

Сборник научных трудов VI съезда биофизиков России: в 2 томах.
том 1, том 2.
Краснодар: «Плехановец», 2019.

Секция 3. Биофизика клетки. Мембранные процессы.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕМБРАННОГО И ПОРОГОВОГО ПОТЕНЦИАЛОВ КОМАНДНЫХ НЕЙРОНОВ ПОСЛЕ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОГО ОБСТАНОВОЧНОГО РЕФЛЕКСА У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ

CHANGES OF MEMBRANE AND THRESHOLD POTENTIALS OF THE COMMAND NEURONS AFTER ELABORATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONED REFLEX IN TERRESTRIAL SNAIL

Дерябина И.Б.¹, Андрианов В.В.¹, Богодвид Т.Х.^{1,2}, Муранова Л.Н.¹, Гайнутдинов Х.Л.¹
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань; E-mail: kh_gainutdinov@mail.ru
²Поволжская академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Внутренний, глубинный уровень процессов, лежащих в основе поведенческих реакций и их пластических изменений при обучении представляет большой интерес для нейробиологии [1]. Анализ клеточных механизмов, определяющих длительные модификации поведения, представляется принципиальным, так как биофизические и биохимические характеристики нервных клеток являются важным фактором, определяющим формирование долговременной памяти [1,2]. В последние годы появилось достаточное количество экспериментальных результатов, свидетельствующих о мембранных коррелятах обучения, которые показывают корреляцию поведенческих результатов обучения с возбудимостью нейрона [2,3,4]. Параметрами, через изменения которых выражается возбудимость нейронов, являются частота спайкирования, количество спайков в ответ на электрический стимул, мембранный и пороговый потенциал. В последнее время все большее внимание начинает привлекать проблема пластичности внутренней возбудимости нейрона как ключевого момента в функциях нейронной сети. Эффективность нейронных сетей повышается как за счет увеличения синаптической силы, так и за счет увеличения внутренней возбудимости нейрона [1,2].

Ранее нами были показаны мембранные корреляты (изменение мембранного и порогового потенциалов командных нейронов) для условных оборонительных рефлексов постукивания по раковине и аверзии к пище [2,3], а также при формировании долговременной сенситизации [5]. Поэтому возник вопрос – возможны ли подобные изменения при выработке других видов условных рефлексов. При изучении реконсолидации долговременной контекстуальной памяти, с предъявлением напоминания с последующей блокадой белкового синтеза, у виноградной улитки используют обучение условному оборонительному рефлексу на обстановку [6,7]. Для выяснения данного вопроса мы провели исследование электрических характеристик командных нейронов ЛПа3 и ППа3 виноградной улитки после выработки условного обстановочного рефлекса.

Для экспериментов была выбрана виноградная улитка *Helix lucorum*, нервная система которой хорошо описана. У всех животных вырабатывали обстановочный условный рефлекс по контекстуальной парадигме «на шаре» в ситуации, в которой животные находились на шаре плавающем в воде с сохранением свободы передвижения по поверхности шара. Животных каждый день на протяжении 5 дней помещали в экспериментальную обстановку (на шар) и предъявляли по 5 электрических раздражений в день. Тестирование обучения проводили в двух обстановках – при свободном передвижении животных на плоской поверхности (стеклянная крышка аквариума), а также в ситуации обстановки обучения (на шаре) [6,7]. Анализ электрических характеристик проводили на командных нейронах оборонительного рефлекса LPa3 и RPa3 [1,3]. Регистрировали следующие параметры нервных клеток: мембранный потенциал покоя – V_m (исходное значение перед началом серии тактильных раздражений или электрической стимуляции и его величина в ходе эксперимента) и порог генерации ПД - V_t (пороговый потенциал).

Было найдено, что после обучения в командных нейронах ЛПа3 и ППа3 происходит достоверное снижение мембранного и порогового потенциалов и, таким образом, повышение возбудимости исследованных нейронов. Можно предположить, что изменения электрических характеристик (возбудимости) постсинаптических нейронов оказывают влияние на условия, при которых синтез белка при обучении может облегчаться или, наоборот, затрудняться. Таким образом, имеющиеся результаты показывают существенную роль в механизмах ассоциативного обучения процессов, протекающих на уровне соматической мембраны нервных клеток.

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

1. Балабан П.М. Молекулярные механизмы модификации памяти. Журн. высш. нервн. деят. 2017. Т. 67. № 2. С. 131-140.
2. 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.
3. Гайнутдинов Х.Л. и др. Изменение электрических характеристик командных нейронов при выработке условного оборонительного рефлекса у виноградной улитки. Журн. высш. нервн. деят. 1996. Т.46. С.614-616.
4. Mozzachiodi R. et al. Changes in neuronal excitability serve as a mechanism of long-term memory for operant conditioning. Nature Neurosci. 2008. Vol. 11. P. 1146-1148.
5. Andrianov V.V. et al. Antibodies to calcium-binding S100 protein block the conditioning of long-term sensitization in the terrestrial snail. Pharmacology, Biochemistry and Behaviour. 2009. Vol. 94, № 1. P. 37-42.
6. Гайнутдинова Т.Х. и др. Зависимая от белкового синтеза реактивация обстановочного условного рефлекса у виноградной улитки // Журн. высш. нервн. деят. 2004. Т. 54, № 6. С. 795-800.
7. Deryabina I.B. et al. Impairing of serotonin synthesis by p-clorphenylalanine prevents the forgetting of contextual memory after reminder and the protein synthesis inhibition. Front. Pharmacol. 2018. Vol. 9, Article 607.