

А. Г. АНИКИН

К ВОПРОСУ О ТЕРМИКЕ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЖИВОТНЫХ

(Представлено академиком Е. Н. Павловским 21 VII 1953)

Одной из основных задач современной биофизики является разработка новых методов исследования биофизических процессов, протекающих в целостных живых организмах и, в первую очередь, в коре головного мозга высших животных и человека (1-3).

Говоря о необходимости исследования нервных явлений, И. П. Павлов писал: «... эти явления, их механизм, все более приближаясь к концу задачи, будут раскрывать химия и, наконец, физика».

Существующие биофизические методы исследования функционального состояния коры головного мозга высших животных сводятся, главным образом, к трем методам: хронаксиметрия, измерение электросопротивления и электроэнцефалография. Существенным недостатком первых двух методов является то, что в них через кору мозга пропускается электрический ток, что вносит дополнительные изменения в состояние коры. Кроме того, оба метода недостаточно разработаны для локального исследования функционального состояния различных центров коры при раздражении соответствующих рецепторов. Помимо этого, метод хронаксии в последнее время подвергся существенной критике (Насонов).

При электроэнцефалографии нет активного вмешательства метода в функциональное состояние коры и есть возможность локальной регистрации изменений функциональных состояний различных центров коры при раздражении соответствующих рецепторов. Однако механизм электроэнцефалографии до сих пор мало исследован и поэтому невозможно данные, полученные с помощью электроэнцефалографии, непосредственно связать, например, с биохимическими данными. Все это приводит к необходимости, наряду с применением известных, разработки новых биофизических методов исследования коры головного мозга.

Одним из таких методов может, повидимому, явиться описываемый хронический метод исследования функциональной термики коры головного мозга животных. Идея метода состоит в следующем. По Павлову, возбуждение и торможение являются фазами одного и того же физико-химического процесса, протекающего в коре головного мозга. Все биохимические и физико-химические процессы обычно сопровождаются выделением или поглощением тепла, что должно приводить к нагреванию или охлаждению соответствующих участков коры во время их возбуждения или торможения. Таким образом, измеряя температуру различных центров коры при раздражении соответствующих периферических рецепторов, вероятно, можно будет проводить параллели между изменением температуры в различных центрах коры, изменением их функционального состояния и протекающими в них физико-химическими и биохимическими процессами.

Литература по термике коры головного мозга очень бедна. Пожалуй, более серьезно этот вопрос поставлен в работе Сэроты и Джерарда (4), однако выводы их являются результатом острых опытов, когда в кору мозга вкалывалась инъекционная игла и температура измерялась у острия иглы, т. е. фактически измерялась температура поврежденных

клеток. Кроме того, у них отсутствуют контрольные термограммы, снятые в темноте, без которых не очень убедительны и опыты изменения температуры при освещении глаз. В отличие от этого описываемый метод строился по возможности так, чтобы удовлетворять требованиям И. П. Павлова о хроническом эксперименте. Методически наиболее трудным оказался вопрос о способе вживления термопар в кору мозга. Для хронических исследований лучшим оказался способ вживления термопар поверх твердой мозговой оболочки коры после предварительного местного удаления кожи и части черепа.

Металлическая термопара из тонких проволочек вклеивалась в плексиглазовую пробку с резьбой, которая ввинчивалась в череп животного. Горячий спай термопары непосредственно касался твердой мозговой оболочки коры в области зрительного центра; холодный спай термопары находился снаружи. В качестве объектов исследования были взяты кролики, самцы породы шиншилла, весом 2,5—3 кг.

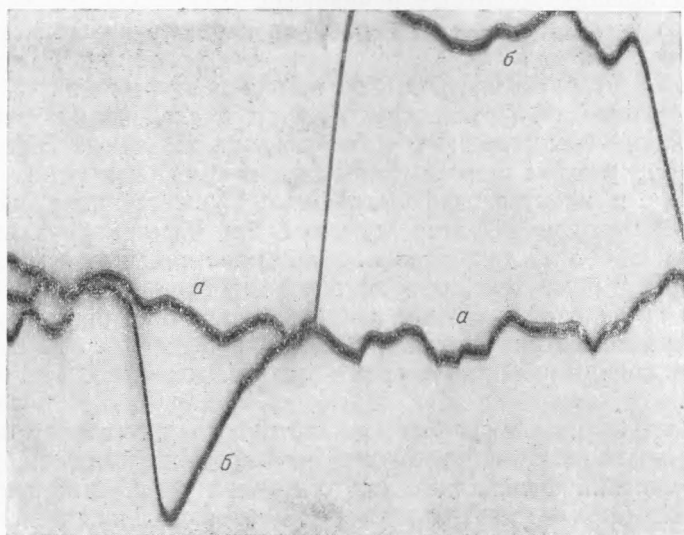


Рис. 1

Регистрация термотока велась с помощью зеркальных гальванометров с внутренним сопротивлением 52—65 Ω и чувствительностью $1,5 \cdot 10^{-9}$ и $1 \cdot 10^{-8}$ а/мм. Расстояние от гальванометров до шкалы было 1,5 м. Движение световых зайчиков гальванометров автоматически записывалось с помощью пирометра Курнакова на фотобумаге размером 24×30 см. В большинстве случаев барабан пирометра вращался со скоростью 1 оборота за 20 мин.; при диаметре барабана 30 см это давало скорость передвижения бумаги 1 мм за 4 сек. Величина ординаты на термограмме определялась чувствительностью гальванометра, фокусным расстоянием и чувствительностью термопар; в большинстве опытов модуль ординаты составлял 2 мм на $0,01^\circ$.

Кролик привязывался за 4 ноги на доски и помещался в кабине, имеющей свето-, тепло- и звуко-изолирующие стены. После помещения кролика в кабину и подключения термопар к гальванометрам кабина закрывалась и кролик выдерживался 30—50 мин. в темноте и тишине до тех пор, пока колебания зайчиков не превышали 1—1,5 см за 5—7 мин. После этого включался мотор пирометра и начиналась запись контроля, а затем и раздражений.

На трех снимках приведены термограммы, записанные на двух кроликах. Эти термограммы в той или иной мере повторяют 34 термограммы, записанные на пяти животных, подвергнутых исследованию.

На рис. 1 приведена одна из, пожалуй, наиболее интересных термограмм. Запись велась с термопарой, вживленной в левый зрительный центр коры головного мозга кролика (№ 8) при освещении правого глаза; на первом обороте пирометра в течение 20 мин. записывалась контрольная кривая, которая отражает изменение температур твердой оболочки коры в области зрительного центра в покое (рис. 1, *a*).

На втором обороте пирометра в следующие 20 мин. записывалась термограмма с освещением правого глаза светом электрической лампочки 20 вт (полный накал) на расстоянии 15 см от глаз. Свет был включен на 4-й минуте записи в течение 30 сек. Из термограммы видно, что свет вызвал охлаждение (отклонение вниз), которое длилось все время освещения и около минуты после него и составило в общей сложности $0,34^{\circ}$ (рис. 1, *b*). Затем пошло нагревание, длившееся около 5 мин. и составив-

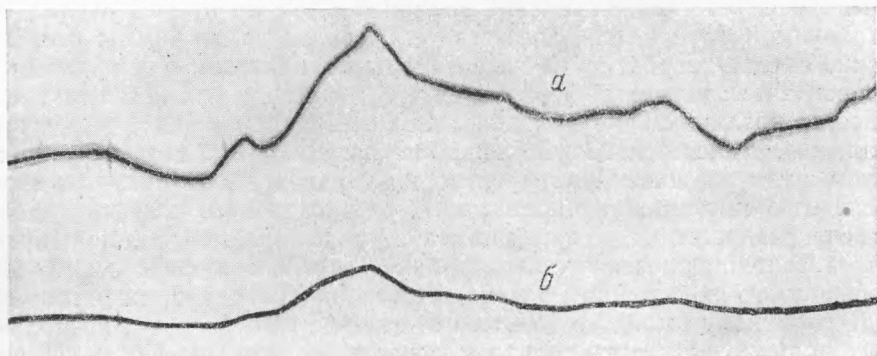


Рис. 2

шее в общем $0,86^{\circ}$, из которых $0,5^{\circ}$ приходится на абсолютную фазу нагревания. Затем в течение 7 мин. шло охлаждение до возвращения к исходной температуре.

На рис. 2 приведена термограмма, записанная на том же кролике. В данном случае запись велась одновременно двумя гальванометрами с левого (кривая *a*) и правого (кривая *b*) зрительных центров. На 6-й

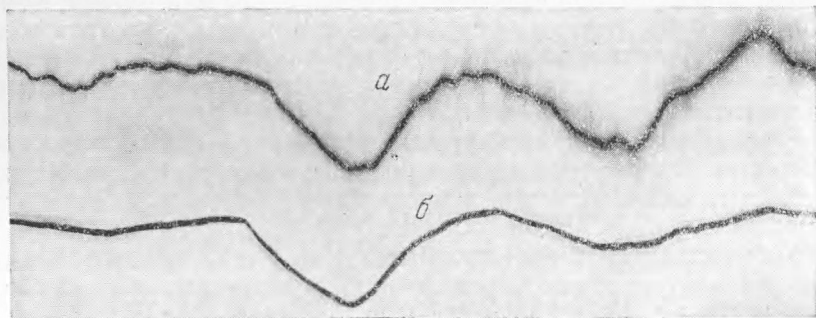


Рис. 3

минуте записи освещены оба глаза в течение 3 мин. и на 16-й минуте еще в течение 2 мин. На этот раз освещение давалось не электрическим, а дневным светом — открывалось окно кабины.

Из термограммы видно, что оба раза дневной свет вызвал нагревание твердой оболочки коры в области обоих зрительных центров. Первое освещение дало нагрев левого зрительного центра на $0,24^{\circ}$ и правого на $0,11^{\circ}$; второе освещение, соответственно, $0,06$ и $0,01^{\circ}$. Тот факт, что в первый раз нагрев был значительно больше, чем во вто-

рой, вероятно, связан с тем, что перед первым освещением кролик выдерживался в темноте 50 мин. и был адаптирован, а второе освещение давалось через 8 мин. после первого, т. е. без полной адаптации.

На рис. 3 приведена одна из термограмм (кролик № 4) с однофазным эффектом охлаждения. Регистрация велась, как и в предыдущем случае, одновременно двумя гальванометрами с двух зрительных центров. На 6-й минуте записи дан свет правому глазу — 3,5 мин. и на 11-й минуте снова свет правому глазу, еще около 3 мин. Кривая *a* соответствует левому зрительному центру, кривая *b* — правому. Свет давался с помощью электрической лампочки 20 вт (полный накал) на расстоянии 15 см от глаза. Оба раза свет вызвал охлаждение твердой мозговой оболочки коры в области обоих зрительных центров. Подобно термограмме рис. 2, первое освещение дало больший эффект, а второе меньший, вероятно, из-за неполной адаптации. Охлаждение составляет: в первом случае кривая *a* 0,19°, кривая *b* 0,15°; во втором случае, соответственно, 0,13 и 0,06°. Качественное различие термограммы рис. 2 и 3 можно связать, вероятно, как с различным характером раздражения, так и с различными типами нервной системы у различных животных и, наконец, с различным функциональным состоянием коры в момент раздражения. Качественное различие термограмм рис. 1 и 2, снятых на одном и том же животном, вероятно, подчеркивает основную роль именно последнего момента, т. е. различия функционального состояния коры в момент раздражения, что является частным случаем соответствующей общей закономерности, установленной Павловым и Введенским. Недооценка этого положения привела Сэрота и Джерарда, повидимому, к одностороннему выводу о том, что освещение глаз всегда и во всех случаях должно приводить только к повышению температуры зрительного центра коры (чему противоречит и часть их собственных опытов). Проведенные исследования должны быть продолжены и углублены. Сейчас можно сделать только некоторые предварительные замечания.

1) В условиях хронического эксперимента на целом, неповрежденном животном (кролик) показано, что при раздражении глаз светом отмечается заметное изменение температуры твердой оболочки коры в области зрительных центров, которое значительно превосходит колебания температуры в контроле (без освещения).

2) Описанный метод исследования коры головного мозга регистрирует медленные процессы, протекающие в течение 5—20 мин. Время, в течение которого наступает термическое успокоение зрительных центров после их раздражения, близко к времени темновой адаптации.

3) Термический метод вскрывает двухфазность процесса возбуждения зрительных центров коры.

4) Регистрируемые температурные изменения, повидимому, связаны с процессами ассимиляции и диссимиляции обменными биохимическими процессами и физиологическими процессами возбуждения в коре головного мозга.

5) Количественная и качественная стороны термограмм возбуждения зрительных центров коры определяются, повидимому, характером раздражения, типом нервной системы и функциональным состоянием коры в момент ее раздражения, что является частным случаем соответствующих закономерностей нервных процессов, открытых Павловым и Введенским.

В работе участвовали А. Л. Платонов и В. Н. Ефимов.

Институт биологической физики
Академии наук СССР

Поступило
7 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. П. Павлов, Полн. собр. труд., 2, 23, 1946. ² И. П. Павлов, Избр. тр. 1951. ³ И. П. Павлов, Полн. собр. труд., 2, 33, 1946. Н. М. ⁴ Serota, R. W. Jerard, J. of Neurophys., 1, 2, 115 (1938).