

УДК 616—001.16+612.014.43

Е. Д. БУЛОЧНИК

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕГРЕВАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СТРУКТУРЫ ЛИМБИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В экспериментах на бодрствующих кроликах исследовали в динамике перегрева-ния реакцию вовлечения в сенсомоторной коре при электростимуляции центрального медиального ядра таламуса. Установлено, что перегревание организма приводит к угнетению возбудимости таламических неспецифических ядер, что, вероятно, способствует высвобождению гипоталамо-ретикулярных образований, играющих большую роль в поддержании температурного гомеостаза.

К настоящему времени получены немногочисленные данные о важ-ной роли лимбических структур и прежде всего гиппокампа и минда-лины в формировании реакций организма на температурные воздейст-вия [1, 2, 5]. В частности, установлено, что электрическая стимуляция или разрушение гиппокампа и миндалины изменяют пороги темпера-турной чувствительности организма [3].

Целью настоящей работы явилось изучение ЭЭГ различных отде-лов головного мозга в динамике перегревания и сразу после восстано-вления термогомеостаза. В качестве критерия функционального состоя-ния лимбических структур использовали электроэнцефалографический порог судорожной реакции и длительность разрядов последействия, вы-зываемых непосредственно высокочастотной электростимуляцией гиппо-кампа и миндалины.

Методика опытов

Исследование проведено на 18 бодрствующих кроликах, которым за 3—4 дня до эксперимента стереотаксически по координатам атласа [4] вживляли электроды из нержавеющей стали диаметром 100 мк в сенсомоторную и зрительную кору, дорсальный гиппокамп, базолате-ральную миндалину, ретикулярную формацию среднего мозга, меди-альную преоптическую область и задний отдел гипоталамуса. При этом в гиппокамп и миндалину вводили трехполюсные электроды по-схеме равностороннего треугольника с межэлектродным расстоянием 1 мм. После окончания опытов проведен морфологический контроль.

подтвердивший локализацию кончиков электродов в исследуемых структурах.

Отведение было монополярным, при этом индифферентный электрод располагали в кости над лобной пазухой. ЭЭГ и частоту дыхания регистрировали на 8-канальном венгерском энцефалографе фирмы «Медикор».

Электрическое раздражение гиппокампа и миндалины осуществляли через биполярные электроды от электростимулятора с радиочастотным выходом (прямоугольные импульсы длительностью 0,5 мс, частотой 100 гц, напряжением 2—8 в, продолжительностью стимуляции 5 сек). Последовательное определение порога судорожной активности производили с интервалом не менее 5 минут. Перегревание вызывали, помещая бодрствующего мягко фиксированного кролика в термокамеру, где автоматически поддерживалась температура воздуха 45°. Степень гипертермии регистрировали электротермометром в прямой кишке на глубине 5 см. Исследование физиологических показателей проводили через 5 минут после пребывания животного в термокамере при повышении температуры тела на каждый градус. После достижения ректальной температуры до 42° прекращали перегревание и изучали характер ЭЭГ и дыхания сразу после самопроизвольного восстановления термостатического гомеостаза. Полученные результаты обрабатывали статистически на ЭВМ «Одра».

Результаты и обсуждение

У бодрствующих кроликов в фоновой биоэлектрической активности различных отделов головного мозга преобладали медленные волны дельта- и тета-диапазона с наложенными на них более быстрыми колебаниями. Анализ и интегрирование отдельных диапазонов частотных спектров в электрограммах гиппокампа показал, что высокоамплитудные медленные колебания составляют примерно 60—65%. В отличие от этого в фоновой биоэлектрической активности базолатеральной части миндалины представлены равномерно как медленные, так и быстрые колебания потенциала разной амплитуды. Причем на этот фон часто наслаивается взрывная активность синусоидальных волн частотой 12—15 гц.

Спустя пять минут после пребывания животного в термокамере на фоне неизменившейся или сниженной на 0,1—0,3° температуры тела во всех отведениях ЭЭГ одновременно возрастала амплитуда и количество медленноволновых потенциалов (рис. 1). Однако при нарушении термического режима организма наблюдаются как однозначные изменения в ЭЭГ исследуемых структур, так и вполне определенные различия. Сходство заключается в том, что развивающаяся гипертермия с закономерным постоянством вызывала появление упорядоченного ритма в диапазоне 4—7 гц. Причем, если на первоначальных этапах перегревания эта форма электрогенеза возникает периодически, то при

подъеме температуры тела в пределах 40° и выше регистрируется высокорегулярный тета-ритм. Различия в ЭЭГ-реакции при развитии гипертермии выражались в том, что появление синхронизированного ритма в гиппокампе, как правило, опережало соответствующие изменения в других отделах мозга. Одновременно обращает внимание не только более раннее возникновение ритмической активности в гиппокампе, но и градуальное усиление тета-ритма, амплитуда которого находится в линейной зависимости от степени повышения температуры тела. Наряду с этим для ядер амигдалы и других корково-подкорковых образований характерна более низкая амплитуда доминирующей активности. Степень выраженности, отчетливая синхронность и особенности распростране-

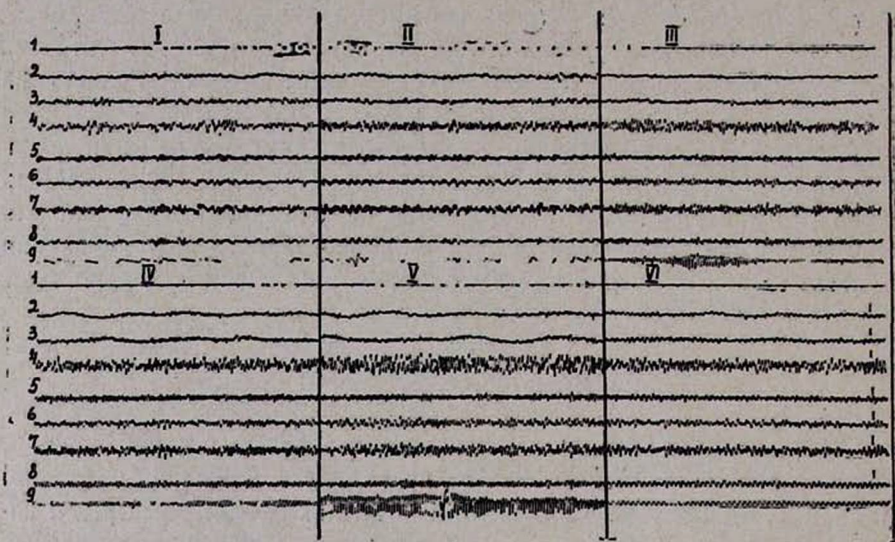


Рис. 1. Изменение ЭЭГ различных отделов головного мозга в динамике перегревания. Значения температуры: I— 39° ; II— 39° ; III— 40° ; IV— 41° ; V— 42° ; VI— 39° . 1—отметка времени 1 сек; 2—сенсомоторная кора; 3—зрительная кора; 4—дорсальный гиппокамп; 5—базолатеральная миндалина; 6—ретикулярная формация среднего мозга; 7—медialная преоптическая область; 8—задний гипоталамус; 9—дыхание. Калибровка усиления 100 мкв.

ния гиппокампального тета-ритма на различные структуры мозга, по-видимому, определяются характером морфо-функциональных связей между этими церебральными образованиями и особенностями мозга как объемного проводника. При анализе характера соотношения ЭЭГ-синхронизации с частотой дыхания обращает внимание, что появление постоянного и стабильного тета-ритма как в лимбических структурах, так и в других отделах мозга происходит синхронно с тепловой одышкой, возникающей при действии высоких температур. Привлекает внимание то, что если на ЭЭГ базолатеральной миндалины в исходном состоянии регистрировали взрывную активность, то при углублении гипертермии амплитуда синусоидальных волн неуклонно снижалась и парал-

тельно сокращалось количество колебаний в каждой вспышке, вплоть до их полного исчезновения из записи.

В процессе самопроизвольного восстановления теплового баланса организма после предшествующего подъема температуры тела до 42° тета-ритм становится менее регулярным, замедляется по частоте и сменяется асинхронными колебаниями. Наряду с этим на ЭЭГ миндалины и других церебральных образований могут вновь возникать признаки взрывной активности, хотя и в значительно редуцированном виде.

Проведенные параллельно исследования по изучению возбудимости гиппокампа и миндалины показали, что в исходном состоянии при пороговой электростимуляции этих структур на ЭЭГ возникают тоникоклонические судорожные разряды, нередко распространявшиеся на различные отделы головного мозга. Наиболее низким эпилептогенным порогом обладал дорсальный гиппокамп, а возникшие в этой структуре эпилептиформные разряды были более интенсивными по амплитуде и частоте по сравнению с базолатеральной миндалиной.

После 5-минутного воздействия тепла пороги эпилептогенного раздражения гиппокампа и миндалины, амплитуда и продолжительность разрядов последствия характеризовались сравнительно стабильными параметрами (рис. 2 и 3). Однако развивающаяся гипертер-

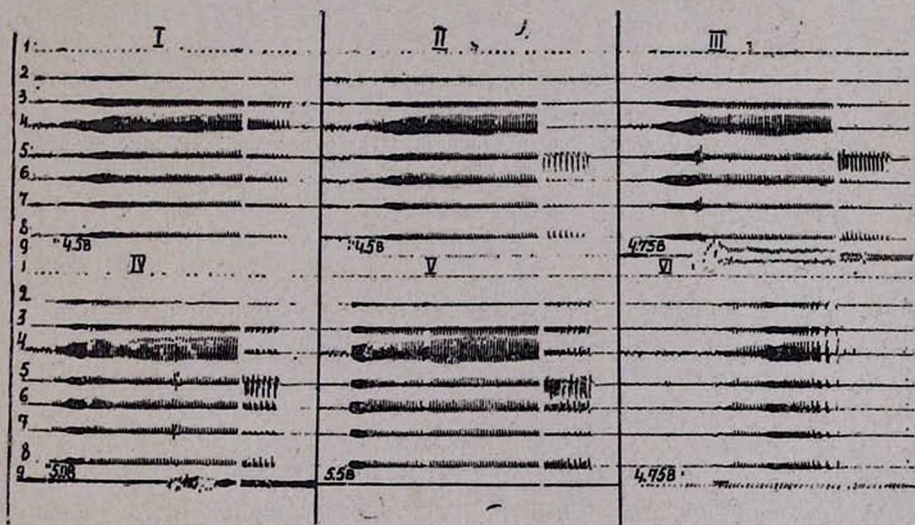


Рис. 2. Изменение ЭЭГ различных отделов головного мозга при электро-раздражении дорсального гиппокампа в динамике перегревания. Стрелками указаны начало и конец электрического раздражения, под ними—амплитуда раздражения в вольтах. На фрагментах I—V разрыв в записи разделяет начало и конец судорожной активности на ЭЭГ. Остальные обозначения, как на рис. 1.

мия вызывала на фоне усиления тета-ритма на ЭЭГ выраженное подавление вызванной судорожной активности, параметры которой в исследуемых структурах лимбической системы характеризовались определен-

ными количественными различиями. Так, при подъеме температуры тела в диапазоне 41—42° прогрессивное возрастание порога возникновения разрядов последствия и одновременное укорочение пароксизмальной активности в дорсальном гиппокампе выражено больше по сравнению с базолатеральной миндалиной. Наряду с этим развитие перегрева иногда ограничивает распространение электросудорожного возбуждения с лимбических структур на другие отделы мозга. Более того, на высоте гипертермии может происходить переход генерализованных эпилептических разрядов в фокальные, проявляющиеся только в раздражаемом образовании. Весьма характерно и то, что если в исходном состоянии пароксизмальный биоэлектрический процесс, возникающий при электро-

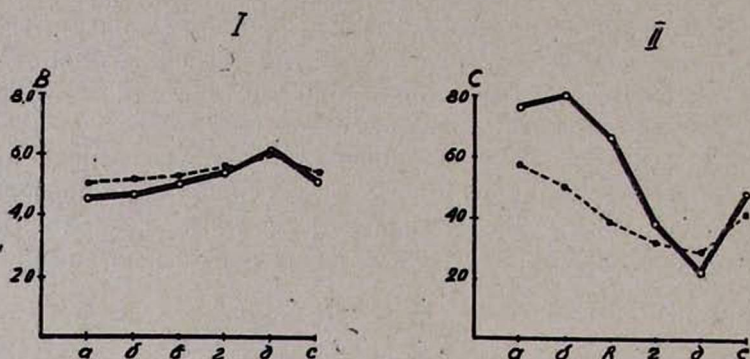


Рис. 3. Влияние перегрева на порог раздражения (I) в вольтах и продолжительность судорожной активности (II) в сек. на ЭЭГ. Значения температур: а—39°; б—39°; в—40° г—41°; д—42°; е—39°

— гиппокамп
 --- миндалины

стимуляции гиппокампа или миндалины, сопровождается изменением дыхательных движений или поведенческой судорожной реакцией, то на высоте перегрева сомато-вегетативные сдвиги могут вообще отсутствовать.

В ближайшем постгипертермическом периоде, несмотря на нормализацию термостатического гомеостаза после критической тепловой нагрузки, возбудимость гиппокампа и миндалины остается сниженной, поскольку в большинстве опытов пороги возникновения судорожных разрядов превышают фоновые значения.

Сопоставление и анализ полученного фактического материала свидетельствуют, что в динамике перегрева на фоне усиления тета-ритма на ЭЭГ регистрируется угнетение функционального состояния гиппокампа и миндалины, отражением чего является увеличение порогов вызова эпилептических разрядов и сокращение их общей продолжительности, ограничение распространения электросудорожного возбуждения на другие отделы мозга, исчезновение сомато-вегетативных проявлений пароксизмального процесса.

Анализируя полученные результаты, необходимо отметить, что обнаруженные в динамике перегревания некоторые регионарные различия в степени выраженности подавления вызванной судорожной активности в гиппокампе и миндалине имеют, вероятно, не только количественную, но и качественную природу, отражая изменения афферентных влияний от других церебральных структур. Основываясь на представлении о том, что формирование разрядов последствия отражает высокий уровень синхронизации нейронной активности, можно предполагать, что наблюдавшееся более выраженное угнетение эпилептиформной активности в дорсальном гиппокампе, по сравнению с базолатеральной миндалиной, может в известной мере также зависеть от вызываемого гипертермией изменения параметров нейронных мембран, а не от морфологических различий исследуемых структур лимбической системы. В этой связи можно допустить, что даже в пределах лимбического комплекса существуют определенные различия в чувствительности функционально неодинаковых образований к действию высоких температур.

Учитывая [3], что лимбические структуры являются своеобразными модуляторами импульсов с периферических терморесепторов, можно предполагать, что обнаруженное угнетение гиппокампа и миндалины оказывает существенное влияние на процессы афферентного синтеза температурных раздражений и на общее нарушение интегративной деятельности центральной нервной системы, развивающейся при действии высоких температур на организм.

Ростовский государственный
медицинский институт

Поступила 1/III 1979 г.

Б. Г. БОТЛЮКОВ

ԼԻՄԲԻԿ ՍԻՍՏԵՄԻ ՈՐՈՇ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔՆԵՐԻ ՎՐԱ ԳԵՐՏԱՔԱՑՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՆՅՐՈՅԻՋԻՈՒՄԻ ԱԿՄԱՆ ՎԵՐԼՈՒԾՈՒԹՅՈՒՆԸ

Օդի 45° ջերմաստիճանի պայմաններում արթուն ճագարների վրա կատարած փորձերում ուսումնասիրել են գլխուղեղի տարբեր բաժինների էլեկտրոէնցեֆալոգրամման (էէգ) և դրսևալ հիպոկամպի ու նշագեղձի բազալատերալ մասի շղաճալին ակտիվությունը, որոնք առաջացել են այդ գոյացությունների էլեկտրախթանումից:

Գերտաքացման զարգացման պայմաններում տետատիթմի ինտենսիվության ուժեղացման ֆոնի վրա էէգ-ն նշել է հիպոկամպի գրգռման ցայտուն արտահայտված նվազում՝ նշագեղձի համեմատությամբ: Զերմային կրիտիկական բեռնվածությունից հետո, ջերմահոմեոստազի նորմալացման պայմաններում, լիմբիկ կառուցվածքի ֆունկցիոնալ վիճակի ճնշումը պահպանվում է:

NEUROPHYSIOLOGIC ANALYSIS OF OVERHEATING EFFECT
ON SOME LIMBIC SYSTEM STRUCTURES

In the experiments on the rabbits in the dynamics of overheating the reaction of drawing was studied in the sensomotory context during the electrostimulation of thalamic medial nucleus. It was revealed that overheating brought to excitability depression of thalamic non-specific nucleus. In conditions of termohomeostase normalization, after critical overheating, depression of limbic system functional state did not change.

ЛИТЕРАТУРА

1. Латаш Л. П., Ковальзон В. М. Нейрофизиология, 1970, 6, стр. 618.
2. Horowitz J. M., Saleh M. A., Karem R. D. Amer. J. Physiol., 1974, 227, 3, 635.
3. Ogata K. Bull. Inst. Constit. Med. Cumamoto Univ. 1966, 16, 1.
4. Sawyer C. H., Everett J. W., Green J. D. J. Comp. Neurol., 1954, 101, 3, 801.
5. Takatani O., Uechi M., Nacamura W. Exptl. Neurol., 1967, 18, 392.