



•Փորձարարական և տեսական հոդվածներ• Экспериментальные и теоретические статьи
•Experimental and Theoretical articles•

Биол. журн. Армении, 2 (61), 2009

НЕЙРОННАЯ АКТИВНОСТЬ ГИППОКАМПА, ОБУСЛОВЛЕННАЯ РАЗЛИЧНОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТЬЮ ЗВУКОВОГО РАЗДРАЖИТЕЛЯ

В.А. ТУМАНЯН, И.Н. КОВАЛЬ, Н.Э. АКОПЯН

Центр зоологии и гидроэкологии НАН РА

Исследовалась импульсная активность нейронов гиппокампа у кроликов в процессе выработки оборонительного условного рефлекса на звуковой сигнал. Обсуждается зависимость этой активности от сигнального значения условного раздражителя.

Условный рефлекс - нейронная активность

Ուսումնասիրվել է հիպոկամպի բջիջների իմպուլսային ակտիվությունը ճագարների մոտ պաշտպանական ռեֆլեքսի մշակման ընթացքում: Քննարկվում են այդ ակտիվության յուրահատկությունները՝ կախված լսողական գրգռիչի կենսաբանական նշանակությունից:

Պայմանական ռեֆլեքս - նեյրոնային ակտիվություն

The hippocampal neuronal activity was investigated in the rabbits during the conditioning of the avoidance behaviour toward the auditory signal. The dependence of this activity on the biological significance of the sound is discussed.

Conditioned reflex - neuronal activity

В наших последних работах [4,5] приводятся данные о зависимости электрической активности нейронов слуховой области височной коры от параметров действующего слухового раздражителя. Импульсная активность была различной в зависимости от физических характеристик (сила, частота) акустического раздражителя и биологической значимости звукового сигнала. В последнем случае в оборонительном условном рефлексе, вырабатываемом на звук у кролика, регистрировались различия в количестве реагирующих нейронов, разные латентные периоды и типы реагирования в зависимости от стадии выработки условнорефлекторной реакции на начальном этапе, стадии упрочения и стабилизации. Отличались также статистические и информационные характеристики нейронных потоков по мере нарастания сигнальной значимости условного раздражителя [3,4].

В настоящем сообщении приводится анализ импульсной активности нейронов гиппокампа в тех же экспериментальных условиях, в каких изучались нейроны височной коры. Выбор гиппокампа в качестве объекта исследования не был случайным, поскольку структурно он является вдавлением в медиальную область височной коры, а функционально будучи “сердцем лимбической системы” [6], принимает активное участие в анализе сенсорной информации и в механизмах формирования условно-рефлекторного поведения [1,6].

Материал и методика. Опыты проводили на кроликах, частично ограниченных в движениях в условиях хронического опыта. Вырабатывался условный двигательный рефлекс сгибания лапы на звук при действии электрокожного раздражения (параметры тока – частота 60 Гц, амплитуда 25-40 В, длительность каждого импульса 0,2 мс).

Внеклеточную импульсную активность нейронов отводили стеклянными микропипетками (диаметром 2,5-3 мкм), заполненными 2,5-3 М раствором KCl. При исследовании нейронов использованы микропипетки с удлинённым конусом (около 15 мм).

Достоверность полученных данных оценивали по общепринятым критериям [2].

Анализировалась импульсная активность нейронов гиппокампа на разных стадиях выработки и стабилизации условного рефлекса [3].

Результаты и обсуждение. Было выявлено, что нейронная активность в гиппокампе была различной в зависимости от стадии выработки условного рефлекса. На начальной стадии на звуковой раздражитель реагировали 153 клетки, из них 45,2% отвечали возбуждением, 54,8 % торможением ($p < 0,05$, рис.1, табл.1).

По мере упрочения двигательного навыка возбудительная реакция нейронов гиппокампа была менее выражена по сравнению с начальным этапом обучения. У клеток с тормозным типом реакции наблюдалось некоторое повышение активности. На стадии стабилизации увеличивалось число реагирующих на звук клеток, причем возрастала доля возбудительных клеток, но активность несколько снижалась; доля тормозных нейронов уменьшалась, при этом их активность также снижалась, особенно по сравнению со стадией упрочения ($p < 0,01$, рис.1, табл.1).

Было также установлено, что максимальная частота разрядов на всех стадиях выработки навыка регистрировалась спустя 20-40 мс после предъявления звукового сигнала (рис. 2). Отличались на разных стадиях обучения латентные периоды частотных пиков. Так, на начальной стадии максимум активации совпадал с началом действия звукового раздражителя. На втором этапе максимум активности проявлялся двумя пиками – один приходился на время включения звукового сигнала, второй совпадал со временем действия электрокожного раздражителя. При стабилизации происходило сближение максимумов активности нейронов (рис.2).

Сопоставление импульсных ответов нервных клеток с вызванным потенциалом показало, что их соотношение с отдельными фазами послед-

него неодинаково на стадии упрочения и стадии стабилизации рефлекса (рис. 3). Так, на стадии упрочения первый максимум нейронной активности совпадал с завершением негативной волны вызванного потенциала, а остальные максимумы не совпадали с его компонентами. На стадии стабилизации у 42.1% нейронов гиппокампа импульсные разряды совпадали с отдельными компонентами вызванного потенциала (рис. 3).

Таблица 1. Статистические показатели частоты импульсации нейронов гиппокампа на разных этапах выработки оборонительного навыка

Тип нейронной реакции	Стадия					
	начальная (1-30 сочетаний)		упрочения (31-120 сочетаний)		стабилизации (более 120 сочетаний)	
	Кол-во нейронов, %	Частота импульсации	Кол-во нейронов, %	Частота импульсации	Кол-во нейронов, %	Частота импульсации
Возбудительный	45,2	48,0 $\pm$ 2,0	56,6	40,5 $\pm$ 4,2	40	38,2 $\pm$ 1,3
Тормозной	54,8	15,8 $\pm$ 1,2	43,4	21,3 $\pm$ 2,8	60	13,1 $\pm$ 1,7
Количество реагирующих нейронов гиппокампа	153		120		150	

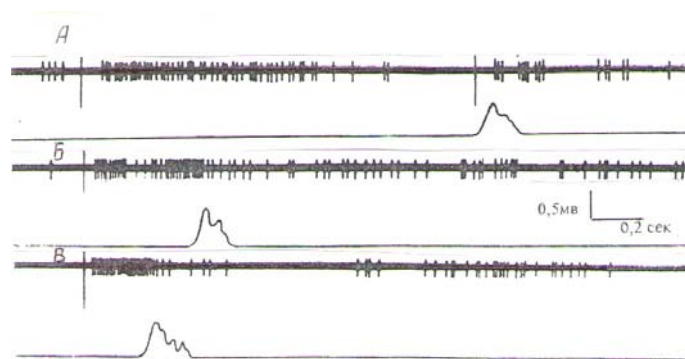


Рис. 1. Реакция нейронов гиппокампа на звуковой сигнал: А – в начале формирования условнорефлекторного оборонительного рефлекса (4-я проба), Б - на стадии упрочения (37-я проба), В – на стадии стабилизации (после 120 пробы). Вертикальные линии – отметки раздражения.

Таким образом, в настоящем сообщении приводятся новые факты, убеждающие в том, что разное сигнальное значение звукового раздражителя инициирует определенную реакцию в нейронах гиппокампа.

О значении гиппокампа в образовании временных связей писал Мак-Лин [6], который, обобщая свои экспериментальные работы, утверждал, что поскольку все реагирующие сенсорные поля проецируются к гиппокампальной формации, занимающей стержневое положение в

лимбической системе, можно предположить наличие механизмов, при помощи которых ольфакторная, дигестивная, соматическая, слуховая, зрительная, интероцептивная информации направляются к гипоталамусу и другим структурам ствола мозга, осуществляя регуляцию мотовисцеральной и эндокринной функций [6].

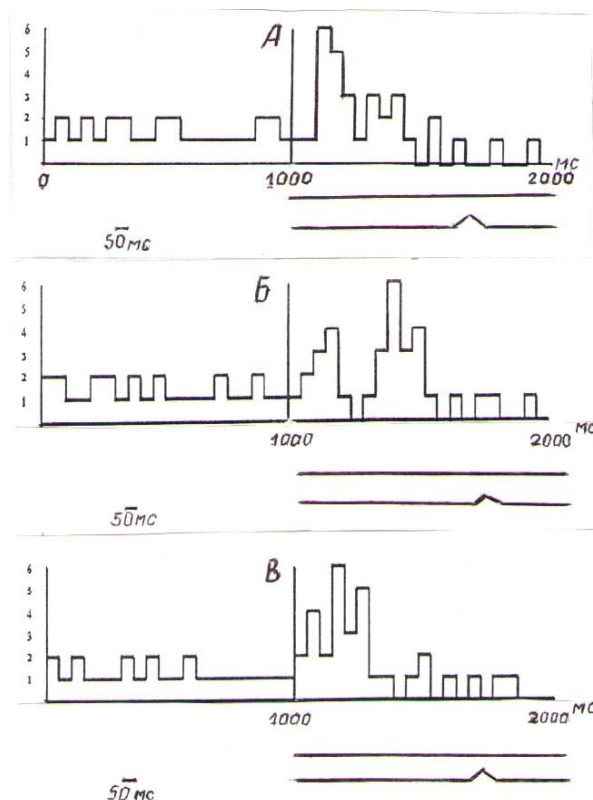


Рис. 2. Частотограммы нейронной активности гиппокампа на разных этапах выработки навыка. А – начальная стадия, Б – стадия упрочения, В – стадия стабилизации. По оси абсцисс время в мсек, по оси ординат число потенциалов действия. Внизу отметки звукового сигнала и двигательной реакции.

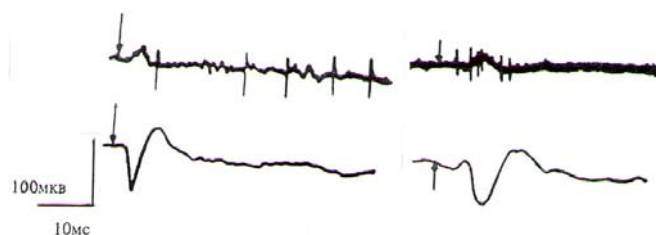


Рис. 3. Связь фазных разрядов нейронов гиппокампа с компонентами вызванного потенциала. Слева – стадия упрочения, справа – стадия стабилизации.

Формирование условнорефлекторной временной связи сложный процесс. При этом задействуются различные кортикальные очаги, подкорковые образования, многочисленные связи, межнейронные ансамбли, перестраиваются межклеточные отношения и т. д. Каким образом мозг, воспринимая раздражитель одной модальности, способен определить его биологическую значимость станет предметом отдельного обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гамбарян Л.С., Коваль И.Н.* Гиппокамп, Ереван, изд-во АН Арм. ССР, 1973.
2. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М., Высшая школа, 343, 1973.
3. *Туманян В.А.* Активность нейронов гиппокампа и височной коры в процессе обучения. Ереван, изд-во АН Арм. ССР, 1988.
4. *Туманян В.А. Коваль И.Н.* Биолог. журн. Армении, 55, 4, 331-333, 2003.
5. *Туманян В.А. Коваль И.Н. Саркисян Ж.С. Мадатова И.Р., Карапетян Л.М.* Биолог. журн. Армении, 60, 4, 52-56, 2008.
6. *McLean P.D.* The limbic system with respect to two basic life-principles. N.-Y., 1959.

Поступила 04.02.2009.