

Е. А. ВЛАДИМИРОВА

**НОВАЯ КАМЕРА ДЛЯ ФИКСАЦИИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС В СОСТОЯНИИ
УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОГО ТОРМОЖЕНИЯ И ВОЗБУЖДЕНИЯ**

(Представлено академиком К. А. Быковым 20 IV 1953)

На основании исследований содержания преобразованного аммиака и глютамина в больших полушариях мозга крыс нами было высказано предположение о развитии на фоне возбуждения центральной нервной системы состояния охранительного торможения. Полученные результаты побудили нас произвести с целью дальнейшего экспериментального анализа исследование содержания преобразованного аммиака у тех же видов животных в состоянии условнорефлекторного торможения центральной нервной системы. Для этого прежде всего необходимо было иметь способ выработки у крыс условных рефлексов тормозного характера и возможность наибо́льшим образом фиксировать химический состав мозга в любой момент без особого вмешательства со стороны экспериментатора. С этой целью мы сконструировали камеру, представляющую свободно снимающийся цилиндр из плексигласса, дном которого служит сквозная электродная площадка из узких плоских медных пластинок. Площадка вставляется в отверстие в центре подставки, укрепленной на треножнике. Цилиндр закрывается крышкой с отверстиями для вентиляции. В боковой стенке цилиндра вырезано отверстие, через которое при поднятой заслонке крыса может проникнуть в коридор и выпрыгнуть из камеры. Коридор вместе с заслонкой укреплены на двух стерженьках на подставке рядом с электродной площадкой. Под площадку вдвигается широкий медный сосуд с двойными стенками, пространство между которыми заполнено асбестом. Такой сосуд, покрытый теплоизолирующей пластинкой, хорошо предохраняет жидкий кислород от испарения.

Техника выработки условных двигательных оборонительных рефлексов состояла в следующем. В качестве безусловного раздражителя в наших опытах был электрический ток напряжением 15—20 в, подаваемый на электродную площадку от городской сети через трансформатор и ползунковый реостат, в качестве условного раздражителя мы использовали всю сложную обстановку ярко освещенной камеры с закрытым выходом. Крысу помещали в камеру, затем через 3—5 сек. начинали раздражать током (один удар в 3—5 сек.). Оказалось, что при раздражении током в замкнутом пространстве животное после некоторого бега по камере становится на полусогнутые задние лапы с прижатыми передними лапками, оставаясь в такой позе длительное время. При опускании на электродную площадку передних лапок дается одиночное раздражение током, и животное снова как бы застывает в своеобразной позе, дающей возможность наименьшего соприкосновения с электродной площадкой.

Через 2—3 мин. животное вынимается из камеры и затем, после 20—30-минутного перерыва, опыт повторяют. Условный рефлекс обычно вырабатывается после 5—7 сочетаний. Условнорефлекторная реакция выражалась в следующем: животное будучи только помещено в камеру уже без подкрепления током становится на полусогнутые задние лапки.

Скрытый период колебался от 1 до 5 сек. Некоторые крысы при длительном стоянии наклоняются вперед, но передними лапками электродной площадки все же не касаются. У большинства крыс на второй минуте пребывания в неподвижной позе наблюдается заметное урежение и углубление дыхания, некоторые чистят мордочку и трут за ушами, не меняя позы. При длительном стоянии появляется сонливость в той или иной степени. В качестве иллюстрации приводим фотоснимки поведения животного в данной камере во время опыта (см. рис. 1 и 2).

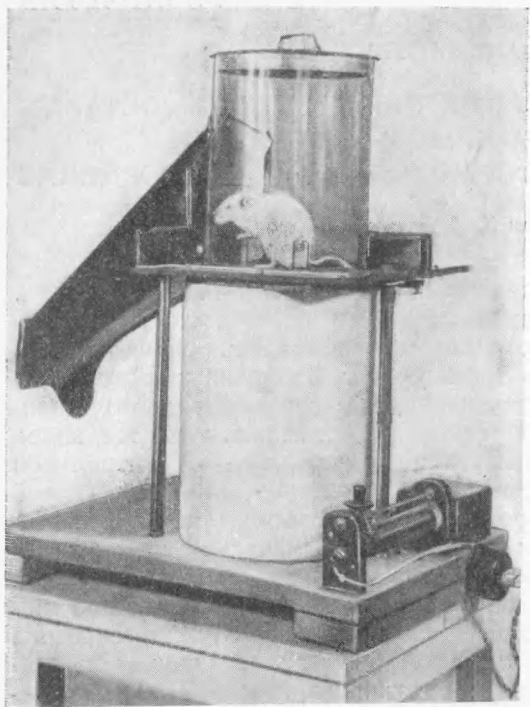


Рис. 1. Крыса в состоянии условнорефлекторного торможения центральной нервной системы в неподвижной полустоячей позе — дремлет

Электродная площадка. Техника дальнейшей обработки мозговой ткани описана нами в прежних работах. Данная камера может с успехом служить и для выработки у крыс условных активнооборонительных рефлексов с характером возбуждения. Животное в состоянии сильнейшего условнорефлекторного возбуждения центральной нервной системы, пытается проникнуть в коридор, яростно грызет края заслонки, упираясь лапками и переворачиваясь даже на спину.

Электродная камера последней модификации выгодна тем, что дает возможность фиксировать химический состав мозга животных в любой момент не только состояния возбуждения, но и торможения центральной нервной системы; она позволяет наиболее точно измерять период воздействия как безусловных, так и условных раздражителей; наконец, с помощью данной камеры можно исследовать влияние условнорефлекторного изменения функционального состояния центральной нервной системы на обмен веществ в внутренних органах. Работая данным методом, мы провели ряд опытов с воздействием как безусловных, так и условных раздражителей, вызывающих состояние возбуждения или торможения центральной нервной системы соответственно условиям опытов. Количество аммиака в больших полушариях головного мозга определяли методом вакуумной дистилляции с последующей фотометрией.

Полученный фактический материал в основном подтвердил высказанное нами ранее предположение о возникновении на фоне возбужде-

Чтобы зафиксировать химический состав мозга в определенный момент условнорефлекторного торможения центральной нервной системы, включают соленоиды и электродная площадка вместе с животным падает в жидкий кислород. Расстояние от подставки до поверхности жидкого кислорода в сосуде 10—15 см. Падение электродной площадки настолько быстрое (в пределах одной секунды), что животное попадает в кислород в той же позе. При таком способе замораживания все биохимические процессы в головном мозгу останавливаются на стадии, имевшей место при жизни животного к моменту падения электрод-

ния центральной нервной системы состояния охранительного торможения, способствующего восстановлению нормального уровня обмена веществ мозговой ткани. Как и прежде, мы наблюдали значительное увеличение количества аммиака в больших полушариях мозга крыс в первые 15 секунд состояния возбуждения и уменьшение последнего почти до нормы к 10 минутам раздражения. В опытах с условнорефлекторным торможением центральной нервной системы в течение 120 секунд количество аммиака в мозгу уменьшилось, в среднем до 0,29 мг%, т. е. на 19% ниже нормы.

Согласно указанию И. П. Павлова внутреннее торможение и сон в своей физико-химической основе представляют один и тот же процесс. Нас заинтересовал вопрос о содержании преобразованного аммиака в мозгу в состоянии естественного сна. Спящих крыс, по виду напоминающих состояние глубокого наркоза, мы погружали в жидкий кислород непосредственно в животнике в 5 час. утра. Количество аммиака оказалось равным в среднем 0,18 мг%, т. е. на 50% меньше количества аммиака мозга нормальных контрольных крыс, находящихся в состоянии относительного покоя животного. Таким образом, полученный материал свидетельствует о резком снижении образования аммиака и, очевидно, интенсивности белкового обмена в головном мозгу в состоянии разлитого торможения в коре мозга. Это дает нам право считать факт постепенного снижения уровня аммиака в больших полушариях головного мозга в случаях длительного раздражения током рецепторов кожи конечностей действительно результатом развивающегося охранительного торможения. Естественным продолжением последних опытов явилось исследование содержания аммиака в мозгу искусственно разбудженных крыс, т. е. в состоянии обычного возбуждения центральной нервной системы. Для этого спящих в клетке крыс также рано утром мы тормозили в продолжение 60 сек. до полного их пробуждения. Количество аммиака в больших полушариях мозга искусственно разбудженных крыс достигло в среднем 0,59 мг%, т. е. увеличилось на 64% в сравнении с нормой и на 228% превысило исходное количество аммиака, имевшее место в период сна.

Приводим данные о средних количествах преобразованного аммиака в больших полушариях мозга крыс при различном функциональном состоянии центральной нервной системы (см. табл. 1).

Сопоставление данных, представленных в табл. 1, показывает, что найденные нами различия в содержании аммиака при сравниваемых функциональных состояниях центральной нервной системы, заметно вы-

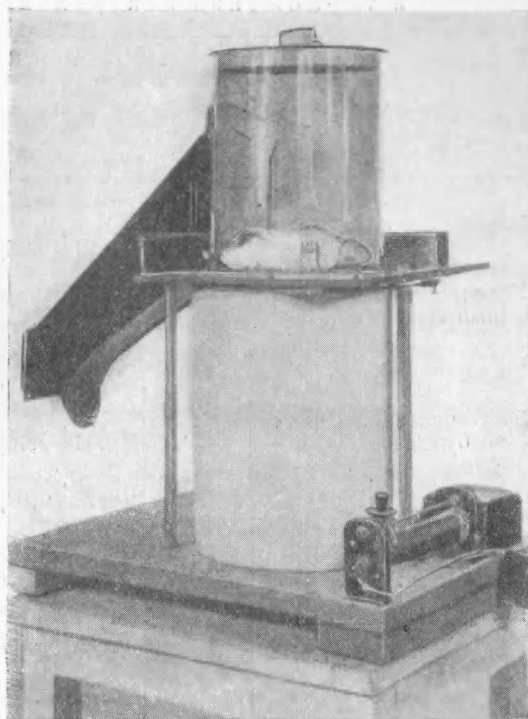


Рис. 2. Крыса в состоянии сильнейшего условнорефлекторного возбуждения центральной нервной системы рвется из камеры в коридор, грызет края заслонки, упираясь передними лапками и перевернувшись на спину

ражены и статистически достоверны. Обращает на себя внимание тот факт, что чем глубже состояние торможения центральной нервной системы, тем ниже уровень аммиака в больших полушариях головного мозга.

Таблица 1

Содержание аммиака (азот аммиака в мг на 100 г сырой ткани) в больших полушариях мозга в состоянии возбуждения и торможения центральной нервной системы*

Условия опыта	Продолжительность раздражения в сек.	M	Прирост в % к норме	n	m	Статистическая достоверность
Норма	0	0,36 (0,21—0,42)	—	28	±0,0106	—
Условнорефлекторное возбуждение	15	0,62 (0,51—0,84)	72,2	20	±0,0240	Достоверно
То же	60	0,56 (0,39—0,94)	55,5	17	±0,0322	„
Безусловнорефлекторное возбуждение	15	0,60 (0,41—0,76)	66,7	21	±0,0235	„
То же	600	0,38 (0,22—0,62)	5,6	17	±0,0303	Нет
Условнорефлекторное торможение	120	0,29 (0,14—0,43)	—19,4	39	±0,0131	Достоверно
Глубокий сон без наркотика	5—8 час.	0,18 (0,09—0,28)	—50,0	40	±0,0079	„
Искусственно разбужены	60	0,59 (0,44—0,72)	64,0	7	±0,0427	„

* Цифровой материал был обработан методом вариационной статистики. Результаты проверки достоверности изменений представлены в табл. 1, где через *M* обозначена среднеарифметическая величина азота аммиака в мг на 100 г свежей ткани, в скобках значение крайних величин, *n* — число опытов, *m* — средняя ошибка средней арифметической, рассчитанная по формуле

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

Достоверность различия между двумя независимыми выборочными средними проверялась по формуле

$$\frac{[M_1 - M_2]^2}{m_1^2 + m_2^2} > 9 + \frac{36(n-3)}{(n-4)^2}$$

Можно допустить, что в отдельных зонах коры мозга, в отдельных анализаторах, в состоянии реально возможного покоя количество аммиака ничтожно мало и, повидимому, не превышает концентрацию его в окружающей крови.

Высокое содержание преобразованного аммиака в мозгу, есть выражение усиления белкового обмена, обмена наиболее характеризующего свойства живого вещества и, как мы уже неоднократно убеждались, неразрывно связано с усилением функциональной активности центральной нервной системы

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

Поступило
4 I 1953