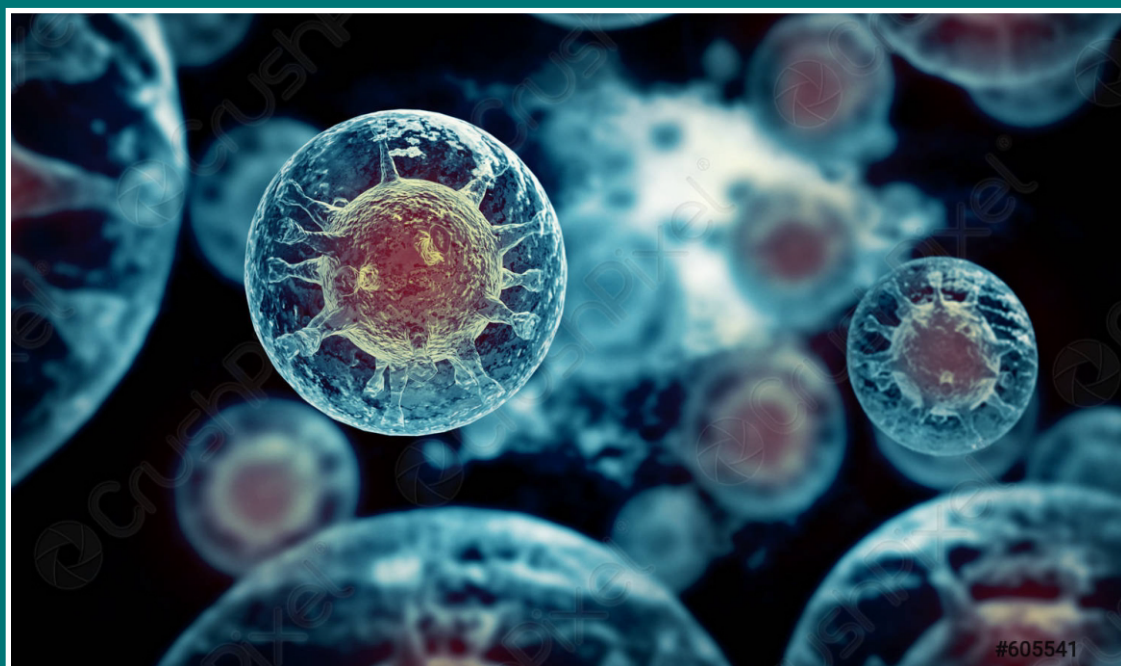


VII Съезд биофизиков России



Сборник научных трудов

Том. 2



17 - 23.04.2023 (г. Краснодар)

DOI 10.26297/SbR6.2023.001
ISBN 978-5-8333-1220-9



**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ VII СЪЕЗДА БИОФИЗИКОВ
РОССИИ: в 2 томах, том 2 – Краснодар: Типография ФГБОУ
ВО «КубГТУ», 2023**

Представлены материалы VII Съезда биофизиков России. Основные направления работы Съезда: медицинская биофизика; нейробиофизика; молекулярная биофизика; биофизика сложных многокомпонентных систем и математическое моделирование; механизмы действия физико-химических факторов на биологические системы; биофизика клетки; мембранные процессы; фотобиология и биофотоника; экологическая биофизика; биомеханика и биологическая подвижность; молекулярные моторы; механизмы трансформации энергии; новые методы в биофизике; биофизическое образование.

Сборник предназначен для биофизиков, биохимиков, молекулярных биологов, специалистов, работающих в различных областях физико-химической биологии. Он может быть также полезен для студентов и аспирантов, специализирующихся в данной отрасли знаний.

Ответственные редакторы: акад. РАН А.Б. Рубин, А.А. Анашкина, А.А. Осипов

The materials of the VII Congress of Biophysicists of Russia are presented. The main working areas of the Congress: medical biophysics; neurobiophysics; molecular biophysics; biophysics of complex multicomponent systems and mathematical modeling; mechanisms of action of physical and chemical factors on biological systems; cell biophysics; membrane processes; photobiology and biophotonics; ecological biophysics; biomechanics and biological mobility; molecular motors; energy transformation mechanisms; new methods in biophysics; biophysical education.

The compilation is intended for biophysicists, biochemists, molecular biologists, specialists working in various fields of physical and chemical biology. It can also be useful for undergraduate and postgraduate students specializing in this area of knowledge.

Responsible editors: academician of RAS A.B. Rubin, A.A. Anashkina, A.A. Osypov

Партнеры VII Съезда биофизиков России:

Stormoff®



Кубанский государственный технологический университет
2023

Мембранные корреляты обучения у моллюсков: роль серотонина, глутамата и оксида азота в формировании условных оборонительных рефлексов у виноградной улитки

Гайнутдинов Х.Л.^{1*}

¹Казанский (Приволжский) федеральный университет;

kh_gainutdinov@mail.ru

Процессы обучения и памяти лежат в основе изменения поведения, а память является одной из основных когнитивных функций. Именно память является механизмом сохранения и/или воспоминания поступившей информации. Вопросы консолидации памяти, в том числе и при формировании условных рефлексов остаются актуальными. Вопрос о механизмах обучения и памяти возник давно, но до сих пор до конца не изучен. Нейромодуляция может оказывать существенное влияние на процесс формирования долговременной памяти [1]. Такими нейромодуляторами в простой нервной системе моллюсков являются серотонин, оксид азота, глутамат. Данные литературы демонстрируют, что серотонин (5-НТ) является основным медиатором, который опосредует оборонительное поведение у моллюсков. 5-НТ, апплицированный в окружающий раствор, вызывает целый ряд клеточных изменений, которые ведут к повышению оборонительного рефлекса. Кроме хорошо известной роли 5-НТ как медиатора в синаптической передаче было показано, что он может выполнять интегративные функции при выделении его во внеклеточную среду [1]. Эти результаты послужили основой для применения аппликации 5-НТ в омывающий раствор в качестве подкрепляющего стимула для создания клеточных аналогов обучения. Посредством аппликаций 5-НТ в омывающий центральную нервную систему раствор также удается воспроизвести электрофизиологические корреляты пластичности.

Оксид азота (NO) известен как одна из важнейших сигнальных молекул, регулирующих физиологические функции организма и метаболизм клеток. Большое внимание привлекает исследование роли NO в механизмах обучения и памяти. NO-синтезирующие нейроны были обнаружены в нервной системе беспозвоночных, в том числе моллюсков. У моллюсков, как и у млекопитающих, NO играет роль межклеточного мессенджера и сигнальной молекулы в различных отделах нервной системы. Нами было показано, что как донор NO нитропруссид натрия, так и блокатор NO-синтазы L-NAME оказывают прямой эффект на электрические характеристики премоторных интернейронов виноградной улитки. Известно, что существенную роль в регуляции мозговой деятельности, в частности, в процессах памяти, играет L-глутамат - основной возбуждающий нейромедиатор как у позвоночных, так и у многих беспозвоночных животных. С одной стороны, мы изучали влияние изменения содержания серотонина, оксида азота и глутамата на формирование условных оборонительных рефлексов аверсии на пищу и на изменение обстановку, а также на реконсолидацию памяти на эти рефлексy. А с другой стороны нами были проведены исследования мембранных механизмов формирования условных оборонительных рефлексов на моллюске с простой нервной системой – виноградной улитке. Для этого мы анализировали изменения возбудимости премоторных интернейронов оборонительного рефлекса LPa3 и RPa3: величины мембранного потенциала (V_m) и порога генерации потенциала действия (V_t).

Было найдено, что аппликации 5-НТ и предшественника его синтеза 5-гидроксириптофана (5-НТР) в раствор, омывающий препарат, вызывали уменьшение мембранного потенциала (V_m) нейронов LPa3 и RPa3 как интактных, так и обученных. В то же время у обученных и сенситизированных улиток, в отличие от интактных, эта аппликация вызывала возрастание порогового потенциала (V_t). Результаты показывают, что ответы (чувствительность) премоторных интернейронов на экстраклеточно апплицированный 5-НТ или 5-НТР изменяются после ассоциативного обучения и долговременной сенситизации. Было продемонстрировано, что реконсолидация этой контекстуально зависимой памяти на обстановочный условный рефлекс (УР) при напоминании и одновременного ингибирования синтеза белка не происходит, если в нервной системе нарушена серотониновая передача. Показано, что выработка УР на обстановку сопровождается деполяризационным сдвигом и снижением V_t нейронов LPa3 и RPa3. Не было обнаружено дальнейших изменений V_m после напоминания (инициации реконсолидации) как с последующей инъекцией блокатора белкового синтеза, так и физиологического раствора. V_t у этих нейронов снижается после обучения и сохраняется далее неизменным после инициации реконсолидации.

Было найдено, что блокирование рецептора NMDA блокатором МК-801 у виноградных улиток ускоряет процесс аверсивного обучения. Было показано, что аппликация донора NO нитропруссид натрия в раствор, омывающий препарат интактных улиток, вызывает нарастающую гиперполяризацию мембраны премоторных интернейронов на 5.5 мВ к 10-й минуте. Аппликация блокатора NO- синтазы L-NAME в раствор, омывающий изолированный препарат улиток, вызывала постепенное снижение в течение 30 мин мембранного потенциала на 5.0 мВ. Таким образом, нами продемонстрировано, что у определенных нейронов блокада синтеза NO (т.е. уменьшение его количества) может вызывать деполяризацию мембраны, а дополнительный NO - гиперполяризацию. Это позволяет высказать предположение о корреляции уровня NO в нейроне с его мембранным потенциалом. Полученные результаты также свидетельствуют о необходимости 5-НТ для процесса реконсолидации памяти на примере виноградной улитки.