

DOI: 10.31429/SbR6.2019.001

ISBN 978-5-8209-1644-1

Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах.

том 1, том 2.

Краснодар: «Плехановец», 2019.

**ЭФФЕКТЫ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ОКСИДА АЗОТА НА ВОЗБУДИМОСТЬ КОМАНДНЫХ
НЕЙРОНОВ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ**

**THE EFFECTS OF CHANGES IN THE LEVEL OF NITRIC OXIDE ON THE EXCITABILITY
OF THE COMMAND NEURONS OF TERRESTRIAL SNAIL**

*Гайнутдинов Х.Л.¹, Богодвид Т.Х.^{1,2}, Андрианов В.В.¹, Дерябина И.Б.¹, Муранова Л.Н.¹, Силантьева Д.И.¹,
Хамадеева И.¹.*

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань; E-mail: kh_gainutdinov@mail.ru

²Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Оксид азота (NO) является одним из наиболее важных посредников, который участвует в функционировании разнообразных систем организма. NO играет роль внутри- и межклеточного посредника, выполняет различные сигнальные функции, участвует также в нейромодуляции. Эффекты NO связаны с его влиянием на ионные каналы, секрецию медиатора, обмен ионов кальция, метаболизм клетки и ее геном. Найдено, что NO является зависимым от активности регулятором внутренней возбудимости нейронов [1]. Показано, что NO играет роль межклеточного мессенджера и сигнальной молекулы также у моллюсков. Обнаружено, что NO координирует ряд поведенческих программ у моллюсков, найдено, что NO участвует в процессах обучения и памяти. Недавно стало известно, что NO необходим, как для обучения, так и для стирания памяти [2]. Показано участие NO в пластических изменениях синаптической передачи в различных системах, в том числе для нервной системы виноградной улитки. Имеются данные, что NO может служить внутриклеточным модулятором нейрональной возбудимости [1]. Речь идет об NO, который продуцируется в самом нейроне. Эффекты являются двойственными, противоположными для разных типов клеток.

С другой стороны, в рамках проблемы клеточных механизмов обучения была показана важная роль мембранных характеристик нейронов, постоянного натриевого тока в механизмах нейрональной пластичности [3]. Следующим аспектом является исследование процессов нейромодуляции, необходимых для формирования

Секция 7. Нейродинамика и нейробиология.

долговременной памяти [4]. Некоторые авторы считают, что долговременные изменения возбудимости, вызванные обучением, являются механизмами метаплатичности новой памяти. Контроль внутренней возбудимости нейрона и синаптической пластичности может осуществляться аденилатциклазной системой и системой NO. Поэтому целью данной работы было исследование эффектов неспецифического блокатора NO-синтазы L-NAME и донора NO нитропруссид натрия на электрические характеристики командных нейронов оборонительного поведения виноградной улитки.

Для экспериментов была выбрана виноградная улитка *Helix lucorum*, нервная система которой хорошо описана. Анализ электрических характеристик проводили на командных нейронах оборонительного рефлекса LPa3 и RPa3. Поскольку эти нейроны в норме являются молчащими, то использовался одноэлектродный метод стимуляции клетки - для вызова потенциала действия (ПД) через регистрирующий микроэлектрод на клетку подавали импульс тока прямоугольной формы продолжительностью 1 с; величина тока стимуляции подбиралась минимальной для генерации потенциала действия [4, 5]. При этом использовался минимальный ток, необходимый для генерации 3-5 ПД. Регистрировали следующие параметры нервных клеток: мембранный потенциал покоя – V_m и порог генерации ПД - V_t (пороговый потенциал). В основной части экспериментов исследовали реакции нейронов LPa3 и RPa3 на аппликацию (в течение 30 мин) следующих веществ в раствор, омывающих препарат интактных и обученных улиток: нитропруссид натрия (SNP) - донора NO (в концентрации 10^{-4} моль/л) и блокатора NO-синтазы L-NAME в концентрации 10^{-4} моль/л.

Мы в наших экспериментах имитировали изменение уровня NO за счет применения донора NO SNP и блокатора NO-синтазы L-NAME. Нами было найдено, что SNP вызывал гиперполяризационное смещение V_m , а L-NAME, наоборот, вызывал деполаризационное смещение V_m нейронов LPa3 и RPa3. Этот результат демонстрирует возможность модуляции величины мембранного потенциала за счет изменения уровня продукции NO. Исходя из него, можно также объяснить наши данные по увеличению скорости обучения при воздействии донора NO SNP и ее снижения при действии L-NAME [6].

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

1. Steinert J.R. et al. Nitric oxide is an activity-dependent regulator of target neuron intrinsic excitability. // *Neuron*. 2011. Vol. 71. No 2-3. P. 291–305.
2. Balaban P.M. et al. Nitric oxide is necessary for labilization of a consolidated context memory during reconsolidation in terrestrial snails. *Eur. J. Neurosci.* 2014. Vol. 40. No 6. P. 2963–2970.
3. Гайнутдинов Х.Л. и др. Изменение возбудимости нейрональной мембраны как клеточный механизм обучения и памяти // *Успехи физиологических наук*. 2011. Т. 42. № 1. С. 33-52.
4. Andrianov V.V. et al. Modulation of defensive reflex conditioning in snails by serotonin // *Front. Behav. Neurosci.* 2015. Vol. 9. Article 279.
5. Bogodvid T.K. et al. Responses of premotor interneurons to serotonin application in naïve and learned snails are different // *Frontiers in Cellular Neuroscience*. 2017. Vol. 11. Article 403.
6. Muranova L.N. et al. Effects of NO donors and inhibitors of NO synthase and guanylate cyclase on the acquisition of a conditioned defense food aversion response in edible snails // *Bull. Experim. Biol. Med.* 2016. Vol. 160. No 4. P. 414.