

С. Н. РАЕВА

## МИКРОЭЛЕКТРОДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ ЧЕЛОВЕКА

(Представлено академиком М. Н. Ливановым 17 VII 1974)

Память человека как одна из форм произвольной психической деятельности человека и важнейшее свойство функции мозга всегда привлекала внимание исследователей (<sup>1-7, 15</sup>). Углублению знаний о роли различных структур мозга в мнестических процессах способствовали данные, полученные с помощью вживленных электродов и диагностических стимуляций во время нейрохирургических операций, а также результаты клинико-психологических исследований (<sup>1, 3, 5, 6, 14</sup>). Разработка применительно к человеку микроэлектродного метода исследований в различных модификациях (<sup>8-13</sup>) открыла новый этап в изучении проблемы памяти человека. Стало реальным исследование интимных механизмов, протекающих на уровне отдельных нейронов или небольших их групп в разные фазы мнестического процесса: запоминания словесной информации, ее удержания в памяти и воспроизведения.

В настоящей работе представлены результаты микроэлектродных исследований, проводимых в диагностических целях на больных с дискинезиями\* во время нейрохирургических операций (хирург А. Л. Кадин). Они обобщают данные количественного анализа реакций 198 нейронов при осуществлении психологических тестов на оперативную (тест Бине) и непосредственную память, а также тестов с другими формами психической активации. Экстраклеточное отведение импульсной активности осуществлялось с помощью вольфрамовых микроэлектродов (диаметром кончика 1-2 мкм, сопротивлением 1-10 мом), последовательно погружаемых в процессе операций в направлении заданной расчетной точки. Всего было проанализировано 275 нейропроб в 89 точках различных подкорковых образований: ядрах латерального комплекса и ретикулярном ядре таламуса, хвостом ядре, бледном шаре, скорлупе, черной субстанции, субталамусе, zona inserta.

\* Как известно, больные с дискинезиями являются психически и умственно сохранными людьми, патология которых связана с системой двигательного аппарата.

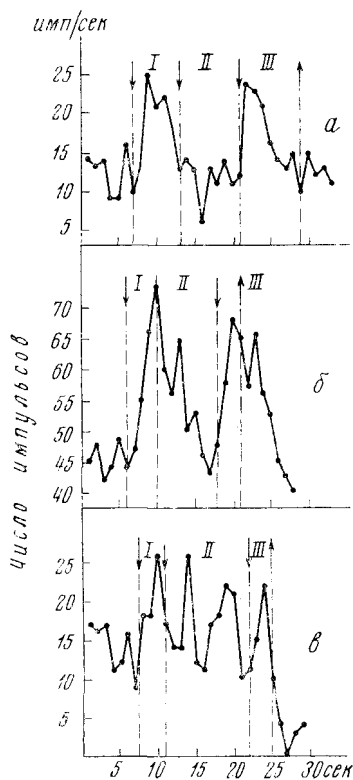


Рис. 1. Основные типы активационных реакций нейронов глубоких структур человека в различные фазы пробы на оперативную память: а — с передней части дорсального ядра таламуса; б — с черной субстанции, в — с передней части вентролатерального ядра таламуса. I — предъявление, II — удержание в памяти; III — воспроизведение словесной информации. Стрелки вниз — начало каждой фазы, стрелки вверх — окончание теста

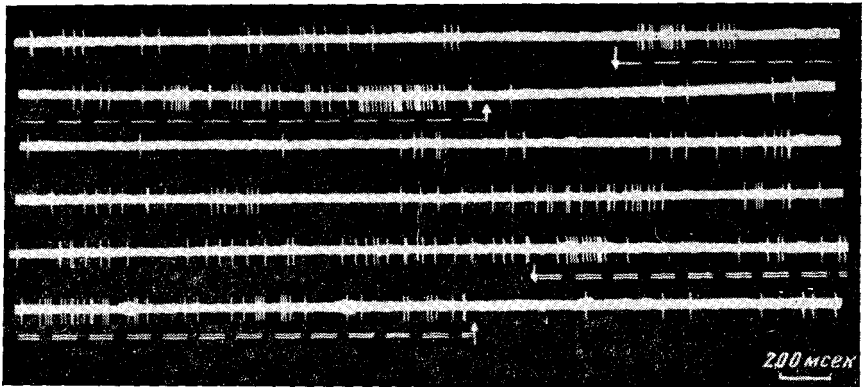


Рис. 2. Реакция нейрона с передней части дорсального ядра таламуса у больного паркинсонизмом при осуществлении пробы на оперативную память. Стрелки вниз — начало; вверх — окончание первой и третьей фазы пробы. Одинарный пунктир — первая фаза (предъявление информации), двойной пунктир — вторая фаза (воспроизведение информации)

Полученные данные показали, что процессы оперативной памяти и другие формы психической активации сопровождаются нейрональными изменениями многих структур человеческого мозга, однако с преимущественным вовлечением некоторых из них. Наиболее отчетливо реагировали клетки хвостатого ядра, передних отделов таламуса (дорсальная, вентролатеральная группы ядер, ретикулярное ядро). Значительно реже и менее отчетливо реагировали клетки медиального членика бледного шара, скорлупы, черной субстанции. В субталамусе и зона *incerta* нейрональные изменения, как правило, не регистрировались.

Выявлено, что при известном многообразии реакций при осуществлении тестов на оперативную память, большинство исследованных клеток в структурно разных подкорковых образованиях, в целом, характеризуются определенной и достаточно четкой направленностью, однотипностью изменений. Подавляющее большинство (86%) реагирующих клеток обнаруживает преимущественно тонические формы активации с фазовым характером протекания реакций (рис. 1). У значительно меньшей части нейронов (14%) наблюдаются изменения тормозного характера (рис. 3в). Вышеуказанные формы (активационный и тормозной) чаще всего были представлены двумя типами реакций, характеризующимися максимальной выраженностью изменений либо в первую (запечатление информации) и третью (воспроизведение информации) фазы пробы Бине (рис. 1а, б), либо во все три фазы в виде четких пиков активности (рис. 1в). Указанные нейрональные сдвиги обнаруживали тесную связь со степенью концентрации внимания. Фактор «новизны», как и фактор «детектора ошибок» (1) не влияли существенным образом на динамику реакции.

Анализ материала показал большое своеобразие специфики и динамики перестроек «паттерна» спонтанной активности нейронов, характеризующихся рядом особенностей: появлением или усилением пачковых «залповых» разрядов, наиболее четко представленных в первой и третьей фазах пробы Бине (рис. 2), тенденцией к группированию импульсаций, приводящей в ряде случаев к «периодичности» клеточных флуктуаций. Этот феномен «периодичности» выразился в появлении на какой-то отрезок времени относительно регулярных периодов импульсаций с более интенсивной частотой разрядов (рис. 3, а—в) порядка от 0,3—0,6 сек. до 1,4—1,6 сек. Установлено, что осуществление других видов психической активации (при тестах на вычитание от 100 по 7, на счет от 1 до 10 и обратно) сопровождается сходным характером и формой изменений импульсной активности.

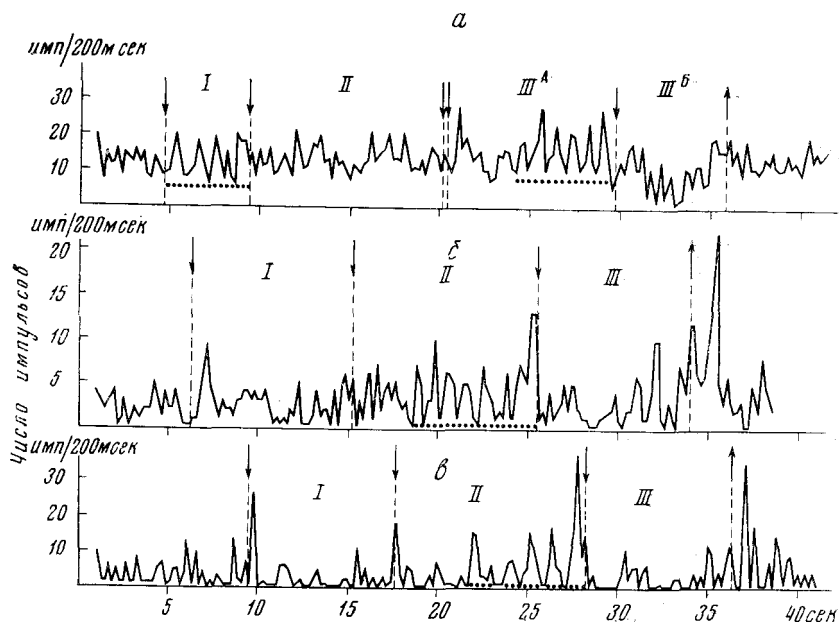


Рис. 3. Феномен «периодичности» клеточных флуктуаций (обозначено точками), выявляющийся в реакциях нейронов глубоких структур человека при осуществлении пробы на оперативную память. I — фаза предъявления, II — удержания в памяти, III — воспроизведения (III<sup>A</sup> — мысленного, III<sup>B</sup> — вслух) словесной информации. а, б — хвостатое ядро; в — передняя часть вентролатерального ядра таламуса. Двойные стрелки — начало мысленного воспроизведения, одинарные — то же что на рис. 1

Полученные материалы в целом позволяют предполагать, что описанные сдвиги отражают, по-видимому, сложные процессы межнейронных перестроек, имеющих системный характер и развивающихся во многих нервных элементах в связи с осуществлением психотестов. Однонаправленный, преимущественно активационный характер изменений, регистрирующихся во многих структурах и при разных видах произвольной психической деятельности, а также наличие тесной связи этих изменений с произвольным вниманием человека свидетельствуют о том, что описанные процессы межнейронных перестроек, в первую очередь связаны с модулирующими, регуляторными механизмами. Представляется, что обнаруженные конкретные формы изменений импульсной активности, возможно, составляют клеточный коррелят ассоциативных процессов, имеющих прямое отношение к центральным механизмам психической деятельности человека и, в первую очередь, памяти.

Институт биологической физики  
Академии наук СССР  
Пушкино-на-Оке

Поступило  
3 VII 1974

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. П. Бехтерева, Нейрофизиологические аспекты психической деятельности человека, Л., 1971. <sup>2</sup> И. С. Бериташвили, Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение, Тбилиси, 1968. <sup>3</sup> Х. Дельгадо, Мозг и сознание, М., 1971. <sup>4</sup> М. Н. Ливанов, Пространственная организация процессов головного мозга, М., 1972. <sup>5</sup> А. Р. Лурия, Основы нейропсихологии, М., 1973. <sup>6</sup> П. М. Милнер, Физиологическая психология, М., 1973. <sup>7</sup> И. П. Павлов, Двадцатилетний опыт объективного изучения ВНД (поведения) животных, М.—Л., 1928. <sup>8</sup> С. Н. Раева, Физиол журн. СССР, т. 56, 8, 1104 (1970). <sup>9</sup> D. Albe-Fessard et al., Rev. Neurol., v. 106, 89 (1962). <sup>10</sup> R. Crowell et al., Brain Res., v. 11, 481 (1968). <sup>11</sup> R. Gaze et al., Brain, v. 84, 691 (1964). <sup>12</sup> H. Jasper, G. Bertrand, In: The Thalamus, N. Y.—Columbia, 1966, p. 565. <sup>13</sup> C. L. Li et al., EEG and Clin. Neurophysiol., v. 18, 187 (1965). <sup>14</sup> W. Penfield, B. Milner, Arch. Neurol. Psych. Chicago, v. 79, 475 (1958). <sup>15</sup> K. Pribram, Sci. Am., v. 220, 1, 73 (1969).