

Роль внесинаптической передачи в модуляции тета-ритма гиппокампа

Кирсанов Артем Викторович

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Биологический факультет, Кафедра биофизики, Москва, Россия

E-mail: ArtemKirsanov2606@gmail.com

Гиппокамп - это парная структура мозга, которая осуществляет такие важные функции, как консолидация эпизодической памяти и осуществление пространственной навигации. Активное состояние гиппокампальной нейронной сети характеризуется высокоамплитудным, медленноволновым (4-12 Гц) ритмическим колебанием локального полевого потенциала (ЛПП), называемым тета-ритмом. Подобная осцилляторная активность играет ключевую роль в обработке информации гиппокампом, координируя временную динамику ансамблей нервных клеток [1]. Тета ритм обладает непостоянной амплитудой и наблюдается в виде короткоживущих эпох у ряда животных, включая крыс, обезьян и человека. Амплитуда осцилляций изменяется ритмически, с более низкой частотой примерно в 0.7 Гц [2]. Это пример так называемого ритма второго порядка. Фаза модулирующего ритма несет дополнительную информацию о положении животного в пространстве, что подтверждает его важность в гиппокампальных вычислениях. Механизм подобной амплитудной модуляции, однако, остается неизвестным. В основе данной работы лежит предположение, что периодическое изменение мощности тета-ритма может быть проявлением внесинаптической передачи, обусловленной "вытеканием" молекул тормозного нейромедиатора ГАМК из синаптических щелей во время ритмической активности гиппокампальной сети (спиловер) [3].

Мы предлагаем новый алгоритм анализа экспериментальных записей ЛПП, в основе которого лежит непрерывное вейвлет-преобразование и авторегрессионное моделирование профиля шума. Данный метод анализа позволяет описывать тонкую спектральную структуру сигнала и количественно характеризовать паттерны тета-ритма во временном и частотном диапазонах. Используя предложенный нами подход, мы показали, что блокирование внесинаптических ГАМКа рецепторов приводит к увеличению спектральной мощности ритма, а также удлинению ритмических эпох. Блокирование обратного захвата ГАМК, напротив, приводит к большей раздробленности и ослаблению тета-колебаний. Упрощенная модель генерации тета-ритма в сети пирамидальных и интернейронов гиппокампа также демонстрирует поведение, сходное с экспериментальными данными. Таким образом, подобный механизм внесинаптической ГАМКергической передачи может служить своего рода петлей отрицательной обратной связи для контроля степени синхронизации гиппокампальной сети.

Источники и литература

- 1) Gyorgy Buzsaki. «Theta Oscillations in the Hippocampus». В: Neuron 33.3 (январь 2002)
- 2) Colin Molter и др. «Rhythmic Modulation of Theta Oscillations Supports Encoding of Spatial and Behavioral Information in the Rat Hippocampus». В: Neuron 75.5 (сентябрь 2012)
- 3) Alexey Semyanov и др. «Tonically Active GABA_A Receptors: Modulating Gain and Maintaining the Tone». В: Trends in Neurosciences 27.5 (май 2004)