В. А. ТУМАНЯН, О. Г. ЧОРАЯН, Н. Е. САРАФЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ НЕЙРОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИППОКАМПА

Для выяснения некоторых сторон нейронной организации гиппокампальных клеток изучались типы взаимосвязи импульсной активности.

Благодаря развитию микроэлектродной техники и исследованиям нервных процессов на нейронном уровне определенных успехов достигло в настоящее время изучение механизмов нервной деятельности. Однако до сих пор эти исследования были направлены в основном на изучение импульсной активности отдельных нейронов исходя из того, что импульсная активность более тонко и специфично отражает состояние структуры, чем другие электрофизиологические показатели [10]. В последние же годы, наряду с этим, большое внимание уделяется выяснению как законов межнейрональных отношений, так и нейронной организации функциональных систем головного мозга. Трудями ряда авторов [1, 3, 4, 9] уже выявлены некоторые общие черты функциональной организации нервных клеток коры головного мозга, заключающиеся, при воздействии внешней среды, в возникновении динамичных мозаик, названных констелляциями, ансамблями, функциональными системами и т. д.; последние представляют собой комплексы нейронов, совместно участвующие в аналитической деятельности. Экспериментальные морфофизиологические доказательства отсутствия фиксированных межнейронных связей в таких ансамблях послужили основой для гипотезы о вероятностно-статистической организации нейронов в функциональные системы высших отделов мозга [3]. В дальнейших исследованиях были выявлены пространственные характеристики некоторых нейронных ансамблей, в пределах которых нейроны реагировали на раздражения синергично, а нейроны разных ансамблей—антагонистично [6]. В предыдущей нашей работе [7] были выяснены некоторые особенности нейронной активности (внеклеточное отведение) отдельных гиппокампальных клеток в различных условиях. Однако известно, что отведение биопотенциалов от отдельного нейрона и изучение его свойств дают лишь косвенные сведения о пространственном распределении возбуждения и торможения в популяции нейронов. Более точные результаты могут быть получены посредством применения техники множественной регистрации импульсной активности нескольких нейронов [2]. Поэтому задача настоящего исследования состояла в одновременной регистрации и изучении при этом типов взаимосвязи импульсной активности отдель-

ных пар гиппокампальных нейронов. Это даст нам возможность в какой-то мере выявить некоторые вопросы нейронной организации функционирования гиппокампа.

Материал и методика. Опыты проводились на ненаркотизированных кроликах в условиях хронического опыта. Для отведения внеклеточной активности применяли гидравлический двухканальный микроманипулятор, который давал возможность сближать микроэлектроды и фиксировать расстояние между осями движения их кончиков от 100 до 1500 мк. Глубину вертикального погружения в толщу гиппокампа отсчитывали по шкале микрометра с последующим гистологическим контролем. Стеклообразные микроэлектроды с диаметром кончика 1—2 мк заполняли 2,5—3 М раствором КСl. При анализе импульсной активности определяли среднее значение, среднеквадратичное отклонение и коэффициент корреляции.

Среднее квадратичное отклонение σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

где $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$.

Коэффициент корреляции r вычислялся

$$r = \frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=0}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Для выяснения пространственной организации нейронов гиппокампа был проведен анализ взаимосвязи фоновой импульсной активности 43 пар нейронов при трех расстояниях между ними: 300, 500 и 1000 мк. Судя по показателю импульсной активности, между такими нейронами устанавливались различные формы взаимоотношений: синергичные, антагонистические и неопределенные. Синергичные взаимоотношения наблюдались у пар нейронов с межэлектродным расстоянием в 300 и 500 мк. При увеличении же этого расстояния до 1000 мк взаимоотношения принимали вид антагонистических и неопределенных.

Аналогичным образом исследовалась нейронная организация гиппокампальных клеток при световом раздражении. Здесь наблюдались те же формы взаимоотношений, т. е. синергичные, антагонистические и неопределенные. При определении типа функциональной взаимосвязи у 35 пар исследованных нейронов пространственный фактор играл решающее значение. Что касается оставшихся 8 пар, то определенной взаимосвязи импульсной активности нейронов в зависимости от расстояния между ними нам не удалось найти, так как один и тот же тип взаимосвязи наблюдался как при расстоянии между нейронами в 300 мк, так и при расстоянии в 1000 мк.

Результаты определения коэффициента корреляции импульсной активности 43 пар нейронов представлены в таблице.

Таблица

Взаимосвязь гиппокампальных нейронов

Положительная корреляция		Отрицательная корреляция	
фоновая активность	реакция на свет	фоновая активность	реакция на свет
0,17	0,34	0,22	0,35

Величина корреляции в большинстве случаев колеблется в широких пределах, составляя в среднем 0,34 для случаев положительной корреляции и 0,35 для случаев отрицательной корреляции. При сопоставлении фоновой и вызванной активности наблюдается увеличение коэффициента корреляции при световом раздражении. Таким образом, вычисление коэффициента корреляции импульсной активности одновременно регистрируемых нейронов указывает на то, что в условиях фоновой активности имеется слабая степень взаимосвязи нейронов гиппокампа. Что касается степени взаимосвязи при световом раздражении, то здесь она повышается в два раза при положительной корреляции и почти в 1,5 раза при отрицательной.

Этого повышения взаимосвязи отдельных нейронов следовало ожидать, так как известно, что фоновая импульсная активность представляет собой случайный процесс, который складывается из взаимодействия множества конвергирующих на исследуемый нейрон сигналов. Поэтому любое афферентное раздражение (в нашем случае световое) играет как бы роль организующего начала. Следовательно, при вызванной активности увеличивается взаимосвязь единиц системы, внешним показателем которой является коэффициент корреляции.

Обнаруженное возрастание коэффициента корреляции при световом раздражении оказалось достоверным.

Известно, что положительный коэффициент корреляции является показателем степени синхронизации импульсации разрядов исследуемых нейронов, а отрицательный — показатель степени выраженности реципрокных отношений [4, 5]. Таким образом, возрастание как положительной, так и отрицательной корреляций при афферентном раздражении свидетельствует о том, что последнее синхронизирует процессы возбуждения в определенных нейронных ансамблях и одновременно ограничивает их процессами реципрокного торможения, организуя сложную мозаику внутри центральных процессов.

Վ. Ա. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆ, Չ. Գ. ՉՈՐԱՅԱՆ, Ն. Ե. ՍԱՐԱՅՅԱՆ

ՀԻՊՈԿԱՄՊԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՆԵՅՐՈՆԱՅԻՆ ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒՄԱՆ ԽԻ ՔԱՆԻ ՀԱՐՑԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Իմպուլսային ակտիվության և լույսային զրգոիչի փոխադարձ կապի օգնությամբ բացահայտվել է հիպոկամպի նեյրոնային տարածական բնութագրերի երեք փոխհարաբերություններ. համաձայնեցված, ոչ համաձայնեցված և անորոշ: Կատարված փորձերից մեծամասնությունում տարածական փաստը մեծ դեր է խաղում: Փորձերից ստացված արդյունքների հիման վրա որոշվել է միաժամանակ գրանցվող նեյրոնների իմպուլսային ակտիվության կոռելյացիայի գործակիցները: Վերջիններս հիմք են տալիս մտածելու, որ ֆոնային ակտիվության պայմաններում հիպոկամպի նեյրոնների միջև գոյություն ունի թույլ կապ: Կախված կոռելյացիայի նշանից (դրական և բացասական) այդ կապը լույսային զրգոման ժամանակ մեծանում է 1,5 և 2 անգամ համապատասխանաբար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Анохин П. К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М., 1968.
2. Бернс Б. Неопределенность в нервной системе. Мир, М., 1969.
3. Коган А. Б. ДАН СССР, 154, 5. 1231, 1964.
4. Ливанов М. Н. Рефлексы головного мозга. М., 1963.
5. Чораян О. Г. Физиол. журн. СССР, 9, 1965.
6. Чораян О. Г. Нейронная организация центрального отдела зрительного анализатора лягушки. РГУ, 1969.
7. Туманян В. А., Буриков А. А., Сарафян Н. Е. Биологический журнал Армении, 26, 2, 1973.
8. Verseano M. 5 Intern. Congr. EEG a Clin. Neurelogy, Rome, 1961.
9. Hebb D. The organisation of Behavior Yohn wilei, New York, 1949.
10. John E. Morgades P. Exp. Neural, 1969.