

А. Б. КОГАН, Е. Б. КОМПАНИЕЦ

### УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЕ МОЗАИК ВОЗБУЖДЕНИЯ, ВЫЗВАННЫХ ПРЯМЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗДРАЖЕНИЕМ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ

(Представлено академиком И. С. Бериташвили 31 III 1970)

Ранее нами (<sup>1,2</sup>) было показано, что прямое электрическое раздражение зрительной коры мозга кошки может заменять адекватное световое раздражение в качестве сигнала условной реакции. Это подтверждается и в работах других авторов (<sup>3-5</sup>). При рассмотрении вопроса о моделировании более сложных форм зрительной информации существенное значение имеют факты дифференцирования двух электрических раздражений зрительной коры, наносимых через электроды, расположенные в разных ее пунктах на расстоянии 1—3 мм друг от друга (<sup>2, 6-10</sup>).

Целью настоящего исследования было установление возможности различения мозаик возбуждения, создаваемых одновременной электрической стимуляцией зрительной коры через несколько электродов, расположенных в том или ином порядке.

Эксперименты выполнены на пяти кошках в условиях хронических опытов. Операции вживления 5-, 6-, 9- и 10-контактных электродных устройств в область коркового отдела зрительного анализатора осуществлялись под нембуталовым наркозом (45—50 мг/кг). Материалом для электродов служила нержавеющая сталь, диаметр их 0,5 и 1,0 мм. Межелектродные расстояния варьировали от 0,5 до 3,0 мм. Электрическое раздражение производилось импульсным стимулятором ИС-01 и при помощи специального прибора для определения порогов раздражения (<sup>11</sup>). Создаваемые мозаики возбуждения служили положительными и дифференцированными условными раздражителями пищевого рефлекса.

На рис. 1 показано расположение электродов и их комбинации, используемые в качестве положительных и отрицательных сигналов. Необходимым условием для использования в качестве сигнала одновременного электрического раздражения нескольких пунктов коры была стабильность и равенство или близость значений порогов, определяемых по локальной двигательной реакции ориентировочно-зрительного характера. Поэтому к опытам по выработке условных рефлексов на электрическое раздражение выбранных совокупностей пунктов коры и к дифференцировкам приступа-

Таблица 1  
Условнорефлекторные показатели выработки дифференцирования мозаик электрического раздражения зрительной коры

№ кошки (расположе- ние элект- родов см. на рис. 1)	Число применений дифференцировочных раздражителей	
	до 1-го проявления дифференцировки	до упорочения (5 подряд) дифференцировки
1705	21	47
1595	15	54
1701	18	63
1579	34	76
1591	17	64



ли через 3—5 недель после операции, когда наступала стабилизация порогов реакций.

Результаты проведенных экспериментов представлены в табл. 1, из которой видно, что у всех животных удалось дифференцировать мозаики возбуждения, создаваемые пространственно избирательной стимуляцией зрительной коры на ограниченной площади ( $3 \times 3$ ,  $4 \times 4$  мм). Особый интерес представляют случаи, когда в качестве положительных и отрицательных сигналов служили раздражения, вызывавшие сходные двигательные реакции, например, поворот головы и движение глаз в одну сторону. Возможность их дифференцирования говорит против того, что условные рефлексы могли вырабатываться не на прямое раздражение коры, на проприоцептивное возбуждение, вторично возникшее в результате движений.

Полученные результаты согласуются с данными экспериментальных исследований на людях — исследований, в которых при одновременной сти-

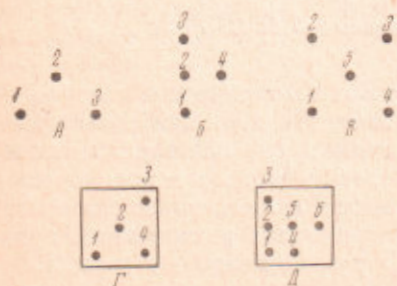


Рис. 1. Различные формы расположения электродов, устанавливаемых на участке перехода средней в заднюю супрасильвиеву извилину коры мозга кошки. А — кошка № 1705 — подкреплялось биполярное раздражение через электроды 1—2, не подкреплялось биполярное раздражение через электроды 2—3; В — кошка № 1385 — подкреплялось трехполюсное (общий средний электрод) раздражение через электроды 1—2—3, не подкреплялось биполярное раздражение через электроды 2—4; В — кошка № 1701 — подкреплялось трехполюсное (общий средний электрод) раздражение через электроды 1—5—3, не подкреплялось трехполюсное раздражение (общий средний электрод) через электроды 2—5—4; Г — кошка № 1579 — подкреплялось униполярное (при общем кольцевом электроде) раздражение через электроды 1—2—3, не подкреплялось раздражение через электроды 2—4; Д — кошка № 1591 — подкреплялось униполярное (при общем кольцевом электроде) раздражение через электроды 2—3—4, не подкреплялось униполярное (при общем кольцевом электроде) раздражение через электроды 1—5—6

муляции зрительной коры через несколько электродов была обнаружена возможность возникновения многоточечных зрительных фосфенов (<sup>12</sup>, <sup>13</sup>). Тем самым укрепляются основания для постановки задачи создания истинного зрительного протеза, позволяющего воспроизводить ощущения зрительной модальности.

В настоящее время большинство работ по созданию зрительных протезов направлено на замену утраченных зрительных восприятий сенсорными сигналами другой модальности ((<sup>14</sup>—<sup>16</sup>) и др.). Лишь небольшое число исследований посвящено попыткам найти средства для получения истинных зрительных ощущений в случае поражения периферического отдела зрительного анализатора (<sup>17</sup>, <sup>12</sup>, <sup>13</sup>, <sup>9</sup>, <sup>20</sup>). Установление по условнорефлекторным показателям возможности воспроизведения сигнального значения адекватных световых раздражителей непосредственной электрической стимуляцией зрительной коры, а также возможность условнорефлекторного дифференцирования мозаик возбуждения, создаваемых многоточечной электрической стимуляцией, на наш взгляд, дают дополнительные основания говорить о реальности и перспективности этого второго пути исследований.

Ростовский государственный университет

Поступило  
19 III 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. Б. Коган, Г. В. Гончарова и др., В сборн.: Проблемы нейрокибернетики, 2, Ростов-на-Дону, 1966, стр. 172. <sup>2</sup> А. Б. Коган, Е. Б. Компанец, ДАН, 187, № 1, 245 (1969). <sup>3</sup> J. Miller, M. Glickstein, Science, 146, № 3651, 1594 (1964). <sup>4</sup> Т. Д. Джавришвили, И. М. Айвазашвили, Т. Ш. Эдишерашвили, ДАН, 184, № 6, 1452 (1969). <sup>5</sup> Т. Д. Джавришвили, И. М. Айва-



зашвили, Т. Ш. Эдишерашвили, Тез. и реф. докл. XII совещ. по пробл. высш. нервн. деят., Рязань, 1969, стр. 82. <sup>6</sup> G. S. Grosser, J. M. Harrison, *J. Comp. and Physiol. Psychol.*, 53, 3, 229 (1960). <sup>7</sup> R. W. Doty, *J. Neurophysiol.*, 28, 4, 623 (1965). <sup>8</sup> Р. В. Доти, В сборн.: Современные проблемы электрофизиологии центральной нервной системы, М., 1967, стр. 96. <sup>9</sup> Е. Б. Компанец, Тез. докл. II Украинск. республиканской научной конфер. по бионике, Киев, 1968, стр. 196. <sup>10</sup> Е. Б. Компанец, Матер. XVII научн. конфер. физиологов Юга РСФСР, 1, Ставрополь, 1969, стр. 159. <sup>11</sup> А. Б. Коган, *Физиол. журн. СССР*, 46, 2, 251 (1960). <sup>12</sup> G. S. Brindley, W. S. Lewin, *J. Physiol. (Engl.)*, 194, 2, 54 (1968). <sup>13</sup> G. S. Brindley, W. S. Lewin, *J. Physiol. (Engl.)*, 196, 2, 479 (1968). <sup>14</sup> J. C. Bliss, *Res. Bull. Am. Foundat. Blind*, № 1, 89 (1962). <sup>15</sup> Ю. А. Тимошенко, В сборн.: Тр. Всесоюзн. инст. мед. инструментов и оборудования, 1, М., 1965, стр. 154. <sup>16</sup> R. Bach-Rita, C. C. Collins, F. A. Saunders, *Nature*, 221, 5184, 963 (1966). <sup>17</sup> L. Scadden, *New Scientist*, 41, 642, 677 (1969). <sup>18</sup> R. Bach-y-Rita, *Acta neurol. Scand.*, 43, 4, 417 (1967). <sup>19</sup> J. Button, T. Putnam, *J. Iowa St. med. Soc.*, 52, 17 (1962). <sup>20</sup> Е. Б. Компанец, В сборн.: Кибернетика сложных систем. Ростов-на-Дону, 1968, стр. 39.