

И. А. ПИОНТКОВСКИЙ, Р. И. КРУГЛИКОВ

**ОСОБЕННОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У КРЫС,  
ПЕРЕНЕСШИХ ВНУТРИУТРОБНО ЛУЧЕВУЮ ТРАВМУ**

*(Представлено академиком В. В. Париным 18 VI 1969)*

Известно, что лучевая травма, перенесенная в пренатальном периоде, приводит к нарушениям развития головного мозга, последствия которых проявляются в постнатальном периоде в виде разнообразных отклонений в высшей нервной деятельности (<sup>4</sup>). Выявление механизмов этих отклонений предполагает, в частности, оценку состояния аппарата памяти — аппарата образования и фиксации временных связей. Задача настоящего исследования состояла в выявлении особенностей кратковременной памяти у крыс, подвергавшихся рентгеновскому облучению в дозе 150 р на 16 день пренатального развития.

Для исследования кратковременной памяти использовались феноменальтернации и метод отсроченных реакций.

Опыты проводились в Т-образном лабиринте, изготовленном из плексигласа. Ширина и высота ходов в лабиринте составляли 10 см, длина ствола составляла 40 см, правого и левого ходов 25 см. После 3—4-дневного приучения к лабиринту, во время которого крыс подкармливали хлебными таблетками из кормушек, расположенных в конце правого и левого ходов, начинали исследование альтернации. Для этого крысу помещали в стартовое отделение лабиринта, отделенное заслонкой от остальной части ствола, заслонку поднимали, и крыса получала возможность побежки по стволу лабиринта и последующего поворота в любой из его ходов. После поедания крысой корма экспериментатор возвращал ее в стартовое отделение. Через определенное время после этого заслонку вновь поднимали, и крыса получала возможность для следующей побежки.

Для исследования отсроченных реакций у крыс сначала вырабатывали двигательно-пищевые рефлексы на свет и звук или на правый и левый свет в виде побежки в соответствующий ход лабиринта. Сигнализировавшиеся направления побежки, т. е. выбор правого или левого хода, определяли по таблицам Геллермана (<sup>7</sup>), использование которых исключает выработку у животных предпочтения и предотвращает альтернации.

Исследование длительности отсрочки — длительности удержания в памяти следов предъявлявшегося условного раздражителя — производили следующим образом. При нахождении крысы в стартовом отделении лабиринта включали условный раздражитель. Выключение последнего производили: а) после начала побежки животного, при нахождении его в средней части ствола; б) одновременно с открыванием заслонки и началом побежки; в) за 1—2 сек. и более до открывания заслонки и начала побежки. Во всех этих случаях поведение крысы в точке выбора — поворот вправо или влево — определялось следами от выключенного светового раздражителя. Количественно состояние альтернации и отсроченных реакций у контрольных и подопытных животных оценивали процентным отношением числа правильных реакций к общему числу реакций.

При небольших, до 30 сек., интервалах между последовательными побежками число альтернирующих реакций у подопытных и контрольных

крыс не различалось. С увеличением интервалов до 1 или 2 мин. количество альтернирующих реакций снижалось как в контроле, так и в опыте, однако степень этого снижения была значительно больше у антеннально облученных животных (см. рис. 1). Уменьшение числа спонтанных альтернирующих реакций у антеннально облученных животных могло бы расцениваться как следствие каких-то нарушений собственного механизма альтернации, связанного, вероятно, с деятельностью лимбических образований (<sup>6</sup>, <sup>9</sup>), а не с ухудшением сохранения следов от предыдущей побегки. Однако факты резкого уменьшения числа альтернирующих реакций при увеличении интервалов между последовательными побегками

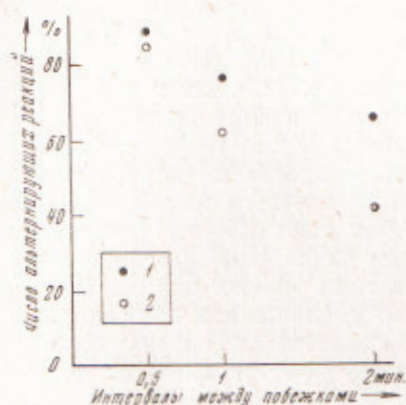


Рис. 1

Рис. 1. Зависимость количества альтернирующих реакций от интервалов между побегками. 1 — контроль, 2 — опыт

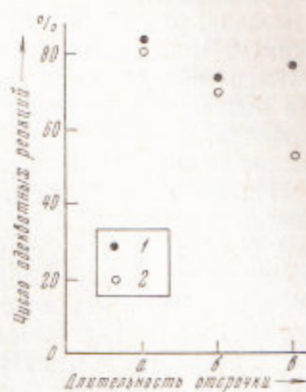


Рис. 2

Рис. 2. Зависимость количества адекватных отсроченных реакций от длительности отсрочки. 1 — контроль, 2 — опыт

и восстановления четкой альтернации при уменьшении интервалов между побегками опровергают высказанное предположение и прямо указывают на связь отмеченных нарушений с дефектностью кратковременной памяти у антеннально облученных животных.

Для определения длительности сохранения следов от световых и звуковых сигналов первоначально была предпринята попытка определения и сопоставления длительности отсрочки при использовании этих раздражителей в одном и том же опыте. Оказалось, что при подобной постановке эксперимента в случаях достаточной упроченности условных рефлексов на свет и звонок даже минимальная длительность отсрочки приводила к побегкам преимущественно или исключительно в «звуковой» ход.

После двусторонней переделки сигнального значения раздражителей, в результате которой «световой» и «звуковой» ходы лабиринта менялись местами, изменилось и направление отсроченных побегов, осуществлявшихся теперь в новом «звуковом» направлении.

В основной серии опытов отсроченные реакции исследовали на основе предварительно выработанной условнорефлекторной побегки в освещающийся ход лабиринта.

Характер отсроченных реакций при такой постановке опытов виден из рис. 2. Он показывает, что при минимальных отсрочках — выключении света во время нахождения уже начавшей побегку крысы на середине ствола (а) или при выключении света одновременно с началом побегки (б) — различия между контрольными и антеннально облученными животными отсутствуют, однако в тех случаях, если интервал между выключением света и началом побегки (открыванием заслонки) составляет

1 сек. (e), число правильных реакций у подопытных крыс резко снижается, свидетельствуя о значительном ухудшении способности к удержанию следов предъявлявшегося условного раздражителя.

Основной вывод, который следует из совокупности приведенных данных, состоит в том, что у животных, перенесших внутриутробную лучевую травму, снижена способность к сохранению следов осуществленных реакций, служащих сигналами к осуществлению текущих реакций, а также к сохранению следов внешних сигнальных воздействий. Это дает основание утверждать, что одним из последствий антенатального лучевого воздействия является неполноценность механизмов кратковременной памяти. И. С. Бериташвили (1), тщательно исследовавший отсроченные реакции у собак, указывает, что максимальная длительность отсрочки у светлых собак меньше, чем у спокойных животных. В связи с этим наблюдением заслуживает внимания то обстоятельство, что двигательная активность антенатально облученных животных в наших опытах, как и в (2), была намного выше, чем в контроле, и нередко носила хаотичный характер.

Считается, что основу кратковременной памяти составляют нейродинамические процессы, вероятнее всего — процессы реверберации возбуждения по нейронным кругам, сопровождающиеся накоплением медиатора в терминалях аксонов и повышением возбудимости постсинаптических мембран. В свете этого представления ухудшение кратковременной памяти у антенатально облученных животных можно связать, в первую очередь, с разрежением нервных клеток, уменьшением количества аксонов и их структурными изменениями, вызываемыми антенатальной лучевой травмой (3). Наряду с этим ухудшение кратковременной памяти у подопытных крыс может быть связано и с нарушениями межцентральных кортико-ретикулярных отношений.

Одной из наиболее характерных особенностей высшей нервной деятельности антенатально облученных животных является резкое замедление упрочения у них условных рефлексов (4). Показатели упрочения условных рефлексов при использовании наиболее широко применяемых методик характеризуют формирование следов долговременной памяти. Основу этого процесса составляет реорганизация межнейронных связей, приводящая к возникновению структурного закрепления многонейронной системы — временной связи. Одним из условий закрепления временной связи является достаточная длительность и интенсивность нейродинамических процессов, лежащих в основе кратковременной памяти и обеспечивающих в то же время активацию генетического аппарата соответствующих нейронов с усилением синтеза нуклеиновых кислот и белков (5).

Обнаруженная в настоящей работе дефектность кратковременной памяти у антенатально облученных животных, по-видимому, и обуславливает замедленное упрочение условных рефлексов. Необходимая для этого процесса степень активации синтеза нуклеиновых кислот и белков достигается увеличением количества предъявляемых сочетаний, чем компенсируется недостаточность нейродинамических процессов, быстро затухающих после очередного сочетания.

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
2 VI 1969

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. С. Бериташвили, Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение, Тбилиси, 1968. <sup>2</sup> М. Б. Гольдберг, В кн. Исследования нейрорадиоэмбриологического эффекта, «Наука», 1966, стр. 51. <sup>3</sup> Ф. З. Меерсон, Р. И. Кругликов, Журн. высш. нерв. деят., 16, 274 (1966). <sup>4</sup> И. А. Пионтковский, Функция и структура мозга животного, облученного ионизирующей радиацией в антенатальном периоде, «Наука», 1964. <sup>5</sup> M. Berry, B. G. Clendinnen, J. T. Ears, EEG and Clin. Neurophysiol., 15, 4, 94 (1963). <sup>6</sup> R. J. Douglas, A. C. Raphaelson, J. Comp. Physiol. Psychol., 62, 320 (1966). <sup>7</sup> L. W. Gellerman, J. Gen. Psychol., 42, 207 (1933). <sup>8</sup> K. S. Montgomery, J. Exp. Psychol., 42, 82 (1964). <sup>9</sup> W. W. Roberts, W. N. Dember, M. Brodwick, J. Comp. Physiol. Psychol., 55, 659 (1962)