

Г. Д. СМІРНОВ и П. М. ВІНОГРАДОВ

СУММАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КАК ОДИН ИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

(Представлено академиком К. М. Быковым 12 V 1953)

Несмотря на значительные усовершенствования способов анализа кривых электрической активности коры головного мозга, все более очевидной становится недостаточность обычных методов регистрации электроэнцефалограммы для суждения о функциональном состоянии соответствующих отделов мозга. Для общепринятых в практике методов регистрации характерно стремление к максимальному уменьшению действия внешних раздражений. Из воздействий, позволяющих в известной мере судить о реактивных изменениях, получили распространение лишь такие тесты, как открывание и закрывание глаз, короткая гипервентиляция, снижение уровня сахара крови инсулином (1).

Таким образом, основная деятельность коры, связанная с ее участием в рефлекторных процессах — ее замыкательной функцией, и изменения этой деятельности под влиянием тех или иных причин до недавнего времени почти не изучалась по сопровождающим ее электрическим явлениям, если не считать специальных задач выяснения физиологической топографии коры мозга.

Причиной такого положения являлось, с одной стороны, распространенная концепция спонтанности электрических процессов в головном мозгу, ставившая в качестве задачи исследования изучение особых свойств клеток центральной нервной системы к автоматии, а с другой — сложность и непостоянство электрической реакции коры головного мозга на одиночные раздражения тех или иных чувствующих приборов. Поэтому, несмотря на то, что ответ соответствующих зон коры мозга был зарегистрирован и у человека при действии света, звука, раздражении чувствующих нервов конечностей, тепловом раздражении лабиринтов, — эти реакции не были использованы для изучения функционального состояния центральной нервной системы. Лишь обнаружение характерного действия ритмического светового раздражения (2, 3) позволило разработать методы исследования электрической реактивности коры головного мозга, пригодные для клинического применения (4-6). Метод, предложенный М. Н. Ливановым, основывался на сложной, но относительно постоянной зависимости, существующей между нарастанием силы мелькающего света и изменением электропродукции коры, определяемой путем планиметрического измерения соответствующих участков кривой. В настоящее время этот метод находит применение при исследовании патологических изменений в состоянии центральной нервной системы в клинике.

Изучая электрические реактивные явления в *area striata* при действии мелькающего света и их изменения при воздействии на метаболизм

нервной ткани, мы установили, что эти изменения касаются амплитуды колебаний, их формы, а также пределов частот мелькания, при которых обнаруживается синхронная реакция коры.

Для регистрации возникающих изменений в условиях относительно длительных опытов, связанных с фармакологическими воздействиями на центральную нервную систему, была разработана схема прибора для непрерывной записи суммарной электропродукции отводимой области

коры. Этот прибор автоматически осуществляет тот кропотливый процесс планиметрирования, который значительно осложняет метод определения «кривых электрической реактивности» по М. Н. Ливанову, и, как нам представляется, может найти применение с теми или иными модификациями не только для экспериментальных, но и для клинических целей.

Принцип прибора, названного нами электроинтегратором, состоит в том, что электрические колебания потенциала одновременно с их обычной регистрацией и визуальным наблюдением, проходя через соответствующие устройства, заряжают конденсатор. Степень заряда, соответствующая амплитуде и частоте колебаний, регистрируется при помощи шлейфа, включенного на выходе прибора. На рис. 1 приведены схемы выходного каскада усилителя, измененного в соответствии с требованиями

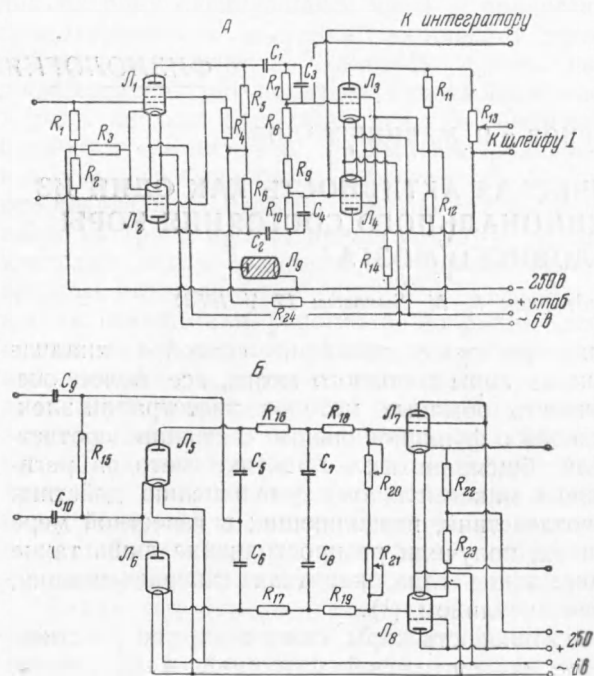


Рис. 1. Схема выходных каскадов усилителя (А) и электроинтегратора (Б). Сопротивления: R_1, R_2, R_7, R_{10} и R_{15} — по 1 МΩ; R_4, R_8 и R_9 — по 2 МΩ; R_3 — 3 МΩ; R_5 и R_6 — по 0,1 МΩ; R_{11}, R_{12}, R_{22} и R_{23} по 1000 Ω; R_{13} — 2000 Ω; R_{14} — 0,2 МΩ; R_{15}, R_{17}, R_{18} и R_{19} — по 25 МΩ; R_{20} и R_{21} — по 1500 Ω; R_{24} — 10 МΩ. Емкости: C_1, C_2, C_9 и C_{10} — по 4 мкф; C_3 и C_4 — по 300 мкф; C_5, C_6, C_7 и C_8 — по 1 мкф. Лампы: L_1 и L_2 — 6Ж7; L_3 и L_4 — 6Ф6; L_5 и L_6 — 6Х6; L_7 и L_8 — 6П3; L_9 — неоновый стабилизатор 150С 5-30

входа электроинтегратора, и схема основного прибора с выходом на шлейфный осциллограф. Входная цепь интегратора, состоящая из емкостей C_9 и C_{10} и сопротивления R_{15} , рассчитана на пропускание всех возможных частот, поступающих с выхода усилителя. Импульсы, поступающие на вход интегратора, проходя через лампы L_5 и L_6 , создают определенную степень заряда емкостей C_5 и C_6 , которая зависит от частоты и амплитуды импульсов. Таким образом, заряд этих конденсаторов пропорционален суммарной энергии импульсов. При прекращении импульсов или снижении их суммарной энергии заряд конденсаторов стекает через разрядное сопротивление.

Интегрирующая цепочка, состоящая из емкостей C_5, C_6, C_7, C_8 и сопротивлений $R_{16}, R_{17}, R_{18}, R_{19}, R_{20}$ и R_{21} , подбирается таким образом, чтобы ее постоянная времени была немного (в 1½—2 раза) больше, чем длительность самого медленного из регистрируемых колебаний.

Ток ламп L_7 и L_8 , в цепь которых включен шлейф осциллографа, пропорционален заряду конденсаторов C_5 и C_6 , т. е. суммарной энергии реги-

стрируемой кривой. Таким образом, записываемая шлейфом кривая является выражением изменений электрической активности в ее суммарной форме.

Недостатком электроинтегратора является задержка в подъеме кривой и ее спуске, зависящая от емкости конденсатора и от сопротивления, через который конденсатор разряжается. При тех соотношениях емкостей и сопротивлений, которые даны в приведенной схеме, этот недостаток проявляется при резких колебаниях электропродукции, задерживая, главным образом, опускание кривой.

Использование электроинтегратора позволяет значительно сократить скорость регистрации, что особенно важно при проведении опытов с различными фармакологическими воздействиями на центральную нервную систему.

Электроинтегратор использовался одним из нас при изучении влияния на кору головного мозга кроликов кураре и синтетических курареподобных препаратов*, инактивации холинэстеразы, наркотиков и стимуляторов нервной системы. Кроме того, испытывалось влияние таких факторов, как длительность воздействия мелькающим светом, электропродукция при различных частотах мелькания, влияние того или иного режима легочной вентиляции.

На рис. 2 приводится запись электрической активности коры зрительной области в ответ на мелькающий свет при постепенно усиливающемся действии курареподобного препарата «диплацин». Электрическая реакция коры не нарушается при кураризации, однако введение больших доз препарата вызывает своеобразное развитие пессимального состояния с выраженным «эффектом выключения», описанным впервые И. М. Сеченовым при раздражении чувствующего нерва лягушки.

Последующие введения диплацина ослабляют электропродукцию коры (снижение общего уровня электрической активности коры), резко ослабляют эффект выключения, снижают общий уровень реакции. Эти явления сходны с теми изменениями в реактивности коры, которые вызываются

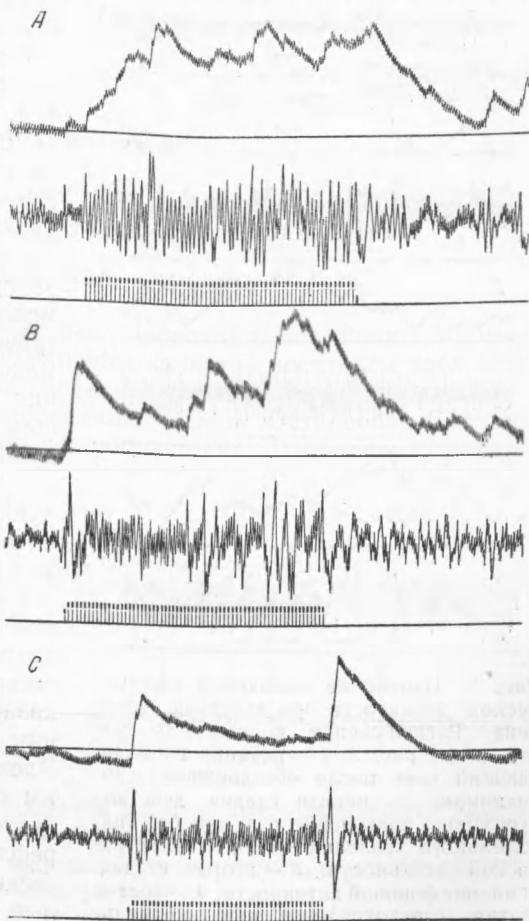


Рис. 2. Электрограмма зрительной зоны коры головного мозга кролика (средняя кривая) и суммарная кривая электрической активности (верхняя кривая) при мелькании света (нижняя кривая). А — при дозе диплацина, необходимой для обездвижения; В и С — после введения в 25 раз большей дозы диплацина

* Результаты этих опытов были изложены в журнале «Фармакология и токсикология» 15, 24 (1952) М. Д. Машковским и А. И. Брискиным, любезно представившим нам для испытания действия на нервную систему серию синтетических курареподобных препаратов.

эфиром, с тем отличием, что для действия последнего характерно медленное нарастание электропродукции при раздражении.

При действии стрихнина (внутривенное введение на фоне слабой кураризации) наблюдались следующие стадии: 1) резкое повышение реакции при неизменном уровне нормальной электропродукции; 2) повышение электропродукции с постепенным исчезновением реакции на раздражение; 3) появление парадоксального действия мелькающего света, вызывавшего падение электропродукции (см. рис. 3).

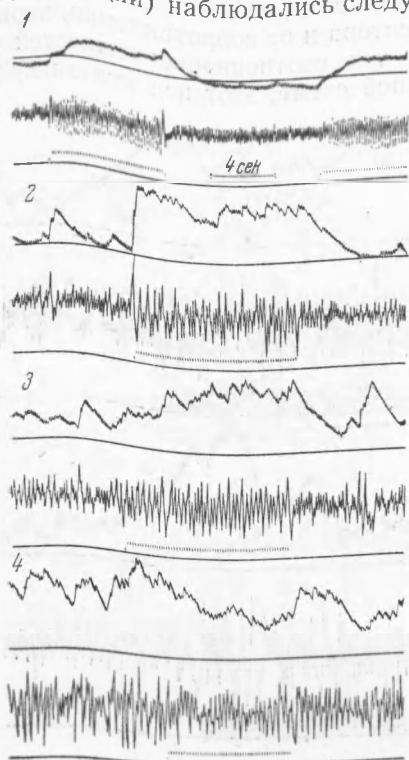


Рис. 3. Изменение суммарной электрической активности при действии стрихнина. Расположение кривых — то же, что и на рис. 2. 1 — реакция на мелькающий свет после обездвижения диплазином; 2 — первая стадия действия стрихнина: повышение реакции без значительного усиления фоновой электрической активности; 3 — вторая стадия: усиление фоновой активности; 4 — третья стадия: парадоксальное действие мелькающего света

тельность — в настоящее время еще не выяснено. В связи с этим и суждение о функциональном состоянии коры мозга по регистрации суммарной электрической активности в ответ на периферическое раздражение относится, главным образом, к афферентной части рефлекторной дуги. От этого, повидимому, зависит описанная нами медленная утомляемость реакции в ответ на длительное действие света.

Институт морфологии животных
им. А. Н. Северцова
Академии наук СССР

Поступило
8 V 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. А. Чугунов, Клиническая электроэнцефалография, 1950. ² E. D. Adriaan, B. N. S. Matthews, Brain, 57, 355 (1934). ³ М. Н. Ливанов, Журн. общ. биол., 5, 9 (1944). ⁴ М. Н. Ливанов, Изв. АН СССР, сер. биол., № 6, 331, 4338 (1944). ⁵ М. Н. Ливанов, Н. С. Преображенская, Пробл. физиол. оптики, 4, 96 (1947). ⁶ V. J. Walter, W. G. Walter, EEG Clin. Neurophysiol., 1, 57 (1949).