

Г. А. ОБРАЗЦОВА, В. Н. ДОБРОВОЛЬСКАЯ, В. К. ФЕДОРОВ, А. Е. БОГДАНОВА
**О СООТНОШЕНИИ ОБУЧЕНИЯ И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПАМЯТИ
В ОНТОГЕНЕЗЕ У КРЫС**

(Представлено академиком В. Н. Черниговским 1 III 1971)

Оживление интереса к проблеме механизма памяти за последние годы и перенесение внимания исследователей с преимущественно психологического аспекта в область экспериментальную, активное включение в ее решение физиологов, биохимиков, морфологов связано с прогрессом цитологии, биохимии, молекулярной генетики, биофизики и, особенно, с ювелирными микродиссекционными работами основателя цитофизиологии нейрона — Хидена и его сотрудников (1). Одним из важных итогов многочисленных исследований, выполненных на взрослых животных, является доказательство того, что процесс реализации памяти в мозгу имеет определенные стадии или фазы, а не завершается с окончанием процесса обучения.

Онтогенетический метод исследования позволяет вскрывать функциональные особенности деятельности мозга с момента их становления, когда отношения являются более простыми и доступными для анализа, чем у взрослых животных. Учитывая, кроме того, что литература о возрастных особенностях памяти у животных немногочисленна и противоречива, мы сделали попытку изучить особенности соотношения скорости образования и степени сохранения оборонительного условного рефлекса активного избегания в постнатальном онтогенезе у крысы.

Методика. Была использована методика избегания в модификации В. К. Федорова. На одну половину пола клетки подается условный световой раздражитель и через 6 сек. включается электрический ток (0,8—1,9 ма). Крыса перебегает во вторую безопасную половину или до подачи тока (условный рефлекс активного избегания), или после его включения (условный рефлекс на включение тока). Обучение производится в течение 5 опытов по 20 световых сигналов в опыте. Пауза между сигналами 30 сек. Через два месяца после обучения крысы берутся для повторного исследования по той же программе. Учитываются следующие показатели: 1) число условнорефлекторных реакций избегания; 2) латентный период условного рефлекса и 3) латентный период реакции на включение тока. Программа опыта и регистрация реакций животного полностью автоматизированы. Использовались крысы линии Вистар обоего пола поровну, взятые из питомника Института физиологии им. И. П. Павлова. Было изучено 5 возрастных групп: 1-, 2,5-, 4-, 6- и 12-месячные. Каждая группа состояла из 18—27 животных, всего исследовано 117 крыс.

Результаты опытов. Исходя из литературных данных (2) о том, что воспроизведение выработанного навыка при «полном» и «неполном» обучении имеет разный механизм, и собственных предварительных данных о том, что при известной степени тренировки почти не наблюдается изменений рефлексов даже после длительного перерыва (6—8 мес.), в настоящей работе было использовано так называемое «неполное» обучение.

Полученные данные показали (рис. 1), что выработка условного рефлекса активного избегания происходит наиболее быстро у месячных крысят: количество условных ответов за период обучения у них достигает 29,5%. Далее с возрастом число условных рефлексов несколько снижается

(у 2,5-месячных 26,3%, у 4- и 6-месячных 21,4 и 25,5%), достигая минимальной величины у 12-месячных животных (12,8%). Различия между 1- и 2,5-месячными крысами по сравнению с годовалыми достоверные ($P < 0,01-0,001$). Изменение числа условных рефлексов с возрастом хорошо аппроксимируется линейной функцией ($Y = 6,03 - 0,28x$), т. е. при увеличении возраста крыс на 4 мес. число условных ответов снижается на единицу.

Динамика изменений числа условных рефлексов активного избегания от опыта к опыту и от сочетания к сочетанию, определяемая коэффициентом линейной регрессии, пока-

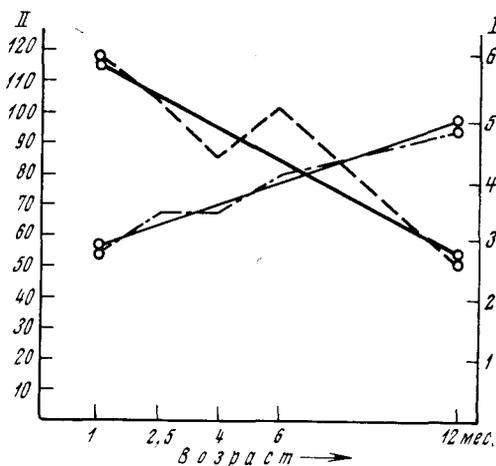


Рис. 1. I — среднее число условных рефлексов избегания за один опыт; II — уровень сохранения выработанного рефлекса в процентах (отношение числа рефлексов избегания в первом опыте после 2-месячного перерыва к числу их в последнем опыте до перерыва). Кривая обучения — прерывистая линия, запоминания — точечная линия. Сплошные линии — регрессии обучения (жирная) и запоминания (тонкая)

зывает, что наименьшее приращение наблюдается у 12-месячных крыс — на одну правильную побегку за опыт, в то время как у более молодых животных это приращение достигает двух условных рефлексов за опыт. Различия и по этим показателям образования условного рефлекса достоверные. Заслуживает внимания то, что нарастание числа условных ответов от опыта к опыту более чем в 20 раз превышает таковое от сочетания к сочетанию, что указывает на более существенную сумму следовых эффектов при больших временных интервалах.

Величины латентного периода условного рефлекса активного избегания, практически одинаковые во всех возрастных группах, составляют в среднем 3,1—3,3 сек., а величина латентного периода на включение электрического тока 1,5—2,2 сек.

В ряду последующих опытов латентный период условного рефлекса снижается у всех животных на 0,12—0,21 сек. и лишь у самых молодых — месячных крыс он увеличивается на $0,08 \pm 0,01$ сек., что указывает на более адекватную реакцию этих животных. Латентный период рефлекса на включение электрического тока по мере обучения во всех случаях снижается.

При повторном обучении через два месяца у всех животных, независимо от возраста, наблюдалось увеличение числа условных рефлексов избегания, составляя 31—41%. Величины латентных периодов условного рефлекса избегания снизились недостоверно на 2,4—3,2 сек., в то время как латентные периоды рефлекса на включение тока по сравнению с первичным обучением снизились достоверно (0,7—1,6 сек.).

Для оценки степени сохранения условного рефлекса активного избегания было подсчитано отношение числа условных ответов в первом опыте вторичного обучения к последнему опыту первичного обучения в процентах. При таком подсчете оказалось, что наименьшая степень фиксации условной связи была у одномесячных животных (52,2%). С возрастом процент сохранения условного рефлекса избегания прогрессивно увеличивался (рис. 1), достигая у годовалых крыс 96,6%. Увеличение степени сохранения числа условных ответов выражается линейной функцией $Y = 53,15 + 1,79x$.

Сопоставляя скорость образования условного рефлекса активного избегания и степень его сохранения через два месяца, мы видим, что между этими показателями наблюдается достоверная обратная корреляция ($r = -0,86$, $P < 0,05$): чем быстрее образуется оборонительный рефлекс, тем в меньшей степени он сохраняется у животных после длительного перерыва.

Таким образом, период оптимального обучения у крыс до годовалого возраста не совпадает с периодом наилучшего сохранения или запоминания выработанного навыка: при выработке рефлекса избегания лучшим были 1- и 2,5-месячные крысы, а при проверке сохранения его животные этих групп были самыми худшими.

Если для большинства процессов созревания в центральной нервной системе характерен экспоненциальный характер изменений: количество синаптических структур в коре (³), содержание холинэстеразы в сером веществе мозга (⁴), рост мозга и его частей, скорость образования условного рефлекса и др., то возрастные изменения долгосрочной памяти у крыс, характеризующиеся прогрессивным повышением уровня воспроизведения почти до периода инволюции, могут быть сопоставлены с таким же прогрессивным ростом миелинизации (⁵) и нарастанием в течение длительного периода индивидуального развития содержания фосфолипидов в головном мозгу (⁶⁻⁸).

Предположения, которые могут быть высказаны на основании наших и литературных данных о том, что в основе плохой памяти в определенный период онтогенеза лежит: а) бóльшая выраженность индукционных отношений в раннем возрасте, б) бóльшая подверженность неокрепших связей интерферирующим влиянием, в) недостаточная миелинизация серого вещества коры больших полушарий и др., — требуют дальнейшего экспериментального изучения.

Институт физиологии им. И. П. Павлова
Академии наук СССР
Ленинград

Поступило
23 II 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ X. Хиден, В кн.: Структура и функция клетки, Л., 1964, стр. 116. ² J. A. Deutsch, A. H. Lutzky, Nature, 213, 742 (1967). ³ G. A. Aghajanian, F. E. Bloom, Brain Res., 6, 716 (1967). ⁴ Н. С. Еремеев, Сборн. Развитие головного мозга животных, Л., 1969, стр. 151. ⁵ Н. И. Дмитриева, Сборн. Развитие головного мозга животных, Л., 1969, стр. 145. ⁶ Е. М. Крепс, Фосфолипиды клеточных мембран нервной системы в развитии животного мира, Л., 1967. ⁷ J. Eichberg, G. Hauser, M. Karnovsky, In: Structure and Function of Nervous Tissue, 3, 1969, p. 185. ⁸ A. N. Davison, Scient. Basis of Med. Ann. Rev., 1969, p. 220.