of the cerebellar folium, especially on the side wall. By 2 years, the diameter of the cortex increases in the apical regions of the gyrus, by 3 years - at its top and at the bottom of the furrow. A comparison of the rates of postnatal growth of the cerebellar cortex showed that at the apex of the gyrus, the thickness of the cortex increases from birth to 3 years to the right by 1,5 times, to the left by 2,0 times; on the side wall on the right – 2,0 times, on the left – 2,6 times; in the area of the bottom of the furrow on the right and left – 1,2 times.

Thus, on the top and side of the cerebellar folium, the gradient of growth rates of ThC in the region of the lower semilunar lobule increases in the direction from the right hemisphere to the left.

*The publication has been prepared with the support of the «RUDN University Program 5-100».*

## ФАТАЛИЗМ И СВОБОДА ВОЛИ В СУБЪЕКТИВНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Цыганков В.Д.

НПК БИОМЕДИС, Москва, Россия

Жизнь - это циклический квантово-биохимический процесс, состоящий из  $NS^{\max}$  циклов длительностью  $T_{ж}$  равно  $U_{ж} = NS^{\max} \times U^{\max}$  и с периодом  $T_{ц}$  равно  $U^{\max}$ . Здесь  $U$  – собственное внутреннее время организма, ход которого обеспечивают ББЧ – Большие Биологические Часы [1], находящиеся в генах *per1*, *per2*, *per3* субхиазмального (схя) ядра гипоталамуса.  $NS^{\max}$ ,  $U^{\max}$ ,  $\Delta U=1$ -генетически заданные значения параметров, выраженных в собственных, оптимальных ритмах (по Н.Е.Введенскому [2]) частот органов и систем.

Виртуализация процессов ВНД в нашей системе [4] – это надстройка, иерархия информационных кодов: информация из морфологии, из динамики материального превращается в «темное», идеальное, в новую информацию и в над-информацию. Еще в 1913 году у З.Фрейда эта идея виртуализации ясно сформулирована в его «Толковании сновидений». З.Фрейд подсказывает нам текстом и, для убедительности, представленными его же рисунками, где следует искать локализацию БЕССОЗНАТЕЛЬНОГО и СОЗНАНИЯ в мозге.

Рассмотрим реально воплощенную в нейрочипе распределенную по слоям виртуальных нейронов память, описанную выше З.Фрейдом. Это наглядная визуализация или регистрация практической работы электронного мозга робота-дрона по восприятию объективного образа внешней среды  $S_1$  и преобразованию его в состояние внутренней среды  $P_0$ , в образ  $\{X\}=P_0(U)$  – в образ субъективной реальности (СР).

Эти три, расположенных друг над другом в масштабе семейства кривых и есть количественное графическое изображение личного субъективного вероятностного пространства, названного мною пространством фатализма или, если хотите, фортуны или судьбы. Но эти психофизические понятия неразрывно связаны с их дуальными понятиями: вероятностью Свободы воли и вероятностью Свободы выбора.

В действительности, **никакого психофизического дуализма между фатализмом и свободой воли не существует! Фатализм (судьба) и Свобода воли (свобода выбора) – это один и тот же динамический процесс (фото 1) активного переживания (бессознательного или осознаваемого) организмом субъективной реальности.**

От «Толкования сновидений» З.Фрейда к теории СУДЬБОАНАЛИЗА СОНДИ, далее к генеалогическим картам пациентов.

Виды выбора в своей судьбе и три совета как себя вести, чтобы быть благодарным судьбе и быть счастливым.

Психологический «Тест Сонди» из 48 фотопортретов. Фатализм, Рок, Свобода выбора и Свобода воли. Фортуна – везение, удача. Субъективная реальность (СР) и Самооценка Я. Парабиоз Н.Е.Введенского

## О НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЕ БУДУЩЕГО

Цыганков В.Д.

НПК БИОМЕДИС, Москва, Россия

Прошло 30 лет со времени проведения в 1988 г. первой в СССР научной дискуссии о нейрокомпьютерах, организованной в г. Пущино по инициативе В.И. Крюкова.

Спустя 10 лет в рамках Научной сессии МИФИ-19 (г. Москва), и ежегодной Всероссийской научной конференции «Информатика-99» 20-22 января 1999 г. прошла вторая дискуссия о нейрокомпьютерах, в перечень обсуждаемых вопросов которой А.А. Фроловым добавлена проблема «Об архитектуре нейрокомпьютеров» [1].

А есть ли сегодня нейрокомпьютеры вообще? Почему пуст рынок нейрокомпьютеров? Или нейрокомпьютинг, в отличие от формальных и естественных нейронных сетей, – это тупиковый путь в нейронауке?

По-видимому, спустя 20 лет, назрела необходимость в новой всесторонней широкой научной дискуссии о нейрокомпьютерах. Где в настоящее время находится нейрокомпьютинг как перспективное научное направление познания и моделирования нейронных сетей, работы целого мозга и отдельных его структур, раскрытия феномена сознания и интеллекта? Нужно формально определить термин «НЕЙРОКОМПЬЮТЕР». Сейчас нейрокомпьютером что только не называют! И интерфейс «мозг-компьютер», и формальную искусственную нейронную сеть (ИНС), и программу на обычном смартфоне, и встраиваемый в мозг нейрочип, и матричный математический аппаратный ускоритель для ноутбука и т. д. и т. п. Необходима классификация нейрокомпьютеров, например, типа специальный и универсальный НК, должен быть общепринятый перечень параметров нейрокомпьютеров, их эффективности и общепользовательских свойств. Следует четко определить области пересечения объектов исследования «нейрокомпьютер и мозг как орган - целостная сущность», «нейронаука, естественные нейронные сети и искусственные нейронные сети (ИНС)».

В докладе, на примере созданного электронного нейрочипа виртуального нейрокомпьютера (ВНК типа «ЭМБРИОН»), с помощью которого успешно решены ряд прикладных задач в ОПК (радиотехнической, авиационной, оборонной промышленности и среднего машиностроения) [2], предлагается определение термина «НЕЙРОКОМПЬЮТЕР», приводится перечень из десяти параметров, признаков и свойств эффективности нейрокомпьютера. Рассмотрен практически реализованный генетически - эволюционный алгоритм функционирования нейрокомпьютера как гетероморфного и гетерохронного устройства обработки информации и управления. Продемонстрированы примеры путей решения с помощью ВНК трудных проблем, обозначенных в прошедших дискуссиях (коннекционизма Хопфилла, устойчивости возбуждения, проблема огромной комбинаторики, синхронизации, внимания и доминанты).

Я предлагаю Организационным комитетам форумов «Нейрокомпьютеры и их применение». «Нейроинформатика», Руководству НСМИИРАН, секции «Нейрофилософия», ЦДУ (Москва) организовать очередную широкую, международную научную дискуссию по нейрокомпьютерам. Актуальность такой дискуссии налицо.

Литература

1. ДИСКУССИЯ О НЕЙРОКОМПЬЮТЕРАХ. НЕЙРОИНФОРМАТИКА-99. МИФИ. М. 2000. 224 с.
2. Цыганков В.Д. Виртуальность и сознание. М. ПЕРО. 2016. 416 с.

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТРЕССА У СТУДЕНТОВ ВУЗА

Цыганок Т.В., Совершаева С.Л.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Архангельск, Россия; seniorita80@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m613.sudak.ns2019-15/446-447>

Исследование функционирования головного мозга по электрическим ритмам является одним из стабильных подходов к анализу принципов его работы. Изучали индивидуально-типологические особенности биоэлектрической активности головного мозга студентов младших курсов в условиях экзаменационного стресса.

В исследовании функций центральной нервной системы приняли участие 45 студентов 1- 2 курса, средний возраст 19+1,06 лет. Все были практически здоровыми на момент исследования. ЭЭГ регистрировалась монополярно при фоновой записи («Нейрон-спектр-4», Иваново) в точках Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 в течение 3 минут. Запись проводилась три раза: в период сессии, перед и после экзамена.

Статистический анализ проводился методами описательной статистики и сравнительного анализа с помощью программы Statistica 6.0. Оценку различий проводили по критериям Фридмана и Вилкоксона. Различия средних величин считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,017$ .

После визуального анализа и оценки десинхронизации альфа ритма все испытуемые были распределены на три группы. 1 группа с низкоамплитудным альфа-ритмом, 2 группа – со средними значениями альфа-ритма и 3 группа – с максимально выраженными амплитудными значениями альфа-ритма. В 1 группе отмечается выраженность медленноволновой активности в лобных, центральных и парietальных зонах. Кроме этого, у лиц этой группы наблюдается преимущественная активация зон правого полушария по сравнению с левым, как в покое так и при стрессовой нагрузке на ЦНС. Структура спектра остается практически неизменной на всех этапах исследования, что говорит о стабильности нейродинамических процессов. Лица 2 группы характеризуются незначительным усилением диапазонов всех ритмов и наличием лидирующего альфа-ритма в паттерне ЭЭГ. Реакция на стрессовые нагрузки сопровождается усилением доминирующей роли альфа-ритма, как в правом, так и в левом полушарии. У

лиц 3 группы изменения в спектре амплитуды альфа-ритма приводят к доминированию правого полушария. Изучение регуляторных процессов ЦНС у студентов этой группы при адаптации к информационным нагрузкам сопровождается резким падением амплитуды и мощности альфа-ритма после экзамена по сравнению с функциональным состоянием до экзамена и фоновым исследованием.

### **PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF STRESS IN UNIVERSITY STUDENTS**

**Tsyganok Tatiana V., Sovershaeva Svetlana L.**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "North State Medical University" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Arkhangelsk, Russia. seniorita80@mail.ru

The study of the functioning of the brain on electrical rhythms is one of the stable approaches to the analysis of the principles of its work. We studied individual typological features of the bioelectric activity of the brain undergraduate students under exam stress.

The study of the functions of the central nervous system was attended by 45 students. 1 and 2 course, average age 19 + 1.06 years. At the time of the study, no acute illnesses were identified. EEG was registered monopolarly with background recording at points Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2 for 3 minutes. The recording was done three times: during the session, before and after the exam. Statistical analysis was performed by descriptive statistics method and comparative analysis using program Statistica 6.0. The assessment was performed by criteria of Friedman and Wilcoxon. Differences in mean values were considered significant at a significance level of  $p < 0.017$ .

After visual analysis and assessment of alpha rhythm desynchronization, all subjects were divided into three groups. First group with low-amplitude alpha rhythm, second group - with average values of alpha-rhythm and third group - with the most pronounced amplitude values of alpha - rhythm. In first group, the intensity of slow-wave activity in the frontal, central and parietal zones is noted. In addition, in this group there is a predominant activation of the zones of the right hemisphere compared to the left, both at rest and under stressful load on the central nervous system. The structure of the spectrum remains almost unchanged at all stages of the study, which indicates the stability of neurodynamic processes. Persons of second group are characterized by a slight increase in the ranges of all rhythms and the presence of a leading alpha rhythm in the EEG pattern. The stress response is accompanied by an increase in the dominant role of the alpha rhythm, both in the right and in the left hemisphere. In third group, changes in the spectrum of the amplitude of the alpha rhythm lead to the dominance of the right hemisphere. Study CNS regulatory processes in this group of students during adaptation to load information accompanied by a sharp drop in their power amplitudes and alpha rhythm after examination compared to a functional state exam and baseline studies.

### **НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОММУНИКАЦИИ В МАЛОЙ ГРУППЕ**

**Чаузова Е.Е., Шошина И.И**

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия,  
echauzova@gmail.com, shoshinai@mail.ru

Исследование нейрокогнитивных аспектов эффективной коммуникации обеспечивает возможность ее повышения, что, безусловно, определяет показатели работы коллектива. В связи с этим представляется актуальным их изучение, в частности с позиций теории о когнитивных стилях (Холодная, 2004), теории пространственно-частотной фильтрации (Campbell, Robson, 1968; Ginsburg, Evans, 1979; Глезер, 1973), механизмов глобального и локального анализа информации (Шелепин, 2000). Показано, что индивидуально-своеобразные способы переработки информации имеют под собой биологическую основу (Шошина, Шелепин, 2016). Авторами установлена связь когнитивного стиля полезависимость/полнезависимость с глобальным/локальным механизмом анализа изображений.

Настоящее исследование направлено на изучение взаимосвязи механизмов зрительного восприятия информации (локального и глобального анализа) и эффективности взаимодействия лиц с полезависимым и полнезависимым когнитивным стилем. В пилотном исследовании приняли участие 23 человека - сотрудники крупного промышленного холдинга.

Когнитивный стиль «Полезависимость/Полнезависимость» определяли с помощью методики «Фигуры Готтшальдта». Оценку эффективности взаимодействия сотрудников проводили с помощью социометрического метода исследования малой группы Морено. Для статистического анализа полученных данных использовали критерий Манна-Уитни пакета IBM SPSS Statistics 23.

Более высокий социометрический статус характерен для группы лиц с мобильным полезависимым и мобильным полнезависимым стилем по сравнению с группой лиц с полезависимым стилем ( $p = 0,006$ ). Лица, относящиеся к мобильной группе, в среднем получили 54% положительных выборов в своём отделе из числа возможных, тогда как полезависимые лица - 31%.

В целом, группа лиц с мобильным полезависимым и мобильным полнезависимым когнитивным стилем имела достоверно большее количество взаимных эмоциональных предпочтений по сравнению с лицами с полезависимым когнитивным стилем ( $p = 0,011$ ). В среднем они получили 32% взаимных позитивных выборов в своём отделе из числа возможных, тогда как лица с полезависимым когнитивным стилем - 19%.

Таким образом, группа лиц с мобильным полезависимым и мобильным полнезависимым когнитивным стилем имела достоверно более высокое положение в статусной иерархии и стабильное положение в системе межличностных отношений, по сравнению с группой лиц, имеющих полезависимый когнитивный стиль.



## NEUROCOGNITIVE ASPECTS OF COMMUNICATION EFFICIENCY IN A SMALL GROUP

Chauzova E.E., Shoshina I.I.

Pavlov Institute of Physiology of the Russian Academy of Sciences, Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburg, Russia,  
[echauzova@gmail.com](mailto:echauzova@gmail.com), [shoshinai@mail.ru](mailto:shoshinai@mail.ru)

The study of the neurocognitive aspects of effective communication provides the possibility of its improvement, what, of course, determines the team performance indicators. In this regard, it seems relevant to study them, in particular from the standpoint of the cognitive styles theory (Kholodnaya, 2004), the theory of spatial frequency filtering (Campbell, Robson, 1968; Ginsburg, Evans, 1979; Glezer, 1973), the mechanisms of global and local information analysis (Shelepin, 2000). It is shown that individually specific ways of information processing have a biological basis (Shoshina, Shelepin, 2016). The authors established a connection of the field dependent / field independent cognitive style with the global / local mechanism of image analysis.

The aim of this research is to study the relationship of the visual perception mechanisms of information (local and global analysis) and the interaction's effectiveness of individuals with the field-dependent and field-independent cognitive style. 23 people, employees of a large industrial holding, took part in the pilot study.

The method of "Gottshaldt figures" was used to assess the cognitive style of "Field Dependence / Field Independence". Evaluation of the interaction's effectiveness in the department was carried out using the Moreno sociometric method for studying the small group. Statistical analysis was done using the Mann-Whitney U test of IBM SPSS Statistics 23.

A group of persons with a mobile field dependent and mobile field independent style is characterized by a higher sociometric status as compared to a group of people with a field dependent style ( $p = 0.006$ ). Persons belonging to the mobile group, on average, received 54% of the positive choices in their department among the possible ones, while field dependent members - 31%.

In general, a group of persons with a mobile field dependent and mobile field independent cognitive style had a significantly greater number of mutual emotional preferences as compared with individuals with field-dependent cognitive style ( $p = 0.011$ ). On average, they received 32% of mutually positive elections in their department among the possible ones, while those with a field-dependent cognitive style - 19%.

Thus, the group of persons with a mobile field dependent and mobile field independent cognitive style had a significantly higher position in the status hierarchy and more stable position in the system of interpersonal relations as compared with the group of persons with a field dependent cognitive style.

## ЭЛЕКТРОАКТИВНЫЙ ЛПС-СОДЕРЖАЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ «КЛЕТКА-НА-ЧИПЕ»

Черенков И.А.<sup>1,2</sup>, Мырина А.Ю.<sup>2</sup>, Сергеев В.Г.<sup>1,2</sup>,

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО Ижевская государственная медицинская академия, г. Ижевск, Россия; [ivch75@yandex.ru](mailto:ivch75@yandex.ru)

Значительный исследовательский интерес представляют разработки биоспецифичных интерфейсов для систем «клетка-на-чипе». В гибридном биоэлектронном устройстве необходимо обеспечить надежное формирование сигнала в ответ на точно дозированный специфический стимул. Биоспецифическим стимулом для многих типов клеток являются бактериальные липополисахариды (ЛПС). Молекулы ЛПС, согласно данным физико-химических экспериментов, демонстрируют выраженное сродство к красителям фенотиазинового ряда, в частности, к толуидиновому синему (ТС). Фенотиазины легко вступают в реакцию электрополимеризации, формируя на поверхности электрода биосовместимый электроактивный полимер, способный реагировать на изменения окислительно-восстановительного равновесия в среде.

Целью настоящей работы стало исследование возможности получения на электроде в ходе электрополимеризации комплекса полимерной формы толуидинового синего (полиТС) и бактериального липополисахарида.

Процесс электрополимеризации ТС осуществляли по методике А.А. Карякина, задавая на рабочем электроде циклическую развертку потенциала в диапазоне +1200...-400 мВ, 20 циклов, скорость развертки потенциала 90 мВ/с. Вольтамперные кривые, полученные в таком режиме, имеют ряд характерных областей – в области высоких положительных потенциалов формируются пики необратимого окисления соответствующие формированию радикалов ТС. На протяжении 20 циклов полимеризации в этой области наблюдался линейный рост силы тока. В присутствии ЛПС характер зависимости «ток-время» менялся – до 9 цикла токи снижаются, а затем наблюдается рост. Вероятно, ЛПС, связываясь с ТС или блокируя поверхность электрода, затрудняет процесс формирования радикалов ТС. В присутствии ЛПС существенно снижаются токи, характеризующие превращения мономерной формы ТС, а в диапазоне потенциалов +400...-200 мВ (зона, характеризующая рост полимера) различия в значениях силы тока оказались не существенными. Вольтамперограммы остаточной активности полимеров, полученных в контрольных условиях и в присутствии ЛПС оказались сходными.

Таким образом, бактериальный липополисахарид оказывает влияние на электрохимическое поведение мономерной формы ТС, не затрудняя при этом рост полимера, и позволяет в ходе электрополимеризации получить ЛПС-содержащий электроактивный полимер.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-015-00177а*

## ELECTROACTIVE LPS-CONTAINING MATERIAL TO STUDY FOR "CELL-ON-CHIP"

Cherenkov Ivan A.<sup>1,2</sup>, Myrina Anna U.<sup>2</sup>, Sergeev Valery G.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Udmurt State University; <sup>2</sup> Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk, Russia; [ivch75@yandex.ru](mailto:ivch75@yandex.ru)

Developments of biospecific interfaces for "cell-on-chip" systems is of considerable research interest. It is necessary to achieve signal generation in response to a precisely dosed specific stimulus in a hybrid bioelectronics device. Bacterial lipopolysaccharides (LPS) are the biospecific stimulus for many cells types. LPS molecules,

according to some physical-chemical experiments, show pronounced affinity to phenothiazine dyes like toluidine blue (TB). Phenothiazines are easily involved in the electro-polymerization reactions and form a biocompatible electroactive polymer, capable of reacting to changes in the redox equilibrium in the medium, on the electrode surface.

The aim of the research was to study the possibility of the obtaining polymer form of toluidine blue (polyTB) and bacterial lipopolysaccharide on the electrode by electropolymerization.

The process of electropolymerization of the TB was carried out by the method of A. A. Karyakin. The working electrode had a cyclic potential scan in the range of +1200...-400 mV, 20 cycles, 90 mV/sec. The current-voltage curves obtained in this mode have a number of characteristic regions. So, irreversible oxidation peaks are formed in the region of high positive potentials. They correspond to the formation of TB radicals. The current had increased for 20 cycles. However, the character of the dependence of "current-time" has varied in the presence of LPS (the currents are reduced to the 9th cycle and then they are increased). Likely, the LPS was associated with the TB or blocked the electrode surface and complicated the process of formation of the TB radicals. The currents characterizing the transformations of the monomer form of the TB were significantly reduced in the presence of LPS, but the differences in the current values were not significant in the potential range +400...-200 mV (the zone of the polymer growth). The current-voltage curves of residual activity of the polymers in the control and in the presence of LPS were similar.

Thus the bacterial lipopolysaccharide has an effect on electrochemical behavior of the monomer form of the TB. It does not complicate the polymer growth and allows obtaining LPS-containing electroactive polymer by electropolymerization.

*This work was supported by RFBR grant No. 18-015-00177a*

### **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ АНТИЦИПАЦИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА С АТИПИЧНЫМ РАЗВИТИЕМ**

**Черенкова Л.В., Соколова Л.В.**

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; [chluvic@mail.ru](mailto:chluvic@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m614.sudak.ns2019-15/449-450>

С использованием прайминг-парадигмы у детей 6–7 лет с типичным развитием (ТР), с задержкой психического развития (ЗПР) и с расстройством аутического спектра (РАС) изучали влияние предваряющей зрительной информации на скорость распознавания зрительных стимулов разной степени сложности в зависимости от интервала между тестовым (фигуры зверей, кляксы разной конфигурации, изображения решеток из вертикальных и горизонтальных линий с высокой частотой следования) и прайм-стимулами (комбинированные изображения, представляющие собой сочетание двух тестовых стимулов, один из которых представлял глобальный, а другой — локальный, встроенный, элементы изображения). У детей с ТР отмечено облегчающее влияние предваряющей глобальной информации на время распознавания зрительных объектов независимо от степени их сложности и вербального кодирования. У детей с ЗПР большее влияние на распознавание фигур также оказывал глобальный элемент прайм-стимула, при этом величина прайминг-эффекта и эффекта облегчения зависела от уровня общего недоразвития речи. При высокой выраженности речевого расстройства отмечалось полное отсутствие облегчающего влияния предваряющей зрительной информации на различение оформленных изображений (фигур зверей и клякс). При низком уровне общего недоразвития речи облегчающее влияние предваряющей зрительной информации на временные параметры различения отмечалось только для знакомых, легко вербально кодируемых изображений (фигуры зверей), тогда как при различении неформированных фигур (кляксы) и линий разной ориентации эффект облегчения был направлен на оба стимула, что не позволяло ребенку выделить нужный элемент текущей зрительной информации на основе предваряющей информации. Для детей с РАС облегчающее влияние на временные параметры различения тестовых фигур оказывали локальные элементы предваряющей зрительной стимуляции, что свидетельствует о качественном нарушении процесса взаимодействия локальной и глобальной информации при распознавании целостного объекта. Однако эффективность этого процесса зависела от типа распознаваемых стимулов (сложности изображений и возможности их вербализации), а также от уровня развития речи.

Таким образом показано, что реализация процессов антиципации у детей с атипичным развитием зависит от типа априорной информации и от уровня нарушения речевого и психического развития.

*Исследование проведено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 17-06-000644-ОГН18.*

### **ANTICIPATION PROCESSES IN CHILDREN OF PRESCHOOL AGE WITH ATYPICAL DEVELOPMENT**

**Cherenkova Ludmila V., Sokolova Lyudmila V.**

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia; [chluvic@mail.ru](mailto:chluvic@mail.ru)

Using the priming paradigm in children 6–7 years of age with typical development (TD), mental retardation (MR), and autistic spectrum disorder (ASD), the effect of anticipatory visual information on the rate of recognition of visual stimuli of varying degrees of difficulty was studied. Established the dependence of the identification time on the interval between the test (animal figures, blots of different configurations, drawings of grids of vertical and horizontal lines with a high spatial frequency) and prime stimuli (imbedded pictures representing a combination of two test stimuli, one of which was global, and the other one is local, embedded elements).

In children with TDs, the facilitating effect of anticipating global information on the recognition time of visual objects, regardless of their degree of complexity and verbal coding, has been noted. In children with MRs, the global element of the prime stimulus also had a greater influence on time recognition, with the magnitude of the priming effect and the facilitation effect depending on the level of general speech underdevelopment. With a high degree of speech disorders, there was a complete absence of the facilitating effect of the anticipating visual

information on the identification of objects (figures of animals and drawings of blots). With a low level of general speech underdevelopment, the facilitating effect of anticipating visual information on the time discrimination was noted only for familiar, easily verbally coded objects (animal figures). When identified pictures of blots and lines of different orientations, the facilitation effect was directed to both stimuli, which did not allow the child to select the necessary element of current visual information on the basis of the anticipating information. For children with ASD, the local elements of the anticipating visual stimulation had a facilitating effect on the time responses, which indicates a qualitative disorders of the interaction process of local and global information. However, the effectiveness of this process depended on the type of presentation stimuli (the complexity of images and the possibility of their verbalization), as well as on the level of speech development.

Thus, it is shown that the anticipation processes in children with atypical development depends on the type of a priori information and on the level of the speech disorders and mental development.

*This study was founded RFBR according to the research project No. 17-06-000644-DHN\18.*

### **ВЛИЯНИЕ 1-ГИДРОКСИ-1,1-ЭТИЛИДЕНДИФОСФОНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПОВЕДЕНИЕ САМЦОВ И САМОК КРЫС**

**Черетаев И.В., Чуюн Е.Н., Раваева М.Ю., Шульгин В.Ф.**

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», Симферополь, Россия,  
[cheretaev86@yandex.ru](mailto:cheretaev86@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m615.sudak.ns2019-15/450-451>

1-гидрокси-1,1-этилидендифосфоновая кислота (ГДК) используется в медицине для лечения остеопороза и опухолевых поражений костей. Известно, что ГДК способна включаться в молекулы аденозинтрифосфата (АТФ) и ингибирует АТФ-зависимые клеточные процессы. Предполагается, что ГДК посредством участия в кальциевой сигнализации и в АТФ-зависимых клеточных процессах может влиять на поведенческие реакции, отражающие функциональное состояние ЦНС.

Цель работы – изучить влияние различных доз ГДК на поведение самцов и самок крыс.

Для эксперимента использовали 60 здоровых половозрелых самцов и 60 самок лабораторных крыс массой 180-200 г линии Вистар, содержащихся в стандартных условиях вивария с свободным доступом к воде и полноценному гранулированному корму. Было отобрано по 6 групп самцов и самок (10 особей в группе) со средней двигательной активностью. Контрольной группе вводили внутривентриально 0,9-% раствор хлорида натрия; пяти экспериментальным – ГДК в дозах 5, 50, 100, 150 и 200 мг/кг соответственно. Поведение крыс изучали через 1 час после инъекций в тестах «открытое поле» («IR Actimeter», PanLab Harvard Apparatus, Испания), «приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ) и Порсолта (НПК «Открытая Наука», Россия). Достоверность различий между группами определяли однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA) с апостериорным тестом Тьюки и критерием множественных сравнений Данна.

ГДК в «открытом поле» проявляла седативный эффект у самцов крыс в дозах 5 и 150 мг/кг, а у самок – в дозах 50 и 150 мг/кг, достоверно снижая общее пройденное расстояние и расстояние, пройденное на периферии либо в центре «открытого поля». ГДК достоверно угнетала исследовательское поведение в дозе 5 мг/кг у самцов и в дозе 150 мг/кг у самок крыс (анксиогенный эффект). В тесте ПКЛ был показан слабый анксиогенный эффект ГДК в дозе 5 мг/кг (снижалось время выхода в центр лабиринта на 68,75 %,  $p \leq 0,05$ ) и более выраженный – в дозах 100 и 150 мг/кг у самцов крыс (увеличивалось время выхода в закрытые рукава лабиринта на 39,4 и 35,88 % соответственно,  $p \leq 0,05$ ). У самок крыс такой эффект наблюдался только в дозе 150 мг/кг и был менее выраженным (снижалось только время выхода в центр лабиринта на 69,78 %,  $p \leq 0,05$ ). В тесте Порсолта у самцов и самок крыс под влиянием ГДК в диапазоне доз от 5 до 200 мг/кг не было обнаружено достоверных изменений показателей депрессивноподобного поведения. Таким образом, ГДК в дозах 5 и 150 мг/кг проявляет седативный, а в дозах 5, 100 и 150 мг/кг - анксиогенный эффект.

*Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-13-00024.*

### **THE EFFECT OF 1-HYDROXY-1,1-ETHYLIDENE DIPHOSPHONIC ACID ON THE BEHAVIOR OF MALE AND FEMALE RATS**

**Cheretaev Igor V., Chuyan Elena N., Ravaeva Marina Yu., Shulgin Victor F.**

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia, [cheretaev86@yandex.ru](mailto:cheretaev86@yandex.ru)

1-hydroxy-1,1-ethylidene diphosphonic acid (HDA) is used in medicine for the treatment of osteoporosis and tumor lesions of bones. It is known that HDA is capable of being incorporated into adenosine triphosphate (ATP) molecules and inhibits ATP-dependent cellular processes. It is assumed that HDA through participation in calcium signaling and in ATP-dependent cellular processes can influence behavioral responses, reflecting the functional state of the CNS.

The purpose of the work is to study the effect of different doses of HDA on the behavior of males and females of rats.

For the experiment, 60 healthy mature males and 60 females of Wistar laboratory rats weighing 180–200 g, kept in standard vivarium conditions with free access to water and complete granulated food were used. Six groups of males and females were selected (10 individuals in a group) with medium motor activity. The control group was administered intraperitoneally 0.9% sodium chloride solution; five experimental – HDA in doses of 5, 50, 100, 150 and 200 mg/kg, respectively. The behavior of the rats was studied 1 hour after injection in «open-field» test (IR Actimeter, PanLab Harvard Apparatus, Spain), «elevated plus-maze» (EPM) and Porsolt's test (NPK Open Science, Russia). The significance of differences between groups was determined by single-factor analysis of variance (ANOVA) with Tukey's a posteriori test and Dunn's multiple comparison test.

HDA in the «open field» showed a sedative effect in male rats at doses of 5 and 150 mg/kg, and in females at doses of 50 and 150 mg/kg, significantly reducing the total distance traveled and the distance traveled at the

periphery or in the center of the «open field». HDA reliably inhibited research behavior at a dose of 5 mg/kg in males and at a dose of 150 mg/kg in female rats (anxiogenic effect). In the EPM test, the weak anxiogenic effect of HDA at a dose of 5 mg/kg was shown (the time to the center of the maze decreased by 68.75%,  $p \leq 0.05$ ) and more pronounced at doses of 100 and 150 mg/kg in male rats (increased time to exit into the labyrinth's closed arms by 39.4 and 35.88 % ( $p \leq 0.05$ ), respectively). In female rats, this effect was observed only at a dose of 150 mg/kg and was less pronounced (only the exit time to the center of the maze decreased by 69.78%,  $p \leq 0.05$ ). In the Porsolt's test in male and female rats under the influence of HDA in the dose range from 5 to 200 mg/kg, no significant changes in the indices of depressive-like behavior were found. Thus, HDA in doses of 5 and 150 mg/kg shows a sedative, and in doses of 5, 100 and 150 mg/kg – anxiogenic effect.

*The work was financially supported by RSF project 18-13-00024.*

## НЕЙРОФИЛОСОФИЯ И ПРОБЛЕМЫ БОЛЕЗНЕЙ ЗАВИСИМОСТИ

Чернобровкина Т.В.<sup>1,2</sup>, Толоконников Г.К.<sup>3</sup>, Глушко А.А.<sup>1</sup>

1- Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Научно-практический центр наркологии Департамента здравоохранения Москвы; 2- Академия постдипломного образования Федерального медико-биологического агентства России; 3- Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский Институт нормальной физиологии имени П.К.Анохина», Москва, Россия  
chernobrovkina44@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m616.sudak.ns2019-15/451-453>

**Введение.** Нейрофилософия приобретает все более решающее значение как предмет и инструмент в исследовании нейронаук и в теориях памяти и сознания, в том числе при аддиктивных заболеваниях, междисциплинарность которых расширяется год от года в нескольких направлениях, затрагивающих следующие актуальные проблемы: 1) причинность возникновения аддиктивной болезни; 2) механизмы патогенеза, включая нарушение реактивности и многостороннюю дезорганизацию нормальной жизнедеятельности организма с формированием доминирующей патологической мотивации и зависимости; 3) избирательность реакций организма на психоактивные вещества и инвариантность форм болезни, а именно прогрессивности ее течения и злокачественности (характера и степени тяжести коморбидной отягощенности); 4) непрогнозируемость рецидивов, массивности и длительности запоев; 5) низкая эффективность лечения; 6) проблемы этики и деонтологии во взаимодействии с аддиктивными больными; 7) проблема созависимости. Очевидно, что изучение перечисленных выше вопросов определяет подходы к ранней (первичной) профилактике и диагностике аддикций, их лечению и вторичной профилактике – предупреждению рецидивов. Известно, что даже среди приверженных к лечению больных зависимостью велико разнообразие результатов: у одних достижима ремиссия с относительной устойчивостью во времени, у других – только короткие ремиссии, третьи – фармакорезистентны и их болезненные состояния с переменным успехом поддаются коррекции с помощью психотерапии и/или рефлексотерапевтических биофизических технологий. Традиционные понятия стационарности, гомеостаза неприемлемы, особенно для больных аддикциями с нарушенной адаптацией, с сопутствующей патологией сердца, мозга, других внутренних органов и обладающих, по выражению Т.Р. Insel [4], дефектным «нервным контуром». Это обуславливает сложность, если не невозможность, моделирования и прогнозирования их произвольных и непроизвольных деятельностных актов и состояний, и тем более – гарантирования успешности лечения (что важно в условиях принятой системы медицинского страхования), и ставит задачу отыскания тех управляющих параметров, поведение которых наиболее информативно в диагностической и прогностической оценке для выбора стратегии лечения и ведения больного.

**Цель работы:** разработка модели классификации больных на группы для объективного обоснования персонифицированной терапии и прогнозирования эффективности лечения - повышения качества оказания специализированной медицинской помощи, реабилитации и профилактики осложнений. **Основные методы:** на примере когорты больных алкогольной и/или наркотической зависимостью (370 чел., из них 274 муж. и 96 жен.), проходивших в 2016-18 гг наблюдение и лечение в амбулаторных условиях, провели теоретический анализ и выбор показателей мультипараметрического исследования (клинико-анамнестического и лабораторного, психопатологического, инструментальной визуализации кардио-, энцефало-патологии), и после их математически формализованного преобразования осуществляли вероятностный расчет для классификации больных на основе категорной теории функциональных систем [3]. **Результаты** наших собственных исследований по вышеозначенным (1-7) проблемам подтвердили известные из ранее опубликованных данных и выявили новые, важные для практической аддиктологии положения: ♦ общим для всех групп больных зависимостью является присутствие феноменов сложности и случайности, которые отражают нелинейную связь фенотипических особенностей течения болезни с генотипической структурой биоконституции и типом крейвинга [1, 2]; ♦ в развитие болезни патологической зависимости, вносят вклад как факторы биологической конституции (генетические, эндозологические), так и факторы среды; ♦ при этом существует особенный для каждого пациента категорный принцип распределения взаимозависимых систем и процессов психофизиологической защиты и самоорганизации, определяющий как само появление поискового поведения и возникновение феномена влечения, так и вариант крейвинга, а, следовательно, и индивидуальный характер развития болезни (темпы формирования и степень тяжести зависимости, сомато-неврологическую патологию), приверженность и чувствительность больных к лечению, то есть эффективность предпринимаемых технологий и исход болезни.

**Заключение.** Результаты проведенного математического системного анализа данных многопараметрического исследования позволяют осуществить категорную классификацию групп больных наркозависимостями, опирающуюся на выявленные индивидуальные особенности синдрома влечения и течения болезни зависимости, а также на приверженность и чувствительность их к способам лечения или некурабельность. Подобная клинко-биологическая классификация на основе математических расчетов «веса» признаков болезни и категорной теории функциональных систем позволяет получить вероятностные

оценки, которые в дополнение к данным медико-социального анамнеза и медико-генетического скринирования служат обоснованием для персонализированной терапии и прицельных прогнозов эффективности лечения и качества ремиссии. Кроме того, результаты представляют интерес для нейрокомпьютинга и биоуправления в реабилитологии при аддикциях.

#### Литература

1. Чернобровкина Т.В. Феномен сложности и случайности в наркологии. Его обусловленность, структура и значение в эволюции познания аддитивных заболеваний. В кн.: Материалы научно-практической конференции, посвященной 65-летию Поликлиники №1 Российской академии наук, Москва. Научн.ред. Г.П. Юрьев. М.: Наука, 2011. С. 264-279.
2. Чернобровкина Т.В., Кершенгольц Б.М. Синергетика – перспективный подход к решению теоретических и практических задач аддиктологии. *Международный медицинский журнал* 2005; (3): 17-22.
3. Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. Биомашсистемы, функциональные системы, категорная теория систем. М.: ЦИТ, 2018, 447 с.
4. Инсел Томас. Дефектные контуры. *В мире науки* 2010; (6): 45-51.

### NEUROPHILOSOPHY AND PROBLEMS OF ADDICTION DISEASES

**Tamara Chernobrovkina<sup>1,2</sup>, Georgy Tolokonnikov<sup>3</sup>, Anatoly Glushko<sup>1</sup>**

1- State Budgetary Institution of Healthcare Scientific and Practical Center for Addiction Medicine Moscow Department of Health; 2- Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical and Biological Agency of Russia; 3-Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Normal Physiology named after PK Anokhin", Moscow; [chernobrovkina44@mail.ru](mailto:chernobrovkina44@mail.ru)

**Introduction.** Neurophilosophy is becoming increasingly crucial as a subject and tool in the study of neuroscience and in theories of memory and consciousness, including in addictive diseases, the interdisciplinarity of which is not only beyond doubt, but also expands from year to year, and in several directions at once The following topical issues: 1) the causation of addiction; 2) the mechanisms of pathogenesis, including impaired reactivity and multilateral disorganization of the normal functioning of the body with the formation of the dominant pathological motivation and dependence; 3) the selectivity of the body's reactions to psychoactive substances and the invariance of the forms of the disease, namely the progression of its course and malignancy (the nature and severity of the comorbid burden); 4) unpredictability of relapses, massiveness and duration of hard drinking; 5) low efficiency of treatment; 6) problems of ethics and deontology in interaction with addicted patients; 7) the problem of codependency. It's obvious that the study of the above issues determines the approaches to early (primary) prevention and diagnosis of addictions, their treatment and secondary prevention - prevention of relapse. It is known that even among addicted patients who are committed to treatment, there is a wide variety of results: some have remission with relative stability over some time, others only have short remissions, still others are pharmacoresistant and their painful conditions can be corrected with varying success using psychotherapy and / or reflex-therapy biophysical technologies. The traditional concepts of stationarity, homeostasis are unacceptable, especially for addicted patients with impaired adaptation, with concomitant pathology of the heart, brain, other internal organs and possessing another, according to the words of *Thomas Insel* [4], the defective "nervous circuit". This makes it difficult, if not impossible, to model and predict their voluntary and involuntary activity acts, and even more so to guarantee the success of treatment (important in the context of the adopted medical insurance system), and sets the task of finding those control parameters in diagnostic and prognostic evaluation for the selection of treatment strategies and patient management.

**Objective:** to develop a model for classifying patients into groups for an objective justification of personalized therapy and predicting the effectiveness of treatment - improving the quality of specialized medical care, rehabilitation and prevention of complications. **The main methods:** using the example of a cohort of patients with alcohol and / or drug addiction (370 people, including 274 men and 96 women), who were monitored and treated on an outpatient basis during 2016-18, carried out a theoretical analysis and selection of indicators of a multiparametric study (clinical-anamnestic and laboratory data, psychopathological, cardio-, encephalopathy's instrumental imaging) and then carried out their mathematically formalized transformations with probabilistic calculations for the classification of patients based on the categorical theory of functional systems [3].

**Results.** The analytical review of previously published scientific and practical data and the results of our own research on the problems listed above (1-7) confirmed and revealed new, important for practical addictology provisions: ♦ the presence of the phenomena of complexity and randomness, which reflect the nonlinear connection of the phenotypic features of the disease with the genotypic structure of the bioconstitution and the type of craving, is common for all groups of patients [1,2]; ♦ both the factors of the biological constitution (genetic, endoecological) and environmental factors contribute to the development of diseases associated with the formation of pathological dependence; ♦ moreover, there is a special for each patient categor principle for the distribution of interdependent systems and processes of psycho-physiological protection and self-organization, which determines both the emergence of search behavior and the phenomenon of craving, and the variant of craving, and, consequently, the individual nature of the development of the disease (the rate of formation and degree of dependence and somato-neurological comorbidity), and, accordingly, patients' commitment susceptibility and sensitivity to treatment technologies, that is, the outcome of the disease.

**Conclusion.** The results of the mathematical system analysis allow us to carry out a categorical classification of groups of patients with drug addicts, based on the identified individual characteristics of the syndrome of craving and the course of the disease of addiction, as well as on their susceptibility to treatment or incurability. Such a clinical and biological classification based on mathematical calculations of the "weight" of disease symptoms and the categorical theory of functional systems makes it possible to obtain probabilistic estimates that, in addition to data from the medical-social history and medical-genetic screening, serve as a rationale for personalized therapy and targeted forecasts of treatment efficacy and quality remission. In addition, the results are of interest for neurocomputing and biofeedback in rehabilitology of the patients with addictions.

### Literature

1. Chernobrovkina T.V. The phenomenon of complexity and chance in narcology. Its conditionality, structure and significance in the evolution of the knowledge of addictive diseases. In the book: Materials of the scientific-practical conference dedicated to the 65th anniversary of Polyclinic №1 of the Russian Academy of Sciences, Moscow. Scientific Ed. G.P. Yuriev. M.: Science, 2011. p. 264-279.
2. Chernobrovkina T.V., Kershengolts B.M. Synergetics - a promising approach to solving theoretical and practical problems of addictology. *International Medical Journal* 2005; (3): 17-22.
3. Chernoiivanov V.I., Sudakov S.K., Tolokonnikov G.K. Bio-systems, functional systems, categorical theory of systems. M.: CIT, 2018, 447 p.
4. Insel Thomas R. Defect contours. *In the world of science* 2010; (6): 45-51.

### СТРУКТУРА АКЦЕПТОРА РЕЗУЛЬТАТА ДЕЙСТВИЯ, РАСЩЕПЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В БИОМАШСИСТЕМАХ И КАТЕГОРНЫЕ ИЕРАРХИИ СИСТЕМ

Черноиванов В.И.<sup>1</sup>, Судаков С.К.<sup>2</sup>, Толоконников Г.К.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ФНАЦ ВИМ» РАН, Москва, Россия, vichernoivanov@mail.ru; <sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им.П.К.Анохина РАН, Москва, Россия, s-sudakov@nphys.ru; <sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «ФНАЦ ВИМ» РАН, Москва, Россия, admcit@mail.ru

Доклад посвящен последним результатам авторов в теории функциональных систем (см. Судаков С.К., Биомашсистемы, 2018, т.2, №1), биомашсистем (см. Черноиванов В.И. Биомашсистемы, т.2, №4) и их категорному представлению в категорной теории систем. Общим моментом указанных результатов является определение структуры основных подсистем функциональных систем (акцептора результата действия) и биомашсистем (блока «человек» символической триады «человек-машина-живое»). Акцептор результата действия имеет сложную структуру, состоящую из двух компонент: первый - классический акцептор результата действия оценивает параметры достигнутого результата (в этом компоненте на основании индивидуального опыта и генетической информации формируются информационные памятные следы о будущем результате) и второй – компонент опережающего подкрепления, который на основании установленных нейрофизиологических и нейрохимических механизмов формирует значимости будущего результата (вероятности его достижения в данных условиях, если вероятность более 50%, возникает опережающее положительное подкрепление, если меньше 50% - опережающее отрицательное подкрепление, состояние тревожности). Структура блока «человек» биомашсистемы помимо функциональной системы оператора, содержит интеллектуальную составляющую, входящую также в жизненный цикл блока «машины», аналогичная составляющая рассматривается в жизненном цикле блока «живое» биомашсистемы. Другими словами, учёт динамики биомашсистемы вскрывает составную структуру блока «человек». Как биомашсистема, так и функциональная система существенным образом, хотя и частично, формализованы в категорной теории систем (см. монографию Черноиванов В.И., Судаков С.К., Толоконников Г.К. «Биомашсистемы, функциональные системы, категорная теория систем», Москва, НИИ нормальной физиологии им.П.К.Анохина, 2018г, 450стр.). Структуры акцептора результата действия и блока «человек» в биомашсистемах в категорной модели формализованы в виде соответствующих отражающих системную иерархию категорных подсистем и их свёрток, моделирующих состав и свойства указанных структур, при этом анализ моделей позволил уточнить ряд свойств этих структур и определить направления их дальнейшего исследования.

### THE STRUCTURE OF THE ACCEPTOR OF THE RESULT OF THE ACTION, THE SPLITTING OF THE HUMAN FACTOR IN BIOMASCHSYSTEMS AND CATEGORICAL HIERARCHIES OF SYSTEMS

Chernoivanov V.I.<sup>1</sup>, Sudakov S.K.<sup>2</sup>, Tolokonnikov G.K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Institution "FNATS VIM" RAS, Moscow, Russia, vichernoivanov@mail.ru; <sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Scientific-Research Institute of Normal Physiology named after PK Anokhin of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, s-sudakov@nphys.ru; <sup>3</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution "FNATS VIM" RAS, Moscow, Russia, admcit@mail.ru

The report is devoted to the latest results of the authors in the theory of functional systems (see Sudakov S.K., Biomachsystems, 2018, v.2, №1), biomachsystems (see Chernoivanov V.I. Biomachsystems, v.2, №4) and their categorical representation in the categorical theory of systems. The common point of these results is the definition of the structure of the main subsystems of functional systems (the acceptor of the result of the action) and the biomachsystems (the "man" block of the symbolic human-machine-living triad). An action result acceptor has a complex structure consisting of two components: the first, the classical action result acceptor, evaluates the parameters of the result achieved (in this component, information memorable traces of the future result are formed on the basis of individual experience and genetic information) and the second is the component of forward reinforcement, which based on established neurophysiological and neurochemical mechanisms, it forms the significance of a future result (the probability of its achievement in data conditions, if the probability is more than 50%, a positive reinforcement occurs, if less than 50%, a negative reinforcement, anxiety state). The structure of the "man" block of the bio-system, in addition to the functional system of the operator, contains an intellectual component, which is also included in the life cycle of the "machine" block, a similar component is considered in the life cycle of the "live" block of the biomachsystem. In other words, taking into account the dynamics of the biomachsystem reveals the composite structure of the "man" block. Both the biomachsystem and the functional system are essentially, albeit partially, formalized in the categorical theory of systems (see the monograph Chernoivanov V.I., Sudakov S.K., Tolokonnikov G.K. "Biomachsystems, functional systems, category theory of systems", Moscow, Research Institute of Normal Physiology named after P. Anokhin, 2018, 450 pp.). The structure of the acceptor of the result of the action and the "man" block in biomachsystems in the categorical model

are formalized as corresponding categorical subsystems and their convolutions that simulate the composition and properties of these structures, while analyzing the models made it possible to clarify a number of properties of these structures and determine directions for their further research.

### **АВСВ1-БЕЛОК КАК ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ МИШЕНЬ ПРИ ТЕРАПИИ ПОСЛЕДСТВИЙ НАРУШЕНИЯ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ**

**Черных И.В., Шулькин А.В., Якушева Е.Н., Гацаног М.В., Есенина А.С., Градинарь М.М.,  
Бирюкова А.С.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рязань, Россия, [ivchernykh88@mail.ru](mailto:ivchernykh88@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m617.sudak.ns2019-15/454>

**Введение.** Повышение активности мембранного АВСВ1-белка в гематоэнцефалическом барьере – это одна из возможных причин неэффективности нейропротекторной фармакотерапии при ишемическом инсульте.

**Цель исследования** – оценить перспективность ингибирования АВСВ1-белка для повышения эффективности лечения последствий нарушения мозгового кровообращения.

**Материалы и методы.** Работа выполнена на 33 крысах-самцах вистар разделенных на 4 серии (n=7 в каждой). 1 серии моделировали окклюзию-реперфузии средней мозговой артерии; 2 – воспроизводили аналогичную патологию с в/в введением субстрата АВСВ1-белка с нейропротекторной активностью – нимодипина (0,4 мг/кг) в момент реперфузии, 3 – в/в вводили ингибитор транспортера – омепразол (17,6 мг/кг) в момент реперфузии, а 4 – комбинацию нимодипина и омепразола. Кроме того, 5 животным выполняли «ложную» операцию. Окклюзию средней мозговой артерии выполняли эндоваскулярно в течение 60 мин с последующей реперфузией. Нейропротекторную активность вводимых веществ оценивали по снижению площади очага некроза после окраски срезов головного мозга трифенилтетразолием хлоридом.

**Результаты.** 60-минутная окклюзия средней мозговой артерии с 24-часовой реканализацией приводила к формированию очага некроза в среднем 32,2% головного мозга контрольных крыс. Введение животным нимодипина в момент реперфузии приводило к достоверному снижению размера некротического очага на 27,7% по сравнению с контрольной группой (p=0,0019). Изолированное введение омепразола не вызвало изменения площади очага некроза (p>0,05).

Комбинированное введение крысам нимодипина и омепразола вызвало снижение площади некроза по сравнению с контролем на 28,8% (p=0,0089), однако по сравнению с серией изолированного введения нимодипина статистически значимых различий не выявлено (p>0,05).

**Вывод.** Таким образом, комбинирование омепразола и нимодипина не усиливает нейропротекторную активность последнего, а АВСВ1-белок нельзя рассматривать в качестве мишени для повышения эффективности фармакотерапии острого нарушения мозгового кровообращения.

### **АВСВ1-PROTEIN AS A PHARMACOLOGICAL TARGET IN CEREBRAL CIRCULATORY DISORDERS TREATMENT**

**Chernykh Ivan.V., Shul'kin Aleksey V., Yakusheva Elena N., Gatsanoga Maria V., Esenina Anna S., Gradinar  
Maria M.**

Ryazan state medical university, Ryazan, Russia, [ivchernykh88@mail.ru](mailto:ivchernykh88@mail.ru)

**Introduction** Increased ABCB1- protein functional activity in blood-brain barrier is one of the possible causes of the ineffectiveness of neuroprotective pharmacotherapy in ischemic stroke.

**The purpose** of the study was to assess the expediency of ABCB1-protein inhibiting to increase the effectiveness of treatment of the consequences of cerebral circulation disorders.

**Materials and methods.** The work was performed on 33 wistar rats divided into 4 groups (n=7 in each). group 1 was exposed to occlusion-reperfusion of the middle cerebral artery; 2 – was exposed to a similar pathology with i/v administration of ABCB1-protein substrate with neuroprotective activity – nimodipine (0.4 mg/kg) at the moment of reperfusion, 3 – was i/v injected the transporter inhibitor – omeprazole (17.6 mg/kg) at the moment of reperfusion, and 4 – a combination of nimodipine and omeprazole. In addition, 5 animals were performed sham operation. Occlusion of the middle cerebral artery was performed endovascular for 60 min, followed by reperfusion. The neuroprotective activity of the injected substances was evaluated by reducing the area of the necrosis after staining of brain sections with triphenyltetrazolium chloride.

**Results.** 60-minute occlusion of the middle cerebral artery with 24-hour recanalization resulted in the formation of a necrosis zone (32.2% of the brain). Nimodipine administration at the moment of reperfusion led to a significant decrease of the necrotic size by 27.7% compared with the control group (p=0.0019). Isolated administration of omeprazole did not cause changes in the area of necrosis (p>0.05).

The combined administration of nimodipine and omeprazole to rats caused a decrease in the area of necrosis compared with the control by 28.8% (p=0.0089), however, compared with the series of isolated administration of nimodipine, there were no statistically significant differences (p>0.05).

**Conclusion.** Thus, the combination of omeprazole and nimodipine does not enhance the neuroprotective activity of the latter, and the ABCB1-protein can not be considered as a target for increasing the effectiveness of the pharmacotherapy of acute cerebrovascular accident.

## БИОПОТЕНЦИАЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Чиженкова Р.А., Сафрошкина А.А.

Институт биофизики клетки РАН, г. Пущино, Россия, Chizhenkova@mail.ru

Рассмотрены результаты разносторонних исследований перестроек биопотенциалов головного мозга, возникающих под влиянием постоянного магнитного поля (ПМП). На кроликах установлено, что одностороннее воздействие ПМП интенсивностью 460 э вызывает изменение ЭЭГ в виде повышения его амплитуды и увеличения числа вспышек веретенообразной активности. Обнаружена роль способа включения и выключения электромагнита на развитие данных перестроек ЭЭГ. Включение электромагнита посредством реостата повышало вероятность и интенсивность перестроек ЭЭГ, что свидетельствует об участии э.д.с. индукции в развитии перестроек биопотенциалов непосредственно под влиянием ПМП. В связи с этим имела место сложная динамика развития электрической реакции на ПМП, включающая события во время и после воздействия. Надо признать, что перестройки биопотенциалов при действии ПМП затрагивали не только кору больших полушарий, но отражались и на состоянии других образований мозга. Тип этих изменений определялся исходными особенностями рисунка потенциалов. Можно предположить, что исследованная структура изменений биопотенциалов мозга под влиянием ПМП представляет функциональные перестройки в деятельности мозга, которые могут развиваться и при иных обстоятельствах. Действительно, близкие изменения биопотенциалов были получены у этих же животных под влиянием звукового раздражения (тон 200 Гц интенсивностью 0.012 дин/см<sup>2</sup>).

## BIOPOTENTIALS OF THE CEREBRAL BRAIN ON INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD

Chizhenkova R.A., Safroshkina F.A.

Institute of Cell Biophysics RAS. Pushchino; Russia, Chizhenkova@mail.ru

Results of many-sided investigations of rearrangements of biopotentials of the cerebral brain occurring under constant magnetic field (CMF) were considered. In rabbits was established, that 1-min action of CMF of intensity 460 e produces rearrangements EEG as rise of its amplitude and increase of the number of spire bursts. It was found a role of method of switching on and off of electromagnet upon development of these rearrangements of EEG. Switching on of electromagnet through reostat raised probability and intensity of rearrangements of EEG, that shows participation of induction in development of rearrangements of biopotentials direct under influence of CMF. In connection with that, complex dynamics of development of electrical reaction on CMF, including events during and after influence, occur. It is necessary to recognize, that rearrangements of biopotentials under action of CMF touch not only the neocortex, but affect on condition of different formations of the brain. Type of these changes depends by starting special of pattern of potentials. It can suppose, that investigated structure of changes of biopotentials of the brain upon influence of CMF represents functional rearrangements in action of the brain, what can develop under another circumstances. Really, similar changes were found in these animals under influence of sound stimulation (tone 200 Hz, intensity 0.012 din/cm<sup>2</sup>).

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭПИЛЕПТИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ

Чижов А.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия;  
anton.chizhov@mail.ioffe.ru

<https://doi.org/10.29003/m618.sudak.ns2019-15/455-456>

Исследование физиологических механизмов вряд ли может считаться завершенным без воспроизведения изучаемого явления в математической модели. В нашей работе была построена математическая модель синхронизованной активности нейронов, наблюдаемой в экспериментальной модели височной эпилепсии на срезах гиппокампа-энторинальной коры крысы в условиях действия проэпилептогенных факторов (повышенной концентрации калия, сниженной концентрации магния и 4-AP). Вначале с помощью оригинальной методики были оценены AMPA, NMDA и GABA-проводимости для разных типов интериктальных разрядов (IID) (Amakhin et al. // Fr.Cell.Neurosc. 2016). Динамика проводимостей показала, что первый тип разрядов (IID1) определяется активностью только GABA каналов с деполяризованным потенциалом реверсии. Второй тип разрядов (IID2) определяется ранним GABA и следующими за ним AMPA и NMDA компонентами. Биофизически-детальная математическая модель взаимодействующих нейронных популяций воспроизводит зарегистрированные синаптические токи и проводимости (Chizhov et al. // Plos One 2017). Главную роль в генерации IID1 и IID2 играет синхронизация сети интернейронов, а основным фактором, определяющим длительность разрядов - синаптическая депрессия. IID возникают спонтанно и распространяются посредством синаптической передачи в виде волн со скоростью порядка десятков мм/с (Chizhov et al. // BBRC 2019). Иктальные разряды (ID) представляют собой кластеры IID-подобных разрядов. Динамика ID определяется динамикой ионных концентраций. Предложена минимальная математическая модель Epileptor-2, воспроизводящая ID и IID (<http://www.ioffe.ru/CompPhysLab/Epileptor-2.html>) (Chizhov et al. // Plos CB 2018). Согласование моделей с экспериментами подтверждают правильность изученных механизмов генерации эпилептических разрядов. Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда (проект 16-15-10201).

## MODELING OF EPILEPTIC DISCHARGE GENERATION AND PROPAGATION

Chizhov Anton V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Physical-Technical Institute, St.-Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of RAS, St.-Petersburg, Russia;  
anton.chizhov@mail.ioffe.ru



The study of physiological mechanisms can hardly be considered complete without reproducing the phenomenon under study in a mathematical model. In our work, we have constructed a mathematical model of synchronized neuronal activity observed in an experimental model of temporal lobe epilepsy in slices of the hippocampus and entorhinal cortex under the influence of proepileptogenic factors (increased potassium concentration, reduced magnesium concentration and 4-AP). First, separate AMPA, NMDA and GABAA conductances were evaluated for different types of interictal discharges (IID), using an original technique (Amakhin et al. // Fr.Cell.Neurosc. 2016). The dynamics of the conductances has shown that the first type of the discharges (IID1) is determined by the activity of only GABAA channels with a depolarized reversal potential. The second type (IID2) is determined by the early GABAA followed by AMPA and NMDA components. Our biophysically detailed mathematical model of interacting neuronal populations reproduces the recorded synaptic currents and conductances (Chizhov et al. // Plos One 2017). The main role in the generation of IID1 and IID2 is played by the synchronization of interneurons, and the main factor determining the duration of the discharges is the synaptic depression. IIDs occur spontaneously and propagate due to synaptic transmission as waves with a speed of about a few tens of mm/s (Chizhov et al. // BBRC 2019). Ictal discharges (IDs) are clusters of IID-like discharges. Dynamics of IDs is determined by the dynamics of ionic concentrations. A minimal mathematical model Epileptor-2 has been proposed, which reproduces both IDs and IIDs (<http://www.ioffe.ru/CompPhysLab/Epileptor-2.html>) (Chizhov et al. // Plos CB 2018). Consistency of models with experiments confirms the correctness of the revealed mechanisms of generation of epileptic discharges.

*This work was supported by the Russian Science Foundation (project 16-15-10201).*

### **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ АНАЛОГИЧНОГО КОСМИЧЕСКОМУ НА ПОВЕДЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ** **Чичёва М.М.<sup>1</sup>, Мальцев А.В.<sup>1</sup>, Кохан В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологически активных веществ РАН, Черноголовка Московская обл., Россия;

<sup>2</sup> Институт Медико-биодогических проблем РАН, Москва, Россия  
[chicheva.mariya@gmail.com](mailto:chicheva.mariya@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m619.sudak.ns2019-15/456-457>

В связи с перспективой освоения космического пространства человечеством становится важной задача оценки влияния различных факторов на здоровье космонавта во время полетов. В последнее время стали появляться статьи о положительном влиянии низких доз космического ионизирующего излучения на нервную систему млекопитающих [M. Doss (2014); Kokhan V.S. (2017); J.J. Bevelacqua, S.M.J. Mortazavi (2018)].

Задачей нашего исследования является оценка когнитивных и моторных функций лабораторных животных после воздействия излучением, аналогичным космическому, в модельном наземном эксперименте. В ходе эксперимента группа из 13 самцов CD1 была разбита на 2 подгруппы из 6 и 7 животных. Первая подгруппа в возрасте трёх месяцев была подвергнута гамма облучению с энергией квантов ~662 кэВ в суммарной поглощённой дозе 0.5 Гр в течение суток на всё тело, затем 0.14 Гр 12С6+ 450 МэВ однократно на область головы и шеи. Вторая подгруппа осталась необлучённой. Далее были проведены поведенческие тесты, для прохождения которых является критическим нормальное функционирование структур мозга с ярко выраженным нейрогенезом и ремоделированием нейронных сетей (гиппокамп, кора, обонятельные луковицы). Тест распознавания запахов показал, что группа облучённых животных эффективнее первично узнаёт локализацию пищи, но есть начинает в среднем позже необлучённых. При обучении в водном лабиринте Морриса в первые два дня животные из облучённой группы демонстрируют достоверно более быстрое нахождение платформы, далее показатели групп выравниваются. Тест перевёрнутая сетка показал равную мышечную силу животных двух групп, но мыши облучённой группы достоверно чаще осуществляют акт «спрыгивания» и делают это раньше необлучённых. Тест на узнавание новой локализации известного объекта демонстрирует более адекватные познавательные функции мышей необлучённой группы: они в большей степени интересуются объектом, изменившим местоположение. Результаты теста на формирование условного рефлекса пассивного избегания свидетельствуют о лучшем запоминании стрессового фактора животными облучённой группы. Открытое поле показывает более активную познавательную деятельность мышей облучённой группы: больше среднее пройденное расстояние и количество заглядываний в норки, выше процент нахождения в центральной части поля. Полученные результаты подтверждают сведения о возбуждающем эффекте ионизирующего облучения, при этом когнитивные функции мышей в целом улучшаются.

*Исследование было проведено в рамках проекта РНФ 18-74-00118.*

### **STUDYING OF THE SPACE IONIZING RADIATION EFFECT ON THE LABORATORY MICE BEHAVIOR** **Chicheva Mariya M.<sup>1</sup>, Maltsev Andrey V.<sup>1</sup>, Kohan Viktor S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Physiologically Active Compoundss, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka Moscow Region, Russia; <sup>2</sup> Institute for Biomedical Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[chicheva.mariya@gmail.com](mailto:chicheva.mariya@gmail.com)

Regarding prospect space exploration by humanity, it becomes important to assess the influence of various factors on the astronaut's health during flights. Recently, there appeared articles on the positive effects of low doses of ionizing radiation present in space on the mammal's nervous system [M. Doss (2014); Kokhan V.S. (2017); J.J. Bevelacqua, S.M.J. Mortazavi (2018)].

The objective of our study is to assess the cognitive and motor functions of laboratory animals after exposure to gamma rays and heavy charged particles in a model ground-based experiment.

During the experiment, a group of 13 CD1 background males was divided into 2 subgroups, consisting of 6 and 7 animals. The first subgroup at the age of three months was subjected to a gamma irradiation with a quantum

energy of ~ 662 keV at a total absorbed dose of 0.5 Gy per day, whole body, then 0.14 Gy 12C6 + 450 MeV once, head and neck region. The second subgroup remained unirradiated. Then behavioral tests focused on the assessment of motor and cognition function were conducted, for that normal functioning of hippocampus, cortex and olfactory bulbs (structures with pronounced neurogenesis and constant remodeling of neural networks) is critical.

The odor recognition test showed that the group of irradiated animals is more prone to primary recognition of food localization, but begins to eat in average after unirradiated animals. The learning process in the Morris water maze at early stages demonstrates the differences: animals from the irradiated group learn much faster and find the platform more efficiently in the first two days, then the parameters of two groups level off. The inverted grid test indicates the equal muscle strength of two groups, but mice from the irradiated group reliably more often perform the "jumping off" act and do it earlier than the non-irradiated animals. The test for known object's new localization recognition demonstrates that animals of the unirradiated group have more adequate cognitive functions: they are more inclined to be interested in the object that has changed its location than their irradiated relatives. The results of the passive avoidance reflex formation indicate a definite advantage in memorizing the stress factor in animals of the irradiated group. The open field test demonstrates a more active cognitive activity of irradiated group mice: longer average distance traveled, more "looking in the hole" acts, the percentage of being in the central part of the field is also higher.

### **МОДУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ ПОЯСНИЧНЫХ МОТОНЕЙРОНОВ МЕТАБОТРОПНЫМИ РЕЦЕПТОРАМИ ГЛУТАМАТА И СЕРОТОНИНА**

**<sup>1</sup>Чмыхова Надежда М., <sup>1</sup>Калинина Наталия И., <sup>1,2</sup>Зайцев Алексей В., <sup>1,2</sup>Веселкин Николай П.**

<sup>1</sup> Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М.Сеченова РАН, Санкт-Петербург, Россия,

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

\*e-mail: [nchmykhova@mail.ru](mailto:nchmykhova@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m620.sudak.ns2019-15/457>

Экстраклеточные и внутриклеточные отведения активности поясничных мотонейронов, проводили на изолированном суперфузируемом препарате спинного мозга лягушки с аппликацией DCG-IV, агониста, и антагониста EGLU ((2S)- $\alpha$ -этилглутаминовая кислота) метаботропных глутаматных рецепторов II группы (мГлуР II), включающей подтипы 2 и 3, а также агониста 5-HT рецепторов - 5-СТ. Выявлено, что при действии DCG-IV подавление амплитуды коротколатентных ответов вентрального корешка при стимуляции дорсального корешка составляло в среднем около 63% от начального ответа. При действии 5-СТ уменьшение амплитуды ответов вентрального корешка при стимуляции дорсального корешка достигало 50% от исходных величин. Обнаружено, что частота спонтанных миниатюрных тормозных потенциалов мотонейронов, регистрируемых с помощью внутриклеточных острых электродов, уменьшалась без значимого изменения амплитуды потенциалов при аппликации 5-СТ до 75.4%. Выявлено влияние агонистов DCG-IV и 5-СТ на собственные свойства мембраны мотонейронов. Предпринято исследование распределения мГлуР II и 5-HT содержащих элементов в поясничных сегментах спинного мозга с использованием иммунофлуоресцентного мечения. Иммуногистохимическое исследование распределения мГлуР II с применением поликлонального антитела, выявляющего оба подтипа этой группы мГлуР показало сходное картирование в спинном мозге амфибий с таковым млекопитающих, отличающееся, в основном, меньшей площадью области с иммунной меткой в дорсальном роге. Проведена количественная оценка распределения 5-HT-иммунореактивных терминальных ветвлений в сегментах поясничного утолщения. Полученные результаты могут свидетельствовать об участии мГлуР II и 5-HT рецепторов в модуляции синаптической передачи и собственных свойств мембраны поясничных мотонейронов.

*Работа выполнена по теме государственного задания НИР АААА-А18-118012290372-0 и частично поддержана грантом РФФИ 18-04-00247 А.*

### **MODULATION OF LUMBAR MOTONEURONS ACTIVITY BY METABOTROPIC GLUTAMATE AND SEROTONIN RECEPTORS**

**<sup>1</sup>Chmykhova Nadezhda M., <sup>1</sup>Kalinina Natalia I., <sup>1,2</sup>Zaitsev Aleksey V., <sup>1,2</sup>Vesselkin Nikolai P.**

<sup>1</sup>I.M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of RAS, St-Petersburg, Russia.

<sup>2</sup>St. Petersburg State University, St-Petersburg, Russia, \*E-mail: [nchmykhova@mail.ru](mailto:nchmykhova@mail.ru)

Extracellular and intracellular recordings of the lumbar motor neuron activity were performed on isolated superfused frog spinal cord preparations with application of DCG-IV and EGLU ((2S)- $\alpha$ -ethylglutamic acid), an agonist and antagonist of metabotropic group II receptors (mGluR II), and 5HT receptors agonist, 5-CT. It was revealed that the amplitude of short-latency ventral root responses during dorsal root stimulations under the action of DCG-IV was decreased up to 63%. The suppression of the ventral root responses amplitude during the dorsal root stimulation under the action of 5-CT reached 50% of the initial values. It was found that during application 5-CT the frequency of spontaneous miniature inhibitory potentials of motoneurons, recorded with intracellular sharp microelectrodes, decreased up to 75.4% without a significant change in the amplitude of the potentials. The effect of DCG-IV and 5-CT agonists on the intrinsic properties of the motoneuron membrane was revealed. Using immunofluorescent labeling the study of mGluR II and 5-HT containing elements in the lumbar segments of the spinal cord distribution was made. It was revealed that the distribution of mGluR II –immunoreactivity had similar mapping in the amphibians spinal cord with that of mammals, differing mainly in the smaller area labeled in the dorsal horn. The distribution of 5-HT-immunoreactive terminal branches in the lumbar enlargement was valued. The obtained results may indicate the involvement of mGluR II and 5-HT receptors in the modulation of synaptic transmission and the intrinsic properties of the membrane of the lumbar motoneurons.

*The work was performed according to the State Science Program Investigations АААА-А18-118012290372-0 and was partially supported by RFBR grant 18-04-00247 А.*

## ПОВЕДЕНИЕ КАК СПОСОБ ПРОЯВЛЕНИЯ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Чокинэ В. К., Глижин А. Г., Березовская Е. С., Булат О. В., Головатюк Л. Б., Тросиненко А. В.,  
Федаш В. В., Нифит В. А.

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m621.sudak.ns2019-15/458>

Поведение как совокупность поступков и действий, будучи детерминировано центральной нервной системой, совместно с соответствующими физиологическими и функциональными системами, не только обеспечивает повседневную деятельность организма, его выживание, самовыражение, ориентацию, взаимоотношения с окружающей средой, его адаптацию и др., но и, по существу, выражает и реализует всю психическую деятельность человека (когнитивную, эмоциональную, коммуникативную, личностно-смысловую), его характер и черты, образ жизни и др., а также участвует в формировании психического здоровья и служит одним из способов его проявления. При этом, только социально детерминированное поведение, которое соответствует моральным, этическим и юридическим нормам и не нарушает саногенность организма, вовлечено, главным образом, в формирование и поддержание психического здоровья, а генетически детерминированное – в предохранение организма и поддержание его здоровья.

Соответствующие исследования по изучению роли поведения в проявлении психического здоровья показали что: 1) поведенческие расстройства составляют основную диагностическую симптоматику нозологических единиц расстройств трех из десяти диагностических рубрик международной «Классификации психических расстройств МКБ-10»: F10-F19 – «Психические и поведенческие расстройства вследствие употребления психоактивных веществ»; F50-F59 – «Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами»; F60-F69 – «Расстройства детского и подросткового возраста»; 2) в пяти других диагностических рубриках: F01-F09 – «Органические, включая симптоматические, психические расстройства»; F20-F29 – «Шизофрения, шизотипические и бредовые расстройства»; F30-F39 – «Аффективные расстройства поведения»; F40-F49 – «Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства»; F80-F89 – «Расстройства психологического развития», один из признаков, служащих для определения болезней, являющийся составным компонентом алгоритма идентификации психического расстройства, представлен различного рода нарушениями поведения; 3) поведенческий нейропсихический блок, наряду с другими четырьмя (когнитивный, эмоциональный, коммуникативный и личностно-смысловой), играет важнейшую роль в формировании и поддержании психического здоровья.

В докладе также будет уделено внимание необходимости формирования такого социального поведения, которое способствовало бы саногенности организма и необходимости совершенствования репрезентативных психоиндикаторов саногенного и диссаногенного поведения.

*Работа выполнена в рамках проекта: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстерииоризация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации».*

## BEHAVIOR AS A WAY OF MENTAL HEALTH MANIFESTATION

Ciochina Valentina Ch., Glijin Aliona G., Berezovschiia Elena S., Bulat Olga V., Golovatiuc Liudmila B.,  
Trosinenco Andrei V., Fedas Vasile V., Nofit Victoria A.

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Behavior as a set of deeds and actions, being determined by the central nervous system, together with the corresponding physiological and functional systems, not only ensures the daily activities of the organism, its survival, self-expression, orientation, relationships with the environment, adaptation, etc., but also essentially, expresses and realizes all mental activity of the man (cognitive, emotional, communicative, personal-semantic), their character and features, lifestyle, etc., and also participates in the formation of mental health and serves as one of the ways of its manifestation. Besides, only socially determined behavior which meets moral, ethical and legal standards and does not violate the sanogenicity of the organism is mainly involved in the formation and maintenance of mental health, whereas genetically determined behavior - in the protection of the organism and maintaining its health.

Relevant studies on the role of behavior in the manifestation of mental health have shown: 1) behavioral disorders constitute the main diagnostic symptoms of the nosological units of disorders of four out of ten diagnostic headings of the ICD-10 Classification of Mental Disorders: F10-F19 - "Mental and behavioral disorders due to psychoactive substances use", F50-F59 - "Behavioral syndromes associated with physiological disorders and physical factors", F60-F69 - "Disorders of children and adolescents", 2) in five other diagnostic headings: F01-F09 - "Organic, including symptomatic, mental disorders", F20-F29 - "Schizophrenia, schizotypal and delusional disorders", F30-F39 - "Affective behavior disorders", F40-F49 - "Neurotic, stress-related and somatoform disorders", F80-F89 - "Disorders of psychological development", one of the signs used to identify diseases, which is a component of the algorithm for identifying a mental disorder, is represented by various kinds of behavioral disorders, 3) the behavioral neuropsychic block, along with the other four (cognitive, emotional, communicative, and personal-semantic), plays a crucial role in the formation and maintenance of mental health.

The report will also focus on the need to form such social behavior that would contribute to the organism's sanogenicity and would correspond to the need to improve representative psychoindicators of sanogenic and dissanogenic behavior.

*The study was carried out within of projects: 15.817.04.01 F „Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acesteia”.*

## РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ И ПРОЯВЛЕНИИ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Чокинэ В. К., Фурдуй В. Ф., Леорда А. И., Бачу А. Я., Житарь Ю. Н., Ботнару Н. Д.

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m622.sudak.ns2019-15/459>

Коммуникации принадлежит значительная роль не только в обеспечении многообразия деятельности человека, но и в формировании его здоровья. Считается, что нейропсихический коммуникативный блок, наряду с поведенческим, когнитивным, эмоциональным и личностно-смысловым блоками, участвует в создании психического здоровья. Его влияние осуществляется за счет передачи и приема информации посредством звуков, слов, жестов, общепринятой речевой артикуляции, действий, мыслей, эмоций через различные каналы – зрительный, слуховой, обонятельный, осязательный, мышечный. Это влияние может сказаться на организме психосаногенно или психодиссаногенно. Поэтому нами были разработаны концепции о психосано- и психодиссаногенной коммуникации, согласно которым психосаногенная коммуникация представляет собой осознанный психический процесс, проявляющийся адекватным взаимодействием субъектов, участвующих в передаче и приеме информации посредством звуков, слов и т.д. через различные каналы (зрительный, слуховой и др.), вызывающий чувство удовольствия, не нарушая саногенность психического состояния участников коммуникации, создавая благоприятную социальную среду, обеспечивая соблюдение моральных, этических и юридических норм. Психодиссаногенная коммуникация характеризуется как осознанный или неосознанный психический процесс, проявляющийся неадекватным взаимодействием субъектов, участвующих в передаче и приеме информации, и экстернизирующийся чувством неудовольствия, нарушением саногенного психического состояния, созданием неблагоприятной социальной среды, несоблюдением моральных, этических и юридических норм.

Коммуникация может выполнять важную роль и в выживании и адаптации организма к внешней среде. Без непрерывного осознанного или неосознанного анализа информации о состоянии внутренней среды организма и окружающей его среды не представляется возможным поддержание гомеостаза функций органов и систем организма и их саногенность. Поэтому представляется необходимым научиться познавать, идентифицировать, осознавать и, если имеется необходимость, передавать специалистам, для принятия мер по урегулированию функций соответствующих органов и систем, информацию в виде индикаторов. Это касается собственных потребностей, мотиваций, сигнальных реперов, рефлектирующих о состоянии психосано-, психодиссано-, психопатогении и др.

*Работа выполнена в рамках проекта: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстериоризация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации».*

## THE ROLE OF COMMUNICATION IN THE FORMATION AND MANIFESTATION OF MENTAL HEALTH

Ciochina Valentina Ch., Furdui Vlada T., Leorda Ana I., Baciú Anatol Ia., Jitari Iurii N., Botnaru Nicolai D.

The Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, the Republic of Moldova, [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Communication plays a significant role not only in ensuring the diversity of human activity, but also in forming the man's health. It is believed that the neuropsychic communicative block, along with the behavioral, cognitive, emotional and personal-semantic blocks, is involved in the creation of mental health. Its influence is achieved via the transmission and reception of information by means of sounds, words, gestures, conventional speech articulation, actions, thoughts, emotions through various channels - visual, auditory, olfactory, tactile, muscular. That may influence the organism psychosanogenically or psychodissanogenically. Therefore, we have developed concepts on psychosano- and psychodissanogenic communication, according to which psychosanogenic communication is a conscious mental process manifested by an adequate interaction of subjects involved in transmitting and receiving information by means of sounds, words, etc. through various channels (visual, auditory, etc.), causing a feeling of pleasure, without disturbing the sanogenicity of the mental state of the participants of communication, creating a favorable social environment, ensuring respect for moral, ethical and legal norms. Psychodissanogenic communication is characterized as a conscious or unconscious mental process manifested by inadequate interaction of subjects involved in the transmission and reception of information and exteriorized by feelings of displeasure, disturbance of sanogenic mental state, the creation of an unfavorable social environment, failure to comply with moral, ethical and legal norms.

Communication can also play an important role in the survival and adaptation of the organism to the external environment. Without continuous conscious or unconscious analysis of information about the state of the organism's internal and external environment, it is not possible to maintain the homeostasis of the functions of the organism's organs and systems and their sanogenicity. Therefore, it seems necessary to learn to cognize, identify, realize and, if necessary, pass on information in the form of indicators to specialists to take measures to regulate the functions of relevant organs and systems. This applies to their own needs, motivations, reference points, reflecting on the state of psychosano-, psychodissano-, psychopathogeny and others.

*The study was carried out within of projects: 15.817.04.01 F „Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acestora”.*

**ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕННОЙ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК НА УРОВЕНЬ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ  
ПРОВСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЦИТОКИНОВ В МОНОНУКЛЕАРНЫХ КЛЕТКАХ ПАЦИЕНТОВ С АУТИЗМОМ ПО  
СРАВНЕНИЮ СО ЗДОРОВЫМ КОНТРОЛЕМ**

**Чудакова Ю.М.<sup>1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1,3</sup>, Канонирова С.А.<sup>1</sup>, Шаронова Н.В.<sup>1</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,4</sup>, Симашкова Н.В.<sup>2</sup>,  
Никитина С.Г.<sup>2</sup>, Пороховник Л.Н.<sup>1</sup>, Костюк С.В.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup>ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия; <sup>2</sup>ФГБНУ «Научный центр психического здоровья» г. Москва, Россия; <sup>3</sup>ФБУН МНИИЭМ им. Г.Н. Габричевского Роспотребнадзора, г. Москва, Россия;

<sup>4</sup>НИИ общей реаниматологии имени В.А.Неговского ФГБНУ «Федеральный научный и клинический центр реаниматологии и реабилитологии», Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m623.sudak.ns2019-15/460>

В отличие от инертных фрагментов интактной геномной ДНК, окисленная (оxi)ДНК с повышенным уровнем содержания окислительных модификаций представляет собой молекулярный паттерн, ассоциированный с повреждением (damage-associated molecular pattern, DAMP). Таким образом, оxiДНК, постоянно циркулирующая в кровотоке, может быть одним из факторов, поддерживающих хронический воспалительный процесс у пациентов с иммунными нарушениями, в том числе у детей с расстройствами аутистического спектра (РАС).

Цель данной работы состояла в исследовании влияния окисленных фрагментов геномной ДНК на динамику транскрипционной активности генов нуклеарного фактора NF-κB1 и цитокинов TNFα, IL-1β и IL-8 в мононуклеарах (МНК) периферической крови пациентов с РАС. В исследовании были использованы МНК 18 пациентов с РАС (4-12 лет, 14 мальчиков) и 11 здоровых детей. Для получения модельных фрагментов оxiДНК с высоким содержанием 8-гидрокси-2'-деоксигуанозина (8-oxodG), ~2900 x10<sup>6</sup> отн.ед., образцы геномной ДНК с уровнем 8-oxodG ~0,1 x10<sup>6</sup> отн.ед. были подвергнуты воздействию 300 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и у/ф облучению при λ=312 нм. МНК периферической крови пациентов с РАС и здоровых детей, выделенные методом градиентного центрифугирования, культивировали в присутствии оxiДНК (50 нг/мл) в течение 3 и 24 часов. По окончании инкубации исследовали динамику транскрипционной активности генов нуклеарного фактора NF-κB1 и цитокинов TNFα, IL-1β и IL-8 методом ПЦР в реальном времени с использованием специфических праймеров.

Полученные результаты показали, что трехчасовая инкубация с оxiДНК в 2-4 раза повышала уровень экспрессии генов NF-κB1 и провоспалительных цитокинов TNFα, IL-1β и IL-8 как в МНК пациентов с РАС, так и в клетках здоровых детей (все p<0,01). Через 24 часа после добавления оxiДНК в культуру клеток здорового контроля уровень экспрессии исследуемых генов снижался ниже исходного уровня (точка 0 часов). В тоже время в МНК пациентов с РАС было отмечено устойчивое повышение транскрипционной активности генов нуклеарного фактора NF-κB1 и цитокинов TNFα, IL-1β и IL-8 после 24-часовой инкубации с оxiДНК. Таким образом, окисленные фрагменты ДНК могут быть одним из факторов, поддерживающих состояние хронического воспаления у пациентов с РАС.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № № 17-04-01587 А, и в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

**EFFECT OF OXIDIZED CELL-FREE DNA ON THE EXPRESSION OF PROINFLAMMATORY CYTOKINE  
GENES IN MONONUCLEAR CELLS OF AUTISM PATIENTS COMPARED TO HEALTHY CONTROLS**

**Chudakova Julia M.<sup>1</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1,3</sup>, Kanonirova Serafima A.<sup>1</sup>, Sharonova Natalya V.<sup>1</sup>, Ershova  
Elizaveta S.<sup>1,4</sup>, Simashkova Natalya V.<sup>2</sup>, Nikitina Svetlana G.<sup>2</sup>, Porokhovnik Lev N.<sup>1</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,4</sup>**

<sup>1</sup> Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow 115478, Russia;

<sup>2</sup> Scientific Center for Mental Health, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow 115522, Russia; <sup>3</sup>Fbun  
Mniiem Im. G.n. Gabrichevskogo, Moscow, Russia

<sup>4</sup> V. A. Negovsky Research Institute of General Reanimatology, Federal Research and Clinical Center of Intensive  
Care Medicine and Rehabilitology, Moscow 107031, Russia

Unlike the inert fragments of intact genomic circulating DNA, oxidized (oxi)DNA with an elevated frequency of oxidative modifications is a damage-associated molecular pattern (DAMP) molecule. Thus, oxiDNA permanently circulating in the blood stream can be among factors that sustain the chronic inflammatory process in patients with immune disturbances, including children with autism spectrum disorders (ASD).

The aim of this study was the effect of oxidized fragments of genomic DNA on the dynamics of transcriptional activity of genes for nuclear factor NF-κB1 and cytokines TNFα, IL-1β and IL-8 in the mononuclear cells (MNC) of peripheral blood of ASD patients. MNC from 18 ASD patients (4-12 y.o., 14 boys) and 11 healthy children were used in the study. In order to obtain model oxiDNA fragments with a content of 8- hydroxy-2'-deoxyguanosine (8-oxodG) as high as ~2900 x10<sup>6</sup> relative unuts, genomic DNA samples with a 8-oxodG content of ~0.1 x10<sup>6</sup> rel.un. were subjected to 300 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and exposed to u/v at λ=312 nm. The MNC of peripheral blood of ASD patients and healthy children were isolated using gradient centrifugation and cultivated with oxiDNA (50 ng/mL) for 3 and 24 h. After incubation is finished, the dynamics of transcriptional activity of genes for nuclear factor NF-κB1 and cytokines TNFα, IL-1β and IL-8 was examined with real-time PCR using the specific primers.

The findings have shown that a three hours long incubation with oxiDNA induced a 2-4 fold increase in the level of expression of genes for NF-κB1 and pro-inflammatory cytokines TNFα, IL-1β and IL-8 in both MNC derived from ASD patients and the cells from healthy controls (all p<0,01). In 24 h after oxiDNA had been added to the cell culture of the healthy controls, the level of expression of the studied genes decreased below the baseline (point 0 hours). At the same time, MNC from ASD patients demonstrated a stable increase in the transcriptional activity of genes for nuclear factor NF-κB1 and cytokines TNFα, IL-1β and IL-8 after a 24-hour long incubation with oxiDNA. Thus, oxidized DNA fragments can be among the factors that sustain the chronic inflammatory condition in ASD patients. *The study was supported by RFBR grant № № 17-04-01587 A.*

## ТИПЫ ТЕЛОСЛОЖЕНИЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ ВЫСОКОИНБРЕДНЫХ БЕДУИНСКИХ ПЛЕМЕН ЮЖНОГО СИНАЯ

Чумакова А.М.<sup>1</sup>, Кобылянский Е. Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИИ и Музей антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия; <sup>2</sup>Кафедра анатомии и антропологии Медицинского факультета Тель-Авивского университета, Израиль

<https://doi.org/10.29003/m624.sudak.ns2019-15/461>

Условия проживания на юге Синайского полуострова оцениваются как экстремальные для жизни человека. Высокоинбредные бедуинские племена, веками населяющие эту территорию, характеризуются рядом специфических, в том числе и адаптивных особенностей. [1,3].

**Целью** настоящей работы является анализ частот встречаемости соматотипов (по Штефко-Островскому) у мальчиков и подростков бедуинов Южного Синая.

**Материал и методы.** Проанализированы 53 фотопленки из фотоматериалов Синайской экспедиции Тель-авивского университета 1979-1982гг. Визуально оценивались соматотипы 132 бедуинских мальчиков и юношей 5-17 лет по полноростовым фотографиям анфас и в профиль.

**Результаты.** Установлено, что среди мальчиков и подростков-бедуинов [2] наблюдается наибольшая частота встречаемости торакального типа телосложения (46%); отстают в процентном отношении торакально-мускульный (15,1%) и мускульно-торакальный соматотипы (6,9%).

**Заключение.** В структуре соматотипов бедуинских мальчиков и юношей преобладают торакальные, торакально-мышечные и мышечно-торакальные варианты - в общей сложности достигая 68%. Повидимому, такое соотношение конституциональных типов является адаптивной особенностью, характерной для популяций, проживающих в аридном климате.

Ключевые слова: физическая антропология, бедуины Южного Синая, мальчики и юноши, конституциональные типы, соматотипы, адаптация к климатическим условиям.

Библиография:

1. Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д. Бедуины юга Синайского полуострова: генетико-демографические аспекты (по материалам антропологической экспедиции 1979–1982 гг // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2012. № 3. С. 72–84.
2. Чумакова А.М., Кобылянский Е.Д. Возрастная изменчивость морфологических признаков у южносинайских и израильских мальчиков //Актуальные вопросы антропологии НАН Беларуси - Минск "Беларуская навука". Т. 10. Институт истории, 2015. С. 307–319.
3. Белкин В. Ш., Чумакова А. М., Кобылянский Е. Д. Физический статус бедуинов Южного Синая и особенности их основного обмена // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. 2012. № 2. С. 87-103.

## BODY BUILD DISTRIBUTION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS IN THE HIGHLY-INBRED BEDOUIN TRIBES OF THE SOUTH SINAI

Chumakova Anna M., Kobyliansky Eugene D.

1- Research Institute and Museum of Anthropology, Moscow State University, Moscow, Russia, 2- Department of Anatomy and Anthropology, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel.

Living conditions in the south of the Sinai Peninsula are assessed as extreme for human life. Highly inbred Bedouin tribes that have inhabited this territory for centuries are characterized by a number of specific, including adaptive, features [1,3].

The purpose of this work is to analyze the frequency of somatotypes' occurrence (according to Stefko-Ostrovsky) in Bedouins boys and adolescents of the South Sinai.

Material and methods. 53 photo films from photographic materials of the Tel-Aviv University's Sinai Expedition (1979-1982), were analyzed. Somatotypes of 132 Bedouin boys and young men 5-17 years old were visually evaluated by full-height photographs in full face and in profile.

Results. It was found that among boys and adolescent Bedouins [2], the highest occurrence of thoracic physique type (46%) was observed; the thoracic-muscular (15.1%) and muscular- thoracic somatotypes (6.9%) lagged behind as a percentage.

Conclusion. Thoracic, thoracic-muscular and muscular-thoracic variants predominate in the somatotype structure of Bedouin boys and youths, reaching a total of 68%. Apparently, this ratio of constitutional types is an adaptive feature characteristic of populations living in the arid climate.

Keywords: physical anthropology, South Sinai Bedouins, boys and young men, constitutional types, somatotypes, adaptation to climatic conditions.

References:

1. Chumakova A.M., Kobyliansky E.D. Bedouins of the South of the Sinai Peninsula: Genetic and Demographic Aspects (based on the anthropological expedition of 1979–1982 // Moscow University Bulletin. Series 23: Anthropology. 2012. No. 3. -p. 72–84.
2. Chumakova A.M., Kobyliansky E.D. Age variability of morphological traits in South-Sinai and Israeli boys // Actual issues of anthropology of the National Academy of Sciences of Belarus - Minsk "Belaruskaya Navuka". Т. 10. Institute of History, 2015. p. 307–319.
3. Belkin V.Sh., Chumakova A.M., Kobyliansky E.D. The physical status of the Bedouins of Southern Sinai and the features of their main exchange // Moscow University Bulletin. Series 23: Anthropology. 2012. № 2. p. 87-103.

## **ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СИМПАТИЧЕСКИХ И ПАРАСИМПАТИЧЕСКИХ НЕРВНЫХ СТРУКТУР В РАЗЛИЧНЫХ ТКАНЯХ И ОРГАНАХ (ИММУНОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)**

**Чумасов Е.И.**

ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия. [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m625.sudak.ns2019-15/462>

Известно, что функции внутренних органов человека и животных в большей или меньшей степени регулируются двумя основными отделами вегетативной нервной системы (парасимпатического и симпатического). Как показывает опыт исследований, белок PGP 9.5 является одним из маркеров, обладающих широкой возможностью выявления нервных структур. Причем он выявляет не только нервные элементы (интрамуральные ганглии, нервные стволы, пучки, проводниковые отделы миелиновых и безмиелиновых волокон, концевые нервные сплетения, локализованные в соединительной ткани и вокруг артериальных и венозных сосудов), но также эндокринные клетки островков поджелудочной железы и нейрогормональные хромоаффинные клетки параганглиев и мозгового вещества надпочечников [Чумасов и др., 2013, 2015, 2016]. Несмотря на широкие возможности этого маркера ответить на вопрос, к какому отделу вегетативной нервной системы нервные элементы относятся, идентифицировать, какие из них афферентные, а какие эфферентные, преганглионарные или постганглионарные затруднительно. В настоящей работе, выполненной на крысах Вистар (n=50), было подобрано такое сочетание маркеров, которое позволило дифференцировать структуры, принадлежащие к разным отделам вегетативной нервной системы, и определить их медиаторный статус в органе, ганглии, нерве и нервном сплетении. На серийных последовательных срезах проводили иммуногистохимические реакции на белок PGP 9.5. Вторым маркером был основной фермент синтеза катехоламинов тирозингидроксилаза. Данный маркер является высоко специфическим для катехоламинов, локализуясь в симпатических нейронах и их постганглионарных аксонах, в синаптических перичеселлюлярных аппаратах в ганглиях. Избирательно этим методом выявляются хромоаффинные клетки параганглиев и, так называемые, мелкие интенсивно флуоресцирующие клетки (SIF) симпатических ганглиев. Третий используемый маркер - мембранный белок транспортных везикул - синаптофизин. Как известно, большое количество синаптических везикул находится по ходу тонких симпатических и парасимпатических аксонов, входящих в состав основного синаптического сплетения. Последнее было нами обнаружено на поверхности гладкомышечных клеток стенки артериальных и венозных сосудов, а также в составе перичеселлюлярного нервного сплетения вокруг симпатических и парасимпатических нейронов ганглиев ВНС.

Таким образом, установлено, что для оценки степени иннервации и функционального состояния различных тканей и органов сочетанное использование трех известных маркеров (антигенов): белка PGP 9.5, тирозингидроксилазы и синаптофизина, позволяет дифференцировать симпатические и парасимпатические ганглии, нервные стволы и пучки безмякотных нервных волокон, варикозные аксоны основного терминального нервно-сосудистого сплетения различной медиаторной природы, а также перичеселлюлярные синаптические аппараты в интрамуральных ганглиях. Эти данные могут быть использованы в диагностических целях в клиниках нервных болезней.

## **DIFFERENTIAL ANALYSIS OF SYMPATHETIC AND PARASYMPATHETIC NERVOUS STRUCTURES IN VARIOUS TISSUES AND ORGANS (IMMUNOHISTOCHEMICAL STUDY)**

**Chumasov Evgeniy I.**

Institute of Experimental Medicine, St. Petersburg, Russia. [iemmorphol@yandex.ru](mailto:iemmorphol@yandex.ru)

It is known that the functions of the internal organs of humans and animals are largely regulated by two main parts of the autonomic nervous system (parasympathetic and sympathetic). Protein PGP 9.5 is one of the markers of nerve structures. It identifies not only the nerve elements (ganglia, nerves, nerve plexuses), but also the endocrine cells of the pancreatic islets and the chromaffin cells of the paraganglia and the adrenal medulla [Chumasov et al., 2013, 2015, 2016]. However, this method does not allow identifying which part of the autonomic nervous system the nerve elements belong to. In this study, a combination of markers was selected, which allowed us to differentiate structures belonging to different parts of the autonomic nervous system and determine their transmitter status. This work was performed on Wistar rats (n = 50). Immunohistochemical reactions to protein PGP 9.5 tyrosine hydroxylase, the marker of catecholaminergic nerve elements, and synaptophysin, the membrane vesicle transport protein, were performed in serial consecutive sections. A large number of synaptic vesicles are located in thin sympathetic and parasympathetic axons that form synaptic plexus. We found this plexus in the wall of blood vessels. Synaptophysin-containing fibers are also included in the pericellular nervous plexus around the sympathetic and parasympathetic neurons of the ganglia of the autonomic nervous system.

Thus, it was found that to assess the degree of innervation of various tissues and organs, the combined use of three well-known markers (antigens): protein PGP 9.5, tyrosine hydroxylase and synaptophysin allow differentiating sympathetic and parasympathetic ganglia, nerve trunks and bundles of nerve fibers, varicose axons of the main terminal nerve-vascular plexus of different transmitter nature, as well as pericellular synaptic apparatus in intramural ganglia. These data can be used for diagnostic purposes in clinics of nervous diseases.

**О НЕКЛАССИЧЕСКИХ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ ИССЛЕДОВАНИЙ СУБЪЕКТНОЙ РЕАЛЬНОСТИ**  
**Чусов А.В.**

ФГБОУВО Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, РФ

<https://doi.org/10.29003/m626.sudak.ns2019-15/463-464>

0. Считая, что современные когнитивные исследования, исследования мозга в нейронауках и исследования искусственного интеллекта имеют собственную проблематику в связи со специфически неклассической организацией их предметных областей (немасштабируемость моделей и гиперсложность изучаемых объектов), будем рассматривать их как виды исследований субъектной реальности. Примем неклассические философские основания анализа соответствующих методологических проблем: примат существования над бытием; локальная актуальность существования (относительная абсолютность или неотменимость актов в составе взаимодействий); мировые структуры актуализации сущих; особая реальность представления/репрезентации как типа взаимодействия; множественность как миров, так и онтологий; воспроизводство миров и мировых структур; объективация.

1. Будем рассматривать объектную реальность в контексте локальных миров как актуальных мировых ситуаций взаимодействий, а субъектную реальность – как а) относительно обособленную компоненту объектной реальности, б) "внутреннюю" реальность индивидуальных и коллективных субъектов. Субъектность и объектность суть характеристики существования относительно самостоятельных объектов и частично выделенных сфер актуального существования относительно самостоятельных субъектов. Будем рассматривать телесность субъекта как поверхность или границу, реализующую частичное подразделение на объекты и субъекты, т.е. выделение характеристик для субъектов "внутренних" взаимодействий. Основной характеристикой субъектности будем считать субъектную способность актуального представления. В актуально создаваемом субъектом представлении будем рассматривать материальную и идеальную части как, соответственно, материальное тело знака/означающего и онтологически осмысленную форму значения/означаемого. Телесность субъекта реализует материальное основание того события, что актуальный предмет дан именно этому субъекту. Предметность и предметная область суть дальнейшие объективации взаимодействий между объектами и субъектами.

2. Методологически развёрнутое исследование субъектной реальности в ходе исследования субъективаций как реализаций субъектов (индивидуальных и коллективных) предполагает ряд онтологических проблем. В их числе укажем прежде всего на: а) действительную множественность онтик и онтологий мира; б) действительную множественность локально актуальных мировых ситуаций и перспектив, равно как и их изменений; в) частичная упорядоченность материальных и формальных уровней субъектной реальности и их частичное актуальное переупорядочение.

3. Сложность организации субъектов актуализируется в организации действий субъектов, что с точки зрения объективации являет собой объективирование внутренних "органов" прежде всего как воспроизводимых структур восприятия (данности для субъекта) внутренних и внешних акторов и актантов, имеющих как материальное, так и идеальное соответствие. Классическое описание их видов (Аристотель) включает множество функциональных характеристик, которое в первом приближении можно считать множеством предметных областей активного воспроизводства субъекта как объекта-в-мире.

4. Субъективация, как частный случай объективации, является мировым процессом. Это значит, что в ходе субъективации на разных материальных и знаковых уровнях создаются новые: объекты; типы объектов; места в мире; вхождения объектов в мир; уровни вхождений объектов в мир. Указанная новизна, на наш взгляд, имеет ту специфику (её выделял в чистом виде, к примеру, Шопенгауэр), что основаниями для соответствующих внутренних объективаций выступают разные центры активности, т.е. субъект актуально полицентричен, причём, возможно, на каждом уровне организации. Учитывая один из тезисов системного подхода, можно полагать, что новые уровни организации возникают на предметном объективировании границ старых взаимодействий. Это означает, в частности, что предметное содержание основывается на системе различий, а не отождествлений.

**ON NON-CLASSICAL METHODOLOGICAL PROBLEMS OF RESEARCH OF SUBJECT REALITY**

**Chusov Anatoliy Vitalievich**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V.Lomonosov Moscow State University,  
Moscow, Russian Federation

0. Considering that modern cognitive research, brain research in neuroscience and artificial intelligence research have their own problems in connection with the specifically non-classical organization of their subject areas (non-scalable models and hypercomplexness of their objects), we will consider them as types of research of subject reality (reality of a subject in the object world). Let's take the non-classical philosophical foundations of the analysis of the corresponding methodological problems: the primacy of existence over being; local actuality of existence (relative absoluteness or irreversibility of acts as part of interactions); global structures of actualization of entities; special reality of representation as a type of interaction; the multiplicity of both worlds and ontologies; reproduction of worlds and world structures; objectivization.

1. We will consider object reality in the context of local worlds as actual world situations of interactions, and subject reality as a) a relatively separate component of objective reality, b) an "internal" reality of individual and collective subjects. Subjectivity and objectivity are the characteristics of the existence of relatively independent objects and partially distinguished spheres of actual existence of relatively independent subjects. We will consider the corporeality of the subject as a surface or boundary that implements a partial division into objects and subjects, i.e. the selection of characteristic for the subjects of "internal" interactions. As a main characteristic of subjectivity, we assume a subject's capacity of an actual representation. In the representation actually created by the subject, we will consider the material and ideal parts as, respectively, the material body of the sign/signifier and the



ontologically meaningful form of the value/signified. The corporeality of the subject realizes the material basis of the event that the actual subject-matter is given to this subject. Subjectivity and the subject-matter area are the further objectivizations of interactions between objects and subjects.

2. The methodologically developed study of subject reality in the course of the study of subjectivizations as realizations of subjects (individual and collective) implies a number of ontological problems. Among them, we indicate first of all on: a) the real plurality of ontics and ontologies of the world; b) the actual multiplicity of locally relevant world situations and prospects, as well as their changes; c) partial order of material and formal levels of subject reality and their partial actual reordering.

3. The complexity of the organization of the subjects is actualized in the organization of the actions of the subjects, which is from the point of view of objectivization is the objectivization of internal "organs", primarily as reproducible structures of perception (givenness for the subject) of internal and external actors and actants, having both material and perfect correspondence. The classical description of their types (Aristotle) includes a variety of functional characteristics, which in the first approximation can be considered as a set of subject areas of active reproduction of the subject as an object-in-the-world.

4. Subjectivization, as a special case of objectivization, is a world process. This means that in the course of subjectivization at new material and sign levels, there are created new ones: objects; object types; places in the world; the entries of objects into the world; levels of entry of objects into the world. This novelty, in our opinion, has that specificity (it was singled out in its pure form, for example, by Schopenhauer) that the bases for the corresponding internal objectivizations are different centers of activity, i.e. the subject is actually polycentric, and, possibly, at every level of the organization. Considering one of the theses of the systems approach, it can be assumed that new levels of organization arise on the subject-matter objectivization of the boundaries of old interactions. This means, in particular, that the subject-matter content is based on the system of differences, but not on identifications.

### **КАЛЬБИНДИН- И КАЛЬРЕТИНИН-ИММУНОРЕАКТИВНЫЕ МЕТАСИМПАТИЧЕСКИЕ НЕЙРОНЫ КИШКИ В ОНТОГЕНЕЗЕ**

<sup>1</sup>Шадрина М.М., <sup>2</sup>Маслюков П.М.

<sup>1</sup>Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

<sup>2</sup>Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Россия

<https://doi.org/10.29003/m627.sudak.ns2019-15/464-465>

К внутриклеточным кальций-связывающим белкам, наиболее распространенным в нервной системе, селективно экспрессирующимся в определенных популяциях нейронов, относятся кальбиндин (КБ) массой 28 кДа и кальретинин (КР). При этом особенности возрастного развития кальций-регулирующих систем, в том числе КБ и КР в нейронах автономной нервной системы остаются малоизученными, хотя отдельные работы свидетельствуют о выраженных возрастных изменениях экспрессии этих пептидов.

Исследование проведено на 30 белых крысах-самках линии Вистар в возрасте 1, 10, 20, 30 суток, 2 и 24 месяца с соблюдением национальных и международных этических норм обращения с лабораторными животными. Локализация, процентное содержание и морфометрические характеристики КБ и КР иммунопозитивных нейронов в интрамуральных узлах межмышечного и подслизистого сплетения двенадцатиперстной кишки крыс в постнатальном онтогенезе определялись при помощи иммуногистохимических методов с использованием двойного мечения антителами и последующей флуоресцентной микроскопией. Статистический анализ включал определение средней арифметической, ее стандартной ошибки, однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). Различия считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Результаты показали, что КБ и КР-иммунореактивные нейроны выявлялись у всех исследованных крыс от новорожденных до старых. Доля КР-иммунореактивных нейронов заметно увеличивалась в первые 10 суток жизни, и далее достоверно не изменялась, в том числе и у старых животных. Процент КБ-содержащих нейронов возрастал в первые 20 суток жизни, незначительно снижался к концу первого месяца и далее достоверно не менялся. Большая часть нейронов солокализировала КБ и КР уже у новорожденных животных. Средний размер КБ- и КР-иммунореактивных клеток являлся достоверно больше средней площади сечения иммунонегативных нейронов во всех возрастных группах.

Таким образом, в раннем постнатальном онтогенезе происходит увеличение доли КБ- и КР-иммунопозитивных нейронов в интрамуральных узлах кишки, что противоположно возрастным изменениям содержания кальций-связывающих белков в чувствительных спинномозговых и симпатических узлах. Окончательное созревание нейронов интрамуральных узлов, содержащих различные типы кальций-связывающих белков, завершается к концу первого месяца жизни. Возрастной инволюции КБ- и КР-иммунопозитивных нейронов межмышечного сплетения двенадцатиперстной кишки у старых крыс не отмечается.

### **CALBINDIN-AND CALRETININ-IMMUNOREACTIVE METASOMATIC NEURONS RUT'S IN ONTOGENESIS**

<sup>1</sup>Shadrina Maria M., <sup>2</sup>Masukov Petr M.

<sup>1</sup>Yaroslavl State University. P. G. Demydova, Yaroslavl

<sup>2</sup>Yaroslavl state Medical University, Yaroslavl

Calbindin and calretinin are the most common in the nervous system intracellular calcium-binding proteins which express in certain populations of neurons. The peculiarities of age-specific development of calcium-regulating systems, including calbindin and calretinin in neurons of the autonomic nervous system remain poorly studied. Although some works testify the pronounced age changes of expression of these peptides.

The study is conducted on 30 white female rats of Wistar line of ages: 1, 10, 20, 30 days, 2 and 24 months. The study corresponds to the national and international ethical standards of treatment of laboratory animals.

Localization, percentage and morphometric characteristics of calbindin and calretinin in immunopositive neurons in intramural nodes of the intermuscular and submucosal plexus of the duodenum of the rats in postnatal ontogenesis are determined by immunohistochemical methods using double-tagging antibodies and subsequent fluorescent microscopy. Statistical analysis includes the definition of the arithmetic mean, its standard error, the one-factor dispersion analysis (ANOVA). The differences are considered reliable at  $p < 0.05$ .

The results show that calbindin and CD-immunoreactive neurons are detected in all ages of studied rats from the newborns to the old ones. The part of the CD-immunoreactive neurons is significantly increasing in the first 10 days of life, and further is not reliably changing including the old animals. The percentage of calbindin-containing neurons is growing in the first 20 days of life, slightly decreasing by the end of the first month and further does not change reliably. Most of the neurons localize calbindin and calretinin since newborn age. Average size of calbindin and calretinin-immunoreactive cells is significantly larger than the average section area of immunonegativity neurons in all age groups.

Thus, in the early postnatal ontogenesis there is an increase in the share of calbindin and calretinin-immunopositivity neurons in intramural bowel nodes, which is opposite to age-related changes in the content of calcium-binding proteins in sensitive spinal and sympathetic knots. Final maturation of neurons of intramural nodes containing different types of calcium-binding proteins is completed by the end of the first month of life. Age involution of calbindin and calretinin-immunopositive neurons of the intermuscular plexus of duodenum is not noted in old rats.

### **СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НАДПОЧЕЧНИКОВЫХ ЖЕЛЕЗ У ДЕТЕЙ 11-15 ЛЕТ ШКОЛЬНИКОВ**

**Шайхелисламова М.В., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А., Шепелева Н.А., Комарова А.Д.**  
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m628.sudak.ns2019-15/465-466>

Известно, что исключительную роль в поддержании нейровегетативного равновесия и регуляции приспособительных реакций организма играют две группы биохимических факторов – катехоламины и кортикостероиды. С первыми, как известно, связаны функции симпато-адреналовой системы в ее гормональном и медиаторном отделах, со вторыми – функции гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной системы в ее терминальном звене. Симпато-адреналовая система (САС), ее симпатическая часть представляет собой нервное регуляторное звено, необходимое для запуска гуморального механизма приспособительных эндокринных реакций. Гипофизарно-надпочечниковая – занимает ключевое положение в механизме перехода срочных адаптивных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации. В соответствии с темой исследования был проведен анализ суточной экскреции с мочой адреналина (А), норадреналина (НА), 17-оксикортикостероидов (17-ОКС) и 17-кетостероидов (17-КС) у мальчиков 11-15 лет в течение года. В ходе исследования достаточно сложно было учесть долю влияния внутренних и внешнесредовых факторов на детский организм – возрастных тенденций, умственной и физических нагрузок, сезонных колебаний активности надпочечниковых желез, которые взаимосвязаны и взаимообуславливают друг друга. Было установлено, что динамика экскреции метаболитов андрогенов в течение года у мальчиков 12,13 и 14 лет имеет волнообразный характер с уменьшением ее интенсивности в зимний и возрастанием в весенний период ( $p < 0,05$ ), что объясняется сезонными колебаниями функциональной активности надпочечниковых и половых желез и согласуется с представлениями о нейроэндокринных сезонных ритмах. Особого внимания заслуживают мальчики 14 и 15 лет, у которых на фоне возрастного увеличения экскреции НА наблюдается ее достоверное снижение к концу учебного года по сравнению с началом, что может свидетельствовать о низкой экономичности функционирования САС в процессе учебной деятельности подростков. При этом экскреция 17-ОКС в мае, напротив, увеличивается ( $p < 0,05$ ), превосходя в 1,5 раза свою возрастную планку. Резкое возрастание уровня глюкокортикоидов, наблюдаемое в конце года у мальчиков 15 лет сопровождается существенным снижением у них экскреции андрогенов. Это является крайне неблагоприятным фактором, способным повлиять на перспективу полового созревания подростков.

### **SEASONAL VIBRATIONS OF THE FUNCTIONAL ACTIVITY OF THE ADRENAL GLANDS IN CHILDREN 11-15 YEARS**

**Shaykhelislamova Maria V., Dikopolskaya Natalia B., Bilalova Gulfia A., Shepeleva Natalia A., Komarova Alena D.**

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, [bettydn@mail.ru](mailto:bettydn@mail.ru)

It is known that a crucial role in the maintenance of autonomic balance and regulation of adaptive reactions of the organism is played by two groups of biochemical factors such as catecholamines and corticosteroids. The functions of the sympathetic-adrenal system in its hormonal and mediator parts are known to be associated with the first, while the functions of the hypothalamic – pituitary-adrenocortical system in its terminal link are associated with the second. The sympatho-adrenal system (SAS), its sympathetic part is a nerve regulatory link necessary to trigger the humoral mechanism of adaptive endocrine reactions. Pituitary-adrenal-occupies a key position in the mechanism of transition of urgent adaptive reactions in the full development of long-term adaptation. In accordance with the theme of the study, the analysis of daily urinary excretion of adrenaline (A), noradrenaline (NA), 17-oxycorticosteroids (17-OCS) and 17-ketosteroids (17-KS) in boys 11-15 years during the year was carried out. In the course of the study it was quite difficult to take into account the share of the influence of internal and external environmental factors on the child's body – age trends, mental and physical activity, seasonal fluctuations in the activity of the adrenal glands, which are interrelated and interdependent with each other. It was found that the dynamics of the excretion of androgen metabolites during the year in boys 12.13 and 14 years has a wave-like nature with a decrease in its intensity in winter and an increase in the spring ( $p < 0.05$ ), due to seasonal fluctuations

in the functional activity of the adrenal and genital glands and is consistent with the ideas of neuroendocrine seasonal rhythms. Special attention should be paid to boys of 14 and 15 years, who, against the background of age-related increase in noradrenaline excretion, there is a significant decrease by the end of the school year compared to the beginning, which may indicate a low efficiency of the functioning of SAS in the process of educational activity of adolescents. At the same time, the excretion of 17-ACS in may, on the contrary, increases ( $p < 0.05$ ), exceeding 1.5 times its age limit. A sharp increase in the level of glucocorticoids observed at the end of the year in boys of 15 years is accompanied by a significant decrease in their androgen excretion. This is an extremely unfavorable factor that can affect the prospect of puberty in adolescents.

### **НЕЙРОИМПРИТИНГ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ПРОТЕКТОРЫ ОРГАНИЗМА ОТ ЛЕТАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И СТАРЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

**Шаов М.Т., Пшикова О.В.**

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, НИЛ КБГУ – РАН «Биофизика нейроиформационных технологий», Нальчик, Россия; [shaov\\_mt@mail.ru](mailto:shaov_mt@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m629.sudak.ns2019-15/466>

Несмотря на рост комфорта и потребления, продолжительность жизни человека существенно не увеличивается. Только в США ежегодно регистрируется более 2 млн нежелательных лекарственных реакций и более 100 000 человек умирает по их причине (Л.З. Полонецкий, 2007). По данным ВОЗ (2018 г.) ежегодно от гипертонии умирают 1,5 млрд человек, а число онкологических больных («Геден Рихтер», 2001) достигает 200 млн. Мы все чаще встречаемся с такими патологическими состояниями как лекарственная болезнь, иммунодефицит, аллергия, информационная нагрузка и компьютерные неврозы (К.Ф. Закощиков, 2001). В этой связи явно повышается интерес к природным (натуропатическим) средствам профилактики и лечения. К ним можно отнести нейроимпринтинг (энергоинформационный обмен) – технологии, действующие неинвазивно-дистанционно с помощью частот информационно-управляющих сигналов нейрона, оксигенированного сеансами высокогорной импульсной гипоксии на Эльбрусе (М.Т. Шаов, О.В. Пшикова, Х.А. Курданов, 2013). Так, импринтинг-технология «Кардиопротектор» понижает артериальное давление с 220/115 до 132/82 мм рт.ст. Технология «Нейростингер – жало нейрона» уменьшает исходный уровень радикалов кислорода (АФК) на 60 – 62% ( $O_2^{\cdot-}$  и  $H_2O_2$ ), а  $O^{\cdot}H$  - на 59%. Нейроимпринтинг-технология «Нейротон-альфа» повышает надежность головного мозга на 39,1%. В целом изменения  $CO_2$  в крови, АФК в ткани, ЧСС и ДАД под воздействием технологий «Кардиопротектор» и «Нейротон-альфа» говорят о реальной возможности продления продолжительности жизни человека с 80 до 110 лет и снижения вероятности смерти от сердечно-сосудистых заболеваний на 70%. Благотворное действие нейроноподобных – технологий имеет биофизические, биохимические и физиологические механизмы (М.Т. Шаов, О.В. Пшикова, Х.А. Курданов, 2013). Обращает на себя внимание их ферментоподобное действие. «Кардиопротектор» выступает в роли ангиотензиныазы, действие которой основано на понижении АД. «Нейростингер» действует на  $O_2^{\cdot-}$  и  $O^{\cdot}H$  подобно ферментам супероксиддисмутазы и глутатион – пероксидазы, а на  $H_2O_2$  он влияет как фермент – каталаза. Нейроимпринтинг-технологии будут иметь важнейшее значение для создания высокоэффективных способов импринтинг-терапии и в целом новой импринтинг-медицины. Необходимо осознать, что на наших глазах зарождается новая нейротехнологическая эпоха – кто построит нейроноподобные технологии первым, тот обеспечит себе лидерство в рамках следующего технологического уклада (М.А. Островский, 2017).

### **NEUROIMPRINTING TECHNOLOGIES AS THE PROTECTORS OF THE BODY AGAINST FATAL DISEASES AND HUMAN AGING**

**Shaov Mukhamed T., Pshikova Olga V.**

Kabardino-Balkarian State University by H. M. Berbekov, SIL Kabardino-Balkarian State University – Russian Academy of Sciences "Biophysics of neuroinformation technologies", Nalchik, Russia. [shaov\\_mt@mail.ru](mailto:shaov_mt@mail.ru)

Despite the increase in comfort and consumption, life expectancy does not increase significantly. Just in the United States, more than 2 million adverse drug reactions are reported each year and more than 100,000 people die from them (L. Z. Polonetsky, 2007). According to the WHO (2018) annually from hypertension die about 1.5 billion people, and the number of cancer patients ("Gedeon Richter", 2001) reaches 200 million. We often meet with such pathological conditions as drug-disease, immunodeficiency, Allergy, information load and computer nervousness. In this regard, interest in natural (naturopathic) means of prevention and treatment is clearly increasing. These include neuroimprinting (energy exchange) technology, existing non-invasive-remotely using the frequency information and the control signals of the neuron, oxygenating sessions of pulsed high mountain hypoxia on Elbrus (M. T. Shaov, O. V. Pshikova, H. A. Kurdanov, 2013). Thus, imprinting technology "Cardioprotector" lowers blood pressure from 220/115 to 132/82 mm Hg. article. Technology "Neurostinger – the sting of neuron" reduces the initial level of reactive oxygen species (ROS) by 60 – 62% ( $O_2^{\cdot-}$  and  $H_2O_2$ ), and  $O^{\cdot}H$  - 59%. Neuroimprinting technology "Neuroton-alpha" increases the reliability of the brain by 39.1%. In General, changes in  $CO_2$  in the blood, ROS in tissue, heart rate and DAP under the influence of "Cardioprotector" and "Neuroton-alpha" suggest a real possibility of extending the life expectancy of a person from 80 to 110 years and reducing the probability of death from cardiovascular disease by 70%. The beneficial effect of neuron-like technologies has biophysical, biochemical and physiological mechanisms (M. T. Shaov, O. V. Pshikova, H. A. Kurdanov, 2013). Attention is drawn to their enzymatic action. "Cardioprotector" acts as angiotensinase, the action of which is based on lowering blood pressure. "Neurostinger" effects on  $O_2^{\cdot-}$  and  $O^{\cdot}H$  like the enzymes of superoxide dismutase and glutathione peroxidase, and it affects on  $H_2O_2$  like the enzyme catalase. Neuroimprinting-technology will have the most important value for developing the highly efficient ways of imprinting therapy and a whole new imprinting medicine. It is necessary to realize that a new neurotechnological era is emerging before our eyes – those, who will build neuron-like technologies first, will ensure leadership in the next technological order (M. A. Ostrovsky, 2017).

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ СПОСОБНОСТИ, РАБОЧАЯ ПАМЯТЬ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ У СТУДЕНТОВ ГУМАНИТАРНЫХ И НЕГУМАНИТАРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Шарафиева К.Р., Есипенко Е.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Томск, Россия; ruf\_84@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m630.sudak.ns2019-15/467>

Специалисты STEM-областей (наука, техника, инженерия и математика) одни из наиболее востребованных на рынке труда. Предиктором стремления студентов к высшему образованию в STEM-областях выступают пространственные способности (ПС) (Ramirez, et. al., 2012). При этом на развитие ПС оказывают влияние различные факторы. В связи с этим было проведено пилотное исследование по изучению различий ПС, объема рабочей памяти (РП) и пространственной тревожности (ПТ) у студентов гуманитарных и негуманитарных направлений г. Томска.

У студентов гуманитарных (N = 36) и негуманитарных направлений (N = 35), средний возраст – 18,90±1,26 лет, был определен объем РП (который измерялся с помощью теста блоков Корси, реализуемого в открытом пространстве PEBL), уровень ПТ – при помощи опросника Lawton (1994), а также получены показатели ПС для 4 разных субтестов.

Непараметрический критерий Манна-Уитни показал, что группы значительно различались только по уровню ПТ, так у студентов гуманитарного направления средний балл по этому показателю составил 21,39 по сравнению с негуманитарным направлением – 17,09 (p < 0,05). Корреляционный анализ между объемом РП и ПС для каждой группы по отдельности показал, что для негуманитарных направлений обучения объем РП статистически значимо коррелировал со всеми 4 субтестами (rS в диапазоне от 0,35 до 0,45), а для гуманитарных направлений объем РП коррелировал только с 1 субтестом (rS = 0,36, p = 0,03). Кроме этого, у группы негуманитарного направления между уровнем ПТ и ПС была выявлена обратная корреляция для субтеста, оценивающего механические рассуждения (rS = -0,38, p = 0,03).

Таким образом, несмотря на то, что значимые различия между группами мы наблюдаем только для уровня ПТ, тем не менее, очевидны различия в механизмах взаимодействия объема рабочей памяти и уровня пространственной тревожности с ПС в анализируемых группах. На наш взгляд полученные результаты необходимо проверить на большей выборке. *Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-313-00251.*

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474-487.

## SPATIAL ABILITY, WORKING MEMORY, AND SPATIAL ANXIETY IN STUDENTS OF HUMANITARIAN AND NON-HUMANITARIAN DEGREES

Sharafieva Ksenia R., Esipenko Elena A.

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; ruf\_84@mail.ru

STEM specialists (science, technology, engineering, and mathematics) are one of the most in demand in the labor market. Spatial ability (SA) is a predictor of student's aspirations for higher education in STEM areas (Ramirez, et. al., 2012). At the same time, the different factors can be predictors of SA development. In this regard, a pilot study was conducted to investigate the differences in SA, a volume of working memory (VWM) and level of spatial anxiety (LSA) among of humanitarian and non-humanitarian students. Sample was students of humanitarian (N = 36) and non-humanitarian degrees (N = 35), age – 18.90±1.26. SA parameters was measured by 4 tests on different domains of spatial ability. VWM was measured by the Corsi block test in the open space of the PEBL. LSA was measured by Lawton's questionnaire (1994).

The nonparametric Mann-Whitney test showed that the groups differed significantly (p < .05) only in the LSA, students of humanitarian degree had higher spatial anxiety than non-humanitarian (21.39, 17.09 respectively). Correlation analysis between the VWM and SA for each group separately showed in non-humanitarian degrees the VWM significantly correlated with all 4 subtests of SA (rS = from .35 to .45), and in humanitarian degrees, the VWM correlated only with 1 subtest (rS = .36, p = .03). In addition, was found a correlation between the LSA and the one subtest of SA (evaluating mechanical reasoning) in a group of non-humanitarian degrees (rS = -.38, p = .03).

Thus, despite the fact that significant differences between the groups we observe only for LSA, however, there are obvious differences in the mechanisms of interaction between the working memory and the level of spatial anxiety with the SA in the analyzed groups.

*The study was carried out with the financial support of RFBR in the framework of scientific project № 18-313-00251.*

Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2012). Spatial anxiety relates to spatial abilities as a function of working memory in children. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(3), 474-487.

## РЕГУЛЯЦИЯ ТРАНСДИФФЕРЕНЦИРОВКИ ПИГМЕНТНОГО ЭПИТЕЛИЯ ЧЕЛОВЕКА КОНДИЦИОНИРОВАННЫМИ СРЕДАМИ РЕГЕНЕРАТОВ СЕТЧАТКИ ТРИТОНА

Шафеев Е.В., Новикова Ю.П., Александрова М.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Москва, Россия, elenamallakhova@gmail.com

<https://doi.org/10.29003/m631.sudak.ns2019-15/467-468>

При различных заболеваниях и механических повреждениях клетки сетчатки человека безвозвратно утрачиваются, так как не имеют способности к самовосстановлению. Это приводит к ухудшению зрения,

вплоть до полной слепоты. Для восстановления сетчатки разрабатываются технологии с использованием эмбриональных стволовых клеток (ЭСК) и iPS.

На сегодняшний день показано, что с помощью кондиционированных сред (КС) можно управлять дифференцировкой плюрипотентных клеток, изменять дифференцировку уже зрелых клеток и усиливать регенерацию тканей и органов. В отличие от ЭСК и iPS метод прямого переключения фенотипа с помощью КС является более экономичным и этичным.

В данном исследовании мы получили КС регенератов сетчатки тритона и воздействовали ими на клетки ретинального пигментного эпителия (РПЭ) человека. Целью данной работы является изучение морфологических и молекулярно-генетических изменений клеток РЭ человека под влиянием КС регенератов сетчатки тритона. Исследование проводили на линии РПЭ человека ARPE-19. КС использовали в концентрации 25% и 50%.

Под действием КС мы наблюдали дедифференцировку клеток с последующей дифференцировкой в двух направлениях: нейральном и эпителиальном. Это напоминает процесс регенерации сетчатки у тритона, в котором РПЭ дедифференцируется, а затем восстанавливает нейральную сетчатку и слой РПЭ. На RT-PCR наблюдали резкое повышение экспрессии маркеров плюрипотентности *OCT4*, *NANOG*, *KLF4* с последующим повышением маркеров нейральной дифференцировки  *$\beta$ III-TUBULIN*, *PAX6*. В культуре появлялись клетки с длинными аксоноподобными отростками и клетки с эпителиальной морфологией. Иммуноцитохимическое окрашивание показало, что клетки, имеющие нейроноподобную морфологию, дают положительное окрашивание антителами к  $\beta$ III-tubulin и не окрашиваются антителами к эпителиальному маркеру Cx-43. Также мы наблюдали большое количество клеток, утративших окрашивание как антителами к нейральной, так и эпителиальной дифференцировки. Наибольшую эффективность в трансдифференцировке РПЭ показало использование 50% КС. Таким образом, КС регенератов сетчатки тритона способны воздействовать на клетки РПЭ млекопитающих, вызывая их трансдифференцировку.

### **REGULATION OF TRANSDIFFERENTIATION OF HRPE CELLS BY CONDITIONED MEDIUM FROM NEWT REGENERATING RETINA**

**Shafei Elena V., Novikova Yulia P., Aleksandrova Maria A.**

Koltzov Institute of Developmental Biology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,  
[elenamallakhova@gmail.com](mailto:elenamallakhova@gmail.com)

In various diseases and mechanical damage, human retinal cells are irretrievably lost, since they do not have the ability to recovery. This is a reason of vision impairment and blindness. Embryonic stem cells (ESCs) and iPS are used to develop methods of retina restore.

Now we know that conditioned medium (CM) can control the differentiation of pluripotent cells, change the differentiation of mature cells and enhance the regeneration of tissues and organs. In contrast to ESC and iPS, the method of direct phenotype switching with the help of a CM is more economical and does not have ethical problems.

In this study, we obtained the CM of the newt retina regenerates and used it to human retinal pigment epithelial (hRPE) transdifferentiation. The aim of this work was to study the morphological and molecular changes in human RPE cells under the treatment of the CM of newt retina regenerates. In this study, we used the cell line ARPE-19. We applied 25% and 50% CM concentrations.

We observed dedifferentiation of hRPE cells with following differentiation in two directions: neural and epithelial under CM treatment. These results remind the process of newt retina regeneration, where RPE cells are first dedifferentiated, and then they restore the neural retina and the RPE layer. We detected an increase expression of pluripotent markers (*OCT4*, *NANOG*, *KLF4*) with following an increase expression of neural differentiation markers ( $\beta$ III-TUBULIN, *PAX6*) by RT-PCR. Cells with long axon-like processes and cells with RPE epithelial morphology appeared in culture. Immunocytochemical staining showed that cells with neuron-like morphology give positive staining with antibodies to  $\beta$ III-tubulin and are not stained with antibodies to the epithelial marker Cx-43. We also revealed a large number of cells that have lost staining with both antibodies to neural and epithelial differentiation. The more effective in RPE transdifferentiation was 50% CM. Thus, CM of newt retina regenerates are able to act on mammalian RPE cells, causing their transdifferentiation.

### **ИЗМЕНЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В МОЗГЕ МЫШЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА И ОПИСТОРХОЗА**

**Шацкая Н.В., Кашина Е.В., Августинovich Д.Ф.**

Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия;  
[shatskaya@googlemail.com](mailto:shatskaya@googlemail.com)

<https://doi.org/10.29003/m632.sudak.ns2019-15/468-469>

Механизмы взаимодействия мозга, первостепенного регулятора всех функций в организме, и печени, главного обезвреживающего от чужеродных агентов органа, слабо изучены. Еще менее ясным представляется их взаимодействие в контексте развивающихся патологических процессов. На мышах инбредной линии C57BL/6, которые были инфицированы гельминтами *O. felineus* в течение полугода, моделировали условия социального стресса, подразумевающего длительные межсамцовые конфронтации. Сравнивали 4 группы животных: 1) контрольных интактных (КОН), 2) *O. felineus*-инфицированных (6 мес) (OF), 3) испытывающих социальный стресс (30 дней) (СС), 4) сочетающих оба фактора воздействия – социальный стресс и инфекцию (OF+СС). В образцах мозга оценивали экспрессию генов активация микроглии (*Aif1*), маркеров воспаления (*Il6*, *Il6st*, *Tnfa*, *Cebpb*), а также астроглии (*GFAP*) методом ПЦР в реальном времени. Установлено, что социальный стресс, равно как и хронический описторхоз обуславливают активацию микроглии в гиппокампе, причем у мышей OF+СС экспрессия гена *Aif1* была максимальной. Экспрессия гена *Tnfa*, напротив, снижалась у животных СС, и не менялась у мышей OF. При

неизменном уровне экспрессии гена *Il6* у животных всех экспериментальных групп, экспрессия гена рецептора интерлейкина-6 (*Il6st*) также снижалась, особенно у мышей OF+СС, причем установлено статистически значимое взаимодействие факторов [ $F(1,35)=5.76$ ;  $p=0.022$ ]. Экспрессия остальных оцениваемых генов у животных сравниваемых групп не менялась. Полагаем, что чрезмерно активированная микроглия инициирует каскад воспалительных сигналов, прежде всего, провоспалительных цитокинов, что, по механизму обратной связи, обуславливает снижение экспрессии генов этих белков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-00790).*

## GENE EXPRESSION CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF SOCIAL STRESS AND OPISTHORCHIASIS IN MICE

**Shatskaya Natalia V., Kashina Elena V., Avgustinovich Damira F.**

The Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ICG SB RAS), Novosibirsk, Russia, [shatskaya@googlemail.com](mailto:shatskaya@googlemail.com)

The brain is the main regulator of all organism functions, including liver, which is the main neutralizing organ of harmful agents. Unfortunately, liver-brain axis is not studied enough still. Also, such interaction between brain and developing pathological processes in liver is studied even less. Long-lasting intermale confrontations in mice of inbred C57BL/6 strain were used for the modeling of social stress. In our experiments mice were infected by helminthes *O. felineus* and simultaneously exposed to social stress. We compared four groups of mice: 1) intact (CON), 2) *O. felineus*-infected (6 months) (OF), 3) subjected to social stress (30 days) (SS), 4) exposed to both factors - social stress and *O. felineus* infection (OF+SS). Gene expression of microglia activation (*Aif1*), inflammatory markers (*Il6*, *Il6st*, *Tnfa*, *Cebpb*), marker of astroglia (*GFAP*) were estimated in brain samples by real-time PCR. We found that social stress as well as chronic opisthorchiasis induced activation of microglia in hippocampus, moreover *Aif1* gene expression was maximum in OF+SS mice. *Tnfa* gene expression was decreased in SS mice and was not changed in OF ones. Gene expression of *Il6* was not varied in mice of all groups studied, whilst gene expression of IL-6 receptor (*Il6st*) was decreased especially in OF+SS mice, and significant interaction of two factors used was found [ $F(1,35)=5.76$ ;  $p=0.022$ ]. Expression of all other genes estimated in mice were not affected. We supposed that activated microglia induces the cascade of inflammatory signals, first of all proinflammatory cytokines, which by the feedback mechanism provide the decline of expression of these genes.

*The work was supported by the RFBR (grant No. 17-04-00790)*

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ ДНК ПРИ КАТАТОНИЧЕСКОЙ И ПАРАНОИДНОЙ ШИЗОФРЕНИИ ПО СРАВНЕНИЮ С КОНТРОЛЬНОЙ ВЫБОРКОЙ

**Шашин Д.М.<sup>3</sup>, Жесткова Е.М.<sup>4</sup>, Ершова Е.С.<sup>1,3</sup>, Мартынов А.В.<sup>1</sup>, Шмарина Г.В.<sup>1</sup>, Захарова Н.В.<sup>2</sup>, Пухальская Д. А.<sup>1</sup>, Вейко Н.Н.<sup>1</sup>, Умрюхин П.Е.<sup>3</sup>, Костюк С.В.<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБНУ «Медико-генетический научный центр» г. Москва, Россия;

<sup>2</sup> ГБУЗ «Психиатрическая клиническая больница № 1 им. Н. А. Алексеева ДЗМ», г. Москва, Россия.

<sup>3</sup> - ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, г. Москва, Россия; <sup>4</sup> - Психиатрическая клиническая больница № 4 имени П. Б. Ганнушкина ДЗМ, г. Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m633.sudak.ns2019-15/469-470>

Нуклеиновые кислоты, локализованные вне клеток организма, а также в среде культивирования клеток, называют внеклеточной ДНК (вкДНК). ВкДНК присутствует в крови здоровых людей в сравнительно небольших количествах. Повышение концентрации вкДНК может рассматриваться в качестве интегрального показателя, отражающего уровень гибели клеток организма и свидетельствовать о наличии острого патологического процесса. Мы исследовали концентрацию вкДНК у больных параноидной (F20.0; N=54) и кататонической формой шизофренией (F20.2; N=46), а также в контрольной выборке соответствующего возраста и пола (N=80) - психически и соматически здоровых доноров, не состоящих в родстве с исследуемыми пациентами и не имеющих семейной отягощенности шизофренией.

ВкДНК была выделена из плазмы крови методом фенольной экстракции. Концентрацию вкДНК определяли с помощью флуоресцирующего красителя PicoGreen.

В плазме крови 80 здоровых лиц концентрация циркулирующей ДНК варьировала от 47 до ~ 3370 нг/мл, медиана 416 нг/мл. Полученные нами данные по значениям концентрации вкДНК у здоровых доноров согласуются с литературными данными, и значения концентрации вкДНК совпадают по значениям концентрации вкДНК с данными других исследовательских коллективов, полученных аналогичными методами.

При шизофрении в стадии обострения мы наблюдали повышение концентрации вкДНК в плазме крови - концентрация циркулирующей ДНК варьировала от 177 до ~ 6800 нг/мл, медиана 871 нг/мл. В выборке больных параноидной формой шизофрении концентрация циркулирующей ДНК варьировала от 177 до ~ 6800 нг/мл, медиана - 698 нг/мл, в выборке больных кататонической формой шизофрении концентрация вкДНК варьировала от 199 до ~ 4140 нг/мл, медиана - 933 нг/мл.

Концентрации вкДНК в образцах плазмы больных кататонической и параноидной формой шизофрении не различаются между собой ( $p>0,1$ ) и достоверно выше, чем в образцах плазмы здоровых людей ( $p<0,001$ ).

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 17-29-06017офи\_м, и в рамках государственного задания Минобрнауки России.*

## CHANGES OF THE CELL-FREE DNA CONCENTRATION IN CATATONIC AND PARANOID SCHIZOPHRENIA COMPARED WITH THE CONTROL SAMPLE

Shashin Denis M.<sup>3</sup>, Zhestkova Elizaveta M.<sup>4</sup>, Ershova Elizaveta S.<sup>1,3</sup>, Martynov Andrey.V.<sup>1</sup>, Shmarina Galina V.<sup>1</sup>, Zakharova Natalia V.<sup>2</sup>, Puchalskaya Daria A.<sup>1</sup>, Veiko Natalia N.<sup>1</sup>, Umriukhin Pavel E.<sup>3</sup>, Kostyuk Svetlana V.<sup>1,3</sup>

1- Research Centre for Medical Genetics (RCMG), Moscow, Russia

2- N.A. Alekseev Psychiatric Clinical Hospital № 1, Moscow, Russia

3- I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),

4- P.B. Gannushkin Psychiatric Clinical Hospital № 4

The nucleic acid localized outside cells bodies and in the environment of the cells cultivation are called cell-free DNA (cfDNA). cfDNA is present in the blood of healthy people in relatively small quantities. Increasing cfDNA concentration may be considered as an integral indicator reflecting the level of cell death of the organism and of the presence of acute pathological process. We investigated the cfDNA concentration in samples of patients with paranoid (F20.0; N=54) and the catatonic form of schizophrenia (F20.2; N=46), as well as in the control sample of the corresponding age and sex (N=80) - mentally and somatically healthy donors who are not related to the studied patients who do not have a family burden of schizophrenia.

cfDNA were separated from plasma by the phenol extraction method. cfDNA concentration was determined using the fluorescent dye PicoGreen.

In the blood plasma of 80 healthy individuals the concentration of circulating DNA ranged from 47 to 3370 ng/ml, median 416 ng/ml. Obtained data for cfDNA concentrations from healthy donors is consistent with literature data from other research groups using the same methods.

In acute schizophrenia patients, we observed the increase of cfDNA concentration in plasma - circulating DNA concentration ranged from 177 to 6800 ng/ml, median 871 ng/ml. In the sample of patients with paranoid form of schizophrenia the concentration of circulating DNA ranged from 177 to 6800 ng/ml, median - 698 ng/ml, in a sample of patients with catatonic form of schizophrenia cfDNA concentration ranged from 199 to 4140 ng/ml, median - 933 ng/ml.

cfDNA concentration in the plasma samples of patients with catatonic and paranoid form of schizophrenia do not differ ( $p>0.1$ ) and was significantly higher than in the plasma samples of healthy people ( $p<0.001$ ).

*The work was supported by RFBR grant No.17-29-06017of\_i\_m and as a state task of the Ministry of education and science of Russia.*

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕТАБОЛИЗМ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫСЫ ВО ВРЕМЯ ПАРАДОКСАЛЬНОГО СНА Швец-Тэнэга-Гурий Т.Б.<sup>1</sup>, Трошин Г.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва;

<sup>2</sup>ОАО "Научно-производственный центр "ВИГСТАР", Москва

Парадоксальный сон характеризуется ухудшением внешнего дыхания, становящегося прерывистым и неравномерным. Это ведет к снижению вентиляции легких и уменьшению доставки кислорода к тканям мозга. Параллельно с этим происходит полное расслабление скелетной мускулатуры. В то же время при парадоксальном сне, так же, как и при активном бодрствовании, в электрокортикограмме появляются ритмы, соответствующие высокому уровню активации коры мозга, а в поле постоянного потенциала коры мозга развивается отрицательный сдвиг, также свидетельствующий о повышении активности коры. Параллельно с этим повышается общий мозговой кровоток и температура мозга, то есть метаболизм коры во время парадоксального сна и бодрствования повышается. У человека в эти периоды в ряде локусов головного мозга и коры увеличивается содержание дезоксигемоглобина. В коре головного мозга свободноподвижных крыс во время эпизодов парадоксального сна было обнаружено повышение уровня напряжения кислорода –  $pO_2$ . В настоящем исследовании мы измеряли окислительно-восстановительный потенциал вживлённых платиновых электродов одновременно в шести точках коры мозга свободноподвижных крыс в цикле сон - бодрствование. Было обнаружено, что в периоды парадоксального сна и активного бодрствования окислительно-восстановительный потенциал повышается не во всех исследуемых точках, а только в некоторых, что свидетельствует о повышении экссудативного метаболизма в этих локусах коры мозга. [1, 2]. Эти точки мы назвали метаболически активными точками. Далее было обнаружено, что во время парадоксального сна в отличие от активного бодрствования в метаболически активных точках имеет место не только повышение, но и снижение окислительно-восстановительного потенциала. Этот факт можно объяснить тем, что энергетический метаболизм отдельных участков коры головного мозга во время парадоксального сна переходит к бескислородному питанию за счёт процесса гликолиза. Можно предположить, что в парадоксальном сне в разных областях головного мозга имеет место смешанный энергетический метаболизм: как с использованием кислорода, так и без него.

1. Швец-Тэнэга-Гурий Т.Б., Трошин Г.И., Дубинин А.Г., Новикова М.Р. Сдвиги в потенциале окислительно-восстановительного состояния в ткани коры головного мозга крысы, развивающиеся при бодрствовании и медленным сне. Журн. Высш. Нервн. Деят. 2000. 50(2):261-273.

2. Швец-Тэнэга-Гурий Т.Б., Дубинин А.Г., Хоничева Н.М., Новикова М.Р., Трошин Г.И. Мониторинг окислительно-восстановительного состояния структур головного мозга свободноподвижной крысы в циклах бодрствование-сон путем потенциометрической регистрации. Журн. Высш. Нервн. Деят. 2002. 52(5):585-591.

## ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ ЛИНЕЙНОСТИ ФАРМАКОКИНЕТИКИ НОВОГО АНКСИОЛИТИКА ЛИГАНДА TSPO

Шевченко Р.В., Грибакина О.Г., Бочков П.О., Новицкий А.А., Литвин А.А., Колыванов Г.Б., Жердев В.П.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фармакологии имени В.В. Закусова» Москва, Россия; [rmn.shev@gmail.com](mailto:rmn.shev@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m634.sudak.ns2019-15/471>

В ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В.Закусова» создано новое биологически активное соединение *N*-бензил-*N*-метил-1-фенилпирроло[1,2-*a*]пирозин-3-карбоксамид (ГМЛ-1), обладающее анксиолитической активностью, относящееся к лигандам митохондриального транслокатора белка TSPO. Изучение доклинической фармакокинетики (ФК) оригинального лекарственного средства (ЛС) – необходимый этап его разработки. Оценка гипотезы линейности является важнейшим элементом фармакокинетического анализа, т.к. позволяет оценить предсказуемость изменений концентраций в ответ на изменения доз ЛС. ГМЛ-1 вводили беспородным крысам-самцам в виде суспензии внутривенно однократно в дозах 10, 25 и 50 мг/кг. Содержание ГМЛ-1 определяли в плазме крови через 0,0 (контроль), 5, 15 и 30 мин, 1,0, 2,0, 3,0, 4,0, 6,0, 8,0, 10,0 и 12,0 ч. Экстракцию проводили метиленом хлористым. Для определения ГМЛ-1 в плазме крови использовали высокоэффективную жидкостную хроматографию с масс-спектрометрическим детектированием. Регистрацию спектров проводили в режиме множественных молекулярных реакций по дочерним ионам с отношением массы к заряду  $m/z=285$  и  $m/z=311$ , полученных изолированием и фрагментацией нативного молекулярного иона с  $m/z=342$ . Время удерживания ГМЛ-1 на хроматографической колонке (Zorbax Eclipse XDB-C18 2,1×150 мм; 5 мкм) составило 2 мин. Общий метод оценки пропорциональности доз – нормирование значений площади под фармакокинетической кривой (AUC) к дозе и оценка постоянства отношений между исследуемыми дозами. Линейную зависимость можно записать в виде степенной функции:  $AUC = a \times \text{доза}^b$ , где  $b$  – константа пропорциональности и  $a$  – точка пересечения функции с осью абсцисс. Линеаризация этой зависимости дает  $\lg AUC = \lg a + \lg \text{доза} \times b$ . При  $b=1$  зависимость является пропорциональной, т.е. линейной. Следовательно, данный тип модели может количественно оценить отклонение от линейности фармакокинетики. Аналогичные рассуждения справедливы относительно другого фармакокинетического параметра –  $C_{\max}$ . Показатель  $b$ , характеризующий наклон кривых достоверно приближается к 1. Для AUC показатель составил 0,94 и для  $C_{\max}$  – 1,03. Таким образом, кинетика ГМЛ-1 в плазме крови крыс линейна в диапазоне доз 10 – 50 мг/кг.

*Работа была поддержана Министерством образования и науки (Гос. контракт №14.N08.12.0087)*

## TESTING OF LINEARITY PHARMACOKINETICS HYPOTHESIS OF A NEW ANXIOLYTIC OF TSPO-LIGAND Shevchenko Roman V., Gribakina Oxana G., Bochkov Pavel O., Novitsky Alexander A., Litvin Alexander A., Kolyvanov Gennady B., Zherdev Vladimir P.

Federal State Budgetary Institution "Zakusov Research Institute of Pharmacology", Moscow, Russia;  
[rmn.shev@gmail.com](mailto:rmn.shev@gmail.com)

In "Zakusov Research Institute of Pharmacology" was developed a new bioactive compound *N*-benzyl-*N*-methyl-1-phenylpyrrolo[1,2-*a*]pyrazine-3-carbamide (GML-1), possessing anxiolytic activity, classifying as mitochondrial translocator protein TSPO-ligand. Studying of the preclinical pharmacokinetics (PK) of an original drug is one of the required stage of its development. Testing of dose proportionality hypothesis is the most important element of PK analysis, since gives a sense of the concentration changes predictability in relation for drug dose changes. GML-1 was administered to outbred male-rats by means of single, intragastral suspension in the doses 10, 25 and 50 mg/kg. GML-1 concentrations were determined in blood plasma for 0 (control), 5, 15 and 30 min, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 and 12 h. Drug extraction was performed by dichloromethan. For GML-1 detection in blood plasma samples used high-performance liquid chromatography coupled to a mass-spectrometer. Spectral registration in multiple reactions mode was performed using daughter-ions with mass/charge ratio  $m/z=285$  and  $m/z=311$ , obtained by isolation and fragmentation of the native molecular ion with  $m/z=342$ . The GML-1 retention time in chromatographic column (Zorbax Eclipse XDB-C18 2.1×150 mm; 5 μm) was 2 min. A common method of assessing dose proportionality is to dose-adjust (Area under curve; AUC) and test for a constant ratio between dose levels. The proportionality relationship may be written as a power function:  $AUC = a \times \text{dose}^b$ , where,  $b$  is the proportionality constant and  $a$  the intercept. Linearisation of this relationship gives:  $\lg AUC = \lg a + \lg \text{dose} \times b$ . The relationship is dose proportional when  $b=1$ . Confidence intervals around  $b$  can be produced to estimate plausible ranges of true values. The similar considerations are valid to other PK parameter that is plasma maximal concentration ( $C_{\max}$ ). The values of  $b$ , characterizing of the curve slopes were significantly closed to 1. For AUC the value of  $b$  was 0.94 and  $C_{\max}$  – 1.03. Thus, GML-1 kinetics in the rat blood plasma was linear in the range of 10-50 mg/kg. *The study was supported by Ministry of Education and Science (State contract №14.N08.12.0087).*

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕЧИ ПРИ АФАЗИИ В СЕНСОРНО-ОБОГАЩЕННОЙ СРЕДЕ

Шипкова К.М.<sup>1,2</sup> Журавкина И.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- ФГБУ «Федеральный медицинский исследовательский центр психиатрии и наркологии им. В.П. Сербского», Москва; [shipkova.k@serbsky.ru](mailto:shipkova.k@serbsky.ru)

<sup>2</sup>- ГБУЗ Центр патологии речи и нейрореабилитации, Москва

<sup>3</sup>- ГБОУ школа «Глория», Москва

<https://doi.org/10.29003/m635.sudak.ns2019-15/471-472>

При поражениях левого полушария (ЛП) афазия восстанавливается за счет смежных областей ЛП с различной степенью вовлечения зон гомологов в правом полушарии (ПП). Вовлечение ПП происходит вне



зависимости от обширности очага поражения в ЛП. Ранее выполненные исследования в области Melodic Intonation Therapy (MIT) показали, что она усиливает интеграцию связей WM, соединяющих фронтальные и височные отделы мозга (arcuate fasciculus) в левом и правом полушариях мозга, приводит к структурным изменениям в взаимодействии разных отделов мозга и это коррелирует с регрессом когнитивных нарушений (Särkämö T., Altenmüller E. et al., 2016). Гипотеза нашего исследования состояла в том, может ли музыкотерапия, учитывая ее связь с работой слуховой коры, влиять на другие виды мозговой деятельности, связанные с работой слухового анализатора, в частности речи. На сегодняшний день является хорошо изученным факт (Altenmüller E., Schlaug G., 2015), что музыка влияет и изменяет активность в мультисенсорных (multisensory regions) отделах, двигательных областях коры, в лобных, теменных отделах и височно-затылочных отделах мозга. Эти факты легли в основу создания подхода восстановления речи методом организации сенсорно-обогащенной среды. Программа включала систему методов: пассивный и активный эмоциональный слух (эмоционально-семантическая дивергенция); звуковая предметная дивергенция; выделение темпо-ритмического рисунка мелодии с проигрыванием его на шумовых музыкальных инструментах; определение эмоционального строя музыки и выбор для нее релевантного визуального ряда с последующим составлением фраз/ рассказов по картине; вокализация; выразительное декламирование, следовое вербальное, зрительное и графическое ассоциирование после прослушивания музыки. В исследовании участвовало 20 пациентов (47,5±14,5 лет) с разными формами афазии (моторная, акустико-мнестическая афазия) средней тяжести и давностью нарушений (20,5±15,5 мес.). Применение данного подхода показало высокую эффективность в отношении следующих параметров речевой функции: расширение активного словаря (предметного, глагольного), повышение контроля над спонтанной речью (уменьшение степени выраженности экспрессивного аграмматизма), снижение степени избыточности фразовых конструкций, повышение продуктивности свободного и направленного вербального ассоциирования.

### **SPEECH RECOVERY IN APHASIA IN A SENSORY-ENRICHED ENVIRONMENT**

**Shipkova Karine M.<sup>1,2,3</sup>, Zhuravkina Irina V.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>-Federal Medical Research Center of Psychiatry and Narcology., Moscow; shipkova.k@serbsky.ru

<sup>2</sup>-Center of Speech Pathology and Neurorehabilitation, Moscow;

<sup>3</sup>-Moscow Institute of Psychoanalysis; <sup>4</sup>-Gloria school, Moscow

Left hemisphere lesions (LH) involve aphasia that is restored due to adjacent areas of LP with varying degrees of involvement of homologous zones in the right hemisphere (RH). Involvement of PP occurs regardless of the vastness of the lesion in the LP. Earlier studies in Melodic Intonation Therapy (MIT) have showed that it enhances the integration of WM connections connecting the frontal and temporal parts of the brain (arcuate fasciculus) in the LH and RH of the brain, leads to structural changes in the interaction of different parts of the brain. This process correlates with the regression of cognitive impairment (Särkämö T., Altenmüller E. et al., 2016). The hypothesis of our study was whether music therapy, given its connection with the work of the auditory cortex, can affect other types of brain activity, in particular speech, associated with the work of the auditory analyzer. Today is a well-studied fact (Altenmüller E., Schlaug G., 2015) that music influences and modifies activity in multisensory regions, motor areas of the cortex, in the frontal, parietal regions and the temporo-occipital regions of the brain. These facts formed the basis for the creation of the approach of speech restoration by the method of organization of sensory-enriched environment. The program included a system of methods: passive and active emotional hearing (emotional and semantic divergence); sound subject divergence; selection of tempo-rhythmic pattern of the melody with its playback on noise musical instruments; determination of the emotional structure of music and the selection of the relevant visual range for it, followed by making phrases by using relevant words and making up stories based on the picture; vocalization; expressive recitation; verbal, visual and graphic association with music. The study involved 20 patients (47.5±14.5 years) with different forms of aphasia (motor, acoustic-mnemonic aphasia) of moderate severity and the time post-stroke (20.5±15.5 months). The application of this approach has shown high efficiency in relation to the following parameters of speech function: the reboosting of the active dictionary (subject, verbal), increasing control over spontaneous speech (reducing the severity of expressive agrammatism), reducing the degree of redundancy of phrasal constructions, increasing the productivity of free and directed verbal association.

### **СИГНАЛЬНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ НАРУШЕНИЙ ПРОЦЕССОВ САМООРГАНИЗАЦИИ ПРИ РАЗВИТИИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОЙ ОПУХОЛИ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ НЕЙРОГЕННОЙ БОЛИ**

**Шихлярова А.И., Жукова Г.В., Гончарова А.С., Орлов В.И., Сухов А.Г., Франциянц Е.М., Нескубина И.В., Жадобина А.И., Брагина М.И., Протасова Т.П., Лукбанова Е.А.**

ФГБУ «Ростовский научно-исследовательский онкологический институт» Минздрава России,  
Ростов-на-Дону

<https://doi.org/10.29003/m636.sudak.ns2019-15/472-473>

Исследования были направлены на изучение процессов самоорганизации клеточных и неклеточных компонентов внутренней среды организма как сигнальных критериев энергетического, структурного и адаптивного гомеостаза в условиях сочетания системных патологических процессов у мышей линии С57BL/6 с хронической нейрогенной болью и ростом меланомы В16. Процессы самоорганизации ассоциатов нативных митохондрий, выделенных из тканей различных органов (печень, сердце, мозг) сопровождалась фотохемоллюминесценцией только в препаратах сердца. Это указывало на связь отмеченного фотоэффекта с особой формой межмитохондриальных контактов, характерной для кардиомиоцитов, и включению пути энергообеспечения через самоорганизацию длинных электронотранспортных путей. Поскольку важная роль в передаче болевого стимула принадлежит нейронам, проведено исследование электрической активности идентифицированного нейрона ЦНС Helix

Pomatia, как аналога нейронов ЦНС млекопитающих. Были выявлены артефакты в виде дипольных коротких импульсов и эта динамика отражала проявление каналопатии как основной формы патологической биоэлектрической активности. Высоко информативными оказались результаты морфологического скрининга сыворотки крови. На системном уровне самоорганизации выявлено нарушение симметрии структуры патологических типов фаций, наличие маркеров деструкции тканей, иммунно-воспалительных процессов, гипоксии, нарушения обмена веществ. Идентифицированы специфические онкомаркеры злокачественного процесса - патологическая агрегация макро-микросферолит, а также признаки раннего метастазирования через неделю после перевивки меланомы B16, что указывает на онкогенное влияние хронической нейропатической боли. На уровне цитологических сигнальных критериев этих процессов особую роль играли показатели лейкоцитарной формулы крови – процентное содержание лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов, а также общее число лейкоцитов. Эти критерии позволяли идентифицировать тип общих неспецифических адаптационных реакций на разных уровнях реактивности по классификации Гаркави Л.Х. и соавт.(2002). Доминирование стресса и реакции переактивации низких уровней реактивности было патогномичным для обоих процессов. Эти данные коррелировали с показателями потенциометрии в парных точках гипоталамуса, двусторонняя разбалансировка которых служила критерием прогрессии новообразования.

**SIGNAL DIAGNOSTIC MARKERS OF SELF-ORGANIZATION PROCESSES DISORDERS IN THE DEVELOPMENT OF A MALIGNANT TUMOR ON THE BACKGROUND OF CHRONIC NEUROGENIC PAIN**

**Shikhliarova Alla I., Zhukova Galina V., Goncharova Anna S., Orlov Valery I., Sukhov Alexander G., Frantsiyants Elena M., Neskubina Irina V., Zhadobina Anastasia I., Bragina Marina I., Protasova Tatyana P., Lukbanova Ekaterina A.**

Rostov Research Institute of Oncology, Rostov-on-Don, Russian Federation, [shikhliarova.a@mail.ru](mailto:shikhliarova.a@mail.ru)

The research was aimed at studying the processes of self-organization of cellular and non-cellular components of the internal environment of the body as signaling criteria for changing in energy, structural and adaptive homeostasis under combining of systemic pathological processes in C57BL/6 mice with chronic neurogenic pain and B16 melanoma growth. The processes of self-organization of associates of native mitochondria isolated from tissues of various organs (liver, heart, brain) were accompanied by photochemoluminescence only in heart preparations.

This indicated the relation of the observed photoelectric effect with a special form of intermitochondrial contacts specific of cardiomyocytes, and the inclusion of the path of energy supply through the self-organization of long electron transport routes. Since an important role in the transmission of a painful stimulus belongs to neurons, the electrical activity of the identified neuron of the Helix Pomatia central nervous system, as an analogue of mammalian CNS neurons, has been studied. Artifacts in the form of bipolar short pulses, reflecting the manifestation of canalopathy as the main form of pathological bioelectric activity, were revealed. The results of morphological screening of blood serum were highly informative. A violation of the symmetry of the structure of the pathological types of facies, the presence of markers of tissue destruction, immune-inflammatory processes, hypoxia, and metabolic disturbances were observed. Specific markers of the malignant process were identified — pathological aggregation of macro-microspherolite, as well as signs of early metastasis (one week after inoculation of B16 melanoma) —that indicates the oncogenic effect of chronic neuropathic pain. At the level of cytological signaling criteria of these processes, indices of leukocyte blood count played a special role - the percentage of lymphocytes, monocytes, eosinophils and also the total number of leukocytes. These criteria made it possible to identify the type of general non-specific adaptational reactions at different levels of reactivity according to the classification of Garkavi L.Kh. and coauthors (2002). The dominance of stress and the reaction of over-activation of low reactivity levels was pathognomonic for both processes. These data correlated with the potentiometry indices in the paired points of the hypothalamus, the bilateral unbalance of which served as a criterion for the tumor progression.

**РЕГУЛЯЦИЯ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ МЫШЕЙ В НОРМЕ И ПРИ РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

**Шишкина Л.Н., Климович М.А., Козлов М.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва, Россия; [shishkina@sky.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sky.chph.ras.ru)

<https://doi.org/10.29003/m637.sudak.ns2019-15/473-474>

Сезонная и возрастная вариабельность параметров физико-химической системы регуляции перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях млекопитающих в сочетании с обратной зависимостью интенсивности процессов ПОЛ от дозы облучения и ее мощности вызывают необходимость детального изучения механизма формирования последствий воздействия радиации в малых дозах. В связи с участием ЦНС в функционировании организма важно понять роль исходных характеристик липидов головного мозга в механизме формирования этих последствий.

Целью работы явилось изучить регуляцию процессов ПОЛ в головном мозге беспородных мышей (самки) в норме и спустя месяц после воздействия рентгеновского излучения (РИ) в суммарных дозах 0.25; 0.44 и 0.45 мГр переменной мощности в зависимости от физико-химических свойств липидов. Все показатели определяли для каждого животного индивидуально. Эксперименты проводили в сентябре–октябре, поскольку именно в осенний период в группах интактных и облученных мышей есть особи, липиды головного мозга которых либо характеризуются антипероксидной активностью (АПА), либо содержат пероксиды. Возраст мышей к моменту облучения 13 недель. Источником РИ служил “СВЧ электронно-циклотронный резонансный ускоритель”, разработанный сотрудниками Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН (Сергейчев и др., 2007; Климович и др., 2010).

Показано, что в осенний период липиды головного мозга интактных мышей разного возраста характеризуются увеличением гетерогенности физико-химических свойств, однако достаточно стабильным количественным соотношением фракций фосфолипидов (ФЛ). С увеличением дозы облучения выявлен рост числа особей в группе, липиды головного мозга которых содержат пероксиды. При этом более выраженные изменения значения показателей антиоксидантного статуса, состава ФЛ, способности липидов к окислению, жёсткости липидной компоненты мембранной системы органа обнаружены в группах облученных мышей, если липиды их головного мозга содержат пероксиды.

Отсутствие линейной зависимости «биологический эффект – доза» и высокая чувствительность липидного компонента головного мозга животных к действию ионизирующих излучений в малых дозах обуславливают необходимость более детального подхода к анализу биологических последствий их воздействия для функционирования ЦНС. Это предположение соответствует и данным литературы о наличии сигнальных функций как у отдельных фракций ФЛ, так и продуктов их окисления.

## **REGULATION OF THE OXIDATIVE PROCESSES IN THE BRAIN LIPIDS OF MICE IN NORM AND UNDER RADIATION ACTION**

**Shishkina Lyudmila N., Kozlov Mikhail V., Klimovich Mikhail A.**

Emanuel Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
[shishkina@sly.chph.ras.ru](mailto:shishkina@sly.chph.ras.ru)

The necessity of the detail study of the mechanism for the development of consequences under the radiation action at the low doses is due to the season and age variability of the physicochemical regulatory system parameters of the lipid peroxidation (LPO) in tissues of animals, and also the inverse dependence between the intensity of LPO and the dose and dose rate of irradiation. It is importantly to understand the role of the initial characteristics of the brain lipids in the mechanism of the development of these consequences because CNS is takes part in the functioning of organism.

The aim of this work is to study the regulation of the LPO processes in the brain of mice SHK (females) in norm and during 1 month after X-ray irradiation at the doses of 0.25; 0.44 and 0.45 cGy under changing dose rate in the dependence on the physicochemical properties of lipids. All parameters were individually measured for each species. Experiments were performed in September-October because there are species among the animal group the brain lipids of which characterizes the antiperoxidative activity (APA) and/or contain peroxides a namely in the autumnal period. The age of mice was 13 weeks in beginning of experiments. The X-ray source was the super high frequency electronic cyclotron resonance accelerator by a microwave field in a mirror trap created by works of Prokhorov Institute of the General Physics of RAS (Sergeichev et al. 2007, Klimovich et al., 2010).

As revealed, in the autumnal period the brain lipids of the intact mice of the different ages are characterized by the increase of the heterogeneity of the physicochemical properties, however the quantitative ratio of the phospholipid (PL) fractions is relative stable. There is a rise of the species number in group lipids of which contain peroxides when the irradiation dose is increased. Besides, the more substantial changes in values of parameters of the antioxidative status, the PL composition, the ability of lipids to oxidation, rigidity of the lipid component of the membrane system in organ are obtained in groups of the irradiated mice the brain lipids of which contain peroxides.

The absence of the linear dependence of “biological effect – dose” and the high sensitivity of the lipid component in the animal brain to action of the ionizing radiation at the low doses cause a necessity of the more detail approach to the analysis of the biological consequences of their action for the CNS functioning. This assumption agrees with the literature data about the presence of the signal functions of both the separate fractions of PL and its oxidation products.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МАГНОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ И ПАРВОЦЕЛЛЮЛЯРНОЙ НЕЙРОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ**

**Шошина И.И.<sup>1</sup>, Соснина И.С.<sup>2</sup>, Зеленская К.А.<sup>2</sup>, Карпинская В.Ю.<sup>3</sup>, Ляховецкий В.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, [shoshinaii@mail.ru](mailto:shoshinaii@mail.ru)

<sup>2</sup> Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия, [radostniyden@mail.ru](mailto:radostniyden@mail.ru)

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, [karpinskaya78@mail.ru](mailto:karpinskaya78@mail.ru)

Магноцеллюлярная и парвоцеллюлярная нейронные системы обеспечивают передачу информации из каудальных во фронтальные отделы головного мозга в составе дорзального и вентрального путей. Системы являются нейронным субстратом механизмов глобального и локального анализа изображений, взаимодействуют на разных уровнях обработки информации и обеспечивают целость восприятия (Шошина, Шелепин, 2016). Рассогласование взаимодействия магно- и парвоцеллюлярной нейронных систем, соответственно механизмов глобального и локального анализа изображений, приводит к стойким сенсорным нарушениям, наблюдающимся, в частности при шизофрении (Shoshina, Shelepin, 2015; Shoshina et al., 2014; 2015). В ходе изучения функционального состояния этих систем в условиях хронического стресса показано повышение чувствительности магноцеллюлярной системы (Shoshina et al., 2017; 2018), обеспечивающей глобальный механизм анализа зрительной информации. Полученные данные позволили предположить, что в условиях экстремальных воздействий возможно изменение характера взаимодействия оппонентных нейронных систем в результате повышения чувствительности магноцеллюлярной системы. С этой целью было предпринято исследование по изучению функционального состояния и характера взаимодействия магно- и парвоцеллюлярной нейронных систем в условиях «сухой» иммерсии, используемой для моделирования физиологических эффектов невесомости.

В исследовании приняли участие 8 добровольцев. Регистрировали контрастную чувствительность зрительной системы в разных диапазонах пространственных частот, основываясь на представлениях о том, что нейроны магноцеллюлярной системы, чувствительны к низким пространственным частотам, парвоцеллюлярной системы - к высоким пространственным частотам. Установлено повышение контрастной

чувствительности в диапазоне низких пространственных частот на третий день нахождения в условиях иммерсии и через день после окончания эксперимента, по сравнению с фоновыми значениями. В остальной период времени нахождения в иммерсии испытуемые демонстрировали контрастную чувствительность такую же, как и до начала эксперимента. Чувствительность в диапазоне высоких пространственных частот в эксперименте не изменялась. Таким образом, в условиях экстремальных воздействий, в частности в условиях микрогравитации, изменяется чувствительность магноцеллюлярной нейронной системы.

*Выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант №19-013-00036).*

#### **FUNCTIONAL CONDITION OF MAGNOCELLULAR AND PAROCELLULAR NEURAL SYSTEMS IN THE CONDITIONS OF MICROGRAVITATION**

**Shoshina I.I.<sup>1</sup>, Sosnina I.S.<sup>2</sup>, Zelensky K.A.<sup>2</sup>, Karpinskaya V.Yu.<sup>3</sup>, Lyakhovetsky V.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> I.P. Pavlov Institute of Physiology RAS, St. Petersburg, Russia, shoshinai@mail.ru

<sup>2</sup> Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia, radostniyden@mail.ru

<sup>3</sup> Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, karpinskaya78@mail.ru

The magnocellular and parvocellular neural systems provide for the transfer of information from the caudal to the frontal brain regions in the dorsal and ventral pathways. Systems are a neural substrate of the mechanisms of global and local image analysis, interact at different levels of information processing and provide a holistic perception (Shoshina, Shelepin, 2016). The mismatch of the interaction of the magno- and parvocellular neural systems, respectively, the mechanisms of global and local image analysis, leads to persistent sensory impairments observed, in particular, in schizophrenia (Shoshina, Shelepin, 2015; Shoshina et al., 2014). The study of the functional state of these systems in chronic stress has shown the increase in the sensitivity of the magnocellular system (Shoshina et al., 2017; 2018), which provides a global mechanism of visual perception. The data obtained suggested that by extreme effects, the nature of the interaction between these neural systems may change as a result of an increase in the sensitivity of the magnocellular system. To this end, was undertaken to study the functional state and nature of the interaction of the magno- and parvocellular neural systems on «dry» immersion. The «dry» immersion is a model of physiological effects the weightlessness.

The study involved 8 volunteers. The contrast sensitivity of the visual system was recorded of different spatial frequencies, based on the idea that the neurons of the magnocellular system are sensitive to low spatial frequencies and the parvocellular system - to high spatial frequencies. We showed the increase of contrast sensitivity in the low spatial frequency on the third day of being in immersion conditions and one day after the end of the experiment, compared to background values. During the rest of the time spent in immersion, the subjects demonstrated contrast sensitivity the same as before the experiment. The sensitivity in the range of high spatial frequencies in the experiment did not change. Thus, in conditions of microgravity changes the sensitivity of the magnocellular neural system.

*Supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 19-013-00036).*

#### **СЕМАНТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЛУХОВОГО ОБРАЗА**

**Шпагонова Н.Г., Садов В.А., Петрович Д.Л.**

Институт психологии РАН, г. Москва, Россия, shpagonova@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m638.sudak.ns2019-15/475-476>

Целью работы является вывить характер изменения признаков семантического описания слухового образа в процессе его хранения в долговременной памяти.

В качестве эталона был выбран звуковой фрагмент – пение птиц в лесу (2449мс), как наиболее приятный, известный и сильный. В исследовании использовались следующие методы: семантический дифференциал (СД) для описания звукового фрагмента, состоящий из 49 пар прилагательных, метод воспроизведения длительности. Исследование проводилось индивидуально и состояло из шести серий (от 20 минут до 35 дней). В первой серии испытуемому предъявлялся эталон для запоминания его длительности. Затем испытуемый оценивал характеристики звукового фрагмента по пунктам СД. Через 20 минут после запоминания эталона испытуемый воспроизводил его длительность нажатием на клавишу. Во всех последующих сериях испытуемый должен был вспомнить эталон, воспроизвести его длительность и заполнить бланк СД. В исследовании приняли участие 20 испытуемых.

Для выявления характера изменения признаков семантического описания слухового образа, были вычислены средние значения и дисперсии признаков семантического описания СД во всех сериях. Затухание, «расползание» образа в признаковой модели предполагает, что образ становится менее четким в процессе хранения в долговременной памяти и признаки его описывающие, становятся менее определенными. Неопределенность описания выражается в увеличении дисперсии описания признаков СД в процессе хранения эталона в долговременной памяти.

Результаты корреляционного исследования показали наличие монотонного процесса увеличения дисперсии следующих семантических признаков от первой до шестой серии: приятный, краткий, раздражающий, короткий, благоприятный. Это свидетельствует о том, что в процессе сохранения в памяти слуховой образ по этим признакам становится менее определенным и более расплывчатым. А по признаку встречаемости запомненного звука дисперсия монотонно уменьшается,

Таким образом, в процессе хранения в долговременной памяти слухового образа изменяются признаки и их определенность. Увеличивается неопределенность описания по признакам: приятный, краткий, раздражающий, короткий, благоприятный. И уменьшается по признаку встречаемости.

*Гос. Задание: № 0159 – 2019 – 0009.*

## SEMANTIC CHARACTERISTICS OF THE ACOUSTICAL IMAGE

Shpagonova Natalia, Sadov Vasily, Petrovich Darya

Institute of psychology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [shpagonova@mail.ru](mailto:shpagonova@mail.ru)

The purpose of work is to reveal the nature of change of signs of the semantic description of an acoustical image in the course of its storage in long-term memory. We have selected as standard sound clip the birdsong in the forest (2449 ms). In a research the following methods were used: the semantic differential (SD) for the description of a sound fragment consisting of 49 couples of adjectives, a method of reproduction of duration of the standard stimulus. The research was conducted individually and consisted of five series (from 20 minutes to 28 days). After its memorization the subject measured the clip's features at the points of semantic differential (SD). After 20 minutes of storing the subjects reproduced the memorized duration of the standard stimulus pressing a key (20 times). In all subsequent series the subject had to remember the standard stimulus, reproduce its duration and fill in the SD form. Processing of results was carried out by means of discriminant analysis. 20 examinees participated in a research.

For identification of nature of change of signs of the semantic description of an acoustical image, average values and dispersions of signs of the semantic description of SD in all series were calculated. Attenuation, "spread" of an image in sign model assumes that the image becomes less accurate in the course of storage in long-term memory and the signs describing it become less certain. Uncertainty of the description is expressed in increase in dispersion of the description of signs of SD in the course of storage of a standard in long-term memory.

Results of a correlation research showed existence of monotonous process of increase in dispersion of the following semantic signs from first to the sixth series: pleasant, short, irritating, short, favorable. It demonstrates that in the course of preservation in memory the acoustical image on these signs becomes less certain and more indistinct. And on the basis of occurrence of the remembered sound dispersion monotonously decreases,

Thus, in the course of storage in long-term memory of an acoustical image signs and their definiteness change. Uncertainty of the description on signs increases: pleasant, short, irritating, short, favorable. Also decreases on the basis of occurrence. (*State task: No. 0159 – 2019 – 0009*)

## НАРУШЕНИЕ РЕГУЛЯЦИИ АДИПОКИНАМИ ФУНКЦИЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ И САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

Шпаков А.О., Деркач К.В.

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: [alex\\_shpakov@list.ru](mailto:alex_shpakov@list.ru)

<https://doi.org/10.29003/m639.sudak.ns2019-15/476-477>

В настоящее время получены веские доказательства того, что адипокины, которые синтезируются преимущественно адипоцитами жировой ткани, играют исключительно важную роль в регуляции репродуктивной системы. Наибольшее значение них имеют лептин, адипонектин, апелин, висфатин и резистин, причем их мишенями являются все звенья гипоталамо-гипофизарно-гонадной (ГГГ) оси. Регуляторное влияние адипокинов на гипоталамические нейроны, продуцирующие гонадолиберин, осуществляется с помощью различных механизмов. Стимуляция выброса гонадолиберина осуществляется через посредство активации нейронов, продуцирующих ксипептин и проопиомеланокортин, в то время как ингибирование выброса гонадолиберина – через посредство усиления продукции нейропептида Y и агути-подобного пептида. В условиях метаболического синдрома и сахарного диабета нарушается транспорт адипокинов через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ) и, как следствие, меняется их концентрация в ЦНС, а также меняется чувствительность гипоталамических нейронов к адипокинам, что приводит к дисфункциям репродуктивной системы. Дефицит лептина в гипоталамусе, возникающий при ослаблении его транспорта через ГЭБ, приводит к снижению стимулирующего эффекта лептина на продукцию гонадолиберина и активность ГГГ оси. Изменения паттерна мономерных и олигомерных форм адипонектина, функционального антагониста лептина, в мозге при метаболическом синдроме и сахарном диабете вызывают дисбаланс его влияний на гипоталамические нейроны и являются причиной нарушений пульсирующего выброса гонадолиберина и гонадотропинов. Нарушение продукции гонадолиберина и гипоталамического сигналинга отмечаются при длительном снижении уровня лептина и при повышении уровня адипонектина в крови при длительном голодании и чрезмерных физических нагрузках. Мишенями адипокинов также являются гонадотрофы гипофиза, продуцирующие гонадотропины, и гонады – семенники и яичники, в которых осуществляется стероидогенез. Понимание механизмов действия адипокинов на компоненты ГГГ оси и идентификация нарушений этих механизмов в условиях метаболического синдрома и сахарного диабета открывает широкие перспективы для разработки новых подходов и препаратов для лечения заболеваний репродуктивной системы. Адипокины в этой связи можно рассматривать как ключевые звенья, связывающее метаболический статус организма и его репродуктивный потенциал.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и ДНТ (№ 18-515-45004 ИИД\_а).*

## THE IMPAIRMENTS OF ADIPOKINES-INDUCED REGULATION OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM IN METABOLIC SYNDROME AND DIABETES MELLITUS

Shpakov Alexander O., Derkach Kira V.

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: [alex\\_shpakov@list.ru](mailto:alex_shpakov@list.ru)

Currently, strong evidence has been obtained that adipokines, which are synthesized predominantly by the adipose tissue, play a very important role in the regulation of the reproductive system. The most important of them are leptin, adiponectin, apelin, visfatin and resistin, and all the components of the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axis are targets of these adipokines. The regulatory effect of adipokines on the hypothalamic neurons

producing gonadoliberein is carried out by the different mechanisms. The stimulation of the gonadoliberein release is carried out through the activation of the neurons producing kisspeptin and pro-opiomelanocortin, while the inhibition of the gonadoliberein release is carried out through the increase in the production of neuropeptide Y and agouti-like peptide. Under the conditions of metabolic syndrome and diabetes mellitus, the adipokine transport through the blood-brain barrier (BBB) is disturbed and, as a result, the adipokines concentration in the central nervous system changes, and the sensitivity of hypothalamic neurons to adipokines also varies, leading to the dysfunctions of the reproductive system. The leptin deficiency in the hypothalamus, induced by the weakening of its transport through the BBB, leads to a decrease in the stimulating effect of leptin on the production of gonadoliberein and in the activity of the HPG axis. The changes in the pattern of monomeric and oligomeric forms of adiponectin, a functional leptin antagonist, in the brain in metabolic syndrome and diabetes mellitus cause an imbalance of its effects on the hypothalamic neurons and also induce the disturbances in the pulsating release of gonadoliberein and gonadotropins. The decrease in the gonadoliberein production and the weakening of the hypothalamic signaling are observed with a prolonged decrease in the leptin level and with an increase in the adiponectin level in the blood during prolonged fasting and excessive exercise. The targets of the adipokines are also the pituitary gonadotrophs producing gonadotropins, and the gonads, the testes and ovaries, in which steroidogenesis takes place. The understanding the mechanisms of action of adipokines on the components of the HPG axis and the identification of abnormalities in these mechanisms in the conditions of the metabolic syndrome and diabetes mellitus opens up the broad prospects to develop the new approaches and drugs for the treatment of the diseases of the reproductive system. In this regard, the adipokines can be considered as key links connecting the metabolic status of an organism and its reproductive potential.

*This work was supported by the RFBR and the DST (project No 18-515-45004 IND\_a).*

### **МОЗГ И РЕПРОДУКЦИЯ – НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ И НОВЫЕ ИГРОКИ** **Шпаков А.О.**

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, e-mail: alex\_shpakov@list.ru

<https://doi.org/10.29003/m640.sudak.ns2019-15/477>

Основными регуляторами гипоталамо-гипофизарно-гонадной (ГГГ) оси, определяющими репродуктивные функции человека, являются гонадотропины, лютеинизирующий (ЛГ) и фолликулостимулирующий гормоны (ФСГ), продуцируемые гонадотрофами гипофиза, и гипоталамический фактор гонадoliberein, рилизинг-фактор ЛГ и ФСГ. Секретируемый гипоталамическими нейронами гонадoliberein связывается со специфичными к нему рецепторами, расположенными на гонадотрофах, и стимулирует продукцию ими гонадотропинов. Однако в последние годы такая одновекторная модель регуляции синтеза гонадотропинов претерпела значительные изменения, в ней появились новые «игроки», контролирующие функциональную активность гипоталамических нейронов, секретирующих гонадoliberein, и способных непосредственно влиять на чувствительность гонадотрофов к этому рилизинг-фактору. Среди таких регуляторов гипоталамические факторы – kisspeptin, гонадотропин-ингибирующий гормон, неuropeптид Y, пептиды меланокортинового семейства, а также факторы, которые поступают в мозг с периферии, минуя гематоэнцефалический барьер – фоллистатин, активины, ингибины. Особую и уникальную группу регуляторов «верхних этажей» ГГГ оси составляют адипокины, причем одни из них усиливают продукцию гонадoliberein и гонадотропинов и, тем самым, стимулируют репродуктивные функции, в то время как другие действуют противоположным образом. К первым относится лептин, ко вторым – его функциональный антагонист адипонектин. Идентификация и изучение этих новых регуляторов ГГГ оси, различающихся по структурно-функциональной организации и механизмам действия, позволяет нам приоткрыть завесу тайны над глубокими, выстраданными в недрах эволюции взаимосвязями между центральной нервной системой и репродуктивными функциями.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и ДНТ (№ 18-515-45004 ИИД\_a).*

### **THE BRAIN AND THE REPRODUCTION – NEW PERSPECTIVES AND NEW PLAYERS** **Shpakov Alexander O.**

I. M. Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; e-mail: alex\_shpakov@list.ru

The main regulators of hypothalamo-pituitary-gonad (HPG) axis, on which depend the reproductive functions of human are gonadotropins, such as the luteinizing (LH) and follicle-stimulating (FSH) hormones produced by pituitary gonadotrophs, and hypothalamic factor gonadoliberein, a releasing factor for LH and FSH. Gonadoliberein secreted by hypothalamic neurons binds to its specific receptors located on the gonadotrophs and stimulates the gonadotropins production by them. However, in recent years, such a unidirectional model for regulating the synthesis of gonadotropins has undergone significant changes, and in this model the new “players” have appeared who control the functional activity of hypothalamic neurons secreting gonadoliberein and can directly affect the sensitivity of gonadotrophs to this releasing factor. Among such regulators are the hypothalamic factors, such as kisspeptin, gonadotropin-inhibitory hormone, neuropeptide Y and the peptides of the melanocortin family, as well as the factors that enter the brain from the periphery, bypassing the brain-blood barrier, such as follistatin, activins and inhibins. A special and unique group of regulators of the “upper floors” of the HPG axis are adipokines, and some of them enhance the production of gonadoliberein and gonadotropins and, thereby, stimulate the reproductive functions, while the others act in the opposite way. The first is leptin, and the second is its functional antagonist adiponectin. The identification and study of these new regulators of the HPG axis, which differ in the structural and functional organization and the mechanisms of action, allows us to lift the veil of secrecy over the interrelationships between the central nervous system and reproductive functions that are developed in the depths of evolution.

*This work was supported by the RFBR and the DST (project No 18-515-45004 IND\_a)*

**КОМБИНИРОВАННОЕ ДЕЙСТВИЕ ANTIORTOСТАТИЧЕСКОЙ ГИПОКИНЕЗИИ, ДЛИТЕЛЬНОГО ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ И ОБЛУЧЕНИЯ ГОЛОВЫ ИОНАМИ УГЛЕРОДА  $^{12}\text{C}$  И КРИПТОНА  $^{84}\text{Kr}$  НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ И СОДЕРЖАНИЕ МОНОАМИНОВ И ИХ МЕТАБОЛИТОВ В КРОВИ ОБЕЗЬЯН MACACA MULATTA**

**Штемберг А.С., Беляева А.Г., Стогова Е.С., Гордеев Ю.В., Кудрин В.С., Базян А.С.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия; [andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

В дальних космических экспедициях, связанных с выходом за пределы магнитосферы Земли, одним из основных лимитирующих возможность осуществления таких экспедиций факторов становится радиационный, который, в сочетании с другими факторами космического полета, может привести к нарушениям функций центральной нервной системы (ЦНС), лежащих в основе операторской деятельности космонавтов. При изучении эффектов космических излучений в наземных экспериментах необходимо учитывать два основных аспекта: длительное воздействие радиации, моделируемое с помощью гамма-облучения, и специфику воздействия протонов и тяжелых ионов. Для экстраполяции полученных данных на человека чрезвычайно важны эксперименты на приматах, в которых моделируются основные элементы операторской деятельности человека.

Исследовали синхронное комбинированное действие 7-суточной антиортостатической гипокинезии (АНОГ), суточного гамма-облучения в дозе

1 Гр, а также облучения головы ионами углерода  $^{14}\text{C}$  в дозе 1 Гр и криптона  $^{84}\text{Kr}$  на когнитивные функции при моделировании базовых элементов операторской деятельности в компьютеризированных игровых задачах и содержание моноаминов и их метаболитов в периферической крови обезьян (Macaca mulatta).

В результате воздействия АНОГ снизилась игровая активность у обезьяны тормозного уравновешенного типа высшей нервной деятельности (ВНД) и резко повысилась у обезьяны возбудимого типа. В результате комбинированного действия АНОГ + гамма-облучение снизился процент успешных решений задач у обезьяны тормозного уравновешенного типа. В то же время было зарегистрировано повышение процента успешных решений задач у обезьяны сильного уравновешенного типа ВНД, подвергшейся комбинированному воздействию АНОГ+гамма-облучение+ $^{12}\text{C}$ + $^{84}\text{Kr}$ . Изменения когнитивных функций сопровождались достоверным снижением уровня моноаминов и их метаболитов в периферической крови обезьян (по усредненным данным), в частности, снижением концентрации норадреналина, гомованилиновой кислоты, 3-метокситиронина и 5-оксииндолуксусной кислоты при комбинированном воздействии, а также серотонина и 5-оксииндолуксусной кислоты при облучении ионами  $^{84}\text{Kr}$ .

**THE COMBINED INFLUENCE OF ANTIORTHOSTATIC HYPOKINESIA, LONG-TERM GAMMA-IRRADIATION AND HEAD IRRADIATION BY CARBON  $^{12}\text{C}$  AND KRYPTON  $^{84}\text{Kr}$  IONS ON THE COGNITIVE FUNCTIONS AND MONOAMINES CONCENTRATION IN THE PERIPHERAL BLOOD OF MACACA MULATTA MONKEYS**

**Shtemberg A.S., Belyaeva A.G., Stogova E.S., Gordeev Ju.V., Kudrin V.S., Bazyan A.S.**

Institute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia; [andrei\\_shtemberg@mail.ru](mailto:andrei_shtemberg@mail.ru)

The space radiation is one of the basic factors that limited the possibility of the distant interplanetary space missions realization because these missions connected with the spacecraft overtravels outside the Earth magnetosphere. The space radiation in combination with others spaceflight factors can lead to the central nervous system disorders that underlying the cosmonauts operator performance. It is necessary to take into account two basic aspects of space radiation effects modeling in the ground experiments: the longtime radiation influence that may be model by using gamma-irradiation and the principle of heavy ions influence. The experiments with primates are very important for modeling of basic elements of human operator performance and experimental data extrapolation to human.

The synchronous impact of long-term gamma-irradiation, 7-days antiorthostatic hypokinesia (AOH), 1-day gamma-irradiation in dose 1 Gy and head irradiation by carbon ions  $^{14}\text{C}$  in dose 1 Gy and krypton ions  $^{84}\text{Kr}$  on the cognitive functions in modeling of basic elements of operator performance in computerized playing tests and monoamines concentration in peripheral blood of Macaca mulatta monkeys were investigated.

The decreasing of playing activity of monkey with strong inhibitory type of higher nervous activity (HNA) and sharp increasing of playing activity of monkey with excitable HNA type as result of AOH+gamma-irradiation impact, the decreasing of percent of successful tasks solutions of monkey with strong inhibitory HNA type as result of AOH+gamma-irradiation impact and the increasing of percent of successful task solutions of monkey with equableness (good balanced) of nervous processes as result of AOH hypokinesia+gamma-irradiation +  $^{12}\text{C}$  +  $^{84}\text{Kr}$  combined impact were observed.

The changes of cognitive functions were accompanied significant decreasing of monoamines and their metabolites in monkeys peripheral blood (by average data), namely NA, HVA, 3MT и 5-HIAA as result of combined impact and 5-HT и 5-HIAA as result of  $^{84}\text{Kr}$  ions irradiation.

**СТРЕСС КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РАЗВИТИЕ ПСИХИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ**

**Штирбу Е. И., Березовская Е. С., Тросиненко А. В., Булат О. В.**

Институт физиологии и санокреатологии, Кишинэу, Республика Молдова; [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

<https://doi.org/10.29003/m641.sudak.ns2019-15/478-479>

Одним из значимых факторов, влияющих на состояние психического здоровья, является стресс и связанные с ним эмоции (Ф. И. Фурдуй, 1990; Ф. И. Фурдуй и др., 2018). Задача настоящей работы состояла

в обобщении собственных и литературных данных о влиянии стресса на состояние и развитие психического здоровья в детском возрасте и выявлении возможности использования полученных данных в санокреатологии с целью направленного формирования психического здоровья.

В результате анализа собственных и литературных данных было установлено, что дети, познавая окружающую среду, значительно чаще взрослых оказываются под воздействием стресса. Кроме того, из-за незрелости морфофункциональных систем организма, порог устойчивости к воздействию стрессогенных факторов у детей значительно ниже, чем у взрослых, поэтому даже невыраженное воздействие часто вызывает различного рода морфофункциональные нарушения, в том числе и нервной системы. Последствия данных нарушений могут проявляться на протяжении всей жизни. Необходимо акцентировать внимание на отрицательном воздействии *хронического* стресса на психику и нервную систему ребенка. Нужно уточнить, что долговременное стрессовое воздействие особенно опасно в критические чувствительные периоды развития. Вместе с тем, систематически повторяющийся легкий стресс, сопровождаемый приятными ощущениями и позитивными эмоциями, может оказывать заметное положительное влияние на развитие психического здоровья в конкретный период времени. Легкий стресс может создаваться матерью во время ухода за малышом, но чаще он развивается у детей во время игр или школьных занятий. Безусловно, возрастные особенности ребенка необходимо учитывать при направленном формировании психического здоровья.

Таким образом, имеются убедительные данные, что стресс является одним из наиболее распространенных факторов, провоцирующих нарушение развития психического здоровья в детском возрасте. Воздействие стрессогенных факторов необходимо принимать во внимание в организации развивающей деятельности у детей, их воспитании и формировании основ саногенного поведения.

*Работа выполнена в рамках проекта: 15.817.04.01 Ф «Психологическое здоровье, его экстернизация, тестирование и технология оценки, разработка системы его классификации» („Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acesteia”).*

### **STRESS AS A FACTOR INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF MENTAL HEALTH IN CHILDREN**

**Shtirbu E. I., Berezovscaia E. S., Trosinenco A. V., Bulat O. V.**

Institute of Physiology and Sanocreatology, Chisinau, Republic of Moldova; [valentina.ciochina@gmail.com](mailto:valentina.ciochina@gmail.com)

Stress and emotions associated with it is one of the significant factors influencing of mental health condition (F. I. Furdui, 1990; F. I. Furdui et al., 2018). The objectives of this work was to summarize our own and literary data about effects of stress on the mental health condition and development in childhood and to identify the possibility of using the data obtained in sanocreatology for the purpose of directed development of mental health.

As a result of the analysis of our own and literary data it was found, that because children are in the process of studying the environment, they are often exposed to stress. In addition, the threshold of resistance to the effects of stress factors in children is significantly lower than in adults, due to the immaturity of the morphofunctional body systems. Therefore, even unexpressed effects often cause various types of morphofunctional disorders, including disorders of the nervous system. The consequences of these disorders can occur throughout life. It is necessary to focus on the negative effects of chronic stress on the psyche and nervous system of the child. It should be clarified that long-term stress exposure is especially dangerous during critical and sensitive periods in infant brain development. However, short-term and systematically repeated mild stress, accompanied by pleasant sensations and positive emotions, can have a noticeable positive effect on the development of mental health in a particular period of time. Mild stress can be created by the mother during the care of the baby, but more often it develops in children during games or schoolwork. Of course, the age characteristics of the child must be considered in directed development of mental health.

Thus, there is convincing evidence that stress is one of the most common factors that provoke developmental disorder of mental health in childhood. The impact of stress factors must be taken into account in the organization of children's developmental activities, their upbringing and the formation of the basis of sanogenic behavior.

*The work was carried out within the framework of the project: 15.817.04.01 F. "Psychological health, its exteriorization, testing and assessment technology, development of a system for its classification" („Sănătatea psihică, exteriorizarea ei, teste și tehnologie de estimare, dezvoltarea sistemului de clasificare a acesteia”).*

### **ТОРМОЖЕНИЕ КАК НЕОБХОДИМЫЙ ФАКТОР ОРГАНИЗАЦИИ ПОВЕДЕНИЯ И ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛЕЙ, ИМИТИРУЮЩИХ РАБОТУ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ**

**Шульгина Г. И.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия, E-mail: [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

На моделях нейросетей из возбуждающих и тормозных нейроноподобных элементов проводили проверку теоретических положений о функциональной роли параметров биоэлектрической активности для обработки, фиксации и воспроизведения информации и о нейрофизиологическом обеспечении обучения и распознавания разного рода символов, представляемых на вход сети в бинарном коде нулей и единиц. Дивергентно-конвергентные связи между нейронами вызывают усиление возбуждения при распространении его по нервной сети в реальных условиях и в моделях нейросетей. Для противодействия этому явлению в нервной системе возникли разного рода ограничительные процессы, основу которых представляют тормозные интернейроны и общемозговые тормозные системы. На уровне феноменологии поведения различают торможение, вырабатываемое в процессе обучения (внутреннее торможение) и генетически заданное торможение (запредельное, внешнее, доминантное предвозбудительное и др.). Эксперименты автора с применением регистрации активности отдельных нейронов с учетом данных общей нейрофизиологии показали, что выработка торможения при обучении определяется отношением



усилением гиперполяризации, вероятно, вследствие усиления активности тормозных систем, локальных и общемозговых. Нейрофизиологическое обеспечение генетически заданного торможения еще мало изучено. Предполагается, что в его реализации значимую роль играет тоническое торможение нейронов, которое наблюдается на фоне активации ЭЭГ при выполнении разного рода активных форм поведения. Эксперименты, проведенные на моделях нейросети подтвердили предположение об участии гиперполяризационного торможения в ограничении выхода возбуждения к эффекторам при отмене подкрепления, а также о большой вероятности повышения эффективности при обучении не только возбуждаемых, но и тормозных контактов между нейроноподобными элементами. Исследование условий обработки информации сложной сетью из взаимосвязанных блоков, состоящих из четырех матриц: рецептивной, ассоциативной, подкрепляющей – распознающей и матрицы памяти выявили необходимость для обеспечения безошибочной ее работы в процессе обучения, опознания, называния и обобщения символов разного рода использование ряда видов торможения, известных в нейрофизиологии поведения: и генетически заданного (внешнее, доминантное, предвозбудительное и др.) и гиперполяризационного - вырабатываемого при обучении.

### **INHIBITION AS THE NECESSARY FACTOR OF THE ORGANIZATION OF BEHAVIOUR AND CREATION OF THE MODELS IMITATING WORK OF THE NERVOUS SYSTEM**

**Shulgina G.I.**

Federal state budgetary institution of science Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS,  
Moscow, Russia. E-mail: shulgina28@mail.ru

On models of neuronets from excitatory and inhibitory elements were studied theoretical meanings on a functional role of parameters of bioelectric activity for processing, fixing and reproduction of information and on neurophysiological ensuring training and any recognition of the symbols represented on an entrance of a network in a binary code of zero and units.

Divergent and convergent communications between neurons cause excitement strengthening at distribution it on a nervous network in actual practice and in models of neuronets. For counteraction to this phenomenon in nervous system arose any restrictive processes which basis represent inhibition interneurons and all-brain inhibitory systems. At the level of phenomenology of behavior distinguish the inhibition developed in the course of training (internal inhibition) and genetically certain inhibition (superlimit, external, dominant, preexciting). The author's experiments with application of registration of activity of neurons taking into account data of the general neurophysiology showed that elaboration of inhibition when training is defined by relative strengthening of hyperpolarization probably owing to strengthening of activity of inhibitory systems, local and all-brain.

The experiments made on models of a neuronet confirmed the assumption of participation of hyperpolarizing inhibition in restriction of an exit of excitement to effectors at reinforcement cancellation, and also about a high probability of increase of efficiency when training not only exciting, but also inhibitory contacts between elements of neuronet. Research of conditions of information processing by the complicated network from the interconnected blocks consisting of four matrixes: receptive, associative, supporting – distinguishing and matrixes of memory revealed need for ensuring its faultless work in the course of training, an identification, naming and generalization of any symbols use of a number of types of the inhibitory processes known in neurophysiology of behavior: and genetically certain and developed when training.

### **ПОРЯДОК И ХАОС В РАБОТЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИИ**

**Шульгина Г. И.**

Учреждение Российской академии наук Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,  
Москва, Россия; [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

В последние годы большое внимание уделяется анализу процессов, происходящих в открытых неравновесных системах [Пригожин, 1991]. Как известно, для замкнутых систем характерно действие первого и второго начал термодинамики: 1) сохранение энергии, 2) рассеяние ее от теплого к холодному, т.е. установление максимума энтропии. Энтропия, согласно второму закону, является мерой неопределенности, степени неупорядоченности статистических форм движения молекул. К. Шеннон в 1948 г. впервые связал понятия энтропии и информации [Шеннон, 1963]. В теории информации энтропия - мера достоверности и мера непредсказуемости, неопределенности информации, передаваемой по каналу связи. Следует четко различать понятие энтропии в теории связи и в теории развития живой и неживой природы. В теории связи, чем выше энтропия, тем больше информации передают источники. При рассмотрении организации развития природы следует учитывать, что наличие непредсказуемости в событиях отражает повышение хаоса. А это приводит к дезорганизации, к нарушению процессов развития структуры и ее усложнения. В обобщенном виде эти явления можно наблюдать и в сфере макрокосма, и в сфере микрокосма [Сухарев, 2017]. Центральная нервная система является открытой неравновесной системой, которая в процессе обработки информации постоянно обменивается с внешней и внутренней средой организма и веществом и энергией. Проведенные нами эксперименты показали, что при активации центральной нервной системы в процессе обучения возникает повышение упорядоченности, снижение энтропии в работе нейронов. Активная работа головного мозга при фиксации и воспроизведении информации, происходит на фоне активации ЭЭГ и повышения упорядоченности в распределении импульсации нервных клеток во времени вследствие повышения ее частоты и ослабления торможения и послетормозной активации, т.е. вследствие растормаживания. Однако следует учитывать, что длительно существующее повышение упорядоченности в распределении импульсации нейронов коры головного мозга во времени, связанное с большим расходом ресурсов, в свою очередь, вызывает дистресс, т.е. патологическое состояние нервной системы. При необходимости ограничения выхода возбуждения к эффекторам (покой, выработка внутреннего торможения, сон) у значительной части

нейронов возникает другая форма повышения организации в их работе вследствие усиления тормозных гиперполяризационных процессов [см. Шульгина, 2016].

Сухарев А. В. Развитие русской ментальности. 2017. Москва: Изд-во «Институт психологии РАН» 396 стр.

Шульгина Г. И. Торможение поведения. 2016. Москва: ИИнтелл. 348 стр.

### **ORDER AND CHAOS IN WORK OF NERVOUS SYSTEM BY INFORMATION PROCESSING**

**Shulgina G.I.**

Organization of the Russian Academy of Sciences Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS, Moscow, Russia, [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

In recent years much attention is paid to the analysis of the processes happening in open nonequilibrium systems [Prigozhin, 1991]. It is known that action of the first and second beginnings of thermodynamics is characteristic of the closed systems: 1) conservation of energy, 2) its dispersion from warm to cold, i.e. establishment of a maximum of entropy. The entropy, according to the second law, is a measure of uncertainty, degree of disorder of statistical forms of motion of molecules. K. Shannon in 1948 for the first time connected a concept of entropy and information [Shannon, 1963]. In the theory of information entropy - a measure of reliability and a measure of unpredictability, uncertainty in information? it passed on communication channels. It is necessary to distinguish precisely a concept of entropy of the theory of communication and the theory of development of the live and inanimate nature. If the entropy is higher, the source transfers more information to theories of communication. Consideration of the organization of development of the nature it is necessary to believe that existence of unpredictability in events reflects increase in chaos. And it leads to disorganization to violation of succession of events, their structure and complexity. In a generalized view these phenomena can be observed also in the sphere of a macrocosmos, and in the sphere of a microcosm [Sukharev, 2017]. The central nervous system is an open nonequilibrium system which in processing of information constantly exchanges with external and internal environment of an organism and substance and energy. In a generalized view these phenomena can be observed also in the sphere of a macrocosmos, and in the sphere of a microcosm [Sukharev, 2017]. The central nervous system is an open nonequilibrium system which in processing of information constantly exchanges with external and internal environment of an organism and substance and energy. The experiments made by us showed that at activation of the central nervous system in the course of training there is an increase in orderliness, decrease of entropy in work of neurons. Active work of a brain during the fixing and reproduction of information, happens against the background of activation of EEG and increase in orderliness in distribution of an impulsation of neurons in time owing to increase in its frequency and weakening of inhibition and postinhibitory activation, i.e. owing to disinhibition. However it is necessary to consider that if the existing increase in orderliness in distribution of an impulsation of neurons of a cerebral cortex in time connected with big expenditure of resources is long, in turn, causes a distress, i.e. a pathological condition of nervous system. In need of restriction of an exit of excitement to effectors (rest, elaboration of internal inhibition, a dream) a considerable part of neurons has other form of increase in the organization in their work owing to strengthening of inhibitory hyperpolarizing processes [see Shulgina, 2016].

Sukharev A. V. Development of the Russian mentality. 2017. Moscow: Institute of Psychology of RAS publishing house 396 p.

Shulgina G.I. Inhibition of behavior. 2016. Moscow: Intell. 348 p.

### **СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕЙРОНОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ**

**Шульгина Г. И.**

Учреждение Российской академии наук Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

Знание системной организации нейронов центральной нервной системы (ЦНС) при обучении необходимо для понимания механизмов формирования психики человека, для педагогики, психотерапии, для психиатрии, психофармакологии, для создания новых поколений ЭВМ, имитирующих работу головного мозга, для нейрофилософии. С целью исследования взаимодействия «модально-специфических» и «модально-неспецифических потоков импульсации при обучении в опытах на бодрствующих кроликах регистрировали медленные колебания потенциалов, активность нейронов в корковом представительстве условного стимула (зрительная область коры), в корковом представительстве подкрепления (сенсомоторная область коры) и в гиппокампе, как в структуре, входящей в состав ассоциативных систем, при выработке внутреннего торможения и оборонительных рефлексов на сочетания условного стимула (УС) – вспышек света с электрокожным раздражением конечности (ЭРК). Было обнаружено, что «модально-специфические» раздражители вызывают в проекционных областях коры фазные реакции нейронов: чередование активации и торможения. Присоединение ЭРК к вспышкам света вызывает в коре головного мозга повышение упорядоченности в распределении импульсации нейронов во времени за счет повышения ее частоты и ослабления торможения и послетормозной активации, т. е. за счет растормаживания. После нескольких сочетаний действие ЭРК имитируется на включение вспышек света – УС. Выработка всех выделенных И. П. Павловым видов внутреннего торможения вызывает усиление фазности, чередования активации и торможения в работе нейронов, вначале локально в структурах условного стимула, затем, по мере углубления торможения, все более генерализованно. Дериват гамма-аминомасляной кислоты (GABA) усиливает и тормозные и возбуждающие компоненты ответов нейронов коры головного мозга и улучшает различение активирующих и тормозных стимулов. Анализ полученных результатов в свете данных литературы позволяет сделать следующее заключение. 1 Ведущую роль в системной организации нейронов при выработке активных форм поведения играет взаимодействие «модально-специфических» и «модально-неспецифических» потоков импульсации в структурах, обрабатывающих информацию от сигнального и подкрепляющего раздражителей. 2. Подкрепляющий стимул, повышая частоту и

упорядоченность в работе нейронов коры головного мозга, в частности, при участии растормаживания, реализует фиксацию информации в ЦНС. 3. Прекращение выхода возбуждения, вызываемого условным стимулом, при выработке внутреннего торможения происходит вследствие относительного усиления гиперполяризационных процессов в ЦНС при участии ГАМК-ергической тормозной системы.

### THE SYSTEM ORGANIZATION OF NEURONS WHEN TRAINING

Shul'gina G. I.

Institute of higher nervous activity and neurophysiology of RAS. Moscow, Russia; [shulgina28@mail.ru](mailto:shulgina28@mail.ru)

Knowledge of the system organization of neurons of the central nervous system when training is necessary for understanding of mechanisms of formation of mentality of the person, for pedagogic, psychotherapy, for psychiatry, psychopharmacology, for creation of new generations of the computers imitating work of a brain, for neurophilosophy. To research the interaction "modal-specific" and "modal-nonspecific" streams of an impulsation when training in experiences at the awake rabbits we registered the behavior, the slow oscillations of potentials (SOP), activity of neurons in cortical representation of a conditional stimulus (visual area of cortex), in cortical representation of a reinforcement (sensomotor area of cortex) and in a hippocampus, as in the structure, which is a part of associative systems, at elaboration of internal inhibition and defensive reflexes on combinations of the conditional stimulus (CS) – flashes of light with the electroskin stimulation of an hind extremity (ESS). It was revealed that "modal-specific" stimuli cause in projective areas of cortex phase reactions of neurons: alternation of activation and inhibition. Addition of ESS to flashes of light causes in a cerebral cortex increase in orderliness in distribution of an impulsation of neurons in time due to increase in its frequency and weakening of inhibition and postinhibitory activation, i.e. due to disinhibition. After several combinations inclusion of flashes of light – CS imitated action of ESS. Development of all types of internal, allocated with I. P. Pavlov, causes strengthening of phase activity, alternation of activation and inhibition in work of neurons, in the beginning locally in structures of CS, then, in process of inhibition deepening, it becomes more and more generalized. The derivative of gamma-aminobutyric acid (GABA) – Phenibut strengthens both inhibitory and exciting components of answers of neurons of a cerebral cortex and improves distinction of the activating and inhibitory stimuli. The analysis of the received results in the light of data of literature allows making the following conclusions. 1. The interaction of "modal-specific" and "modal-nonspecific" streams of an impulsation in the structures processing information from the CS and the reinforcement play the leading role in the system organization of neurons at development of active forms of behavior. 2. The reinforcement realizes fixing of information, increasing the frequency and orderliness in work of neurons of a cerebral cortex, in particular, with the participation of disinhibition. 3. The elaboration of internal inhibition is determined by means to relative strengthening of hyperpolarizing processes in central nervous system with the participation of the GABA inhibitory system.

### СОН И ПАМЯТЬ

Шумилов В.Н., Сырямкин В.И.

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, 634050, пр. Ленина, 36, email: [vnshumilov@rambler.ru](mailto:vnshumilov@rambler.ru)

Запасы питания внутри нейрона (как и других клеток) ограничены. Их достаточно лишь для выдачи сравнительно короткой серии импульсов при непрерывном возбуждении нейрона. Запасы, израсходованные при интенсивном функционировании нейрона, восстанавливаются во время отдыха. Наилучшим отдыхом для нейронов и других клеток является сон. Особо интересно явление сна для мозга. Почему во сне практически полностью отключается мониторинг окружающей среды, несмотря на то, что все нейроны во время сна пребывают в работоспособном состоянии?

Нейроны во время бодрствования утомляются. Их работоспособность снижается. Для восстановления работоспособности нейронов требуется время; большее, чем время их утомления. За время отдыха нейронов восстанавливается концентрация энергоносителей внутри оболочек клеток, выводятся отходы жизнедеятельности. Это происходит за счёт обмена веществ через оболочки нейронов. Если нейроны будут лишены отдыха, они могут погибнуть из-за переутомления – из-за снижения уровня питательных веществ в них и превышения предельной концентрации отходов. Что приведёт и к гибели организма.

Известно, что мозг, лишённый сигналов от рецепторов, порождаемых раздражителями, впадает в сон, не выдаёт на эффекторы никаких сигналов. Сам мозг не генерирует сигналов (исключая случайные возбуждения нейронов), а только ретранслирует сигналы от рецепторов по тем или иным путям, соответствующим конфигурации сигналов и структуре ассоциативных связей, в которых отображён опыт организма, его память. Если бы сигналы генерировались в мозге, на эффекторы организма выдавалась бы какофония множества ничем не обусловленных, неадекватных обстановке управляющих сигналов.

#### **Сон наступает в широкой полосе возможностей.**

1) При малом количестве раздражений сон может наступить даже при малой усталости НС и всего организма – водитель может заснуть за рулём на монотонной дороге.

2) Большое количество раздражений не позволяет НС заснуть даже при сравнительно большой усталости. Чем больше уровень раздражений, тем до большей усталости организм и НС остаётся в бодрствовании и не погружается в сон.

3) При очень большой усталости (истощении запасов питания в НС) требуется всё больший уровень раздражений, чтобы НС не заснула. Если же не давать возможности НС заснуть (повышать уровень раздражения), НС с управляемым организмом может погибнуть.

Быстрее всего расходуют питательные вещества те нейроны, которые возбуждаются чаще других – те, что находятся в достаточно узкой зоне входов сигналов от многочисленных рецепторов в центральные зоны мозга. Например, в мозг с большой скоростью поступают сигналы из десятков миллионов светочувствительных элементов глаз.

Каждый нейрон возбуждается суммой  $S$  сигналов  $X_i$ ,  $S = \sum X_i * W_i$ , поступающих на его многочисленные входы  $W_i$ . Когда наиболее «утомлённые» нейроны перестают возбуждаться и доставлять через связи  $W_i$  дополнительный вклад  $\Delta S$  к входным сигналам, нейроны, проводящие сигналы с периферии во внутренние зоны мозга, делают это со всё большими затруднениями. Так что при исчезновении «поддержки»  $\Delta S$  от «уставших» нейронов, нейроны перестают проводить в мозг сигналы обычного уровня. Мощные сигналы поначалу они ещё могут проводить. Но по мере «уставания» нейроны перестают проводить даже мощные сигналы – наступает полное истощение нейронов. Нейроны перестают проводить сигналы в мозг, он погружается в сон.

При засыпании входные нейроны из-за утомления (повышения порога возбуждения) перестают пропускать в мозг сигналы обычного уровня. Но сигналам от мощных раздражений удаётся пробиться в мозг даже без поддержки со стороны других нейронов. Мозг реагирует на сильный раздражитель и просыпается.

При отсутствии мощных раздражителей запасы питательных веществ внутри всех нейронов, не возбуждающихся во время сна, вырастают до нормы, их работоспособность полностью восстанавливается. Нейроны начинают пропускать сигналы обычного уровня.

Распространено мнение, что во время сна в мозге происходят некие сложные преобразования, упорядочивание информации, полученной во время бодрствования. Это упорядочивание якобы происходит путём переписывания информации из кратковременной памяти в долговременную. Но для выполнения таких действий необходима сложная структура, которая никак не могла появиться сама по себе. Гораздо более вероятным выглядит следующий механизм. Кратковременная память угасает гораздо быстрее, чем долговременная. Известно, что одна и та же информация одновременно фиксируется в различных зонах мозга. Условия в этих зонах несколько отличаются. Поэтому и угасание межнейронных связей (памяти) происходит с разной скоростью. Когда информация воспроизводится быстрее в «кратковременной» памяти, она сопровождается ассоциациями из этой зоны. Когда эта информация частично угаснет, на первый план выходит информация из «долговременной» памяти с ассоциациями, присущими этой зоне. Поскольку мы не имеем возможности различать, откуда была извлечена информация, у нас создаётся впечатление, что произошло некоторое преобразование, упорядочивание информации. Кратковременная память за время сна достаточно сильно угасает. Так что после сна воспроизведение происходит из зоны долговременной памяти с её ассоциациями. Изменение ассоциаций и трактуется как результат «упорядочивания». Хотя на самом деле это изменение обусловлено изменением источника информации из-за угасания связей в зоне кратковременной памяти. В этом и состоит феномен «упорядочивания» информации во время сна.

## ФЕНОМЕН ВНИМАНИЯ

Шумилов В.Н.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия, 634050, пр. Ленина, 36, email: [vnshumilov@rambler.ru](mailto:vnshumilov@rambler.ru)

Цель работы – поиск соответствия между понятиями из философии, психологии и физиологии. Как движение физических сигналов через мозг, процесс обработки информации в естественном мозге, соотносятся с философскими и психологическими понятиями? Как эти процессы можно реализовать в устройствах – в искусственных носителях разума?

Предметом данной работы является механизм реализации феномена внимания.

Внимание подобно лучу фонаря на шлеме шахтёра. Оно освещает ту часть многообразных явлений (доставляющее их к рассмотрению – анализу в мозге субъекта), которые позволяют субъекту получить адекватное представление о текущей ситуации в соответствии с опытом субъекта (накопленным им набором ассоциативных связей). Это освещение (пропуск сигналов в зону их обработки) происходит как самопроизвольно (неуправляемо), под влиянием только окружающей среды (без усилий субъекта), так и планомерно, по какому-то правилу, которого придерживается субъект. Неуправляемо, под воздействием внешних раздражителей, и целенаправленно, «по воле» субъекта.

В теории познания противопоставляются понятия «объекта» и «субъекта». Под объектом подразумевается пассивное образование, действующее в соответствии с окружающей (в настоящий момент) средой. Под субъектом подразумевается активное существо, действующее не только в соответствии с окружающей действительностью, но иногда и вопреки ей, в соответствии со своей волей (опытом). Объект представляется пассивным предметом рассмотрения. Тогда как субъект познаёт различные объекты в соответствии со своей волей. Под значением слова «воля» подразумевается способность субъекта к «произвольному» выбору намерений, линии поведения. На самом же деле, «свободная воля» является следствием каких-то естественных процессов, которые мы (субъект) не в состоянии точно отследить из-за многоступенчатости образования воли из действующих внешних причин и сложившейся структуры ассоциаций субъекта.

Можно выделить два вида воли: 1) воля – дисциплина выполнения исходного задания под влиянием некоей мотивации (стимула, обязывающей инструкции); 2) свободная воля, якобы не зависящая ни от чего, кроме как от ничем не обусловленного желания субъекта (якобы обусловленная только некими непознаваемыми внутренними отношениями субъекта). Но внутри мозга не могут порождаться никакие сигналы. Так что воля порождается только внешними сигналами – раздражителями, прошедшими через внутренние структуры субъекта, которые являются следами прошлых событий. Просто из-за многоступенчатости возникновения мысли, актов воли, порождающие её исходные сигналы – раздражители невозможно отследить с абсолютной точностью, так же, как и проводящие их структуры. Предельная точность определения (отыскания) исходного сигнала или условий его прохождения через структуры ассоциативных связей мозга ограничивается квантово-механическим соотношением неопределённости.

Выделим критерии определения субъекта, позволяющие формализовать понятие субъекта для рассмотрения субъекта не только как мыслящего человека, но и как любого существа, способного мыслить.

В том числе, не только биологического, но и искусственного существа, созданного не природой, а технической цивилизацией.

*Назовём субъектом мыслящее существо, способное к действиям (суждениям), не присущим, в общем случае, другим субъектам. Действия субъекта не могут быть предусмотрены другими субъектами в полной мере из-за индивидуальных отличий.*

В рамках рассмотрения механизма мышления и внимания в мозге биологического организма (человека) и возможного создания искусственного носителя интеллекта назовём субъектом объект, способный к мышлению на основе индивидуального опыта. Поскольку поведение, мысли, суждения организма зависят от сложившейся в нём системы ассоциативных связей (накопленного жизненного опыта), то и реакция организма на события внешнего мира будет индивидуальной, соответствующей его опыту. Индивидуальный опыт, по существу, является уникальным. Действительно, даже идентичные в исходном состоянии объекты, проживая реальную жизнь, не могут получить идентичный опыт (идентичный набор ассоциаций – следов событий, действовавших на организм). Хотя бы потому, что организмы не могли находиться в одном и том же месте в одно и то же время. Различие ситуаций, прожитых носителями интеллекта, порождает различие ассоциативных связей, являющихся следами событий, действовавших на организм, то есть, различие путей следования сигналов по мозгу. Отсюда и различие реакций разных субъектов на одни и те же конфигурации входных сигналов; различие суждений различных субъектов по одному и тому же поводу.

Рассмотрим прохождение сигналов от рецепторов через входные структуры в мозг.  $J$ -е нейроны возбуждаются суммой  $S_j$  сигналов  $\{X_{ij}\}$ , поступающих на их многочисленные входы  $\{W_{ij}\}$   $S_j = \sum(X_{ij} \cdot W_{ij})$ .

То есть, нейроны возбуждаются на траектории, где добавочные вклады от других возбуждённых нейронов, приходящих через ассоциативные связи, достаточны для того, чтобы возникло возбуждение от некоторого рассматриваемого сигнала. Так что зона возбуждённых нейронов продвигается в том направлении, где перемещающаяся зона возбуждения группы нейронов поддерживается возбуждением окрестных нейронов. Сигналы из этой зоны (наряду с текущими сигналами от раздражителей) участвуют в самоподдержании возбуждения зоны через цепи обратной связи различной глубины (через цепочки ассоциативных связей различной длины), а также достигают зоны управления эффекторами, производя действия, влияющие на окружающую среду. Эти внешние действия есть видимое проявление реакции мозга на конфигурацию входных сигналов раздражения в соответствии с индивидуальным опытом организма (в соответствии с конфигурацией образовавшихся в организме ассоциативных связей – следов событий).

Эти внешние действия (механические движения, звуки, и даже «ещё не озвученные» звуки – сигналы, направленные в сторону голосовых связок, но ещё не произнесённые) так же, как и исходные раздражители (возможно, уже прекратившие воздействие) воздействуют на входные цепи и участвуют в поддержании нейронов в активированной зоне в возбуждённом состоянии. Тем самым удерживают внимание (поддерживают «пятно» внимания) на какой-то группе раздражителей (группе предметов или отношений между ними, соответствующих этим раздражителям).

Можно сказать, что феномен внимания является противоположностью сна. Во сне окрестности нейронов, проводящих сигналы от раздражителей в центральные зоны мозга, перестают способствовать возбуждению нейронов, проводящих эти сигналы в мозг. Внимание же, наоборот, реализуется совокупностью произвольно или непроизвольно возбуждённых окрестностей проводящих путей, что способствует продвижению сигналов по зоне возбуждения сигналов, на которые направлен центр внимания субъекта. Подразумеваются ассоциативные окрестности – через близость ассоциативных связей, хотя центральные тела (ядра) нейронов могут располагаться в разных зонах мозга.

Поскольку многократно возбуждаемые нейроны утомляются, внимание не может оставаться на одном месте слишком долго. Из-за этого оно постоянно перемещается.

По мере утомления из-за повышения порога возбуждения (проявления утомления) нейроны в зоне возбуждения перестают возбуждаться. Активная зона перемещается в смежные по ассоциациям зоны даже в том случае, когда никаких внешних действий не было совершено. Что мы и наблюдаем на примере собственного мышления – внимание не может долго оставаться на одном узком круге обстоятельств, оно постоянно перемещается.

Активная зона (возбуждения) смещается в направлении зон, возбуждаемых сигналами из активной зоны вместе с другими сигналами, поступающими из окрестностей более интенсивно, чем нейроны в самой зоне, активной в данный момент.

То есть, с точки зрения реализации явления внимания (как совокупности сигналов и в искусственном устройстве, и в естественном организме), внимание представляет собой совместное воздействие группы возбуждённых нейронов через ассоциативные связи, поддерживающее в состоянии активности некоторую зону мозга. Нейроны из этой группы могут быть возбуждены как непосредственно внешними раздражителями (линейными цепочками, передающими сигналы раздражения непосредственно от рецепторов), так и «внутренними» сигналами, сформированными в результате множества трансформаций (одноступенчатых прогнозов). Под внутренними здесь подразумеваются сигналы, порождённые ассоциативно далёкими раздражителями.

**МОДИФИКАЦИЯ КАРТ ДИРЕКЦИОНАЛЬНОЙ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ КОШКИ  
КРАТКОВРЕМЕННЫМ ВВЕДЕНИЕМ ПРОПОФОЛА**

**Шумихина С.И., Кожухов С.А., Бугрова В.С., Бондарь И.В.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва, Россия; shumikhs3@yahoo.com

<https://doi.org/10.29003/m642.sudak.ns2019-15/485>

Внутривенный анестетик пропофол (2,6-диизопропилфенол) используется в клинической практике и в экспериментах на животных. Для сохранения эффективного уровня анестезии, пропофол вводится непрерывно с постоянной скоростью. При необходимости увеличения дозы для поддержания адекватного уровня анестезии, производится однократное концентрированное введение пропофола. Хотя механизм действия пропофола до конца не ясен, полагают, что он производит свой анестезирующий эффект путём воздействия на внутрикорковое торможение через хемочувствительные ГАМК<sub>A</sub> рецепторы. ГАМК-эргическое торможение участвует в установлении дирекциональной избирательности нейронов зрительной коры. В настоящем исследовании, нас интересовало влияние однократного введения пропофола на дирекциональные карты в зрительной коре. Оптическое картирование по внутреннему сигналу проводилось на наркотизированных кошках, получающих непрерывное внутривенное введение пропофола (смесь глюкозы (0.1%) и пропофола (0.4%) в физиологическом растворе, скорость 1.5-2 мл/час). Функциональное состояние животного контролировалось постоянно путём отслеживания содержания CO<sub>2</sub> в выдыхаемом воздухе (3.8-4.0%), частоты дыхательного ритма, частоты сердечных сокращений (120-160 уд/мин) и температуры тела (38.5° С). Использовалась зрительная стимуляция с

прямоугольными решётками, двигающимися по часовой стрелке и непрерывно меняющими свои ориентацию и направление движения (метод Калатского и Страйкера (Kalatsky and Stryker, 2003)). Дирекциональные карты регистрировались до и после однократного введения пропофола (2, 3 или 4 мг/кг). Степень сходства карт анализировалась на основе сравнения пикселей в области интереса. Дополнительная доза пропофола приводила к реорганизации дирекциональных карт. Коэффициенты корреляции между картами уменьшались, и такие изменения были особенно заметны в первые 12 мин после введения пропофола. Наиболее значительные изменения дирекциональной избирательности были выявлены при дозе пропофола 4 мг/кг. Интересно, что индекс дирекциональной избирательности неодинаково уменьшался для разных ориентаций стимула. Полученные данные следует учитывать при проведении опытов с оптической регистрацией или электрофизиологических экспериментов.

*Поддержано Российской Академией Наук.*

**MODIFICATION OF DIRECTION SELECTIVITY MAPS IN THE CAT VISUAL CORTEX BY BOLUS DOSE OF  
PROPOFOL**

**Shumikhina Svetlana I., Kozhukhov Sergei. A., Bugrova Valentina S., Bondar Igor V.**

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia;  
shumikhs3@yahoo.com

Intravenous anesthetic propofol (2,6-diisopropylphenol) is used in clinical practice and animal experiments. To maintain an effective level of anesthesia, propofol is delivered continuously. However, if human or animal condition occasionally changes considerably, bolus doses of propofol are injected to return the level of anesthesia to an adequate level. Although the mechanism of propofol action is not well understood, propofol is thought to produce its sedative effect by acting on cortical inhibition through the ligand-gated GABA<sub>A</sub> receptors. GABAergic inhibition contributes to direction selectivity in the visual cortex. Here, we were interested in the influence of bolus doses of propofol on direction maps in the visual cortex. Intrinsic optical imaging was performed in anesthetized cats under continuous intravenous infusion of propofol (a mixture of glucose (0.2%) and propofol (0.4%) in saline, V=1.5-2 ml/h). Functional condition of the animal was controlled continuously by monitoring CO<sub>2</sub> concentration in the expired air (3.8–4.0%), respiratory rate, heart rate (120–160 beats/min), and body temperature (38.5° C). Visual stimulation with moving square-wave gratings that changed continuously their orientation and direction was used (method of Kalatsky and Stryker, 2003). After control maps were generated, a bolus dose of propofol (2, 3 or 4 mg/kg) was injected to the animal and direction maps were recaptured. Analysis was performed on the region of interest on a pixel-by-pixel basis. Direction maps were noticeably reorganized after such an additional dose of propofol. Correlation coefficients between maps decreased, and such changes were especially markedly seen during first 12 min after injection. The most significant changes of direction selectivity were observed at the bolus propofol dose of 4 mg/kg. Surprisingly, different orientation domains were not equally affected. The effect of such short bolus injections of propofol should be considered when optical imaging or electrophysiological recordings are performed.

*Supported by the Russian Academy of Sciences.*

## ИЗМЕНЕНИЕ СФИНГОЛИПИДНОГО ПРОФИЛЯ В МОДЕЛИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА

Шупик М.А.<sup>1</sup>, Гутнер У.А.<sup>1</sup>, Мазур Д.М.<sup>2</sup>, Малошицкая О.А.<sup>2</sup>, Резвых А.П.<sup>4</sup>, Соколов С.А.<sup>2</sup>, Устюгов А.А.<sup>3</sup>, Фуников С.Ю.<sup>4</sup>, Алесенко А.В.<sup>1</sup>

- 1- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им.Н.М.Эмануэля РАН, Москва, Россия; mariashupik@gmail.com
- 2- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия
- 3- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологически активных соединений РАН, Черноголовка, Московская обл., Россия
- 4- Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им.В.А.Энгельгардта РАН, Москва, Россия

<https://doi.org/10.29003/m643.sudak.ns2019-15/486>

Боковой амиотрофический склероз (БАС) – неизлечимое нейродегенеративное заболевание, характеризующееся селективной дегенерацией двигательных нейронов спинного мозга и моторной коры и ствола головного мозга. Наиболее распространенные представления о причинах данного заболевания состоят в наличии мутаций в генах белков SOD1, C9ORF72, TDP-43, FUS и др., нарушении процессинга и транспорта РНК, изменении динамики цитоскелета. Кроме того, все больше данных свидетельствует о связи с БАС изменений метаболизма различных классов липидов, включая фосфолипиды, жирные кислоты, сфинголипиды. Мы изучили несколько подклассов сфинголипидов: сфингомиелины, церамиды, сфинганин, сфингозин и сфингозин-1-фосфат, а также экспрессию генов ферментов, участвующих в метаболизме сфинголипидов, в структурах головного мозга (коре, мозжечке, гиппокампе) и спинного мозга трансгенных мышей линии FUS (FUS-TG), модели БАС. Нами охарактеризованы индивидуальные сфинголипидные профили выделенных областей нервной системы FUS-трансгенных животных на разных стадиях заболевания. Обнаружены изменения сфинголипидного обмена при развитии патологии БАС по сравнению с мышами дикого типа, особенно выраженные в спинном мозге на терминальной стадии БАС. Через 4 месяца развития болезни наблюдается накопление сфингозина, повышение уровня экспрессии гена сфингозин-1-фосфат-лиазы и снижение уровня экспрессии гена сфингозин-1-фосфат-фосфатазы. Более глубокое понимание биологических путей, вовлеченных в регуляцию метаболизма сфинголипидов при БАС, может привести к идентификации мишеней для лекарственных препаратов нового поколения.

## THE CHANGE OF SPHINGOLIPID PROFILE IN THE MODEL OF AMYOTROPHIC LATERAL SCLEROSIS

Shupik Maria A.<sup>1</sup>, Funikov Sergey Yu.<sup>4</sup>, Gutner Ulyana A.<sup>1</sup>, Maloshitskaya Olga A.<sup>2</sup>, Mazur Dmitry M.<sup>2</sup>, Rezvykh Alexander P.<sup>4</sup>, Sokolov Sergey A.<sup>2</sup>, Ustyugov Alexey A.<sup>3</sup>, Alessenko Alice V.<sup>1</sup>

- 1- N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS, Moscow, Russia; mariashupik@gmail.com
- 2- Lomonosov Moscow State University, Organic Chemistry Department, Moscow, Russia
- 3- Institute of Physiologically Active Compounds RAS, Chernogolovka, Russia
- 4- Engelhardt Institute of Molecular Biology RAS, Moscow, Russia

Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is an incurable neurodegenerative disease characterized by selective motor neuron degeneration in the spinal cord and motor cortex and brainstem. The most common ideas about the causes of this disease are the presence of mutations in SOD1, C9ORF72, TDP-43, FUS and etc. genes, disruption of RNA processing and transport, and changes in cytoskeleton dynamics. In addition, growing evidence suggests a link between changes in lipid metabolism (including phospholipids, fatty acids, sphingolipids) and ALS. We have studied several subclasses of sphingolipids: sphingomyelins, ceramides, sphinganine, sphingosine and sphingosine-1-phosphate, as well as gene expression of enzymes involved in sphingolipid metabolism, in brain structures (cortex, cerebellum, hippocampus) and spinal cord of FUS-transgenic mice (FUS-TG), ALS model. We have characterized individual sphingolipid profiles of FUS-transgenic animals nervous system isolated regions at different stages of the disease. Changes in sphingolipid metabolism have been found during the development of ALS pathology compared with wild-type mice, especially expressed in the spinal cord at the terminal stage of ALS. There was an accumulation of sphingosine, an increase of sphingosine-1-phosphate lyase gene expression, as well as a decrease of sphingosine-1-phosphate phosphatase gene expression after 4 months of disease progression. A deeper understanding of the biological pathways involved in the regulation of sphingolipid metabolism during the development of ALS can lead to the identification of targets for new generation drugs.

## ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ Р-ГЛИКОПРОТЕИНА В ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКОМ БАРЬЕРЕ НА ФОНЕ ПАРКИНСОНИЧЕСКОГО СИНДРОМА

Щулькин А.В., Черных И.В., Якушева Е.Н., Есенина А.С., Гриданарь М.М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Рязань, Россия, [ivchernykh88@mail.ru](mailto:ivchernykh88@mail.ru)

<https://doi.org/10.29003/m644.sudak.ns2019-15/486-487>

**Введение.** Р-гликопротеин (Pgp) – это мембранный транспортер с широким спектром субстратов, локализующийся в гепатоцитах, энтероцитах, эпителии почечных канальцев, а также в гематоэнцефалическом барьере (ГЭБ). Развитие синдрома паркинсонизма, возможно, является следствием снижения активности Pgp в ГЭБ.

**Цель исследования** – анализ функциональной активности Pgp в ГЭБ на фоне паркинсонического синдрома.

**Материалы и методы.** Работа выполнена на 90 крысах-самцах вистар, разделенных на 3 группы (n=30 в каждой). 1-й группе в/в вводили маркерный субстрат Pgp – фексофенадин (Ф.) (10 мг/кг); 2-й – в течение 7 дней вводили ротенон п/к (2,5 мг/кг) 1 раз в день, а затем на 8-й день в/в вводили Ф. 3-й группе животных в течение 7 дней per os вводили индуктор Pgp – рифампицин (Р.) (20 мг/кг) 2 раза в день, затем продолжали per os вводить Р. совместно с п/к введением ротенона (2,5 мг/кг) 1 раз в день в течение 7 дней. На 15-й день 3-й группе также в/в вводился Ф. Активность Pgp в ГЭБ оценивали по степени проникновения Ф. в кору мозга. Для этого крыс выводили из эксперимента через 5, 10, 15, 30, 45 и 60 мин после введения Ф. Для анализа у них забирали кровь и кору мозга, в которых определяли концентрацию Ф. методом ВЭЖХ. Количество Ф. в крови и в коре оценивали по  $AUC_{0-t(плазма)}$  и  $AUC_{0-t(мозг)}$ . Проницаемость ГЭБ анализировали по  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$ .

**Результаты.** При в/в введении интактным крысам Ф.  $AUC_{0-t(плазма)}$  и  $AUC_{0-t(мозг)}$  вещества составили соответственно  $262,9 \pm 48,9$  мкг/мл\*мин и  $5,9 \pm 2,3$  мкг/г\*мин.  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$  равнялось  $0,023 \pm 0,012$ . Предварительное введение ротенона приводило к возрастанию  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$  Ф. в 2,76 раза ( $p=0,0368$ ), а  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$  – в 3,02 раза ( $p=0,0477$ ). Введение индуктора Pgp – Р. с последующим введением комбинации Р. и ротенона приводило к снижению  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$  Ф. в 2,28 раза (тенденция:  $p=0,066$ ) и  $AUC_{0-t(мозг)}/AUC_{0-t(плазма)}$  – в 2,89 раза ( $p=0,0494$ ) по сравнению с серией ротенона. При этом между серией Р. и ротенона и контрольной серией достоверных различий зафиксировано не было ( $p>0,05$ ).

**Заключение.** Развитие паркинсонического синдрома приводит к снижению функциональной активности Pgp в ГЭБ, что проявляется накоплением в мозге маркерного субстрата белка-транспортера – Ф. Работа поддержана грантом РФФИ №18-415-620003 p\_a

### FUNCTIONAL ACTIVITY OF R-GLYCOPROTEIN IN BLOOD-BRAIN BARRIER DURING PARKINSON'S DISEASE

Shchulkin Aleksey V., Chernykh Ivan V., Yakusheva Elena N., Esenina Anna S., Gradinar Maria M.  
Ryazan state medical university, Ryazan, Russia, [ivchernykh88@mail.ru](mailto:ivchernykh88@mail.ru)

**Introduction.** P-glycoprotein (Pgp) is a membrane transporter with a wide range of substrates, localized in hepatocytes, enterocytes, epithelium of renal tubules and also in a blood-brain barrier (BBB). Development of parkinson's disease, perhaps, is a consequence of decreased functional activity of Pgp in BBB.

**The aim** of the study was to analyze the functional activity of Pgp in BBB during parkinson's disease.

**Materials and methods.** Work is performed on 90 male wistar rats, divided into 3 groups (n=30 in everyone). The 1st group was i/v injected Pgp marker substrate – fexofenadine (F.) (10 mg/kg); the 2nd – rotenone s/c (2.5 mg/kg) once a day for 7 days, and then at the 8th day – F. i/v. The 3rd group of animals was administered Pgp inductor – rifampicin (R.) (20 mg/kg) for 7 days per os 2 times a day, then – R. together with s/c injections of rotenone (2.5 mg/kg) once a day for 7 days. At the 15th day animals of the 3rd group also i/v were injected F. Pgp activity in BBB was estimated by the brain penetration of F. For this purpose rats were euthanized 5, 10, 15, 30, 45 and 60 min. after F. injection. Samples of blood and brain were taken for quantitative analysis of F. by HPLC. Content of F. in tissues was estimated by  $AUC_{0-t}$  (plasma) and  $AUC_{0-t}$  (brain). The permeability of BBB was analyzed by  $AUC_{0-t}$  (brain)/ $AUC_{0-t}$  (plasma).

**Results.** After i/v injection of F. to intact rats  $AUC_{0-t}$  (plasma) and  $AUC_{0-t}$  (brain) of substance were  $262.9 \pm 48.9$   $\mu\text{g/ml} \cdot \text{min}$  and  $5.9 \pm 2.3$   $\mu\text{g/g} \cdot \text{min}$  correspondently.  $AUC_{0-t}$  (brain)/ $AUC_{0-t}$  (plasma) was equal to  $0.023 \pm 0.012$ . Preliminary course injection of rotenone led to increase of  $AUC_{0-t}$  (brain) of F. by 2.76 times ( $p=0.0368$ ), and  $AUC_{0-t}$  (brain)/ $AUC_{0-t}$  (plasma) – by 3.02 times ( $p=0.0477$ ) compared with control. Administration of Pgp inductor (R.) with the subsequent administration of a combination of R. and rotenone led to decrease of  $AUC_{0-t}$  (brain) by 2.28 times ( $p=0.066$ ), and  $AUC_{0-t}$  (brain)/ $AUC_{0-t}$  (plasma) by 2.89 times ( $p=0.0494$ ) in comparison with a series of isolated rotenone administration. At the same time there were no differences between the series P.+rotenon and the control series ( $p>0.05$ ).

**Conclusion.** Parkinson's disease leads to decreased functional activity of Pgp in BBB that is shown by higher brain accumulation of its marker substrate – F. after course rotenone administration.

Work is supported by RFBR grant №18-415-620003 p\_a

### МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НЕЙРОНОВ ВО ВСЕХ СЛОЯХ КОРЫ МОЗЖЕЧКА ПРИ АНЕСТЕЗИИ СЕВОФЛУРАНОМ

Юкина Г.Ю.<sup>1</sup>, Сухорукова Е.Г.<sup>1</sup>, Полушин Ю.С.<sup>1</sup>, Полушин А.Ю.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Минздрава РФ, Санкт-Петербург, Россия, [ripson@inbox.ru](mailto:ripson@inbox.ru)

<https://doi.org/10.29003/m645.sudak.ns2019-15/487-488>

Изучали нейроны всех слоёв коры мозжечка (крысы Wistar, n=7) после воздействия севофлурана (6 ч) и модельной операции на органах брюшной полости (2 об.% севофлурана, поток воздуха 1 л/мин). Контрольных животных (К, n=8) на 5 мин помещали в индивидуальные боксы, в которых производили индукцию наркоза. Для гистологического анализа на 22 сут после эксперимента головной мозг фиксировали в 10% формалине 1 сут, затем вырезали заднюю долю мозжечка, заливали в парафиновые блоки по стандартной методике. Срезы, перпендикулярные извилинам, окрашивали крезоловым фиолетовым. С помощью программы ImageScope M на каждом срезе при увеличении 400 в 20 полях зрения (размер каждого поля 0,33x0,25мм) для молекулярного слоя (МС) и ганглионарного слоя (ГС) и в 10 полях зрения для зернистого слоя (ЗС) подсчитывали количество неизмененных нейронов, с четко очерченными светлыми ядрами эллипсоидной или круглой формы, хорошо различимыми ядрышками. Также подсчитывали патологически изменённые нейроны: сморщенные нейроны без ядра, нейроны с деформированным гиперхромным ядром и клетки-тени. Статистическую обработку полученных количественных данных проводили с использованием стандартного пакета программ (Statistica 7.0 Stat.Soft



for Windows). Вычисляли среднее арифметическое значение и его стандартную ошибку ( $M \pm m$ ). Сравнение проводили по критерию Манна-Уитни в программе Statistica 7.0. Значимость различий определяли при  $p < 0,05$ . Показано, что после длительной экспозиции севофлурана во всех слоях коры мозжечка определяется структурно-функциональная перестройка. В МС общая плотность нейронов снижается до 92%, количество морфологически изменённых нейронов возрастает до 250%, значимо отличаясь от уровня в группе К. В ГС число морфологически изменённых клеток Пуркинье (КП) увеличивается до 300%, значимо отличаясь от значений в группе К. В единичных случаях наблюдается эктопия КП в ЗС, в пределах ГС видны пустоты и просветления вокруг перикарионов. В ЗС общая плотность популяции клеток-зёрен и клеток Гольджи не изменяется. Однако количество морфологически изменённых нейронов увеличивается до 206% по сравнению с показателями в группе К и имеет тенденцию к отличию от группы К. Структурно-функциональный анализ показал, что степень повреждения нейронов мозжечка при длительной экспозиции севофлурана зависит от уровня метаболических процессов в нейронах и от межнейронных связей в коре мозжечка.

#### **MORPHO-FUNCTIONAL CHANGES IN NEURONS OF ALL CEREBELLAR CORTEX LAYERS INDUCED BY SEVOFLURANE ANESTHESIA**

**Yukina Galina Yu.<sup>1</sup>, Sukhorukova Elena G.<sup>1</sup>, Polushin Yury S.<sup>1</sup>, Polushin Alexey Yu.<sup>1</sup>**  
First Pavlov State Medical University of St.Petersburg St.Petersburg, Russia, [pipson@inbox.ru](mailto:pipson@inbox.ru)

Cerebellar cortex neurons morphology was studied (Wistar rats,  $n=7$ ) after exposure to sevoflurane (6 h) and abdominal model surgery (2% Sevoflurane, 1 l/min). In the control group (K,  $n=8$ ) animals were placed in individual boxes for 5 minutes and induction anesthesia was performed. Histological analysis was carried out at 22 days after the experiment, the brain was fixed in 10% formalin for 1 day, then the posterior lobe of the cerebellum was excised, embedded in paraffin blocks by standard technique. The sections, perpendicular to gyri, were stained by cresyl violet. Unchanged neurons, with clearly defined light ellipsoid or round shape nuclei and well distinguishable nucleoli, were counted by the ImageScope M program at each slice at increase 400 in 20 fields of view (field size 0.33 x 0.25 mm) for the molecular (ML) and the ganglionary layers (GaL). Pathologically altered neurons were also counted: wrinkled neurons without nucleus, neurons with a deformed hyperchromic nucleus and shadow cells. Statistics were obtained using the standard software package (Statistica 7.0 Stat.Soft for Windows). Arithmetic mean and its standard error were calculated ( $M \pm m$ ). Comparison was carried out by Mann-Whitney's criterion in the Statistica 7.0 program. The importance of distinctions was defined at  $p < 0.05$ . After long sevofluran exposition in all layers of the cerebellar cortex morpho-functional reorganization was defined. In ML the overall neurons density decreases to 92%, morphologically changed neurons amount increases up to 250%, that significantly differs from such level in K. Number of morphologically altered Purkinje's cells (PC) was increased up to 300% in GaL, significantly differing from values in K. In rare cases, there were an PC ectopia in granular layer (GrL), in GaL emptiness and enlightenments around perikarion were visible. In GrL the total grain cells and Golgi cells density did not change. However, the number of morphologically altered neurons increases to 206% in comparison with indicators in group K and tends to difference from group K. The structurally functional analysis showed that the damage rate of cerebellar cortex neurons induced by sevoflurane anesthesia depends on the level of metabolic processes in neurons and on interneural communications in cerebellum cortex.

#### **ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТАВ И ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА БИСРЕТИНОИДОВ В СЕТЧАТКЕ И РЕТИНАЛЬНОМ ПИГМЕНТНОМ ЭПИТЕЛИИ ГЛАЗА МЫШИ**

**Яковлева М. А.<sup>1\*</sup>, Ляхова К. Н.<sup>2</sup>, Утина Д. М.<sup>2</sup>, Виноградова Ю. В.<sup>2</sup>, Колесникова И. А.<sup>2</sup>,  
Фельдман Т. Б.<sup>1,3</sup>, Островский М. А.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук, Москва, [lina.invers@gmail.com](mailto:lina.invers@gmail.com); <sup>2</sup>Лаборатория радиационной биологии Объединенного института ядерных исследований, г. Дубна; <sup>3</sup>Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва

При воздействии света происходит фотоокисление бисретиноидов (Бис) липофусциновых гранул (ЛГ), накапливающихся в клетках ретиального пигментного эпителия (РПЭ) глаза человека и животных. При этом происходит образование активных форм кислорода (АФК) и токсичных продуктов фотоокисления и фотодеградациии бисретиноидов (Бис-ок), что усугубляет развитие дегенеративных процессов в сетчатке (С) и РПЭ. Показано, что при воздействии различных видов ионизирующего излучения (ИИ) в клетке развивается окислительный стресс (ОС), приводящий к образованию АФК, что может привести к гибели клетки. Таким образом, можно прогнозировать, что воздействие ИИ на ткани глаза может инициировать процесс окисления Бис в отсутствие света. При этом Бис-ок в ЛГ, которые являются сильными флуорофорами, спектр испускания которых отличается от Бис, могут стать универсальными маркерами ОС в организме, подвергающегося воздействию ИИ. Целью данной работы было проведение флуоресцентного и хроматографического анализа Бис, выделенных из клеток РПЭ и С глаза мыши до и после воздействия на них ИИ. Для эксперимента использовали самцов мышей, гибриды первого поколения от скрещивания С57BL и СВА. Мыши были облучены ускоренными протонами в пике Брэгга в дозах 1,2,3 и 4 Гр. Анализ Бис в хлороформных экстрактах из С и РПЭ глаз мышей проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Все эксперименты проводились в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приказ МЗ СССР №755 от 12.08.1977 г.) и «Международными рекомендациями по проведению биомедицинских исследований с использованием животных» Советом международных медицинских научных организаций (CIOMS), Женева, 1995 г. Показано, что в результате воздействия на мышей ИИ дозой 1-4 Гр происходит сдвиг в коротковолновую область максимума флуоресценции хлороформного экстракта как из РПЭ, так и из С. ВЭЖХ анализ показал изменение относительного содержания отдельных Бис из РПЭ и С глаз мышей. Предполагается, что воздействие ИИ на ткани глаза приводит к окислению Бис. Неинвазивная регистрация аутофлуоресценции

глазного дна человека, подвергнувшегося радиационному облучению, может стать диагностическим методом обнаружения ОС в структурах глаза, что может также отражать возникновение ОС в организме.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-29-01028*

### **EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE COMPOSITION AND FLUORESCENT PROPERTIES OF BISRETINOIDS IN RETINA AND RETINAL PIGMENT EPITHELIUM OF EYES OF THE MOUSE**

**Yakovleva M.A.<sup>1</sup>, Lyakhova K.N.<sup>2</sup>, Utina D.M.<sup>2</sup>, Vinogradova U.V.<sup>2</sup>, Kolesnikova I.A.<sup>2</sup>, Feldman T.B.<sup>1,3</sup>, Ostrovsky M.A.<sup>1,2,3</sup>**

<sup>1</sup>Emanuel Institute of Biochemical Physics Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, [lina.invers@gmail.com](mailto:lina.invers@gmail.com); <sup>2</sup>Laboratory of Radiation Biology, Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Moscow region, Russia; <sup>3</sup>Department of Molecular Physiology, Biological Faculty Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

When exposed to light, photooxidation of bisretinoids (Bis) of lipofuscin granules (LG) occurs, which accumulate in the cells of the retinal pigment epithelium (RPE) of humans eyes and animals. When this occurs, the formation of reactive oxygen species (ROS) and toxic products of photo-oxidation and photodegradation of Bis (Bis-ox), which aggravates the development of degenerative processes in the retina (R) and RPE. It was shown that, when different types of ionizing radiation (IR) are applied, oxidative stress (OS) develops in the cell, leading to the formation of ROS, which can lead to cell death. Thus, it can be predicted that the effect of IR on eye tissue may initiate the oxidation of Bis in the absence of light. In such a situation, Bis-ox in LG, which are strong fluorophores, the emission spectrum of which differs from unoxidized Bis, can become universal markers of OS in the body exposed to IR. The purpose of this work was to conduct a fluorescent and chromatographic analysis of Bis isolated from RPE cells and R of mouse before and after exposure to IR. For the experiment, male mice were used, hybrids of the first generation from crossing C57BL and CBA. Mice were irradiated with accelerated protons at the Bragg peak at doses of 1, 2, 3 and 4 Gy. Analysis of Bis in chloroform extracts from R and RPE of the mice eyes was performed by high performance liquid chromatography (HPLC). All experiments were carried out in accordance with the "Rules of work with the use of experimental animals" (Order of the Ministry of Health of the USSR No. 755 of August 12, 1977) and "International Recommendations for Biomedical Research Using Animals" by the Council of International Medical Scientific Organizations (CIOMS), Geneva, 1995. It was shown that as a result exposure of mice to IR with dose of 1–4 Gy, the shift to the shortwave region of the fluorescence maximum of the chloroform extract from both RPE and R mice. HPLC analysis showed a change in the relative abundance of individual Bis from RPE and R mice. It is assumed that the effect of IR on eye tissue leads to Bis oxidation. Non-invasive registration of autofluorescence of the eye of a person exposed to radiation can be a diagnostic method for detecting OS in the structures of the eye, which may also reflect the occurrence of OS in the body.

*This work was supported by the RFBR grant No. 17-29-01028.*

### **ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ (НА МОДЕЛИ ЗАДАЧИ СЧЕТА) ПРИ ОПУХОЛЕВОМ ПОРАЖЕНИИ ПРАВОЙ ЛОБНОЙ ДОЛИ**

**М.Ю. Ярец<sup>1</sup>, Е.В. Шарова<sup>1</sup>, Е.В. Ениколопова<sup>3</sup>, А.С. Смирнов<sup>2</sup>, Г.Н. Болдырева<sup>1</sup>, Т.А. Конакова<sup>2</sup>, О.С. Зайцев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

<sup>2</sup> НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ, Москва, Россия

<sup>3</sup> Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова

e-mail: [Marya.yarets@yandex.ru](mailto:Marya.yarets@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m646.sudak.ns2019-15/489-490>

Ранее нами была показана информативность теста «обратный счет в уме» как модели для комплексного фМРТ-ЭЭГ изучения церебрального структурно-функционального обеспечения управляющих функций (УФ) в норме и патологии, а также характерные особенности их системной организации у здоровых людей [Ярец и др, 2018].

Цель данной работы – анализ состояния и церебральной пространственной организации УФ при опухолевым поражением правой лобной доли по данным ЭЭГ и нейропсихологического (НП) обследования.

Основная группа наблюдений – 11 пациентов (21-45 лет) с опухолью правой лобной доли, верифицированной на основе нейровизуализации. Данные их нейропсихологического тестирования, а также визуального и спектрально-когерентного анализа ЭЭГ в фоне и при обратном счете в уме сопоставляли с размером опухоли, степенью злокачественности и особенностями локализации. Группа контроля – 14 здоровых испытуемых (21-35 лет).

В литературе к НП – компонентам синдрома дисфункции правой лобной доли относят: нарушение избирательности мнестической деятельности, речевую расторможенность, импульсивность, неустойчивость внимания, снижение критики к ошибкам, в мышлении – соскальзывание на побочные ассоциации [Хомская, 1978].

Наши исследования выявили различия НП-синдрома, обусловленные локализацией опухоли: «классический», хотя и с разной степенью выраженности, при латеральном расположении; включение ряда «левополушарных» симптомов (инертность психической деятельности, инактивность, снижение эмоционального фона) – при медиальном. Этому соответствовали различия пространственной организации когерентных связей ЭЭГ (КогЭЭГ) при выполнении задачи счета. У пациентов с латеральным расположением опухоли 1) диффузное усиление когерентности, гиперреактивность правого «больного» полушария, 2) диффузное снижение межполушарных КогЭЭГ, в особенности в альфа1 и 2 диапазонах, сходное с нормой. При медиальном расположении опухоли 1) более высокая реактивность КогЭЭГ левого «здорового» полушария наряду с ее снижением в «больном» правом; 2) выраженное ослабление

реактивности межполушарных КогЭЭГ, представленной локальным усилением связей в задних отделах мозга, но ослаблением в передних областях в тета, альфа1 и 3 диапазонах.

Таким образом, у пациентов с опухолью правой лобной доли выявлены нарушения УФ, сопряженные с особенностями опухоли в пределах полушария. Они проявляются как в структуре нп синдрома, так и в особенностях пространственной организации КогЭЭГ при выполнении задачи счета.

*Поддержано грантом РФФИ 16-29-08 255 (офи-м)*

## **FEATURES OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF EXECUTIVE FUNCTIONS (ON THE MODEL OF SILENT COUNTING TASK) AT TUMOR DAMAGE OF RIGHT FRONTAL LOBE**

**Yarets Maria Y.<sup>1</sup>, Sharova Elena V.<sup>1</sup>, Enikolopova Elena V.<sup>3</sup>, Smirnov Alexander S.<sup>2</sup>, Boldyreva Galina N.<sup>1</sup>, Konakova Tatyana A.<sup>2</sup>, Zaitsev Oleg S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences

<sup>2</sup> Burdenko Institute of Neurosurgery, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University, Russia

Earlier, we showed the informativeness of the "silent counting" test as a model for complex fMRI-EEG studying cerebral structural and functional support of executive functions (EF) in normal and pathology, as well as the characteristic features of their systemic organization in healthy people [Yarets et al. 2018].

The purpose of the study is to analyze the state and cerebral spatial organization of EF in tumor lesions of the right frontal lobe according to EEG and neuropsychological (NP) examination.

The main group of subjects – 11 patients (age 21-45) with tumor of right frontal lobe, verified by neuroimaging. The data of their neuropsychological testing, as well as visual and spectral-coherent analysis of EEG in the resting state and during counting task were compared with the tumor size, the degree of malignancy and localization features. Control group – 14 healthy subjects (age 21-35).

According the literature, the NP components of the syndrome of dysfunction of the right frontal lobe include: violation of the selectivity of mnestic activity, speech disinhibition, impulsivity, attention instability, reduction of criticism to errors, in thinking - slipping into side associations [Homskaya, 1978].

Our studies revealed differences in the NP syndrome due to tumor localization: "classical", albeit with varying degrees of severity, when laterally located; the inclusion of a number of "left-hemispheric" symptoms (inertness of mental activity, inactivity, reduction of emotional state) - with medial. This corresponded to the differences in spatial organization of coherent EEG connections (CogEEG) when performing the counting task. In patients with lateral location of the tumor: 1) diffuse coherence enhancement, hyperresponsiveness of the right "sick" hemisphere, 2) diffuse decrease in interhemispheric CogEEG, especially in alpha1 and 2 bands, similar to the norm. With the medial location of the tumor: 1) higher reactivity of the CogEEG of left "healthy" hemisphere along with its decrease in the "sick" right; 2) a pronounced weakening of the reactivity of hemispheric CogEEG, represented by local strengthening of connections in posterior brain regions, but weakening in anterior regions in theta, alpha1 and 3 bands.

Thus, in patients with a tumor of right frontal lobe, EF disturbances associated with characteristics of tumor within the hemisphere were detected. They manifest themselves both in the structure of the NP syndrome and in peculiarities of the spatial organization of CogEEG when performing counting task.

*The study was supported by grant of the Russian Foundation for Basic Research (project № 16-29-08 255).*

## **ДЕЙСТВИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ**

**Ярцев В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, yartsev@infran.ru

Млекопитающие, живущие в северных широтах, часто подвергаются воздействию низких температур, способных значительно изменять реактивность кровеносных сосудов. Сонные артерии, расположенные сравнительно недалеко от поверхности шеи, могут испытывать действие таких температур, однако работы по изучению влияния охлаждения на сократительные свойства этих артерий крайне немногочисленны, а для внутренней сонной артерии отсутствуют. Эта артерия играет в организме важную роль, являясь основным сосудом, обеспечивающим кровоснабжение головного мозга. В данной работе мы исследовали влияние охлаждения на адренореактивность внутренней сонной артерии крысы. Опыты проводили на изолированных сегментах этой артерии. Нейрогенный тонус сосудистого сегмента моделировали путем периодической стимуляции периваскулярных нервов этого сегмента электрическим полем с частотой 1, 3, 10 и 40 Гц (по 30 импульсов с интервалом 3 мин) до и на фоне действия норадреналина в концентрации, которую кумулятивно увеличивали с 0.01 до 10 мкМ. В первой серии опытов (n=11) температура в ванночке с сосудистым сегментом составляла 36°C, а во второй (n=8) через 30 минут после начала эксперимента температуру снижали до 25°C и поддерживали на этом уровне до конца эксперимента. pH физиологического раствора в обеих сериях поддерживали на уровне 7.4. Сократительная реакция этой артерии на норадреналин при охлаждении значительно снижалась, например, при концентрации норадреналина 1.0 мкМ с 0.76±0.19 до 0.12±0.02 мН. Нейрогенная констрикция внутренней сонной артерии на фоне низкой температуры также снижалась. Например, при электростимуляции с частотой 10 Гц в отсутствие норадреналина она уменьшалась с 0.049±0.009 до 0.039±0.010 мН, а на фоне норадреналина в концентрации 1.0 мкМ с 0.113±0.014 до 0.042±0.010 мН, т.е. почти в 3 раза. Показанное в наших экспериментах потенцирующее действие норадреналина на нейрогенную вазоконстрикцию в условиях нормальной температуры было максимальным при высоких концентрациях норадреналина (0.5-10 мкМ) и составляло, например, при электростимуляции с частотой 10 Гц 150.7±38.5%. В условиях низкой температуры это действие было максимальным (74.3±20.2% при 10 Гц) при небольшой концентрации норадреналина (0.05 мкМ) и минимальным при высоких концентрациях этого гормона. Полученные данные

показывают, что при снижении температуры наблюдается существенное снижение нейрогенного тонуса внутренней сонной артерии, а также ее тонуса, вызванного норадреналином – гормоном, концентрация которого значительно повышается в крови при охлаждении. Это снижение тонуса данной артерии может иметь значение для увеличения мозгового кровотока с целью поддержания нормальной температуры головного мозга в условиях снижения температуры окружающей среды.

### **EFFECT OF COOLING ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT INTERNAL CAROTID ARTERY**

**Yartsev V.N.**

Pavlov Institute of Physiology, Russian Acad. Sci., St. Petersburg, Russia, yartsev@infran.ru

Mammals living at northern latitudes are often exposed to low temperatures able to change the blood vessels reactivity. Carotid arteries located rather close to the neck surface may be affected by such temperatures but the works investigated the effect of cooling on these arteries contractility are very scanty and the data for the internal carotid artery are lacking. This artery plays a key role in supplying blood to the brain. The primary concern of this research is to examine the effects of cooling on the adrenoreactivity of the rat internal carotid artery. The experiments were carried out on the isolated segments of the artery. Neurogenic contraction of the vessel segment was evoked by periodic electrical field stimulation (conducted at a frequency of 1, 3, 10, and 40 Hz in the form of square wave pulses, delivered as trains of 30 pulses repeatedly, with a 3 min interval) of perivascular nerves before and after addition of noradrenaline in cumulative concentration (from 0.01  $\mu\text{M}$  to 10  $\mu\text{M}$ ). In the first series of experiments ( $n=11$ ), the temperature in the tissue bath was equal to 36°C, and in the second series of experiments ( $n=8$ ), 30 min after beginning of the experiment the temperature of the bathing solution was reduced to 25°C and maintained at this level till the end of the experiment. pH of the solution was maintained at 7.4 in both series. The contractile response of the artery to noradrenaline was reduced by cooling, e. g. from 0.76±0.19 mN to 0.12±0.02 mN at the noradrenaline concentration of 1.0  $\mu\text{M}$ . Neurogenic contraction of the carotid artery was also reduced by cooling. For example, contractile response to the electrical field stimulation at frequency of 10 Hz was reduced by cooling from 0.049±0.009 mN to 0.039±0.010 mN in the absence of noradrenaline and from 0.113±0.014 mN to 0.042±0.010 mN, i. e. almost three times at the noradrenaline concentration of 1.0  $\mu\text{M}$ . Noradrenaline-induced potentiation of the neurogenic constriction shown in our experiments at normal temperature was most prominent in the presence of high concentrations of noradrenaline (from 0.5  $\mu\text{M}$  to 10  $\mu\text{M}$ ). For example, the neurogenic constriction to electrical field stimulation at frequency of 10 Hz increased by 150.7±38.5%. At low temperatures, the potentiation was maximal (74.3±20.2% at 10 Hz) in the presence of low concentration of noradrenaline (0.05  $\mu\text{M}$ ) and minimal at high concentrations of the hormone. The data obtained indicate that the rat internal carotid artery dilates at low temperature via decrease in the neurogenic and the noradrenaline-evoked tone of the artery. This might be of importance for the increase in the cerebral blood flow ensuring normal temperature of the brain despite low environmental temperatures increasing noradrenaline level in the blood.

### **ДЕЙСТВИЕ pH НА АДРЕНОРЕАКТИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННОЙ ВНУТРЕННЕЙ СОННОЙ АРТЕРИИ КРЫСЫ**

**Ярцев В.Н.**

ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург, Россия, yartsev@infran.ru

pH крови является параметром, значение которого поддерживается в значительной степени постоянным. Однако в некоторых случаях, связанных как с внешним воздействием на нормальный организм, так и с возникновением разного рода патологий, возможно изменение этого параметра. В частности, снижение pH (ацидоз) крови до 6.75 было зафиксировано при усиленной мышечной работе у спортсменов, а также при диабетическом и алкогольном кетоацидозе. Повышение pH (алкалоз) до значения 7.6 наблюдалось в условиях высокогорья и при гипервентиляции. Известно, что сдвиг pH вызывает изменение сократительных свойств артерий. Внутренняя сонная артерия играет в организме важную роль, являясь основным сосудом, обеспечивающим кровоснабжение головного мозга, однако нам не удалось обнаружить работ по изучению влияния pH на сократительные свойства этой артерии. В данной работе мы исследовали влияние изменения pH на adrenoreактивность внутренней сонной артерии крысы. Опыты проводили на изолированных сегментах этой артерии. Нейрогенный тонус сосудистого сегмента моделировали путем периодической стимуляции периваскулярных нервов этого сегмента электрическим полем с частотой 1, 3, 10 и 40 Гц (по 30 импульсов с интервалом 3 мин) до и на фоне действия норадреналина в концентрации, которую кумулятивно увеличивали с 0.01 до 10 мкМ. Необходимое значение pH физиологического раствора (7.4, 7.6 или 6.6) получали путем изменения количества углекислого газа и воздуха, пропускаемого через раствор. Было обнаружено, что ацидоз не вызывает изменения исходного тонуса сосуда, в то время как алкалоз увеличивает его на 0.084±0.026 мН. Сократительная реакция сонной артерии на норадреналин в минимальной концентрации 0.01 мкМ при ацидозе была достоверно выше чем при алкалозе, а на норадреналин в максимальной концентрации 10 мкМ достоверно ниже. Реакции на остальные концентрации норадреналина при pH 7.4, 7.6 и 6.6 достоверно не отличались. Наиболее сильное влияние pH на нейрогенное сокращение проявлялось при низких частотах электростимуляции, при которых, в частности, было показано достоверное снижение ответа на фоне pH 7.6 по сравнению с 6.6 и 7.4 в случае учета всех концентраций норадреналина. Показанное в наших экспериментах потенцирующее действие норадреналина на нейрогенную вазоконстрикцию на фоне ацидоза было достоверно больше, чем на фоне алкалоза при всех частотах электростимуляции. Полученные данные указывают на то, что изменение pH в кислую сторону увеличивает, а в щелочную уменьшает adrenoreактивность внутренней сонной артерии крысы. Это может быть связано с необходимостью защиты головного мозга от действия высокого артериального давления при интенсивной мышечной работе, сопровождающейся снижением pH крови и повышением концентрации норадреналина.

## EFFECT OF pH ON THE ADRENOREACTIVITY OF THE ISOLATED SEGMENTS OF THE RAT INTERNAL CAROTID ARTERY

Yartsev V.N.

Pavlov Institute of Physiology, Russian Acad. Sci., St. Petersburg, Russia, yartsev@infran.ru

pH of blood is a characteristic which value is maintained considerably constant. Nevertheless, pH value can deviate from normal in some cases of external impact on the healthy organism or in some pathologies. In particular, decline in arterial pH (acidosis) value to 6.75 was detected in sportsmen in response to maximal exercise and in the diabetic and alcoholic ketoacidosis. pH elevation (alkalosis) up to 7.6 was shown at high altitude and in persons hyperventilating to different stimuli. pH alteration is known to change the contractile properties of arteries. Internal carotid artery plays a key role in supplying blood to the brain, but we failed to find works dealing with the effect of pH on the artery contractility. The primary concern of this research is to examine the effects of pH alterations on the adrenoreactivity of the rat internal carotid artery. The experiments were carried out on the isolated segments of the artery. Neurogenic contraction of the vessel segment was evoked by periodic electrical field stimulation (conducted at a frequency of 1, 3, 10, and 40 Hz in the form of square wave pulses, delivered as trains of 30 pulses repeatedly, with a 3 min interval) of perivascular nerves before and after addition of noradrenaline in cumulative concentration (from 0.01  $\mu\text{M}$  to 10  $\mu\text{M}$ ). pH value of the solution (7.4, 7.6 or 6.6, as required) was established by varying the amount of  $\text{CO}_2$  and air bubbled through the solution. In our experiments, acidosis was shown not to modify the artery resting tone, while at alkalosis it was increased by  $0.084 \pm 0.026$  mN. Contractile response to noradrenaline at the minimal concentration of 0.01  $\mu\text{M}$  at acidosis was significantly enhanced in comparison to alkalosis, but the response to noradrenaline at the maximal concentration of 10  $\mu\text{M}$  at acidosis was significantly diminished. The response to over concentrations of noradrenaline did not differ significantly between pH 7.4, 7.6, and 6.6. The most pronounced effect of pH on the neurogenic contraction was shown at low frequencies of electrostimulation at which the contraction was significantly lower under alkaline conditions taken into account all concentrations of noradrenaline. Potentiative effect of noradrenaline on the neurogenic vasoconstriction demonstrated in our experiments in acidic solution was significantly more pronounced in comparison to alkaline solution at all frequencies of electrostimulation. The data obtained suggest that acidification increase and alkalization decrease the adrenoreactivity of the rat internal carotid artery. It may be related to the brain protection from the effect of the high arterial pressure at strenuous work characterized by the decrease in the blood pH and the increase in the noradrenaline concentration.

### БОЛЕЗНЬ АЛЬЦГЕЙМЕРА: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Бобкова Н.В.

ФИЦ ПНЦБИ РАН ИБК, Пущино, Россия, nbobkova@mail.ru

<https://doi.org/10.29003/m647.sudak.ns2019-15/492-493>

Более ста лет в медицинской литературе появился термин «болезнь Альцгеймера» (БА). За это время из редкого недуга она превратилась в широко распространенное заболевание, которое поражает каждого десятого жителя нашей планеты старше 65-лет и в отношении которого не найдено эффективного лечения. БА характеризуется прогрессирующей деменцией на фоне дегенерации в структурах мозга, ответственных за память, с характерным отложением сенильных бляшек и нейритных клубков, что приводит к гибели нейронов. Усилиями тысяч научных лабораторий и медицинских центров установлены состав и структура этих образований, созданы многочисленные трансгенные линии животных, воспроизводящие патологию, установлены два ключевых патогенных белка – бета амилоид (Абета) и Тау-протеин, детально описаны биохимические пути и генетические мутации, приводящие к их образованию, разработаны чувствительные методы с использованием МРТ и ПЭТ для прижизненного выявления амилоидных бляшек и синаптических нарушений в мозге наряду с выявлением олигомеров Абета в ЦСЖ на доклинических стадиях развития патологии, длящихся до 10 лет. Установлены факторы риска развития БА: мутации в белке АРР и пресенилинах, носительство аллели ApoE4, возраст. Ранняя диагностика БА базируется на увеличении соотношения в плазме и в ЦСЖ разных форм Абета42/40м на фоне общего снижения их концентрации, повышения уровня Тау и содержания гликированных форм белков, в частности альбумина. К развитию БА предрасполагает курение, диабет, высокое АД, ожирение, дрожание конечностей, гиперхолестеролемиа, сниженная двигательная активность, депрессия, травма головы, заболевания ССС, инсульт, апное, воздействие магнитного поля и, напротив, реже БА страдают люди, принимающие антидиабетические средства, занимающиеся интеллектуальной деятельностью, потребляющие ненасыщенные жирные кислоты и придерживающиеся средиземноморской диеты. Господствующая «гипотеза амилоидного каскада», сформулированная 20 лет назад, легла в основу разработки многочисленных подходов к лечению БА, однако до сих пор специфическим лечением для улучшения памяти при БА остаются блокаторы ацетилхолинэстеразы и акатинол мемантина, эффективность которых в последние годы ставится под сомнение. Основные надежды ученые возлагали на разработку препаратов, воздействующих непосредственно на Абета (многочисленные антитела) и на секретазы. В докладе дается обзор наиболее продвинутым разработкам в этом направлении и анализ возможных причин их неудач. Стремительно растет число стратегий лечения БА, непосредственно не затрагивающих Абета. Среди них следует указать очистку плазмы, интраназальное введение инсулина, marine-derived oligosaccharide GV-971, воздействующий на микробиом кишечника и снижающего нейровоспаление, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF, sargramostim) для стимуляции внутреннего иммунитета, allopregnanolone, обладающий регенеративными и протекторными свойствами, разные виды антибиотиков. Основной вывод, к которому приходит большинство исследователей – терапия БА должна быть комплексной, воздействующей на целый ряд важных мишеней, задействованных в патогенезе БА. В перспективе позитивный эффект ожидается от клеточной и РНК-модифицирующей терапии.

*Работа поддержана грантами РФФ № 18-15-00392 и Программой Президиума РАН.*

## ALZHEIMER'S DISEASE: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

**Bobkova Natalia V.**

IBC RAS Pushchino, Russia, [nbobkova@mail.ru](mailto:nbobkova@mail.ru)

For more than a hundred years, the term "Alzheimer's disease" (AD) has appeared in the medical literature. During this time, it has turned from a rare affliction into a widespread disease that affects every tenth inhabitant of our planet older than 65 years and for which there is no effective treatment. AD is characterized by dementia and degeneration in the brain areas responsible for memory, with a deposition of senile plaques and tangles, which leads to the death of neurons. Through the efforts of thousands of scientific laboratories and medical centers, the composition and structure of these pathological formations, including beta amyloid (Abeta) and Tau protein as well as biochemical pathways and genetic mutations to their formation are described in detail. Numerous transgenic animal lines are created, sensitive methods are developed using MRI and PET for the *in vivo* detection of both plaques and synaptic disorders, along with toxic oligomers of Abeta in CSF in preclinical period of AD. The risk factors were established: mutations in the APP and presenilins, carriage of the ApoE4 allele, age. Early diagnosis is based on an increase in the ratio of Abeta42/40 and decrease in their concentration, an increase in Tau level and glycated forms of proteins. Smoking, diabetes, high blood pressure, obesity, trembling limbs, hypercholesterolemia, reduced physical activity, depression, head trauma, cardiovascular disease, stroke, apnoe, magnetic field exposition increase the predisposition to AD and, *contra versa*, people suffer AD less commonly, who takes antidiabetic drugs, engaged in intellectual activities, consuming unsaturated fatty acids and following a Mediterranean diet. The dominant "hypothesis of the amyloid cascade", formed the basis for the numerous approaches to the treatment of AD. Scientists pinned their main hopes on the drugs that act directly on Abeta (numerous antibodies) and secretases. The report provides an overview of the most advanced developments and an analysis of the possible causes of their failures. The number of AD treatment strategies that do not directly affect Abeta is growing rapidly. They include plasma purification, intranasal insulin, marine-derived oligosaccharide GV-971, granulocyte-macrophage colony-stimulating factor (GM-CSF, sargramostim), allopregnanolone, various types of antibiotics. The main conclusion is that AD therapy should be comprehensive. In perspective, a positive effect is expected from cellular and RNA modifying therapy.

*This work was supported by grants from the RSF No. 18-15-00392 and the Program of the Presidium of the RAS.*

## МЕТОДЫ ТРЕНИРОВКИ ВООБРАЖЕНИЯ И ВНИМАНИЯ В ВОСТОЧНЫХ ПРАКТИКАХ

**Боброва Е.В.**

ФГБУН Институт физиологии РАН им. И.П. Павлова, Санкт-Петербург, Россия [eabobrov@yandex.ru](mailto:eabobrov@yandex.ru)

<https://doi.org/10.29003/m648.sudak.ns2019-15/493>

Воображение движений успешно используется в реабилитационных целях, как в системах «интерфейс мозг-компьютер», так и непосредственно в тренировочных программах. Для формирования устойчивого образа необходимо удержание внимания. Восточные практики работы с вниманием имеют тысячелетнюю историю, подробно описаны в древних текстах и интенсивно исследуются представителями научного сообщества. В первую очередь это медитация – спокойное сидение с концентрацией внимания. На мастер классе будут рассмотрены различные техники как статической медитации – с концентрацией внимания на дыхании, объектах, с использованием механизмов локального и глобального внимания, так и динамической медитации – цигун и тайчи, основанные преимущественно на внимании к различным частям тела, суставным углам, двигательным координациям, схеме тела в целом. Будут приведены имеющиеся в литературе сведения о механизмах работы мозга при медитации, лежащие в основе не только реабилитационных эффектов, но широчайшего терапевтического спектра древних практик работы с вниманием и воображением.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 годы (ГП-14, раздел 63), Программы ПРАН ПИ.43 «Фундаментальные основы технологии физиологических адаптаций» № 0134-2018-0005.*

## METHODS OF TRAINING OF IMAGINATION AND OF ATTENTION IN EASTERN PRACTICES

**Bobrova Elena V.**

Pavlov Institute of Physiology (St. Petersburg, Russia) [eabobrov@yandex.ru](mailto:eabobrov@yandex.ru)

The imagination of movements is successfully used for rehabilitation purposes, both in brain-computer interface systems and directly in training programs. For the formation of a stable image it is necessary to hold attention. Eastern practices of working with attention have a thousand-year history, they are described in detail in ancient texts and are intensively studied by representatives of the scientific community. First of all, it is meditation – a quiet sitting with concentration of attention. The master class will consider various techniques of static meditation – with the concentration of attention on the breath, objects, using the mechanisms of local and global attention, and dynamic meditation – qigong and Taichi, based mainly on attention to different parts of the body, joint angles, motor coordination, the scheme of the body as a whole. There will be given the information available in the scientific literature about the mechanisms of the brain functioning during meditation, which underlie not only the rehabilitation effects, but also the widest therapeutic range of these ancient practices of working with attention and imagination.

*Supported by the Program of fundamental scientific research of state academies for 2013-2020 (GP-14, section 63), the Program of PRAN PI.43 "Fundamentals of the technology of physiological adaptations" No. 0134-2018-0005*

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ AUTHOR'S INDEX

- Albracht K. 238  
Bottinelli R. 238  
Capri M. 238  
Cerretelli P. 238  
Clarke M. 238  
Flück M. 238  
Franceschi C. 238  
Gelfi C. 238  
Gerasimenko Yu.P. 135  
Korsakova-Kreyn M. 236  
Lalkovičova M. 226  
Laughlin M. 238  
Layne Ch. 238  
Narici M. 238  
Ngo Truong Giang 315  
Nguyen Dinh Tao 315  
Nguyen Ngoc Diep 315  
Nguyen Thanh Tung 315  
Nguyen Thi Thanh Nga 315  
Nguyen Thi Viet Ha 315  
Reed J. 238  
Rittweger J. 238  
Sies W. 238  
Stäudle B. 238  
Tran Van Khoa 315  
Trieu Tien Sang 315  
Абакумова Л.В. 443  
Аббасова К.Р. 49  
Абдурахманова А.А. 118  
Абрамичева П.А. 50  
Абрамова А.Ю. 58  
Августинович Д.Ф. 50, 121, 286, 468  
Аврова Н.Ф. 82  
Агаева С.В. 51  
Агафонова О.Н. 52, 233  
Агацарская Я.В. 393  
Агранович О.Е. 53  
Адамович Т.В. 94  
Адов Д.Ю. 354  
Айдаркин Е.К. 54, 259, 430  
Акатов В.С. 277  
Аксенова Л.Е. 55  
Акулина М.В. 341  
Албантова А.А. 98, 294  
Александров А.А. 166  
Александров А.В. 55  
Александров А.Ю. 57  
Александров В.Г. 56, 225, 411  
Александров Ю.И. 70, 301  
Александрова М.А. 467  
Алексеева А.С. 278, 333  
Алексеева И.В. 58  
Алексеева О.М. 59  
Алесенко А.В. 60, 155, 486  
Алиева Н.Н. 60  
Аликовская Т.А. 61, 413  
Алилова Г.А. 179  
Аллахвердиев А.Р. 62, 157  
Аллахвердиева А.А. 62  
Алмаев Н.А. 63  
Алтухов С.В. 198  
Алчинова И.Б. 323  
Аль-Курди О.Р. 442  
Андиева Н.М. 319, 326, 327  
Андрианов В.В. 64, 131  
Анисимов В.Н. 65  
Антипов А.В. 66  
Антипов В.В. 415  
Антипов В.Н. 67  
Антипова Н.В. 303  
Антонов С.М. 68  
Антропова Л.К. 69, 71  
Апанович В.В. 70  
Арамян Э.А. 70  
Аристов И.Ю. 260  
Аронов Д.А. 303  
Артемян Н.А. 383  
Архимук А.Н. 319, 326, 327  
Архипова О.А. 383  
Арцишевская Е.В. 199  
Арчибасова Е.А. 69, 71  
Асланян Е.В. 213  
Атаманова И.В. 267  
Атанов М.С. 367  
Аточин Д.Н. 72  
Афаневич И.А. 93  
Афаневич К.А. 72  
Афтанас Л.И. 75  
Ахметгалева А.Ф. 437  
Бабаев А.А. 355  
Бабаев Э.С. 62  
Бабенко В.А. 377  
Бабурин Ю.Л. 244, 277  
Багирова Р.М. 73, 74  
Бадак А.М. 190  
Базанова О.М. 75, 76, 328, 354  
Базиян Б.Х. 356  
Базян А.С. 77, 87, 88, 478  
Баиндурашвили А.Г. 53  
Бакалов Ю. В. 244  
Баксанский О.Е. 78  
Балабан П.М. 121  
Балалаева И.В. 415  
Балезина О.П. 79  
Балиоз Н.В. 244  
Балаян М.В. 270, 394  
Баранов В.И. 244  
Бартош О.П. 80  
Бартош Т.П. 80  
Баталов А.И. 428  
Бахшалиева А.Я. 81  
Бацевич В.А. 203  
Бачу А.Я. 459  
Башкатова Ю.В.  
Башкатова Ю.В. 81, 171  
Баюнова Л.В. 82, 429  
Беданоква А.К. 83  
Безгачева Е.А. 84  
Безденежных Б.Н. 85  
Бекирова З.Н. 207  
Белалов В.В. 86  
Белов Д.А. 415  
Белов О.В. 87, 88  
Белокопытова К.В. 87, 88  
Белослудцев К.Н. 89  
Белослудцева Н.В. 89  
Белоусова И.И. 194, 257, 355  
Белощенко Д.В. 90  
Беляева А.Г. 478  
Береговой Н.А. 91, 389  
Березина А.А. 215  
Березовская Е.С. 92, 458, 478  
Берестин Д.К. 93  
Берловская Е.Е. 94  
Бессонова Ю.В. 94  
Бибииков Н.Г. 95, 192  
Бибов М.Ю. 259  
Бигдай Е.В. 84, 96  
Билалова Г.А. 97, 465  
Бинюков В.И. 98, 294  
Бирюкова А.С. 454  
Бирюкова Е.А. 99  
Бирюкова Е.В. 100, 230  
Благовещенский Е. 313  
Блинов Д.С. 160  
Блинова Е.В. 160  
Бобкова Н.В. 492  
Бобров П.Д. 100, 230, 432  
Боброва Е.В. 101, 350, 493  
Богданова А.М. 177, 205  
Богодвид Т.Х. 64, 131  
Богомаз С.А. 269  
Бойко С.С. 102  
Болдырева Г.Н. 489  
Болотских В.И. 412  
Большасов Е.Н. 332  
Большаков М.А. 208  
Бондарева В.С. 269  
Бондаренко Н.А. 266  
Бондарчук В.И. 102, 104, 105  
Бондарь И.В. 485  
Бондарь Н.П. 50  
Борзикова М.А. 167, 418  
Борзикова М.В. 346  
Борисенко Н.С. 289  
Боровец И.Р. 106  
Ботвин В.В. 332  
Ботнару Н.Д. 459  
Бочаров А. 431  
Бочаров А.В. 107, 210, 401

- Бочков П.О. 471  
Брагина М.И. 178  
Брагина М.И. 472  
Брюн Е.А. 139  
Бугрова В.С. 485  
Буденная Н.Н. 226  
Будников М.Ю. 417  
Будыка Е.В. 107  
Бузанаков Д.М. 161  
Бузов Е.Я. 237  
Булава А.И. 108  
Булат О.В. 458, 478  
Булатов И.Б. 144  
Булатова О.В. 273  
Булгакова Я.В. 109  
Буркитбаев С.Е. 263  
Бурлакова Е.Б. 123  
Бурмистров Д.Е. 110  
Бурых Э.А. 110  
Буткевич И.П. 111  
Бушкова Ю.В. 230  
Бушов Ю.В. 112  
Быкова А.Ф. 119  
Вайдо А.И. 266  
Вараксин А.Н. 94  
Варламова А.Г. 113  
Вартанян И.А. 114  
Василев Ч.Л. 194  
Васильева В.А. 115  
Васильева В.В. 118  
Васильева Н.Н. 116  
Васильева С.А. 117  
Вахвияйнен М.С. 119  
Ведунова М.В. 110, 255, 275, 415  
Вейко Н.Н. 52, 167, 233, 312, 346, 418, 427, 469  
Вейко Р.В. 52, 233  
Венерина Я.А. 417  
Вербенко П.С. 120  
Вершинина Е.А. 101, 111  
Веселкин Н.П. 457  
Винарская А.Х. 121, 131  
Виноградова Ю.В. 488  
Вихрева О.В. 419  
Вишневская Г.Б. 50, 121  
Волкова Е.С. 122  
Волынщиков З.Н. 418  
Вольнова А.Б. 166, 260  
Воробей О.А. 81  
Воробьева А.К. 123  
Воронина Т.А. 212  
Воронков Г.С. 124  
Воронова И.П. 125  
Воронова О.А. 206  
Ворошилов А.В. 340  
Востриков В.М. 419  
Врабие В.Г. 433, 434  
Вуду В.Г. 433  
Габбасова Е.Л. 53  
Габибов И.М. 126  
Габова А.В. 127  
Гаврилов В.В. 128, 283  
Гаврилова С.А. 129  
Гаврилова С.И. 155, 247  
Гаджиева Е.Т. 130  
Гайдин С.Г. 414  
Гайнутдинов Р.Р. 260  
Гайнутдинов Х.Л. 64, 131  
Галкина Н.В. 65  
Галков М.Д. 132  
Ганапольский В.П. 280  
Ганиева Р.Р. 133  
Гануша К.Ю. 430  
Гараева С.Н. 92  
Гарбузняк А.А. 436  
Гардина Д.В. 134  
Гасанова М.А. 74  
Гатилов С.Б. 94  
Гафиятуллина Г.Ш. 443  
Гацанога М.В. 454  
Гельперина С.Э. 49  
Генерозова И.П. 98  
Георгиу З.Б. 433  
Герасименко Ю.П. 101, 214, 299, 350  
Германова Э.Л. 212  
Гилева О.Б. 135  
Гладилин Д.Л. 252  
Гладких В.Д. 136  
Глазачева В.Ю. 250  
Глижин А.Г. 434, 458  
Глушко А.А. 137, 139, 451  
Головатюк Л.Б. 458  
Головачева Е.А. 425  
Головичева В.В. 377  
Голохваст К.С. 61, 413  
Голощапов А.Н. 123, 176  
Гончарова А.А. 141  
Гончарова А.С. 472  
Горбачева А.К. 142, 424  
Горбачева Л.Р. 132  
Горбачевская Н.Л. 143  
Горбунов Д.В. 144  
Горбунов И.А. 145, 305  
Горбунов С.В. 144  
Горбунова М.Н. 144  
Гордеев Ю.В. 478  
Гордлеева С.Ю. 149  
Горелов В.Ю. 384  
Горкин А.Г. 146, 301  
Городничев Р.М. 214  
Городный В.А. 287  
Горшенев В.Н. 146  
Горюнов К.В. 377  
Гостюхина А.А. 147  
Градинарь М.М. 454  
Гребенникова И.В. 412  
Грефнер Н.М. 333  
Греченко Т.Н. 148  
Грибакина О.Г. 471  
Григорьев А.С. 287  
Григорьев Н.А. 149  
Григорьев П.Е. 441, 442  
Григорьева С.В. 189, 426  
Григорьян Г.А. 181  
Гриданарь М.М. 486  
Гришин А.А. 101, 350  
Гришин В.И. 374  
Громакова С.В. 197  
Громова Л.В. 333  
Груздева В.А. 181  
Груздков А.А. 333  
Губанова М.В. 342  
Губский И.Л. 150, 250  
Губский Л.В. 150  
Гузеев О.А. 151  
Гулидова Г.П. 152  
Гулина Е.М. 85  
Гуляев М.В. 132  
Гумарова О.А. 90  
Гурова О.А. 153  
Гурьева Т.С. 182, 369  
Гусева Н.Л. 154, 343, 360  
Гусева О.В. 155  
Гусейнова Г.Г. 74  
Гутнер У.А. 155, 486  
Давыдов А.А. 156  
Дадашев Ф.Г. 157  
Дадашева К.Г. 157  
Дамянович Е.В. 356  
Данилина Т.И. 377  
Данилов Н.А. 192  
Данилова Г.А. 158, 218  
Данилова Н.Н. 158  
Девятайкина А.С. 346  
Дейниченко К.А. 160  
Денисов А.А. 131  
Денисова Е.А. 160  
Деркач К.В. 161, 162, 476  
Дерябина И.Б. 64  
Дерягин О.Г. 129  
Джалагония И.З. 100  
Джелдубаева Э.Р. 99, 163  
Дианов В.В. 164  
Дидковский Н.А. 165, 247, 292  
Дикопольская Н.Б. 97, 465  
Диулина А.А. 378  
Дмитриева Е.Г. 141  
Дмитриева Е.С. 166  
Дмитриева Ю.В. 333  
Добрынина Л.А. 342  
Долгих О.А. 52, 167, 233  
Долинская И.Ю. 387  
Дольникова М.С. 70  
Дорофеева О.А. 224  
Досина М.О. 131  
Доценко А.В. 97  
Дробница И.П. 168  
Друца А. П. 244  
Дуйбанова Ю.В. 113  
Дьякова Е.Ю. 204  
Дягилева Ю.О. 86  
Дятлова О.В. 296  
Евстафьева Е.В. 177  
Екимова И.А. 169



- Емануйлов А.И. 169, 294, 338  
Ениколопова Е.В. 489  
Енягина И.М. 170  
Ерега И.Р. 90  
Ерофеев В.И. 169  
Ершова Е.С. 52, 167, 233, 312, 346, 418, 460, 469  
Есенина А.С. 454, 486  
Есипенко Е.А. 112, 467  
Еськов В.В. 171  
Еськов В.М. 189, 426  
Ефимов В.М. 121  
Ефимов О.И. 172, 173, 353  
Ефимова В.Л. 172, 173  
Ефимова Ю.В. 415  
Жадобина А.И. 472  
Жамбеева З.З. 174  
Жаринов А.И. 424  
Жаркова Л.П. 208  
Жванский Д.С. 175, 367, 387  
Жегалло А.В. 67  
Железнова Е.В. 405  
Жердев В.П. 102, 471  
Жесткова Е.М. 167, 346, 469  
Жигачева И.В. 59, 98, 176  
Жидкова Н.М. 355  
Житарь Ю.Н. 459  
Жукова А.В. 177  
Жукова Г.В. 178, 472  
Жукова О.Б. 147  
Жульева Н.В. 179  
Журавкина И.В. 471  
Журавлев А.В. 117  
Журавлев Г.И. 179  
Журавлева А.В. 193  
Журавлева З.Н. 179  
Заборская О.Г. 194  
Заборский О.С. 340  
Завьялов Е.Л. 121, 286  
Загоскина Н.В. 362  
Загулова Д.В. 332  
Зайцев А.В. 457  
Зайцев К.В. 147  
Зайцев О.С. 489  
Зайцева Е.В. 180  
Зайченко М.И. 181  
Зак П.П. 182, 369  
Закирьянова Г.Ф. 183  
Залата О.А. 120, 177  
Залмина Г.В. 198  
Заморина Т.А. 370  
Замощина Т.А. 147, 184, 206, 407  
Зарайская И.Ю. 234  
Захарова А.Н. 185, 204  
Захарова И.О. 82, 429  
Захарова Н.В. 52, 165, 167, 191, 292, 469  
Звягина Н.В. 186, 187, 398  
Звягинцев П.Ю. 273  
Зеленский К.А. 474  
Зенин Т.Т. 188  
Зенина О.Ю. 188  
Зернов В. 155  
Зиновьев С.В. 330, 348  
Зинченко В.П. 414  
Зинченко Ю.П. 189  
Златник Е.Ю. 178  
Зобова Л.Н. 190  
Зозуля С.А. 191  
Зорина И.И. 429  
Зоров Д.Б. 377  
Зыбина А.М. 49  
Зыкин П.А. 55  
Зюзина А.Б. 121  
Иванина Е.О. 313  
Иванов А.А. 226  
Иванов В.К. 335  
Иванов М.П. 95, 192  
Иванов С.Д. 354  
Иванова В.Ю. 57  
Иванова Г.Е. 230  
Иванова Н.В. 171  
Иванова С.А. 402  
Ивашкина Л.И. 179  
Игнатенко А.П. 193  
Игнатенко Ю.С. 93  
Идрисова Р.Ф. 437  
Иловайская А.О. 180  
Илюкина Н.А. 194  
Илясов И.О. 195  
Иноземцев А.Н. 248  
Ионкина Е.Г. 196  
Исайчев Е.С. 94  
Исайчев С.А. 94, 329  
Исакова Е.В. 180  
Ишинова В.А. 197, 198  
Июдин В.С. 131  
Кабардов М.К. 199, 328  
Кавун Л.В. 69  
Казакова Е.В. 200, 201  
Казанцев В.Б. 149, 274  
Казенников О.В. 201, 202  
Калашникова Л.А. 342  
Калинин Д.В. 286  
Калинина Н.И. 457  
Калинникова Ю.Г. 204  
Калихман Л. 203  
Каменева Л.В. 312  
Канонирова С.А. 460  
Капилевич Л.В. 185, 204  
Каплан А.Я. 149  
Карабанов А.В. 175  
Карасева Н.В. 153  
Карбашова К.С. 205  
Карганов М.Ю. 323  
Карелин С.А. 381  
Каримова Е.Д. 263  
Карпинская В.Ю. 474  
Карташов С.И. 112  
Катаева Н.Г. 206  
Катаманова Д.Л. 207  
Катохин А.В. 121  
Кашина Е.В. 468  
Кашка Л.Р. 177  
Каютина Д.В. 296  
Керечанин Я.В. 432  
Керея А.В. 208  
Кешишян Е.С. 387  
Кижеватова Е.А. 209  
Киливерди А.М. 433  
Килина М.А. 210  
Кипра С.А. 210  
Киреева Т.Б. 202  
Кириллова А.В. 163  
Кириллова Г.А. 211  
Кирица Е. А. 244  
Кириченко Е. 155  
Кирова Ю.И. 212  
Кирой В.Н. 213  
Кироненко Т.А. 204  
Киселев Н.А. 153  
Киселева Е.В. 132  
Китов В.В. 214, 215  
Киященко Л.П. 288  
Климанова С.Г. 215  
Клименко А.В. 217  
Клименко В.М. 106  
Климович М.А. 473  
Клинникова А.А. 158, 218  
Клюшник Т.П. 191  
Князев Г.Г. 107, 210, 401, 431  
Князева В.М. 166  
Кобляков А.А. 218, 220  
Кобылянский Е.Д. 203, 461  
Кобякова М.И. 277  
Ковалев Д.В. 221  
Ковалева А.В. 65, 222  
Ковалева Г.А. 223  
Коваленок Т.В. 224  
Кодочигова А.И. 318  
Кожина Г.В. 265  
Кожина Е.А. 312  
Кожухов С.А. 485  
Козлов А.Ю. 58  
Козлов М.В. 473  
Козлов С.О. 170  
Козлова К.Д. 313  
Козлова Н.В. 267  
Козловская И.Б. 214, 238  
Кокурина Т.Н. 225  
Колесников А.М. 119  
Колесников С.С. 351  
Колесникова И.А. 226, 488  
Колманович Д.Д. 335  
Кологринова В.В. 185  
Коломеец Н.С. 419  
Колосова Н.Г. 324  
Колпакова Г.В. 227  
Колчин А.В. 196  
Колыванов Г.Б. 471  
Колыхалов И.В. 155  
Кольцов С.В. 347  
Колясникова К.Н. 102  
Комаревцев С.В. 228  
Комарова А.Д. 465

- Комизерко Л.А. 303  
Комышева Н.П. 229  
Конакова Т.А. 489  
Кондашевская М.В. 229, 316  
Кондратенко А.В. 328  
Кондур А.А. 100, 180, 230  
Конорова И.Л. 231  
Константинов К.В. 232  
Константинова К.К. 232  
Концевая Г.В. 121  
Конькова М.С. 52, 233, 312  
Копалева М.Ю. 234  
Копаладзе Р.А. 235  
Коплик Е.В. 58  
Копоров С.Г. 139  
Корнеева С.А. 318  
Корнетов А.Н. 156  
Корнетова Е.Г. 141  
Корнилов В.И. 393  
Коробова С.А. 325  
Короткова Е.И. 206  
Коршунов В.А. 237, 334  
Корытов О.В. 237  
Корытова Л.И. 237  
Коряк Ю.А. 238, 239  
Косицын Н.С. 276  
Косторов А.С. 241  
Костюк Г.П. 52, 165  
Костюк С.В. 52, 167, 233, 312, 346, 418, 427, 460, 469  
Котенко И.Н. 383  
Котов С.В. 180, 230  
Котомцев В.В. 242  
Кохан В.С. 243, 456  
Коченова Е.А. 53  
Кошелев В.Б. 129  
Красильникова И.А. 270, 394  
Красницкий Б.Ю. 192  
Кременцова А.В. 59  
Крестинин Р.Р. 244  
Крестинина О.В. 244, 277  
Кривой А.П. 244  
Кривой И.И. 245  
Кривоногова О.В. 340  
Кривошеков С.Г. 244  
Крупянский Ю.Ф. 342  
Крылова Н.П. 274, 424  
Крынский С.А. 165, 247, 292  
Крысько Д.В. 415  
Крючкова А.В. 248, 281  
Кряжевских А.А. 119  
Кувырченкова А.П. 292  
Кудабаева М.С. 250  
Кудрин В.С. 478  
Кудря О.Н. 250  
Кузина Е.А. 251, 252  
Кузнецов А.П. 307, 383  
Кузнецов В.Г. 253  
Кузнецова А.И. 255, 275  
Кузнецова Д.А. 187  
Кузнецова Е.А. 256  
Кузнецова Ю.И. 325  
Кузнецова Ю.Н. 368  
Кузьмина Д.М. 257  
Кузьмина Т.И. 258  
Кулагина Н.Н. 142  
Куликов А.В. 125, 259  
Куликов В.А. 259  
Куликов В.Ю. 69, 71  
Кульчицкий В.А. 131  
Кунавин М.А. 211  
Кундупьян О.Л. 259  
Кундупьян Ю.Л. 259  
Купцова А.Е. 208  
Куренков Н.И. 94  
Курзанов А.Н. 221  
Курзина Н.П. 260  
Куропатенко М.В. 343  
Курьянова Е.В. 261, 410  
Кустов Д.Ю. 241  
Кутенков О.П. 208  
Ладоновская К.В. 354  
Лактионова О.И. 262  
Лапкин М.М. 341  
Лапшин П.В. 362  
Латанов А.В. 65  
Лашин С.А. 227  
Лебедева И.С. 381  
Лебедева М.А. 323  
Лебедева Н.Н. 263  
Лебедева-Георгиевская К.Б. 264  
Левик Ю.С. 265, 440  
Левин Е.А. 210  
Левина А.С. 266, 320  
Левецкая Т.Е. 267  
Левкович К.М. 415  
Леонова М.К. 232  
Леорда А.И. 459  
Лещёв С.В. 268  
Лещенко Д.Б. 269  
Лещинская С.Б. 269  
Лисина О.Ю. 270, 394  
Лисова Н.А. 271, 272  
Листопадова Л.А. 436  
Литвин А.А. 471  
Литвинова Н.А. 273  
Лобов С.А. 274, 424  
Логинова М.М. 275  
Логинова Н.А. 248, 276, 281, 283  
Ломовский А.И. 277  
Ломтатидзе О.В. 278  
Лопатина В.Ф. 279, 280, 280  
Лосева Е.В. 248, 281, 283  
Лотарева Ю.А. 149  
Лужин А.О. 284  
Лукбанова Е.А. 472  
Лукина С.А. 403  
Лукина С.Ф. 304  
Лукоянов М.В. 149  
Лупашко Ю.А. 92  
Лупынина Е.Ю. 93  
Лускова Ю.С. 284  
Лысенко А.В. 285  
Лысенко Д.С. 285  
Лысова И.А. 173  
Львова М.Н. 286  
Лю М.Б. 311  
Любашина О.А. 373, 373  
Люкманов Р.Х. 230  
Лядов Д.А. 58  
Ляксо Е.Е. 287  
Ляхова К.Н. 226, 488  
Ляховецкий В.А. 474  
Магжанов Р.В. 437  
Мазлоев А.Б. 444  
Мазур Д.М. 486  
Майленова Ф.Г. 288  
Макашев Е.К. 289  
Македонский Д. 155  
Макеева А.В. 412  
Максименко О.О. 49  
Максимов А.Л. 289  
Максимова Г.А. 121  
Максимова Е.В. 290  
Максимова И.А. 342  
Максудов М.Ю. 291  
Максудова Е.А. 291  
Макуренок А.М. 94  
Малашенкова И.К. 165, 247, 292  
Малиновская Е.М. 52, 233, 312  
Малисова Д.В. 288  
Малошицкая О.А. 486  
Малтусова Е.В. 293, 341  
Мальцев А.В. 456  
Мальцев В.Ю. 263  
Мальцев Д.В. 393  
Мальцева В.Н. 414  
Мамбергер К. 155  
Мамедова Г.Р. 74  
Мамошина М.В. 165, 292  
Мандрыка И.А. 193  
Марахова В.А. 441, 442  
Мартынов А.В. 52, 167, 233, 346, 418, 469  
Марченко Л.Ю. 374  
Маслюков П.М. 169, 294, 338, 339, 464  
Матиенко Л.И. 294  
Матушкин Ю.Г. 227  
Мацнев Э.И. 374  
Медведев Д.С. 373  
Медведева А.В. 117  
Медведева Н.И. 295  
Медынцев А.А. 296  
Мезенцева М.В. 248, 281  
Мейлихов Е.З. 297, 298  
Меретукова А.А. 298  
Меркулова Е.А. 107, 401  
Метлина М.В. 224  
Микадзе Ю.В. 329  
Миллер Н.В. 190  
Милованова К.Г. 204  
Миль Е.М. 98, 294  
Миниханова Е.Р. 408

- Миняева А.В. 299  
Миронова Г.Д. 89, 300  
Мирошников М.В. 393  
Митрофанова О.В. 264  
Митрошина Е.В. 110, 255, 275  
Митякова О.Н. 197, 198  
Михайленко В.А. 111  
Михайлова А.А. 86  
Михайлова Н.П. 108, 301  
Михальчич И.О. 298, 302  
Михеева Е.А. 319, 326, 327  
Михеева Е.Н. 418  
Михрина А.Л. 352  
Мишарина Т.А. 123  
Мищенко Т.А. 110, 255, 275, 415  
Мнацаканян Ю.В. 425  
Моисеев К.Ю. 294  
Моисеев С.А. 299  
Моисеева Е.В. 303  
Мойсеева А.В. 147  
Мокиенко О.А. 230  
Молчанов И.А. 303  
Мордвинов В.А. 121, 286  
Мороз Г.А. 118  
Морозова Л.В. 304  
Морозова С.В. 305  
Москвитина О.А. 306  
Московкин А.С. 307  
Мошонкина Т.Р. 214, 299  
Муллер Т.А. 271  
Муллин А.В. 308, 309  
Муранова Л.Н. 64  
Мурашева О.В. 63  
Мурзина Г.Б. 310  
Мусоева П.Дж. 420  
Мутагирова А.Р. 67  
Мухамеджанов Э.К. 311  
Мухин В.Н. 106, 319, 326, 327  
Мухина И.В. 257  
Мымрина А.Ю. 448  
Нагаев И.Э. 311  
Назаретян А.Ш. 312  
Назарова М.А. 313  
Наймушина А.Г. 314  
Наматян А.Б. 298  
Наматян Т.Б. 298  
Наместникова Д.Д. 150, 250  
Незнамов Г.Г. 224  
Непритимова Е.А. 99  
Непрокина Е.В. 353  
Нескубина И.В. 472  
Нестеренко М.В. 234  
Нижник А.Н. 182, 415  
Никенина Е.В. 58  
Никитина Е.А. 117  
Никитина С.Г. 460  
Николаев А.С. 287  
Николаев Г.М. 422  
Николаев И.В. 172  
Николаева С.В. 319, 326, 327  
Никольская К.А. 316  
Никулин В.В. 313  
Новиков П.А. 313  
Новикова Ю.П. 467  
Новицкий А.А. 471  
Новожилова Н.В. 75  
Носова О.И. 317  
Нوفит В.А. 458  
Нувальцева Я.Н. 81  
Нур М.М. 68  
Обознов А.А. 94  
Огнева Т.П. 169  
Огурцов Д.П. 165, 247, 292  
Одиноква И.В. 244  
Ожередов И.А. 94  
Оленко Е.С. 318  
Ольхов А.А. 146  
Омельченко В.П. 209, 302  
Омельченко Д.В. 338  
Омельчинко М.А. 381  
Оразбаева Ж.А. 425  
Орлов В.А. 112, 170  
Орлов В.И. 155, 472  
Орлова А.А. 204  
Орлова М.Д. 346  
Орловская И.А. 286  
Осипова Н.С. 49  
Осницкий А.К. 318  
Островский М.А. 488  
Остроушко Т.С. 410  
Отман И.Н. 191  
Павленко В.Б. 86  
Павлов К.И. 106, 319, 326, 327  
Павлова М.Б. 320  
Павлова О.Г. 354  
Павловская М.А. 321  
Падерин Н.М. 322  
Палихова Т.А. 322  
Пальцев А.Б. 85  
Панкова Н.Б. 323  
Панкова Т.М. 91, 324  
Панов Н.В. 248, 276, 281  
Патюков А.Г. 382  
Пахомова Е.В. 185  
Пашкевич С.Г. 131  
Певзнер Д.А. 205  
Пелевин А.Л. 432  
Перминова А.А. 161  
Перцов А.С. 58  
Перцов С.С. 58, 217  
Петкевич А.И. 325  
Петренко М.И. 319, 326, 327  
Петренко Т.И. 328  
Петров А.М. 183  
Петрова Е.В. 53  
Петрович Д.Л. 475  
Петровский Е.Д. 431  
Петруня О.Э. 329  
Петухов С.В. 391  
Пивоваров А.С. 310  
Пилечева А.В. 329  
Пинелис В.Г. 270, 394  
Писарев В.М. 312, 427  
Плехова Н.Г. 330, 331, 347, 348  
Плотников Е.Ю. 377  
Поворинский А.А. 198  
Повторейко В.В. 193  
Погодина Л.С. 182, 369  
Подвигина Т.Т. 411  
Пойда А.А. 170  
Покровская Л.А. 332  
Полетаева И.И. 422  
Полеткина А.А. 346, 418  
Полозов А.С. 333  
Полушин А.Ю. 487  
Полушин Ю.С. 487  
Полякова М.В. 323  
Полякова Н.В. 166  
Пономарева А.И. 221  
Пономарева Е.В. 155, 247  
Пономарева Т.В. 408  
Попов А.К. 265  
Попов А.Л. 335  
Попов В.А. 334, 334  
Попов В.А. 428  
Попов С.В. 322  
Попова Н.Р. 335  
Попова О.В. 336, 404  
Поросинин О.И. 90  
Пороховник Л.Н. 460  
Порошенко А.Б. 337  
Порсева В.В. 169, 338, 339  
Поскотинова Л.В. 340  
Постолатаи Г.В. 92  
Потемкина С.В. 198  
Потрясова А.Н. 341  
Похачевский А.Л. 293, 341  
Пронин И.Н. 428  
Протасова О.В. 342  
Протасова Т.П. 178, 472  
Прошина Е.А. 107  
Прянишникова Т.В. 343  
Пудовскис К.Л. 344  
Пурецкий В.К. 346  
Пухальская Д.А. 346, 469  
Пухов А.М. 299  
Пшикова О.В. 466  
Раваева М.Ю. 450  
Радьков И.В. 330, 331, 347, 348  
Радькова Л.И. 331, 347  
Рамендик Д.М. 349  
Резвых А.П. 486  
Резник Е.Н. 172  
Резник О.Н. 336, 404  
Решетникова В.В. 101, 350  
Рогачевская О.А. 351  
Рождествин А.В. 146  
Рожков В.П. 173, 388  
Романов Б.М. 192  
Романова Г.А. 212  
Романова И.В. 352  
Росин Ю.А. 353  
Ростов В.В. 208  
Рощин В.Ю. 190, 354  
Руденко М. 155  
Руденко С. 155

- Рудыч П.Д. 354, 431  
Руссу Л.И. 248, 281  
Рыбакова В.П. 355  
Рыбакова Г.И. 225  
Рыбина Л.А. 237  
Рябчикова Н.А. 237  
Рябых С.О. 363  
Сабадош П.А. 296  
Савватеева-Попова Е.В. 117  
Савелов А.А. 431  
Савельев А.В. 164, 358, 359  
Савельева Л.О. 352  
Савина Г.Ю. 412  
Савосенков А.О. 149  
Савостьянов А.Н. 107, 210, 227, 401, 431  
Савочкина Е.В. 333  
Сагиров А.Ф. 360  
Садов В.А. 475  
Садртдинова И.И. 361  
Сажина Н.В. 383  
Сажина Н.Н. 362  
Сайфуллина Е.В. 437  
Сайфутдинов М.С. 363  
Салтыков К.А. 415  
Сальникова Е.П. 122  
Самойлов В.О. 84, 96  
Сапрыгин А.Е. 107  
Сапрыгин А.Е. 210  
Сапрыкина А.В. 156  
Саркисова К.Ю. 127, 364, 420  
Сарманова З.В. 191  
Сарычев А.С. 365  
Сатаева Т.П. 207  
Сафрошкина А.А. 455  
Сварник О.Е. 252  
Светлик М.В. 112, 147, 206, 407  
Северюхин Ю.С. 226  
Седов А.С. 428  
Сейферт И.В. 366  
Селезнева Н.Д. 155  
Селивёрстова Е.В. 352  
Селионов В.А. 175, 354, 367, 387  
Семенова Е.С. 440  
Семке А.В. 402  
Семушина С.Г. 303  
Сергеев В.Г. 368, 448  
Сергеев Т.В. 269, 343, 360  
Сергеева Т.Н. 368  
Сердобинцева В.В. 286  
Сержникова Н.Б. 182, 369  
Серков А.Н. 370  
Серов И.М. 371  
Сечин Д.И. 372  
Сиваченко И.Б. 373, 373  
Сигаева А.О. 182  
Сигалева Е.Э. 374  
Сидоренко А.В. 375  
Сидорова Н.А. 55  
Сидорук К.Н. 376  
Сизов В.В. 106  
Силантьева Д.И. 64  
Силачев Д.Н. 377  
Силкин М.Ю. 378  
Силкин Ю.А. 378  
Силкина Е.Н. 378  
Сильченко А.В. 100  
Симакина Е.А. 160  
Симашкова Н.В. 460  
Синицын И.В. 197  
Скачилова С.Я. 160, 379  
Скворцов А.А. 329  
Скибицкий В.В. 221  
Скиданова А.А. 441  
Скорик С.О. 63  
Славуцкая М.В. 381, 421  
Слаповская О.И. 382  
Смелышева Л.Н. 307, 383  
Сметанин Б.Н. 265  
Смирнов А.С. 61, 489  
Смирнова О.В. 50  
Снигирев А.С. 426  
Соболева И.В. 384  
Совершаева С.Л. 446  
Соколов А.Ю. 373  
Соколов П.А. 192  
Соколов С.А. 486  
Соколова Л.В. 201, 449  
Сокольская М.В. 384  
Солнушкин С.Д. 385  
Соловьева О.А. 303  
Солодухо Н.А. 375  
Солопова И.А. 175, 354, 367, 387  
Сорокина Н.С. 388, 389  
Сороко С.И. 388  
Соснина И.С. 474  
Сотникова Л.Д. 244  
Спасов А.А. 393  
Спиридонова М.С. 271  
Станкевич Л.Н. 166  
Старкина О.В. 194  
Старостин А.Н. 259  
Старостина М.В. 91, 324, 388, 389  
Степанюгина А.К. 331  
Степанян И.В. 390, 391  
Стерлигова О.П. 392  
Стефанов В.Е. 192  
Стефанович М.А. 393  
Стогова Е.С. 478  
Столбов А.Я. 378  
Страбыкина Е.А. 158  
Стукач Ю.П. 131  
Ступин В.О. 261  
Суворов Н.Б. 269, 343  
Судаков С.К. 453  
Судобин К.П. 227  
Султанова К.Т. 393  
Сурин А.М. 270, 394  
Сурина Н.М. 422  
Суфиева Д.А. 195  
Сухов А. 155  
Сухов А.Г. 472  
Сухорукова Е.Г. 487  
Сущин М.А. 395, 396  
Сырцев А.В. 319, 326, 327  
Сырымкин В.И. 483  
Сюняков Т.С. 224  
Табачков В.Ю. 427  
Талалаева Г.В. 397  
Талева А.И. 398  
Талипова А.Е. 399  
Талис В.Л. 201  
Тамбовцева Р.В. 372, 400  
Таможников С.С. 107, 210, 227, 401  
Тарабыкин В.С. 355  
Тарасова А.Е. 324  
Тарновская Т.А. 401  
Твердохлебов С.И. 332  
Тигунцев В.В. 402  
Тимофеева Л.П. 169  
Тимофеева М.Р. 403  
Тищенко П.Д. 404  
Ткаченко Л.А. 55  
Ткаченко Н.С. 251  
Токарева Н.Г. 405  
Толмача Н.М. 344  
Толмачев Ю.А. 192  
Толокников Г.К. 406, 451, 453  
Толченникова В.В. 316  
Томиловская Е.С. 214, 215  
Томова Т.А. 407  
Томский А.А. 428  
Топоркова Л.Б. 286  
Торшин Д.В. 407  
Трасковский В.В. 273  
Трембач А.Б. 408  
Трещева Е.А. 261  
Трещенкова Ю.А. 409  
Трибрат Н.С. 163  
Трифонов М.И. 388  
Тросиненко А.В. 458, 478  
Трофимова Н.Н. 182  
Трофимова С.И. 53  
Трошин Г.И. 470  
Трошина Е.М. 329  
Трусова А.В. 215  
Трясучев А.В. 261, 410  
Туманова Т.С. 411  
Тумановский Ю.М. 412  
Тумялис А.В. 61, 413  
Турбина Л.Г. 230  
Туркина О.С. 417  
Туровская М.В. 414  
Туровский Е.А. 414  
Турубанова В.Д. 415  
Украинцева Ю.В. 415  
Умарова Б.А. 416  
Умрюхин А.Е. 293, 341, 417  
Умрюхин П.Е. 167, 233, 346, 418, 427, 469  
Уплисова К.О. 57  
Уранова Н.А. 419

- Устоев М.Б. 420  
Устюгов А.А. 376, 486  
Утина Д.М. 226, 488  
Ушаков В.Л. 112, 165, 170, 292, 428  
Фадеев К.А. 61  
Фадеев Р.С. 277  
Фадюшина С.И. 81  
Фазльяхматов М.Г. 67  
Фарзетдинова Р.М. 297, 298  
Федаш В.В. 458  
Федорова Я.Б. 155  
Федосова Е.А. 127, 420  
Федотова А.А. 421  
Федотова И.Б. 422  
Федотова И.Р. 432  
Федотова Т.К. 142, 422  
Федулина А.А. 424  
Фельдман Т.Б. 488  
Филатов М.А. 189  
Филатова Д.Ю. 425  
Филатова О.Е. 426  
Филев А.Д. 312, 418, 427  
Филиппова С. 155  
Фильюшкина В.И. 428  
Фокина Е.А. 429  
Фомина А.С. 430  
Фомина Е.В. 318  
Фофонова С.А. 431  
Франциянц Е.М. 472  
Фролов А.А. 55, 100, 101, 230, 350, 432  
Фролова Н.Л. 432  
Фролова О.В. 287  
Фуников С.Ю. 486  
Фурдуй В.Ф. 434, 459  
Фурдуй Ф.И. 433, 434, 436  
Хайлов Н.А. 165, 247, 292  
Харченко Ю.С. 49  
Хатькова С.Е. 354  
Хвостов Д.Ю. 72, 426  
Хидиятова И.М. 437  
Хисматуллина З.Р. 361  
Хлудова Л.К. 438  
Хмелькова М.А. 439  
Ходанович М.Ю. 250  
Холмогорова Н.В. 440  
Хорсева Н.И. 441, 442  
Хренкова В.В. 443  
Хундерякова Н.В. 207  
Хуснутдинова Э.К. 437  
Хуссейн А.А. 391  
Цехмистренко Т.А. 444  
Цыганков В.Д. 445, 446  
Цыганок Т.В. 446  
Часовский А.В. 72  
Чаузова Е.Е. 447  
Чекмарева Н.Ю. 417  
Чекулаева Е.И. 165, 247, 292  
Чепелюк А.А. 224  
Червякова Е.В. 325  
Черенёва Е.А. 271  
Черенков И.А. 448  
Черенкова Л.В. 449  
Черепов А.Б. 234, 323  
Черетаев И.В. 450  
Черкасова О.П. 94  
Черкашин А.П. 351  
Чернобровкина Т.В. 139, 451  
Черноиванов В.И. 453  
Черноризов А.М. 94, 329  
Черных И.В. 454, 486  
Черных Н.А. 444  
Чертищев А.А. 72  
Чибалин А.В. 204  
Чигалейчик Л.А. 356  
Чиженкова Р.А. 455  
Чижов А.В. 455  
Чирков А.В. 418  
Чистова Ю.Р. 301  
Чихман В.Н. 385  
Чичёва М.М. 456  
Чмыхова Н.М. 457  
Чокинэ В.К. 433, 434, 458, 459  
Чудакова Ю.М. 460  
Чумакова А.М. 461  
Чумасов Е.И. 462  
Чурикова М.А. 421  
Чусов А.В. 463  
Чуян Е.Н. 99, 163, 450  
Чхинвадзе Т.В. 228  
Шабров А.В. 343  
Шагров Л.Л. 304  
Шадрин М.М. 464  
Шайхелисламова М.В. 97, 465  
Шакова Ф.М. 212  
Шамшин М.О. 274  
Шандыбина Н.Д. 343  
Шаов М.Т. 466  
Шараев М.Г. 170  
Шарафиева К.Р. 467  
Шарипов Р.Р. 270, 394  
Шарова Е.В. 489  
Шаронова Н.В. 460  
Шафеи Е.В. 467  
Шахбазян Е.В. 264  
Шацкая Н.В. 468  
Шацкова А.Б. 127, 420  
Шашин Д.М. 469  
Швец-Тэнэта-Гурий Т.Б. 470  
Шевелев О.Б. 121  
Шевелев О.Б. 286  
Шевцова Ю.А. 377  
Шевченко Р.В. 102, 471  
Шеденко К.Ю. 65  
Шейдер А.Д. 171  
Шепелева Н.А. 465  
Шептицкий В.А. 436  
Шестаков О.И. 408  
Шигуева Т.А. 214, 215  
Шилов В.П. 159  
Шилов С.Н. 272  
Шилова А.М. 160  
Шилова Е.В. 379  
Шимановская Я.В. 365  
Шимараева Т.Н. 111  
Шипкова К.М. 471  
Широкова О.М. 255  
Ширяева Н.В. 266  
Шихлярова А.И. 155, 178, 472  
Шишкин Н.В. 214  
Шишкина Г.Т. 229  
Шишкина Л.Н. 473  
Шкуринов А.П. 94  
Шлыков В.Ю. 202  
Шмарина Г.В. 52, 167, 233, 312, 346, 418, 460, 469  
Шошина И.И. 447, 474  
Шпагонова Н.Г. 475  
Шпаков А.О. 161, 429, 476, 477  
Штемберг А.С. 478  
Штирбу Е.И. 478  
Шубернецкая О.С. 303  
Шубина Л.В. 179  
Шульгин В.Ф. 450  
Шульгина Г.И. 479, 480, 481  
Шумейко Н.С. 115  
Шумилов В.Н. 482, 483  
Шумихина С.И. 485  
Шупик М.А. 155, 486  
Щербаков А.Б. 335  
Щербакова Н.А. 299  
Щербинин К.А. 102  
Щулькин А.В. 454, 486  
Щурова Е.Н. 363  
Юдин М.А. 119  
Юкина Г.Ю. 487  
Юпатов В.Д. 318  
Языков К.Г. 113  
Яковенко Е.Н. 323  
Яковенко И.Ю. 217  
Яковлев В.Н. 109  
Яковлев Д.С. 393  
Яковлева М.А. 146, 488  
Якушева Е.Н. 454, 486  
Янкина М.А. 437  
Ярец М.Ю. 489  
Ярмош И.В. 269  
Ярных В.Л. 250  
Ярцев В.Н. 490, 491  
Яфарова Г.Г. 131

УДК 612+61+159.9  
ББК 28.707.3:56.1:88  
Н45

DOI:10.29003/m286.sudak.ns2019-15

**Нейронаука для медицины и психологии: XV Международный Н45 междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия; 30 мая – 10 июня 2019 г.: Труды Конгресса / Под ред. Е.В. Лосевой, А.В. Крючковой, Н.А. Логиновой. – Москва: МАКС Пресс, 2019. – 502 с.**

**e-ISBN 978-5-317-06140-1**

**print-ISBN 978-5-317-06141-8**

XV Международный междисциплинарный Конгресс «Нейронаука для медицины и психологии» продолжает цикл научных мероприятий (Высокие Татры, Словакия, 2002 и 2003; Карадаг, Крым, Украина, 2002 и 2003; Хургада, Египет, 2004, Судак, Крым, Украина, 2004-2013, Судак, Крым, Россия, 2014-2018), которые посвящены многоплановому исследованию нервной системы и использованию этих знаний в медицинской и психологической практике. Главная цель форума – объединение усилий высококвалифицированных и молодых специалистов научного сообщества, изучающих нервную систему с разных точек зрения, для сохранения биологического и психического здоровья людей в современном мире.

В рамках конгресса проводится Школа «Достижения междисциплинарной нейронауки в XXI веке» с лекциями и докладами ведущих ученых. На заседаниях секций Конгресса будут обсуждаться следующие проблемы: стрессы и неврозы, память, обучение, мышление и сознание, нейрональные механизмы когнитивных процессов, нейротехнологии и когнитивные исследования; психические расстройства, интегративная деятельность нервной, иммунной и эндокринной систем, нейрофизиология сенсорных и двигательной систем, нейрорегуляция периферических органов; межклеточные взаимодействия и роль биологически активных веществ в нервной системе, экспериментальная и клиническая нейрофармакология; воздействие физических факторов различной природы на нервную систему; нейродегенеративные заболевания и опухоли мозга, онтогенез и филогенез нервной системы, нейробиология сна-бодрствования, санокреатология, методология психофизиологических исследований, клиническая нейродиагностика, нанотехнологии и наноматериалы в биомедицинских исследованиях, актуальные проблемы нейропсихологии, нейрокомпьютеры. В рамках конгресса будут проведены симпозиумы «Интерфейс мозг-компьютер», «Музыка и мозг», «Центральные механизмы кардиоваскулярной регуляции, клинические и прикладные аспекты анализа вариабельности сердечного ритма», «Актуальные вопросы нейрофилософии».

В работе форума принимают участие 1250 специалистов из России, других стран СНГ и дальнего зарубежья: ученые, врачи, психологи, фармацевты, педагоги и другие заинтересованные лица, чьи интересы связаны с комплексным изучением разнообразных функций организма, регулируемых нервной системой. Подобные форумы необходимы для развития и укрепления кооперативных связей между учеными, работающими в области фундаментальной науки о мозге, медиками и психологами с целью ускоренного внедрения новых научных разработок в практическую медицину.

*Ключевые слова:* нейронаука, нейромедицина, нейропсихология, стресс, когнитивные исследования, нейро-иммунно-эндокринные взаимодействия, сенсорные системы, нейрофизиология движений, санокреатология, психические расстройства, нейродегенеративные заболевания, нейрофармакология, регенерация нервной системы, клиническая нейродиагностика, нейрокомпьютеры

**Оргкомитет планирует организацию в будущем и других научных мероприятий, посвященных разностороннему исследованию функций нервной системы, а также внедрению научных разработок в медицину и психологию.**

**Вся новая информация будет размещена на сайте в Интернете: <http://brainres.ru>**

Научное издание

Отпечатано с готового оригинал-макета

Подписано в печать 13.05.2019 г. Формат 60x90 1/8. Усл.печ.л. 62,75. Тираж 96 экз. Изд. № 106.

Издательство ООО «МАКС Пресс». Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ им. М.В. Ломоносова,  
2-й учебный корпус, 527 к. Тел. 8(495)939-3890/91. Тел./Факс 8(495)939-3891.

ISBN 978-5-317-06140-1

© Авторы, 2019