

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**КИСЛОРОД И СВОБОДНЫЕ РАДИКАЛЫ**

Сборник материалов  
международной научно-практической конференции

15-16 мая 2018 года

Под редакцией профессора В. В. Зинчука

Гродно  
ГрГМУ  
2018

## ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ОКСИДА АЗОТА ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Андреанов В. В.<sup>1,2</sup>, Зефиоров Т. Л.<sup>1</sup>, Зарипова Р. И.<sup>1</sup>, Зиятдинова Н. И.<sup>1</sup>,  
Яфарова Г. Г.<sup>1,2,3</sup>, Ягудин Р. Х.<sup>3</sup>, Шайхутдинов И. И.<sup>3</sup>,  
Ситдиков Ф. Г.<sup>1</sup>, Гайнутдинов Х. Л.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет,

<sup>2</sup>Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН,

<sup>3</sup>ГАУЗ «Республиканская клиническая больница МЗ РТ», Казань, Россия

*slava\_snail@yahoo.com*

Двигательная деятельность (ДА) является одним из необходимых условий поддержания нормального функционального состояния человека, его естественная биологическая потребность [1]. Нормальная жизнедеятельность практически всех систем и функций человека возможна лишь при определенном уровне ДА. В одних условиях, например, при интенсивной физической работе, а также при различных спортивных нагрузках (соревнования и тренировки) ДА значительно повышается, что требует повышения эффективности работы сердечно-сосудистой системы, активации обменных процессов в скелетных мышцах и других тканях [1; 2]. В других условиях, например, при травме спинного мозга (СМ), наоборот, происходит ограничение ДА – режим гипокинезии (ГК) [2; 3]. Проблема ограничения ДА в настоящее время чрезвычайно актуальна [4; 5]. При ГК происходит уменьшение нагрузки на мышечный аппарат, что приводит к изменениям функциональных и морфологических свойств тканей, вплоть до патологических состояний в зависимости от продолжительности и степени ГК [2; 4]. На сегодняшний день значимое направление физиологических исследований – изучение роли оксида азота (NO) в деятельности сердечно-сосудистой, нервной и других системах организма [6]. Эффекты NO в сердечно-сосудистой системе многогранны. NO контролирует сосудистый тонус, артериальное давление, пролиферацию эндотелиальных и гладкомышечных клеток сосудистой стенки. Установлено,

что NO ухудшает протекание инфаркта миокарда, кроме того, NO и пероксинитрит могут непосредственно повреждать ДНК [7]. В то же время есть и противоположная точка зрения, согласно которой избыток NO служит компенсаторным фактором [6].

**Цель.** Исходя из этого, целью исследования стало изучение возможного изменения продукции NO в тканях сердца и СМ крыс, которые содержались в условиях нарастающей ГК, а также у крыс после травмы СМ.

**Материалы и методы.** Для экспериментов использовали белых беспородных крыс разного возраста. Ограничения ДА растущих крысят добивались помещением их в клетки-пеналы на 30 суток. В другой серии экспериментов производилась экспериментальная модель травмы СМ. Изучали содержание NO в тканях сердца, СМ и печени крыс с использованием метода спектроскопии электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). При подготовке образцов для измерения ЭПР спектров мы опирались на методику спиновых ловушек, предложенную проф. А. Ф. Ваниным с сотрудниками, которая позволяет детектировать NO в малых концентрациях [8]. В качестве спиновой ловушки применен комплекс  $Fe^{2+}$  с диэтилдитиокарбаматом  $(ДЕТК)_2-Fe^{2+}-NO$ . Этот комплекс характеризуется легко распознаваемым спектром ЭПР с триплетной сверхтонкой структурой [8]. Регистрация приготовленных образцов проводилась на спектрометре ЭПР ER 200 SRC X-диапазона фирмы «Брукер». Подробности использования метода ЭПР спектроскопии для детекции NO описаны нами ранее [9].

**Результаты и их обсуждение.** Было показано, что ограничение ДА крыс в течение 30 суток приводит к увеличению содержания NO в тканях сердца в 3 раза, а в тканях СМ и печени – в 2 раза. Полученные результаты показывают, что ГК в течение длительного времени приводит к усилению продукции NO в тканях крыс. Поскольку наша модель состоит из двух компонент: непосредственно ГК и стресса от применяемых процедур, это означает, что существуют NO-зависимые механизмы реакции организма к ГК и иммобилизационному стрессу. Известно, что система NO играет важную роль при адаптации организма к различным изменениям внешней среды и внешних условий, ведущих к стрессу. Многочисленные экспериментальные факты свидетельствуют о том, что ограничение ДА для теплокровных животных и человека является стрессорным агентом.

**Выводы.** Полученные результаты по динамике NO после травмы СМ показывают, что уровень продукции NO в тканях СМ в разные времена то увеличивается, то уменьшается. Таким образом, показано, что при рассмотрении последствий травмы СМ необходимо учитывать компонент ограничения ДА.

#### Литература

1. Чинкин А.С. Двигательная активность и сердце. – Казань: КГУ. – 1995. – 195 с.
2. Чинкин А.С. Механизмы саморегуляции сократительной функции миокарда при гипокинезии и мышечной тренировке // Успехи физиол. наук. – 2012. – Т. 43, № 2. – С. 72-82.

3. Gainutdinov Kh.L., Andrianov V.B., Iyudin V.S. Исследование методом ЭПР-спектроскопии интенсивности продукции оксида азота в тканях сердца крыс при ишемическом инсульте // Биофизика. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 276-280.
4. Козловская И.Б., Киренская А.В. Механизмы нарушений характеристик произвольных движений при длительной гипокинезии // Рос. физиол. журнал и в. ИМ Сеченова. – 2003. – Т. 89, № 3. – С. 247-258.
5. Ling H., Massey L.A., Lees A.J. et al. Hypokinesia without decrement distinguishes progressive supranuclear palsy from Parkinson's disease // Brain. – 2012. – Vol. 135, № 4. – P. 1141-1153.
6. Steinert J.R., Chernova T., Forsythe I.D. Nitric oxide signaling in brain function, dysfunction, and dementia // Neuroscientist. – 2010. – Vol. 16, № 4. – P. 435-452.
7. Pacher P., Beckman J.S., Liaudet L. Nitric oxide and peroxynitrite in health and disease // Physiol. Rev. – 2007. – Vol. 87. – P. 315-427.
8. Vanin A.F., Huisman A., Van Faassen E.E. Iron dithiocarbamate as spin trap for nitric oxide detection: pitfalls and successes // Methods in Enzymology. – 2003. – Vol. 359. – P. 27-42.
9. Gainutdinov Kh.L., Gavrilova S.A., Iyudin V.S. et al. EPR study of the intensity of the nitric oxide production in rat brain after ischemic stroke // Appl. Magn. Res. – 2011. – Vol. 40, № 3. – P. 267-278.