

УДК 616—001.16—092

Е. Д. БУЛОЧНИК

АНАЛИЗ МЕЖЦЕНТРАЛЬНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ПРИ  
ПЕРВИЧНОМ ДЕЙСТВИИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ  
НА ОРГАНИЗМ

Работа посвящена изучению электрической активности различных отделов головного мозга. Сделан вывод, что общее действие тепла вызывает изменения межцентральных взаимоотношений между десинхронизирующими подкорковыми структурами, отражающиеся на характере электрической активности различных отделов головного мозга.

Существующее представление о синхронизирующем влиянии теплового воздействия на ЭЭГ некоторых отделов мозга основывается, главным образом, на результатах изучения эффектов локального нагревания центральных и периферических термочувствительных структур [1—3, 5, 9]. Однако эти данные не позволяют оценить характер изменений электрической активности различных нервных центров и лежащие в их основе нейрофизиологические механизмы при общем краткосрочном действии высокой температуры.

Задачей настоящей работы явилось изучение электрической активности различных отделов головного мозга, начиная с первых минут согревания и после прекращения термовоздействия. Для оценки функционального состояния неспецифических систем головного мозга использовали электроэнцефалографический порог реакции активации и вовлечения в коре больших полушарий, вызываемых электрическим раздражением ретикулярной формации (РФ) среднего мозга и медиальных ядер таламуса.

## Методика исследований

Проведено 30 опытов на 10 бодрствующих кроликах, которым за неделю до эксперимента стереотаксически по координатам атласов [13, 14] вживляли серебряные шариковые электроды сечением 0,5 мм в кору больших полушарий (сенсомоторная и зрительная области) и игольчатые электроды из нержавеющей стали с диаметром активного кончика 100 мкм в глубинные структуры (медиальная преоптическая область и задний отдел гипоталамуса, РФ среднего мозга, центральное медиальное ядро таламуса). В РФ среднего мозга, центральное медиальное ядро



ро таламуса вводили двоянные электроды с межэлектродным расстоянием 0,5 мм. После окончания опытов проводили морфологический контроль, подтверждавший локализацию кончиков электродов в исследуемых структурах.

Отведение производили монополярно, при этом индифферентный электрод располагали в кости над лобной пазухой. Биопотенциалы, электрокардиограмму и дыхание регистрировали на 8-канальном энцефалографе фирмы «Медикор». Электрическое раздражение РФ среднего мозга (длительность прямоугольного импульса 0,5 мс, частота 150—200 гц) и центрального медиального ядра таламуса (длительность прямоугольного импульса 0,1 мс, частота 8—10 гц) осуществляли через биполярные электроды от электростимулятора с радиочастотным выходом.

До начала опыта животных в течение недели приучали к экспериментальной обстановке. Тепловое воздействие вызывали помещением мягко фиксированного кролика в термокамеру, где автоматически поддерживали температуру воздуха 45°. Температуру тела контролировали электротермометром в прямой кишке на глубине 5 см. Физиологические показатели регистрировали непрерывно в течение 10-минутного пребывания животного в термокамере, после чего прекращали согревание и изучали сроки нормализации электрической активности.

### Результаты исследования

У бодрствующих кроликов, адаптированных к экспериментальной обстановке, биоэлектрическая активность различных отделов головного мозга характеризовалась полиморфностью с преобладанием волн дельта- и тета-диапазона, на которые иногда наслаивались одиночные всплески веретен. Согревание животного в термокамере вызывало через 1,5—3 минуты одновременное и значительное возрастание амплитуды и количества медленных потенциалов во всех отведениях ЭЭГ (рис. 1). Наряду с этим в ряде экспериментов увеличивались вольтаж и число вертенообразных всплесков с 1—3 до 8—10 в минуту, хотя чаще всего эта активность появлялась на ЭЭГ после термовоздействия, достигая максимальной выраженности в передних отделах коры больших полушарий. Заслуживает внимания, что начальные эффекты влияния высокой температуры на ЭЭГ различных нервных центров происходили на фоне еще постоянной температуры тела и обычно предшествовали сдвигам со стороны сердечных сокращений и дыхания, хотя иногда регистрировали синхронные изменения исследуемых показателей.

Обнаруженный характер реагирования коры и субкортикальных структур на температурное воздействие находится в определенной зависимости от исходной фоновой ритмики. Так, если на ЭЭГ текущая ритмика характеризовалась тенденцией к периодической десинхронизации



потенциалов, то первичное действие тепла приводило к резко выраженной синхронизированной активности. Обращает внимание, что некоторые животные оказались весьма устойчивыми к влиянию высокой температуры, что проявлялось в слабой выраженности или даже полном отсутствии соответствующего электрофизиологического эффекта. Однако и в этих случаях многократное краткосрочное согревание приводило к генерализованному появлению на ЭЭГ высокоамплитудных медленноволновых колебаний. При этом в процессе многократного повторения теплового эпизода при интервалах между отдельными пробами в 30 минут обнаружен весьма интересный эффект, заключающийся в том,

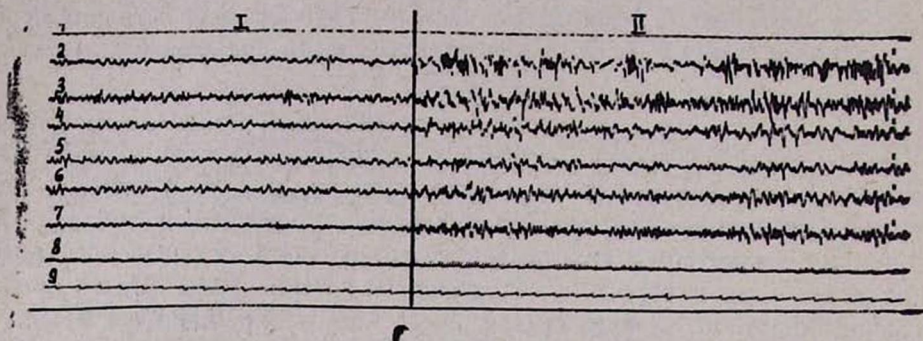


Рис. 1. Изменение ЭЭГ различных отделов головного мозга при общем действии высокой температуры. I—фон,  $t=39^\circ$ , II—через 2 мин после начала согревания,  $t=39^\circ$ . Сверху вниз: 1—отметка времени 1 сек; 2—сенсомоторная кора; 3—зрительная кора; 4—центральное медиальное ядро таламуса; 5—ретикулярная формация; 6—медиальная преоптическая область; 7—задний гипоталамус; 8—кардиограмма; 9—дыхание. Здесь и на рис. 2 и 3 калибровка усиления 100 мкв.

что через три-пять применений температурного раздражения каждое последующее термовоздействие может приводить к сокращению в среднем на 15—25 сек латентного периода возникновения ЭЭГ-реакции. В этой связи возможно предположение, что последовательное умеренное согревание повышает чувствительность нервной системы к влиянию высокой температуры.

При удлинении времени термовоздействия до 10 минут возникающий в первые минуты электрографический эффект в дальнейшем удерживается с небольшими колебаниями на этом уровне, хотя иногда может прогрессивно усиливаться или ослабевать к концу тепловой экспозиции. При этом пребывание в термокамере животного в течение указанного срока вначале не только не сопровождается повышением температуры тела, но может приводить к падению ректальной температуры в среднем на  $0,2-0,4^\circ$ . После прекращения согревания в течение нескольких минут нормализуется электрическая активность различных отделов головного мозга, а затем уже восстанавливается температура тела.



Одновременное возникновение и широкое распространение медленных высокочастотных колебаний при действии тепла позволяет предположить участие в этом биоэлектрическом процессе неспецифических систем мозга, способных оказывать генерализованное влияние на ЭЭГ. Проведенные в этом плане исследования показали, что при кратковременном тепловом воздействии порог реакции десинхронизации ЭЭГ сенсомоторной коры при высокочастотной стимуляции РФ в большинстве опытов соответствовал исходным значениям, однако резко изменялись характер и степень выраженности реакции десинхронизации (рис. 2).

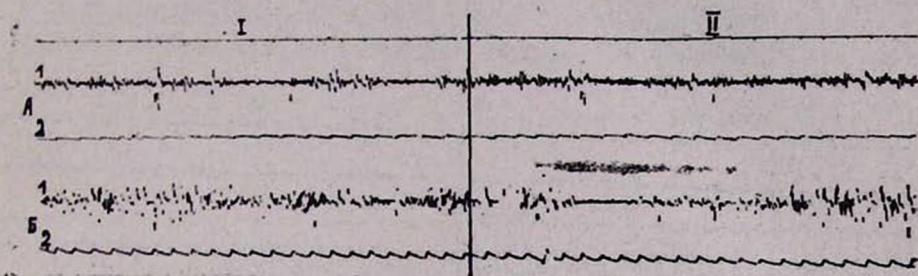


Рис. 2. Изменение ЭЭГ сенсомоторной коры при электрическом раздражении ретикулярной формации при общем действии высокой температуры. А—фон,  $t=39^\circ$ , Б—через 2 мин после начала согревания,  $t=39^\circ$ . 1—амплитуда раздражения 2 в; II—амплитуда раздражения 2,25 в. 1—сенсомоторная кора; 2—дыхание. Вверху отметка времени 1 с.

Если в исходном состоянии десинхронизация электрокортикограммы (ЭКоГ) возникала сразу после начала раздражения и этот эффект сохранялся некоторое время после его прекращения, то под влиянием тепла эта реакция возникала через 1—2 сек и ее длительность была короче или точно соответствовала времени стимуляции РФ. При этом часто на фоне десинхронизации прорывались группы медленных волн, доминировавших в этот период на ЭКоГ. В некоторых опытах вместо реакции десинхронизации при тепловом воздействии в ответ на электрическое раздражение РФ усиливалась синхронизация ЭКоГ, которая при последовательных сериях раздражения вновь сменялась десинхронизацией. В условиях согревания многократные раздражения РФ способны заметно активировать ЭКоГ, вызывая резкое усиление частых колебаний. Обнаруженные изменения в характере развития реакции десинхронизации, по-видимому, отражают угнетение активирующей системы мозга при первичном действии высокой температуры. В отличие от этого общее согревание тела оказывает возбуждающее влияние на неспецифическую таламо-кортикальную систему, что проявлялось снижением порога реакции вовлечения ЭЭГ сенсомоторной коры или увеличением амплитуды и длительности всплеск веретен при низкочастотной стимуляции центрального медиального ядра таламуса (рис. 3). Наиболее выраженное



возрастание амплитуды ответов реакции вовлечения регистрировали при включении стимуляции на фазе нарастания спонтанных веретен, нередко возникающих в первые минуты теплового воздействия. Отмеченный характер взаимодействия спонтанной и вызванной веретенообразной активности может свидетельствовать о единых механизмах происхождения этого вида электрогенеза, отражающего возбуждение неспецифической таламо-кортикальной системы.

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что обнаруженная ЭЭГ-синхронизация возникает в первые минуты теплового воздействия, предшествуя нарушению термостатизации и, видимо, связана с изменением восходящих влияний с периферических термореп-

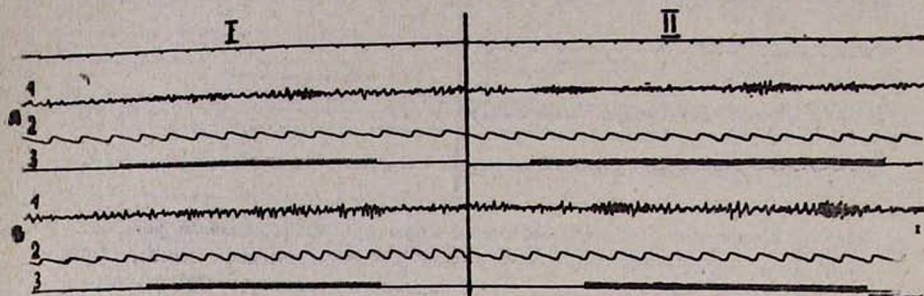


Рис. 3. Изменение ЭЭГ сенсомоторной коры при электрическом раздражении неспецифического ядра таламуса при общем действии высокой температуры. А—фон,  $t=39^\circ$ , Б—через 2 мин после начала согревания,  $t=39^\circ$ . 1—амплитуда раздражения 3 в; II—амплитуда раздражения 3,5 в. I—сенсомоторная кора; 2—дыхание, 3—отметка стимуляции таламуса. Вверху отметка времени 1 с.

цепторов. Как известно, минимум тонической активности периферических терморепцепторов наблюдается при умеренном согревании [2, 3, 5], в связи с чем можно предполагать, что зарегистрированное ослабление следовых эффектов изменений ЭКоГ после стимуляции РФ и возможность активации ЭКоГ частыми и длительными раздражениями этой структуры свидетельствуют о пассивном угнетении РФ вследствие возникновения дефицита возбуждения из-за ограничения притока тонизирующих афферентных импульсов [6]. Основываясь на представлении, что между различными отделами неспецифической системы мозга существуют реципрокные взаимоотношения [11, 12, 15], можно допустить, что ослабление функции РФ среднего мозга под влиянием тепла способствует высвобождению тормозящей системы неспецифического таламуса, отражением чего является как спонтанное возникновение на ЭКоГ веретенообразной активности, так и облегчение вызванной реакции вовлечения в коре. При функциональной оценке нейрофизиологических сдвигов в терморегуляторных реакциях возможно предположение, что в условиях непродолжительного согревания достаточно ослабления активности РФ и гипоталамуса [2, 5] для сохранения термическо-



го режима за счет вазодилатации. Обнаруженное снижение температуры тела при удлинении времени тепловой нагрузки, по-видимому, обусловлено перерегулированием в системе, ответственной за поддержание термостатического гомеостаза, вследствие чего эффект теплоотдачи оказывается сильнее отклоняющего фактора.

Приведенный фактический материал в сопоставлении с данными литературы [4, 5, 10] позволяет полагать, что начальное общее действие высокой температуры вызывает закономерные изменения межцентральных взаимоотношений между десинхронизирующими и синхронизирующими подкорковыми структурами, отражающиеся на характере электрической активности коры и других отделов головного мозга.

ЦНИЛ Ростовского  
медицинского института

Поступила 25/X 1979 г.

Ե. Դ. ԲՈՒԼՈՉՆԻԿ

ՄԻՋԿԵՆՏՐՈՆԱԿԱՆ ՓՈԽՆԱԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ  
ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ՎՐԱ ԲԱՐՁՐ ԶԵՐՄԱՍՏԻՃԱՆԻ ԱՌԱՋՆԱՅԻՆ  
ԱԶԴԵՅՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Աշխատանքը նվիրված է գլխուղեղի տարբեր բաժինների էլեկտրական ակտիվության ուսումնասիրմանը: Կատարված է հետևություն, որ ջերմության ընդհանուր ազդեցությունը առաջ է բերում միջկենտրոնական փոխհարաբերությունների փոփոխություններ ապասինյուրոնացված ենթակեղևային կառուցվածքների միջև, որը արտացոլվում է գլխուղեղի տարբեր բաժինների էլեկտրական ակտիվության բնութագրի վրա:

E. D. BOULOCHNIK

THE ANALYSIS OF INTRACENTRAL INTERREACTIONS IN INITIAL  
EFFECT OF HIGH TEMPERATURE ON THE ORRGANISM

The work is devoted to the study of the electric activity of the brain different sections.

It is shown that the total influence of the temperature causes changes of intracentral interreactions between desynchronizing subcortical structures, influencing the character of the electric activity of the brain different sections.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Веселкин П. Н. Лихорадка. М., 1963.
2. Глебова Н. Ф., Данилова Л. И. Физиол. ж. СССР, 1970, 10, стр. 1433.
3. Кукконен М. И. В кн.: Дефицит возбуждения и раздражения. Петрозаводск, 1969, стр. 149.

4. Лихтенштейн В. А. Температурная топография тела человека. Махачкала, 1967.
5. Микут-Сорохтина О. П. Физиология терморепции. М., 1972.
6. Сорохтин Г. Н. Реакция возбудимых систем на дефицит возбуждения. М., 1968.
7. Цицурич В. И. Автореф. дисс. канд. Алма-Ата, 1971.
8. Яичников И. К. Физиол. ж. СССР, 1972, 3, стр. 350.
9. Euler C., Söderberg U. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1957, 9, 391.
10. Geschicter E. H., Andrews P. A., Bullard R. W. J. Appl. Physiol. 1966, 21, 623.
11. Grastyan E., Lissak K., Madaracz L. et al. Electroenceph. Clin. Neurophysiol., 1959, 11, 409.
12. Lena C., Parmeggiani P. L. Helv. Physiol. Acta., 1964, 22, 120.
13. Rose M., Psych. Neurol., 1931, 43, 5, 6.
14. Sawyer C. H., Everett J. W., Green J. D. J. Compar. Neurol., 1954, 101, 3, 201.
15. Toktane T., Kawakami M., Gellhorn E. Arch. Internat. Pharmacodyn., 1957, 113, 217.