

Член-корреспондент АН СССР Л. Г. ВОРОНИН, В. Ф. КОНОВАЛОВ,  
И. С. СЕРИКОВ

## ОТРАЖЕНИЕ СЛЕДОВ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ В РИТМАХ Э. Э. Г. ДЕТЕЙ

Установление степени информативности биоэлектрических реакций головного мозга человека представляет один из актуальных вопросов теоретической и прикладной физиологии. Нас он интересует в связи с изучением закономерностей формирования, хранения и воспроизведения информации, запечатленной в памяти, о которой можно судить по следовым процессам, выраженным в электрографических реакциях. Прежде всего мы обратили внимание на изменчивость ритмов электрической активности больших полушарий при регистрации и репродукции воспринятых мозгом сведений, а также на роль при этом корковых зон.

В ранее опубликованных работах (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>) нами было показано, что наиболее информативными критериями образования и воспроизведения следовых эффектов у взрослых здоровых испытуемых является кожногальваническая реакция (к.г.р.) и электроэнцефалограмма (э.э.г.), выражаемая одновременными и однонаправленными изменениями альфа- и бета<sub>1</sub>-ритмов электрической активности левой и правой затылочной и левой роландической областей. В связи с проблемой онтогенеза следовых явлений у человека мы провели исследование этого вопроса у 88 детей, возраст которых в момент обследования был 8—9 лет.

Перед началом опыта каждому исследуемому предлагали из пяти двухзначных цифр выбрать и запомнить одну. Исходя из общего представления о памяти как о следовом явлении, мы полагаем, что таким образом у испытуемого должен был формироваться след от этой цифры. Затем испытуемый, согласно инструкции, на все вопросы экспериментатора отвечал «нет». Такая игроподобная ситуация, на наш взгляд, должна была создавать у испытуемого повышенное эмоциональное состояние, которое активировало следовой процесс. Анализ и интегрирование электрической активности проводены при помощи электроэнцефалографического комплекса «Медикор». При этом обращалось внимание на дельта-, тета-, альфа-, бета<sub>1</sub>-, бета<sub>2</sub>- и гамма-ритмы, записываемые с левой и правой затылочной, височной, сенсомоторной и лобной зон коры больших полушарий в ответ на предъявление словесных раздражителей. Каждое число воспринималось испытуемым от пяти до десяти раз, после чего ему говорили, что при определении машиной запомненной им цифры последует слабый укол в руку. В действительности никаких болевых раздражений не подавалось. После этой инструкции испытуемые воспринимали каждую цифру еще пять раз. Затем определялось путем подсчета напряжение электрической активности соответствующей частоты, возникающей в течение 5 сек. до, во время и после называния цифры. Эффекты на однозначные цифры суммировались и усреднялись. На основании этих данных строились гистограммы.

Результаты исследования показали, что э.э.г.-изменения у детей возникали главным образом в момент называния им цифр в случайном порядке, в ответ на которые они говорили «нет». Кроме того, наиболее выраженные э.э.г.-изменения чаще всего появлялись при восприятии испытуемыми значимых чисел (предварительно запомненных). Усиление выраженности изменений электрической активности в этих случаях, по-видимому, обуславливается интеграцией эффекта от непосредственного действия называемых цифр и следов от ранее запомненной цифры. При этом следы усиливались

эмоциональным фактором в виде стремления испытуемого скрыть то, что он запомнил.

Оказалось также, что эмоционально «окрашенные» следы возбуждений больше всего проявлялись в медленных ритмах э.э.г. — от дельта до альфа (рис. 1). В левом полушарии лобной зоны след от значимого стимула обнаруживался в тета-ритме в 50% случаев, в сенсомоторной — в тета- и в альфа-ритмах в 60% проб, в височной — и в дельта-, и в тета-ритмах в 50% проб и, наконец, в затылочной зоне наиболее информативным оказались дельта-

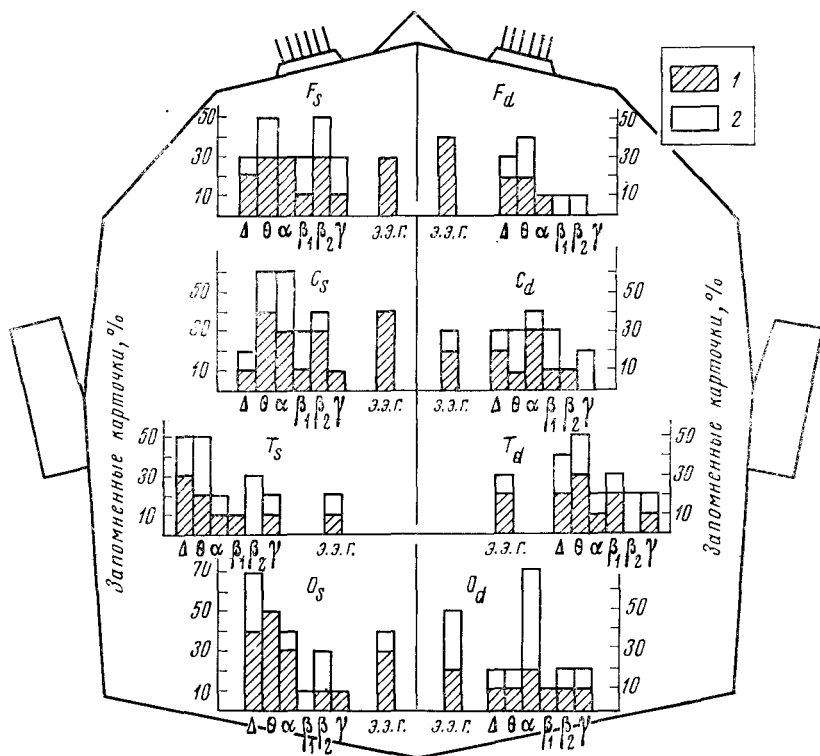


Рис. 1. Определение запомненной цифры у детей 8–9 лет по депрессиям (1) и по экзальтациям (2) Δ, θ, α, β<sub>1</sub>, β<sub>2</sub> и γ-ритмов и по суммарной э.э.г. в левой и правой лобной (*F<sub>s</sub>*, *F<sub>d</sub>*), сенсомоторной (*C<sub>s</sub>*, *C<sub>d</sub>*), височной (*T<sub>s</sub>*, *T<sub>d</sub>*) и затылочной (*O<sub>s</sub>*, *O<sub>d</sub>*) областях

и тета-ритмы. В них след возбуждения проявлялся соответственно в 70 и 50% случаев. Динамика изменений ритмов электрической активности в момент «оживления» следов эмоционального возбуждения, отмеченная в правом полушарии, хотя и была иногда похожей на таковую левого полушария (см., например, изменения ритмов э.э.г. правой височной области), но в большинстве случаев она существенно отличалась (рис. 1). Отличие это выражалось в том, что в правой зоне наиболее информативным оказался альфа-ритм. В нем след эмоционально «окрашенного» возбуждения воспроизводился в 70% проб. В правой лобной зоне наиболее значимыми оказались изменения тета-ритма. В то же время в левой лобной зоне след от значимого числа хорошо проявлялся не только в тета-ритме, но и в бета-высокой активности. Другой особенностью изменений ритмов э.э.г. в правом полушарии было то, что в них след возбуждения проявлялся в меньшем проценте случаев, чем в ритмах э.э.г. левого полушария (рис. 1). На рис. 1 также видно, что следы возбуждения отражаются в каком-либо конкретном ритме в большем проценте случаев, чем в суммарной э.э.г. Некоторое исключение составляет правая лобная зона, в которой след от запечатленной цифры в одинаковом проценте проб проявлялся как в э.э.г., так и в тета-активности.

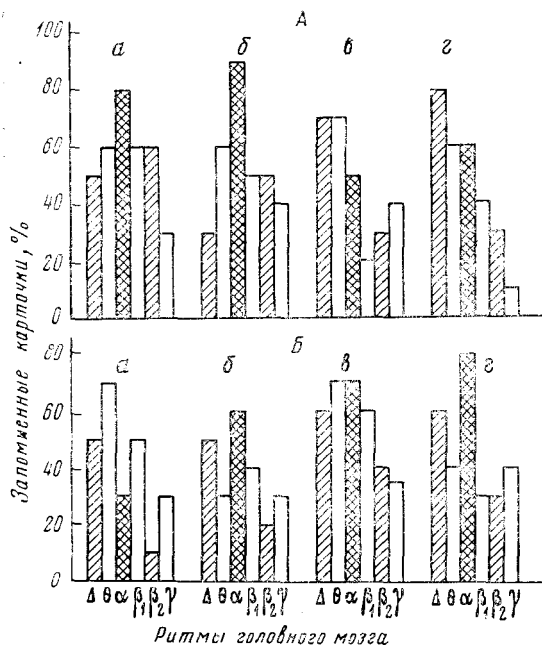


Рис. 2. Определение запомненной цифры у детей 8—9 лет по изменениям  $\Delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  и  $\gamma$ -ритмов в левой (А) и правой (Б) лобной (а), сенсомоторной (б), височной (в) и затылочной (г) областях при повышении степени эмоционального напряжения

в 40—60% проб. Следует также отметить, что эмоциональное напряжение усиливает изменения в основном в тех ритмах, в которых след проявился и до этого напряжения (рис. 2А). Некоторое исключение составляет лобная область. А именно, до усиления эмоционального напряжения в наибольшем проценте случаев след от значимого числа проявлялся у детей в тета-ритме. После же усиления этого напряжения основную значимость в выявлении запечатленной информации в этой зоне начинают приобретать изменения альфа-активности (рис. 2А). Аналогичная картина изменений ритмов при эмоциональном возбуждении наблюдалась и в правом полушарии (рис. 2Б).

Таким образом, в результате экспериментов можно сделать следующие заключения. 1. Следы эмоционально окрашенных второсигнальных стимулов отражаются как в блоках ритмической активности коры головного мозга, так и в ее экзальтациях, что, по-видимому, обусловлено функциональным состоянием испытуемого. 2. Проявление этого вида следовых эффектов нельзя отнести к какому-либо одному ритму э.э.г. или к какой-либо одной зоне коры больших полушарий. Запечатленная в мозге информация кодируется во всех корковых областях и во всех ритмах. Однако можно отметить, что наиболее важную роль в формировании и воспроизведении следов возбуждений, вызываемых второсигнальными эмоционально окрашенными стимулами, играют медленные ритмы э.э.г. (дельта, тета и альфа) левого полушария.

Институт биологической физики  
Академии наук СССР  
Пущино-на-Оке

Поступило  
21 I 1975

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Л. Г. Воронин, В. Ф. Коновалов, И. С. Сериков, ДАН, т. 195, № 5, 1237 (1970).  
<sup>2</sup> Л. Г. Воронин, В. Ф. Коновалов, Р. Я. Сенина, Журн. высш. нервн. деят., т. 23, № 1, 34 (1973)

Демонстрируя этот рисунок, следует также отметить, что реакции суммарной э.э.г. и ее ритмов в ответ на восприятие исследуемой цифры, которую он запомнил, почти во всех случаях изменялись двояким образом: или они депрессировались, или экзальтировались.

В результате применения инструкции (предупреждения), вызвавшей повышение у детей эмоционального напряжения, оказалось, что след от значимой цифры репродуцируется во всех зонах коры больших полушарий в большем проценте проб, чем это отмечалось раньше (рис. 2А). Так, например, на рисунке 2А показано, что в лобной, сенсомоторной, височной и затылочных зонах левого полушария след возбуждения воспроизводится в дельта-, тета- и альфа-ритмах уже в 60—80% случаев. В то же время до повышения у детей эмоционального напряжения след у них в этих же зонах и в этих же ритмах проявлялся только