



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БИОФИЗИКИ
ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ КЛЕТКИ

МАТЕРИАЛЫ
XII Всероссийского симпозиума
с международным участием
«Биологическая подвижность»,
посвященного памяти
заслуженного деятеля науки РФ,
профессора З.А. Подлубной

Пушино
2019

the expression of genes encoding the proteins of Ca^{2+} -dependent Cl^- channels (bestrophin 3 and TMEM16A). According to real-time PCR data, the expression level of bestrophin 3 was 16 times higher, and TMEM16A was 1.6 times higher in the arteries of 1–2 week old rats compared to adults.

These data suggest that Cl^- is more important for the regulation of arterial tone in the early postnatal period. Thus, during maturation of the organism both in the CNS and in the vascular system the depolarizing effect of Cl^- decreases, which can ensure optimal functioning of these systems at each stage of postnatal ontogenesis and should be taken into account when pharmacologically correcting cellular dysfunctions.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Grant No. 18-015-00216-a).

References

- Ben-Ari Y, Gaiarsa J-L, Tyzio R & Khazipov R (2007). GABA: a pioneer transmitter that excites immature neurons and generates primitive oscillations. *Physiol Rev* **87**, 1215–1284.
- Boedtker E, Matchkov V V, Boedtker DMB & Aalkjaer C (2016). Negative news: Cl^- and HCO_3^- in the vascular wall. *Physiology (Bethesda)* **31**, 370–383.

ВЫРАБОТКА УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА НА ОБСТАНОВКУ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ ВЫЗЫВАЕТ УВЕЛИЧЕНИЕ ВОЗБУДИМОСТИ КАК КОМАНДНЫХ НЕЙРОНОВ, ТАК И СЕРОТОНИНСОДЕРЖАЩИХ НЕЙРОНОВ ПЕДАЛЬНОГО ГАНГЛИЯ

**Х.Л. Гайнутдинов¹, В.В. Андрианов¹, Т.Х. Богодвид^{1,2},
И.Б. Дерябина¹, Л.Н. Муранова¹, Д.И. Силантьева¹**

¹*Институт фундаментальной медицины и биологии Казанского
федерального университета, Казань, ул. Кремлевская, 18,*

²*Академия физической культуры, спорта и туризма,
Казань, деревня Универсиады, 35, Россия*

Изучение роли мембранных характеристик нейронов и параметров синаптической передачи в механизмах обучения, представляет большой интерес [1]. Речь идет о мембранных системах клетки, что определяется, во-первых, ключевой ролью нейрона в интегративной деятельности мозга, а во-вторых, тем, что в основе клеточных механизмов обучения и памяти лежат биофизические и биохимические характеристики нервных клеток. Эти характеристики дают важное звено для перехода кратковременных пластических изменений в долговременные. В целом, выделяют две основные стратегии исследований клеточных механизмов: 1) проведение обучения и затем анализ на клеточном уровне, 2) использование клеточных аналогов обучения, когда эксперименты проводятся на изолированном или полуинтактном препарате, а также в диссоциированной клеточной культуре. Данные литературы показывают, что важную роль в механизмах ассоциативного обучения, вы-

полненного как на препаратах обученных животных, так и в клеточных аналогах обучения играют мембранные процессы [1, 2]. Интересной моделью является условный оборонительный рефлекс на обстановку у виноградной улитки [3, 4]. С одной стороны, этот условный рефлекс является оборонительным, т.е. в нем задействованы системы оборонительного поведения [4, 5]. С другой стороны, в этот рефлекс включена модуляция серотонином, который выделяется из серотонин-содержащих нейронов педального ганглия [3]. Поэтому в данной работе мы провели сравнительное исследование изменений электрических характеристик командных нейронов LPa3 и RPa3 виноградной улитки, а также серотонинсодержащих нейронов педального ганглия Pd4 и Pd2, которые задействованы в модуляторном выбросе серотонина при формировании данного рефлекса [3].

У животных вырабатывали условный обстановочный рефлекс по контекстуальной парадигме «на шаре» в ситуации, когда животные были жестко закреплены за раковину. Обучение заключалось в предъявлении безусловного стимула (электрическое раздражение) при нахождении улитки в определенном контексте - на шаре. Животных каждый день на протяжении 5 дней помещали в экспериментальную обстановку (на шар) и предъявляли по 5 электрических раздражений в день (1-2 мА, 1 с, 50 Гц) прикосновением двух макроэлектродов – к дорзальной передней части ноги и к хвосту [5]. До начала выработки условного рефлекса и после процедуры обучения проводили тестирование уровня оборонительной реакции как показателя сформированной долговременной памяти. Для этого измеряли амплитуду втягивания омматофоров в ответ на тактильную стимуляцию передней части ноги в процентах. При этом максимальное втягивание омматофоров принимали за 100% и записывали, как сильно улитка отдергивала омматофоры (на 0%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% или 100%). Тестирование проводили в двух обстановках – при свободном ползании животных на плоской поверхности (стеклянная крышка аквариума), а также в ситуации обстановки обучения (на шаре). В препаратах обученных улиток измерили электрические характеристики командных нейронов оборонительного поведения LPa3 и RPa3, а также серотонинсодержащих нейронов педального ганглия Pd4 и Pd2. Было найдено, что после обучения мембранный потенциал снижается, а пороговый потенциал, наоборот, увеличивается и, в итоге, происходит достоверное снижение критического уровня деполяризации нейронов Pd4 и Pd2. В командных нейронах LPa3 и RPa3 продемонстрировано достоверное снижение мембранного и порогового потенциалов. Таким образом, показано, что после выработки условного обстановочного рефлекса происходит повышение возбудимости исследованных нейронов.

Работа поддержана РФФИ (грант № 18-015-00274).

Литература

1. Gainutdinov Kh.L. et al. Uspekhi Physiologicheskikh Nauk (Russian). 2011. V. 42. P. 33-52.
2. Gainutdinov Kh.L. et al. Zhurnal vysshei nervnoi deiatel'nosti imeni I. P. Pavlova (Russian). 1996. V. 46. P. 614-616.

3. Balaban P.M. et al. *Neurobiol. Learn. Mem.* 2001. V. 75. P. 30–50.
4. Deryabina I.B. et al. *Front. Pharmacol.* 2018. V. 9. Article 607.
5. Gainutdinova T.H. et al. *Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni I P Pavlova* (Russian). 2004. V. 54. No 6. P. 795-800.

**ELABORATION OF CONDITIONED DEFENSIVE REFLEX
TO THE ENVIRONMENT IN THE TERRESTRIAL SNAIL CAUSES
AN INCREASE IN EXCITABILITY AS OF COMMAND NEURONS
AND SEROTONINERGIC NEURONS OF THE PEDAL GANGLION**

Kh.L. Gainutdinov¹, V.V. Andrianov¹, T.Kh. Bogodvid^{1,2},

I.B. Deryabina¹, L.N. Muranova¹, D.I. Silantyeva¹

¹*Institute of fundamental medicine and biology, Kazan Federal University,
Kazan, Kremlevskaya str., 18,*

²*Academy of physical culture, sports and tourism,
Kazan, Universiade village, 35, Russia*

The study of the role of membrane characteristics of neurons and parameters of synaptic transmission in learning mechanisms causes the great interest [1]. We are talking about the membrane systems of the cell, which is determined, firstly, by the key role of the neuron in the integrative activity of the brain, and secondly, by the fact that the biophysical and biochemical characteristics of nerve cells lie in the bases of cellular mechanisms of learning and memory. These characteristics provide an important link for the transition of short-term plastic changes in the long-term. In general, there are two main strategies for the study of cellular mechanisms: 1) training and then analysis at the cellular level, 2) the use of cellular analogues of learning, when experiments are conducted on an isolated or semi-intact drug, as well as in dissociated cell culture. The literature data show that membrane processes play an important role in the mechanisms of associative learning performed both on the preparations of trained animals and of cellular analogues of learning [1, 2]. An interesting model is a conditioned defensive reflex on the environment in the terrestrial snail [3, 4]. On the one hand, this conditioned reflex is defensive, i.e. it involves systems of defensive behavior [4, 5]. On the other hand, this reflex includes modulation by serotonin, which is released from serotonin-containing neurons of the pedal ganglia [3]. Therefore, in this paper we conducted a comparative study of changes in the electrical characteristics of the command neurons LPa3 and RPa3 of terrestrial snails, as well as serotonin-containing neurons of the pedal ganglion Pd4 and Pd2, which are involved in the modulatory release of serotonin during formation of this reflex [3].

The conditioned situation reflex in contextual paradigm "on the ball" was developed in a situation when the animals were rigidly fixed through their shells. In so doing it was preserved the freedom of movement of snails over the surface of a ball floating in the water and the snails was completely elongated out of the shell. The training consisted in the presentation of the unconditioned stimulus (electrical stimulation) when the snails were placed in a different context, such as on the ball. The 5 electrical stimulations per day (1-2 mA, 1 s, 50 Hz) were presented to snails

within 5 days at their location on a ball for contextual learning by touching of two macroelectrodes: dorsally to the front of the foot and to the tail [5]. Before the start of elaboration of the conditioned situation reflex and after learning the testing of the level of defensive reaction as an indicator of formed long-term memory was performed. To do this, the amplitude of retraction of ommatophores in response to tactile stimulation of the anterior part of foot in percentage was measured. The maximum retraction of ommatophores was taken as 100% and it was recorded how much the snail withdraw ommatophore (0%, 10%, 25%, 50%, 75%, 90% or 100%). Testing was carried out in two contexts: during the free crawling of animals on a flat surface (glass cover of the aquarium) and in the situation of learning context (on the ball). In preparations of learned animals it were measured the electrical characteristics of command neurons of defensive behavior LPa3 and RPa3, as well as the serotonin-containing neurons of the pedal ganglion Pd4 and Pd2. It was shown that after this training the membrane potential decreases, and the threshold potential, on the contrary, increases and, as a result, there is a significant decrease in the critical level of depolarization of neurons Pd4 и Pd2. It was also found that the command neurons LPa3 and RPa3 significantly reduced membrane and threshold potentials. It is concluded that after the development of a conditioned reflex on the situation there is an increase in the excitability of the studied neurons. Thus, it is shown that after the elaboration of a conditioned environmental reflex, the excitability of the studied neurons increases.

Supported by RFBR (Grant No. 18-015-00274).

References

1. Gainutdinov Kh.L. et al. Uspekhi Physiologicheskikh Nauk (Russian). 2011. V. 42. P. 33-52.
2. Gainutdinov Kh.L. et al. Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni I. P. Pavlova (Russian). 1996. V. 46. P. 614-616.
3. Balaban P.M. et al. Neurobiol. Learn. Mem. 2001. V. 75. P. 30–50.
4. Deryabina I.B. et al. Front. Pharmacol. 2018. V. 9. Article 607.
5. Gainutdinova T.H. et al. Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni I P Pavlova (Russian). 2004. V. 54. No 6. P. 795-800.

СУЩЕСТВУЕТ ЛИ ДВОЙНАЯ СПИРАЛЬ АКТИНА? НОВАЯ МОДЕЛЬ УКЛАДКИ МОНОМЕРОВ АКТИНА В ФИБРИЛЛЕ О.В. Галзитская¹, А.В. Глякина^{1,2}, А.К. Сури¹, О.М. Селиванова¹, Л.Г. Бобылёва³, М.Ю. Суворина¹, И.М. Вихлянец³

¹Институт белка РАН, Пуццо, ул. Институтская, 4, Россия

²Институт математических проблем биологии РАН,

ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Пуццо, ул. проф. Виткевича, 1, Россия

³Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,
Пуццо, ул. Институтская, 3, Россия

Актин является самым распространенным белком в организме эукариот. В клетке актин может существовать в двух формах: глобулярной (G-