

УДК 612.822.3.087+612.826.5.087

ФИЗИОЛОГИЯ

С. Н. РАЕВА

**О НЕКОТОРЫХ НЕЙРОНАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ ПРОИЗВОЛЬНОЙ
МНЕСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА***(Представлено академиком М. Н. Ливановым 8 I 1975)*

Возможность проведения прямых исследований (^{1, 3, 4, 6-14}) на человеческом мозге в процессе хирургического лечения больных позволило вплотную подойти к изучению конкретных нейрофизиологических механизмов, лежащих в основе сложной психической, в том числе мнестической, деятельности человека. Одним из новых подходов в решении этого вопроса явилось направление работ по изучению физиологических коррелятов «словесного мышления», в частности, специфических форм вербального кодирования психических процессов, регистрируемых на уровне множественных популяций с помощью долгосрочных вживленных электродов (²). Разработка микроэлектродного метода применительно к человеческому мозгу в условиях одномоментных стереотаксических операций (^{4, 6, 8, 9}) открыла другой методологический подход и другие физиологические аспекты в решении вышеуказанной проблемы. Стало реальным исследовать интимные электрические реакции, протекающие на уровне отдельных клеточных единиц или небольших их групп, в сопоставлении с интегративными, суммарными процессами целостного мозга и конкретными поведенческими актами человека.

Настоящая работа является продолжением ранее начатых исследований по микроэлектродному изучению произвольной мнестической деятельности человека (⁵). В ней обобщены результаты количественного анализа реакций более 800 нейронов при выполнении психологических тестов на оперативную (тест Бине) и непосредственную память, а также тестов на другие формы психической (счет до 10 и обратно, вычитание от 100 по 7 или по 13) и двигательной (функциональные пробы с произвольными движениями) активации.

Экстраклеточное отведение импульсной активности осуществлялось с помощью вольфрамовых микроэлектродов (диаметром 1 мкм; сопротивлением 1—10 мом), используемых с диагностическими целями во время одномоментных или 2-этапных стереотаксических операций (хирург А. Л. Кадин) на больных с дискинезиями. Всего было проанализировано более 2000 функциональных проб в 1585 точках различных глубинных структур человека: некоторых ядрах таламуса (преимущественно переднего и промежуточного сегментов, латерального комплекса) хвостатого ядра, бледного шара, скорлупы, красного ядра, черной субстанции, субталамуса, *Zona incerta*.

Ранее (⁵) нами был описан тонический преимущественно активационный тип нейрональных изменений, возникающий во многих точках структурно-разных подкорковых образований в прямой связи с речевыми стимулами и со степенью концентрации внимания человека. Было высказано предположение, что указанные нейрональные сдвиги, регистрирующиеся при осуществлении психической деятельности, имеют системный характер и отражают сложные процессы межнейронных перестроек «неспецифического» типа, имеющие модулирующее, регуляторное значение.

Полученные в настоящей работе данные показывают, что, наряду с такими «неспецифического» типа нейрональными изменениями, в человеческом мозге при осуществлении произвольной психической деятельности вы-

является совершенно другой тип реакций нейронов, характеризующийся прямыми корреляциями с одной стороны — с речевыми стимулами определенной сигнальной значимости с другой — с целенаправленными произвольными поведенческими актами. Клетки этого второго типа характеризовались «специализированными» ответами на речевые стимулы только определенной сигнальной значимости, типа: «запомните!», «повторите!», «сожмите руку!», «поднимите ногу», «приготовьтесь!» и т. д., имеющих значение как бы «пусковых» сигналов и требующих от человека

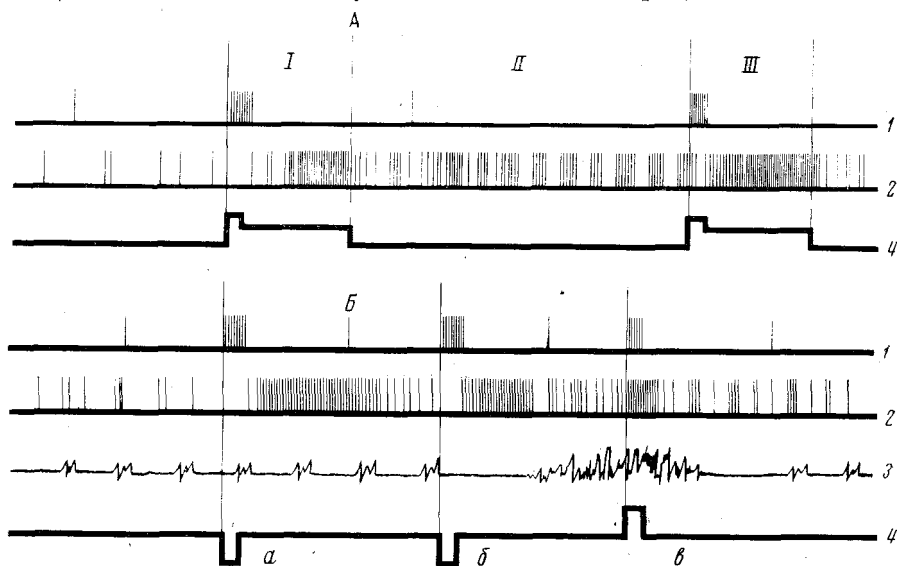


Рис. 1. Схема с изображением двух («специализированного» и «неспецифического») типов реакций человеческого мозга при осуществлении произвольной психической (тест Бине — А) и двигательной (тест с произвольным движением — В) деятельности. а — указание «приготовьтесь», б — «сожмите»! в — «разожмите!». 1 — клетки со «специализированным», 2 — клетки с «неспецифическим» типами реакций, 3 — э.м.г. с мышц руки большого паркинсонизмом при сжимании пальцев в кулак, 4 — отметка раздражения. I — предъявление, II — удержание в памяти, III — воспроизведение словесной информации

выполнения конкретных произвольных (психических или двигательных) действий.

В противоположность ранее⁽⁵⁾ описанному, этот тип нейронов человеческого мозга (рис. 1, 2) характеризовался рядом функциональных особенностей, приближающих их к специфическим клеткам сенсорных систем: физическим характером реагирования, относительной неугашаемостью ответов, обязательным предшествованием во времени, как нейрональным сдвигам «неспецифического» типа, так и произвольным поведенческим реакциям, известной структурной приуроченностью. Клетки этого типа были обнаружены в двух подкорковых структурах — в головке хвостатого ядра и переднем таламусе.

При выполнении теста на оперативную память (тест Бине) «специализированные» ответы этих нейронов возникали при предъявлении словесных стимулов «запомните!», «повторите!» (рис. 1, 2), имеющих разный акустический спектр, но одинаковое смысловое значение, требующее выполнения определенной произвольной мнестической деятельности. В ряде случаев возникновение их мы наблюдали и без императивных признаков исследователя-физиолога, а как бы «самопроизвольно» в аналогичных ситуациях, когда человек должен был осуществить какое-либо сознательное произвольное действие.

На рис. 2 приводится конкретная нейрограмма двух одновременно регистрируемых клеток с головки хвостатого ядра человека при выполнении

теста Бине: одной — низкоамплитудной, относящейся к описываемому «специализированному» типу (пунктирная линия) и второй — высокоамплитудной клетки, относящейся к «неспецифическому» типу (сплошная линия). Физический «залповый» ответ низкоамплитудного нейрона на указанные речевые стимулы («запомните!», «повторите!») отчетливо представлен в начале первой (запечатление словесной информации) и

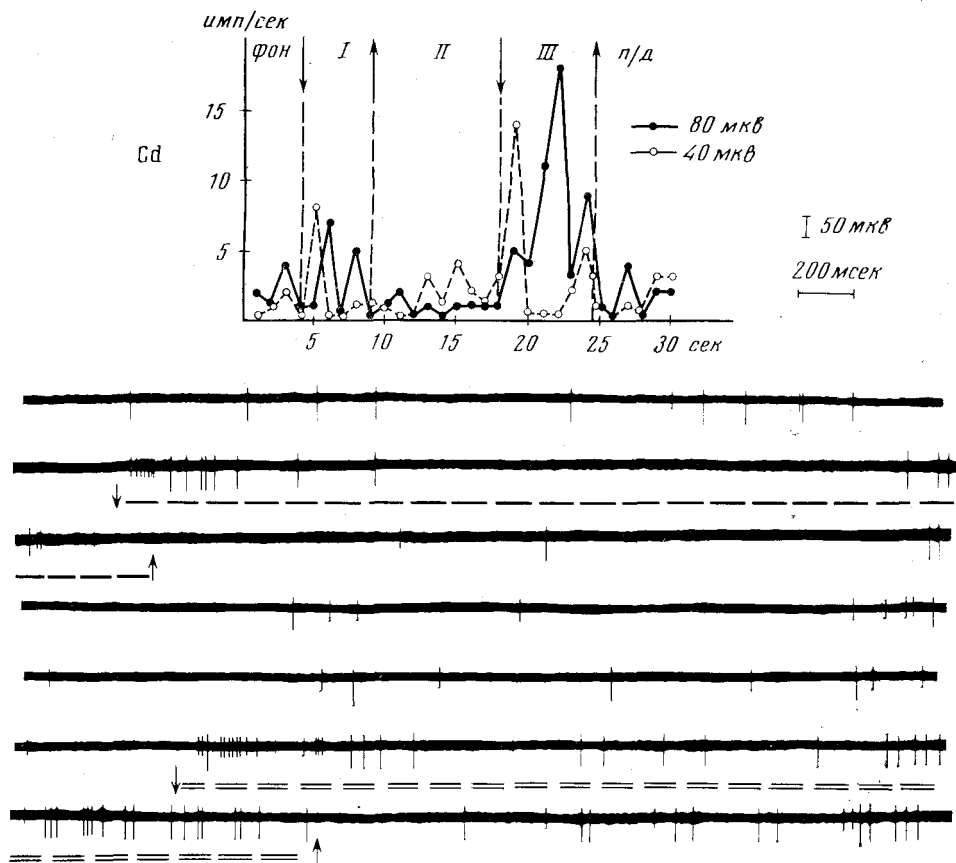


Рис. 2. Нейрограмма двух одновременно регистрируемых клеток со «специализированным» и «неспецифическим» типами реакций, отводимых с головки хвостатого ядра человека, при выполнении теста Бине. Вверху — график изменений частоты импульсов со «специализированным» (пунктирная линия) и «неспецифическим» (сплошная линия) типами реакций. I—III — то же, что на рис. 1. Внизу — нейрограмма реакции. Стрелки вниз — начало, вверх — окончание I и III фаз. Одинарный пунктир — I фаза (предъявление словесной информации), двойной пунктир — III фаза (воспроизведение информации)

третьей (воспроизведение информации) фаз, предшествуя во времени развитию «неспецифического» типа реакции высокоамплитудного нейрона.

Сопоставление с литературными данными показывает, что единственным близким к описываемому является феномен *E*-волны или условного негативного отклонения CNV, открытый Г. Уолтером (¹³). Этот электрографический феномен, регистрирующийся в поверхностных отведениях с лобных областей коры больших полушарий, как известно, возникает у человека в условнорефлекторных или близких по значению ситуациях в ответ на подготовительный стимул, предшествующий «пусковому». По Г. Уолтеру он отражает состояние «ожидания», «психической активности», «субъективной вероятности событий». В лаборатории Н. П. Бехтеревой описан (²) подкорковый эквивалент этого электрографического феномена.

Анализ особенностей этого феномена с описанными выше данными свидетельствует однако о существенном различии этих электрофизиологических явлений. Совокупность полученных фактов позволяет предполагать, что обнаруженный новый тип реакций человеческого мозга отражает, по-видимому, процессы межнейронных перестроек совершенно другого назначения, связанные скорее всего с механизмами экстренной активации. Этот тип нейрональных реакций вместе с ранее описанным ⁽³⁾ «неспецифическим» типом, составляют разные, но тесно друг с другом взаимосвязанные механизмы, участвующие в организации произвольной мнестической, а вероятнее всего любой произвольной (психической и двигательной) деятельности человека. Один из них, модулируя активность клеточных констелляций, по-видимому, «облегчает» осуществление соответствующих поведенческих реакций человека, в то время, как другой обеспечивает функцию «включения», «запуска» некоторых звеньев системы, организующей эту деятельность.

Институт биологической физики
Академии наук СССР
Пушкино-на-Оке

Поступило
8 I 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. П. Бехтерева и др., В кн.: Электрофизиология нервной системы, Ростов-на-Дону, 1963, стр. 50. ² Н. П. Бехтерева, Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека, Л., 1971. ³ Х. Дельгадо, Мозг и сознание, М., 1971. ⁴ С. Н. Раева, Физиол. журн. СССР, т. 56, 8, 1104 (1970). ⁵ С. Н. Раева, ДАН, т. 249, № 3, 759 (1974). ⁶ D. Albe-Fessard et al., Rev. Neurol., v. 106, 89 (1962). ⁷ R. Heath, Am. J. Psychiatr., v. 120, 6, 571 (1963). ⁸ H. Jasper, G. Bertrand, In: The Thalamus, N. Y., Columbia, 1966, p. 565. ⁹ C. Li et al., EEG and Clin. Neurophysiol., v. 18, 187 (1965). ¹⁰ W. Penfield, P. Milner, Arch. Neurol., Psych., Chicago, v. 79, 475 (1958). ¹¹ C. Sem-Jacobsen et al., EEG and Neurophysiol., v. 5, 3, 464 (1953). ¹² W. Umbach, Excerpta Med., v. 37, 76 (1961). ¹³ W. Walter, EEG and Clin. Neurophysiol., v. 18, 513 (1965). ¹⁴ R. Yung et al., Nervenarzt, v. 22, 33 (1951).