Е.В. Мирошник[1], З.Ф. Зверева[1], А.Ф. Бобров[1],
И.С. Баскаков[2], Н.П. Ванчакова[3], О.В. Еланская[4]

Сопоставление показателей биоэлектрической активности головного мозга и энергетических процессов в ткани мозга (величины межполушарных различий мощности биопотенциалов гомологичных отведений и уровня постоянного потенциала головного мозга)

[1] ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, г. Москва
[2] Институт химической физики им. Н.Н. Семёнова РАН, г. Москва
[3] Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, г. Санкт-Петербург
[4] Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, г. Москва

E.V. Miroshnik[1], Z.F. Zvereva[1], A.F. Bobrov[1],
I.S. Baskakov[2], N.P. Vanchakova[3], O.V. Elanskaya[4]

Comparison Between the Brain Bioelectric Activity Indices and Energy Metabolism the in Brain Tissue (the magnitude of hemispheric differences in the power of biopotentials of homologous leads and the level of the permanent brain potential)

[1] Federal State Budgetary Institution Federal Biophysical Center named after A.I. Burnazyan, Federal Medical Biophysical Agency, Moscow
[2] Institute of Chemical Physics named after N. N. Semenova at the RAS, Moscow
[3] Sankt-Petersburg State Medical University named after the academician I.P. Pavlov, St.-Petersburg
[4] Russian State University of Physical Culture and Sports, Youth and Tourism, Moscow

Ключевые слова: *биоэлектрическая активность головного мозга, уровень постоянного потенциала, энергетические процессы в ткани мозга.*

Keywords: *bioelectrical activity of the brain, level of constant potential energy processes in brain tissue.*

Сравнивали следующие показатели: величину межполушарных различий (ВМПР) мощности биопотенциалов гомологичных отведений, уровень постоянного потенциала (УПП) головного мозга. ВМПР мощности биопотенциалов выявляет степень неравномерности распределения мощностных характеристик между гемисферами (без учета стороны доминирования мощности биоэлектрической активности, т.е. без учета знака). УПП используется для оценки энергетического обмена в мозге, регистрируется мобильным нейроэнергокартографом (программируемым усилителем биологических потенциалов милливольтного диапазона).

Comparison of indices: the magnitude of the hemispheric differences (HD) in the power of biopotentials in homologous leads and the level of the permanent brain potential (PBP). The magnitude of the hemispheric differences (HD) identifies the degree of uneven distribution of performance in hemispheres (not considering the hemisphere with the dominant performance (bioelectric activity), i.e. not considering the sign). PBP is an energy metabolism indicator in the brain, it is recorded by a mobile brain mapping device (a programmable amplifier of the biological potential with the millivolt range). It is established that the indicators under consideration characterize similar processes in the brain tissues.

Установлено, что рассматриваемые показатели характеризуют сходные процессы в тканях головного мозга. ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений может быть использована для косвенной оценки уровня энергетических процессов в тканях мозга.
Сходство показателей, характеризующих функциональное состояние центральной нервной системы по биоэлектрической активности головного мозга и уровню энергетических процессов в тканях мозга, позволяет использовать мобильный нейроэнергокартограф (программируемый усилитель биологических потенциалов милливольтного диапазона) для получения данных о состоянии человека в экстремальных условиях.

HD power of biopotentials in homologous leads can be used to indirectly the level of energy processes the brain tissue. The similarity of the CNS functional state indices - bioelectrical activity of the brain and energy metabolism in the brain tissue, allows to use the mobile brain mapping devise (a programmable amplifier of the biological potential with the millivolt range) used to obtain data on the person's condition in the extreme environment.

В экстремальных ситуациях физические и психические перегрузки достигают пределов, за которыми следуют переутомление, нервное истощение, аффективные реакции, психогении и т.д., приводящие к нарушению функционального состояния (ФС) центральной нервной системы (ЦНС) и энергообмена в тканях головного мозга. Нарушения ФС ЦНС и энергообмена мозга человека играют важную роль в развитии сосудистых, атрофических заболеваний головного мозга, эпилепсии, влияют на течение невротических расстройств. Широкое применение в терапии нервных и психических заболеваний нашли препараты, влияющие на энергообмен головного мозга [15; 17; 20]. Диагностика ФС ЦНС и энергозатрат головного мозга человека представляет в этой связи большой интерес для психологов, психофизиологов и клиницистов.

Возможности изучения энергетического обмена мозга человека на сегодняшний день ограничены. Применяемая для этой цели позитронная эмиссионная томография требует дорогостоящей и малодоступной аппаратуры. Внедрение в практику методов скрининговой оценки ФС ЦНС и энергозатрат мозга человека – крайне актуальная задача. Не менее значима задача оценки надежности используемых для этой цели приборов.

На современном этапе для диагностики ФС ЦНС используется надежная методика электроэнцефалографии (ЭЭГ), в режиме реального времени отражающая функциональную активность головного мозга, однако связанная с использованием сложной дорогостоящей аппаратуры и отличающаяся трудоемкой процедурой регистрации. Для оценки ФС ЦНС применяют в настоящее время и другие методы, менее трудоемкие, использующие менее сложную и более портативную аппаратуру: мобильные нейроэнергокартографы, оперативно определяющие уровни постоянных потенциалов и энергетических процессов в тканях мозга.

Проведение сравнительного анализа показателей, характеризующих ФС ЦНС по биоэлектрической активности (БА) головного мозга и уровню энергетических процессов в тканях мозга, может помочь в обосновании надежности подобных приборов для получения данных о состоянии человека и правомерности использования этих приборов в экстремальных условиях.

Церебральный энергетический обмен меняется в соответствии с изменениями функциональной активности головного мозга, и его характеристики, естественно, связаны с ЭЭГ-показателями, отражающими активность нервных клеток [15; 17]. Мощностные характеристики ЭЭГ имеют двоякую природу. С одной стороны, в них отражается качество восходящих активирующих влияний из неспецифической системы мозга [11; 13; 20; 22], с другой – в изменениях мощности БА находят отражение метаболические процессы, происходящие в ткани мозга и характеризующие состояние нейронов [4; 19; 20]. Отражение в мощности биопотенциалов ЭЭГ метаболических и регуляторных процессов ЦНС объединяет мощностные характеристики ритмических колебаний, рассматриваемых

в электроэнцефалографии, с мощностными характеристиками других электрических колебаний нервной системы, например медленных колебаний гемодинамики. При исследовании физико-химических и физиологических аспектов медленных колебаний гемодинамики А.Н. Флейшманом было показано, что в энергетических или мощностных характеристиках находят отражение процессы энергообеспечения, утилизации энергетических субстратов и ионного транспорта, происходящие в нервной ткани, а также регуляция этих процессов со стороны ЦНС [16].

На характеристиках мощности БА основан показатель, отражающий взаимодействие разных отделов неспецифической системы мозга (десинхронизирующих и синхронизирующих) в процессах формирования функциональной межполушарной асимметрии головного мозга. Показатель оценивает величину межполушарных различий (ВМПР) мощности биопотенциалов гомологичных отведений (без учета стороны доминирования мощности биоэлектрической активности, т.е. без учета знака), выявляя степень неравномерности распределения мощностных характеристик между гемисферами.

Применение показателя для оценки функциональной активности головного мозга у лиц с патологическими процессами различной этиологии (опухолевой, сосудистой) и здоровых позволило:

- подтвердить различия функциональных связей десинхронизирующих и синхронизирующих отделов неспецифической системы со структурами коры и выявить преимущественное влияние в передних отделах коры десинхронизирующих, в задних отделах — синхронизирующих образований этой системы [5; 6];
- установить, что десинхронизирующие и синхронизирующие структуры неспецифической системы мозга осуществляют процессы межполушарного взаимодействия по-разному: десинхронизирующие — при более высоком уровне различий функциональных состояний полушарий, чем синхронизирующие [5—7];
- показать, что при высоком уровне ФС организма (у здоровых) степень различий между состояниями полушарий в передних (лобно-височных) отделах коры головного мозга выше, чем в задних (центрально-теменно-затылочных) [5—7]. При ухудшении ФС организма (например, при снижении психофизиологической адаптации либо при наличии сосудистой патологии — гипертонической болезни) преобладание передних отделов коры над задними по величине различий между гемисферами сменяется равенством или преобладанием задних отделов коры над передними [5—7].

Эти данные в совокупности с литературными данными о различном уровне энергетических процессов в тканях мозга в передних и задних отделах коры (в передних — выше, чем в задних [12; 18]), а также с данными о более высоком уровне энергетических процессов в ткани мозга при доминировании в БА головного мозга активирующих влияний из стволовых структур [17] позволили высказать предположение, что в показателе ВМПР мощности биопотенциалов могут находить косвенное отражение энергетические процессы, происходящие в тканях мозга при осуществлении межполушарного взаимодействия по распределению мощности биопотенциалов между гемисферами.

Для оценки энергетического обмена в мозге в настоящее время используются многие методы, среди которых доступностью для большинства современных электрофизиологических лабораторий выделяется нейроэнергокартирование — регистрация уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга с последующей компьютерной обработкой и анализом [17]. Под УПП понимают устойчивую разность потенциалов милливольтного диапазона, регистрируемую между мозгом (или экстрацеребральными структурами) и референтными областями с помощью усилителя постоянного тока. При стабильном функциональном состоянии эта разность потенциалов устойчива в пределах 1 мВ в течение десятков секунд. УПП менее чувствителен к сенсорной стимуляции, чем регистрация БА головного мозга (ЭЭГ), но активно меняется при воздействии на различные звенья энергетического обмена.

Взаимоотношения между функциональной активностью нейронов и их энергообеспечением исследованы в настоящее время

недостаточно, что и послужило основанием для постановки цели данной работы – сопоставления показателей ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений и УПП головного мозга.

При сопоставлении оценивали соотношения передних и задних отделов коры по показателям ВМПР мощности биопотенциалов и УПП головного мозга у здоровых, лиц с наличием сосудистой патологии (гипертонической болезни) разной степени тяжести и лиц с высоким и низким уровнем активации ЦНС (с десинхронизированными и синхронизированными ЭЭГ).

Пациенты и методы

Обследованы 56 человек обоего пола (25 мужчин и 31 женщина) в возрасте от 26 до 70 лет (средний возраст – 54,1+11,2 года). Все обследуемые проходили: 1) клиническое неврологическое обследование; 2) ЭЭГ; 3) регистрацию УПП головного мозга (нейроэнергокартирование).

ЭЭГ регистрировали на электроэнцефалографе-анализаторе ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (Таганрог, Россия). Во время записи обследуемые сидели в кресле в расслабленном состоянии с закрытыми глазами. Запись производили монополярно (референтный электрод – на мочке уха, заземляющий – в Fpz), с чашечковых электродов, в отведениях (по системе 10-20): Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, T3, T4, T5, T6, C3, C4, P3, P4, O1, O2. Сопротивление электродов – не более 5 кОм. Полоса пропускания на каждом канале ЭЭГ: фильтр высоких частот – в диапазоне 30 Гц, фильтр низких частот – постоянная времени 0,3 с. Ввод сигналов – с частотой квантования 250 Гц. Регистрировали: фоновую ЭЭГ (в состоянии спокойного бодрствования при закрытых глазах в положении сидя в течение 3 минут); стандартные функциональные пробы (открывание глаз, гипервентиляция – 3 минуты).

При обработке ЭЭГ использовали: программы картирования спектральной мощности биопотенциалов (применяли метод быстрого преобразования Фурье по 2048 точкам и с использованием окна Парзена; полученные значения мощности усредняли в пределах частотных диапазонов: дельта – 2–4 Гц, тета – 4–8, альфа – 8–12, бета-1 – 12–18, бета-2 – 18–22 Гц); локализации дипольных источников БА (осуществляли при оценке пароксизмальной активности – вспышек билатерально-синхронных волн); визуальный анализ по Е.А. Жирмунской [3; 4].

Основное внимание обращали на следующие показатели:

1) «Тип ЭЭГ» – характеризует функциональную активность мозга, свидетельствуя о его нормальной работе (тип 1), незначительном отклонении от нормы (типы II–III) либо наличии признаков аномальных проявлений (тип IV) [3; 4];
2) «Динамика ЭЭГ» – отражает устойчивость/неустойчивость паттерна ЭЭГ за короткий промежуток времени (1 мин) и характеризует функциональную активность мозга с точки зрения устойчивости нервных процессов [11];
3) «Характеристика низкочастотной β1-активности» – высокий индекс данной активности свидетельствует о дисфункции стволовых структур диэнцефального уровня (преимущественно неспецифических ядер таламуса) [1; 3; 4; 8; 9];
4) «Наличие вспышек билатерально-синхронной активности» – отражает наличие аномальных изменений, которые также могут быть признаком дисфункции стволовых структур головного мозга [3; 4; 8–11] (анализ вспышек осуществляли с использованием программы локализации дипольных источников билатерально-синхронной активности).

Нейрофизиологическое исследование включало также анализ ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений. Регистрацию показателя производили следующим образом. Безартефактные отрезки фоновой записи (от 1,5 до 2 минут) обрабатывали по программе картирования спектральной мощности биопотенциалов (эпоха анализа – 4 секунды). Полученные цифровые значения использовали для вычисления по стандартной формуле (А–Б)/(А+Б)×100% (А – мощность в левом полушарии, Б – мощность в правом полушарии) показателя ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных от-

ведений, который представлял усредненную абсолютную ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений, вычисленную для всех диапазонов частот — ∂, θ, α, β. Полный анализ включал вычисление ВМПР передних (лобно-височные отведения) и задних (центрально-теменно-затылочные отведения) отделов коры головного мозга.

Регистрацию УПП головного мозга осуществляли с помощью мобильного нейроэнергокартографа — программируемого усилителя биологических потенциалов милливольтного диапазона. Аппарат предназначен для регистрации и анализа сверхмедленной (от 0 до 1 Гц) электрической активности головного мозга чашечковыми хлорсеребряными электродами в условиях контроля электрокожного сопротивления (кожно-гальванической реакции — КГР). Аппарат снабжен функцией контроля сопротивления в момент каждого измерения УПП и блокировки артефактных измерений при скачках КГР, а также функцией калибровки электродов перед началом измерений УПП.

Регистрацию УПП проводили в одном из 3 режимов, предусмотренных в аппарате (обычном) с частотой 1 раз в 6 секунд. Накопление данных осуществляли до установления стабильных значений показателя (7—12 накоплений, в среднем — 9—10).

УПП головного мозга регистрировали в областях, аналогичных областям регистрации ЭЭГ: лобной, теменной и затылочной областях (по средней линии), а также в левой и правой височной областях. Во время записи обследуемые сидели в кресле в расслабленном состоянии с закрытыми глазами (как при регистрации ЭЭГ). Регистрацию проводили монополярно, с размещением активного электрода на скальпе, референтного — на запястье.

Для последующей обработки полученные данные вводили в персональный компьютер, обработку осуществляли с помощью предусмотренной для аппарата компьютерной программы.

При сравнении показателей ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений и УПП головного мозга сопоставляли соотношения этих показателей, зарегистрированные в передних (лобная, левая и правая височные области) и задних (центральная и затылочная области) областях неокортекса. При сравнении показателей основной сложностью стало различие в локализации полученных данных. Если УПП регистрировался в конкретной области (лобной, височной и т.д.) и отражал уровень энергетических процессов в ней, то показатель ВПМР мощности биопотенциалов оценивал степень различий в состоянии гомологичных областей коры (что косвенно могло характеризовать уровень энергетических процессов) в большем объеме ткани мозга (например, в лобных областях обоих полушарий либо в передних отделах коры обоих полушарий).

Критериями различий между передними и задними областями коры по УПП были выбраны следующие условия:

- если значения показателя в центральной и затылочной областях были меньше, чем в одной из областей передних отделов коры (лобной, левой и правой височной), или в двух областях, или во всех трех, то соотношение рассматривали как «передние отделы коры > задних отделов коры»;
- если значения показателя в центральной и затылочной областях были больше, чем в одной из областей передних отделов коры (лобной, левой и правой височной), либо в двух областях, либо во всех трех, то соотношение рассматривали как «передние отделы коры < задних отделов коры» либо как «передние отделы коры = задним отделам коры».

Статистическую обработку полученного материала проводили с помощью программ BIOSTAT, STATISTICA, использовали критерии χ^2, уровень значимости $p<0,05$. При статистической обработке с использованием критерия χ^2 массивы сопоставляемых данных подразделяли на показатели с более высокими и более низкими значениями в пределах одного критерия оценки, которые затем сравнивали между собой. Результаты сравнения приведены в таблицах.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 приведены показатели ВМПР мощности биопотенциалов гомологич-

ных отведений и УПП головного мозга, зарегистрированные в передних (лобные и височные отведения двух полушарий при регистрации ЭЭГ; лобная область по средней линии, левая и правая височные области при регистрации УПП) и задних (центральные, теменные и затылочные отведения двух полушарий при регистрации ЭЭГ; центральная и затылочная области по средней линии при регистрации УПП) отделах коры. Сравнивали соотношения каждого из показателей в передних и задних областях неокортекса. Из таблицы 1 видно, что среди соотношений доминировали совпадения (число несовпадений составило 6, или 10,7%, $p<0,05$, критерий знаков).

Более подробно совпадения/несовпадения показателей проанализированы в таблице 2.

Среди совпадений соотношения рассматриваемых показателей «передние отделы коры > задних отделов коры» составили 46,4%, «передние отделы коры = или < задних отделов коры» — немного меньше (42,8%).

Первый тип соотношений — «передние отделы коры > задних отделов коры» (как показало неврологическое обследование, проведенное в рассматриваемой группе лиц) — отмечался у здоровых лиц, второй — при наличии патологии (например, гипертонической болезни).

При неврологическом обследовании в рассматриваемой группе выявились:

- гипертоническая болезнь легкой и средней степени тяжести (I10 по МКБ-0) — у 33 человек (58,9%);
- остеохондроз различных отделов позвоночника — у 29 человек (51,8%);
- заболевания желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) — у 12 человек (21,4%).

9 обследуемых (16,1%) были признаны здоровыми (все они имели соотношение «передние отделы коры > задних отделов коры» как по показателям ВМПР, так и по УПП). Это соответствовало приводимым в литературе данным о более высоком уровне энергетических процессов в передних областях неокортекса (по сравнению с задними) у здоровых [12; 18].

Среди обследованных с остеохондрозом различных отделов позвоночника соотношения «передние отделы коры > задних отделов коры» по показателям ВМПР составили 31%, по УПП — 37,9%. Соответственно соотношения «передние отделы коры = или < задних отделов коры» по показателям ВМПР — 69%, УПП — 62,1% (различия между группами по соотношениям недостоверны, $p>0,05$).

Среди обследованных с заболеваниями ЖКТ соотношения «передние отделы коры > задних отделов коры» по показателям ВМПР составили 33,3%, по УПП — 41,7%. Соответственно соотношения «передние отделы коры = или < задних отделов коры» по показателям ВМПР — 66,7%, УПП — 58,3% (различия между группами недостоверны, $p>0,05$).

Из 33 человек с гипертонической болезнью 15 (45,4%) имели заболевание I ст., 18 (54,6%) — II ст. Среди лиц с заболеванием I ст. соотношения «передние отделы коры > задних отделов коры» по показателям ВМПР составили 53,3%, по УПП — 46,7%. Среди лиц с заболеванием II ст. все 18 (100%) характеризовались соотношением «передние отделы коры = или < задних отделов коры» как по показателю ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений, так и показателю УПП головного мозга (различия между группами с гипертонической болезнью разной степени достоверны, χ^2, $p<0,05$). Сходные изменения показателя, характеризующего степень различий состояний гомологичных областей коры, описаны при начальных проявлениях гипертонической болезни [7].

Таким образом, у обследованных с заболеваниями различного генеза отмечалось нарастание (в отличие от здоровых) соотношений, характеризовавшихся равенством передних и задних отделов коры либо преобладанием задних отделов над передними как по показателю УПП головного мозга (который отражал энергетические процессы в тканях мозга), так и по показателю ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений (который отражал степень межполушарных различий между состояниями гомологичных областей неокортекса).

Особенно четко это проявилось у лиц с гипертонической болезнью II ст., у которых соотношения «передние отделы коры = или < задних отделов коры» отмечались в 100% наблюдений. В ЭЭГ этих лиц при этом (утяжелении заболевания) отмечалось нарастание аномальных изменений. В таблице 3 представлен анализ ЭЭГ-паттернов (по Е.А. Жирмунской [3; 4]) у лиц с гипертонической болезнью I и II ст.

У лиц с гипертонической болезни I ст. чаще, чем у здоровых, отмечались аномальные показатели биоэлектрической активности (IV тип ЭЭГ – у 33,3%, неустойчивая динамика паттерна – у 80%, высокий индекс низкочастотной β1-активности – у 33,3%). Различия со здоровыми, однако, не достигали степени статистической значимости.

У лиц с гипертонической болезнью II–III ст. перечисленные признаки отмечались достоверно чаще, чем у здоровых (у 66,1, 100 и 66,7% соответственно, $p<0,05$). Эти изменения свидетельствовали о дисфункциональных проявлениях в ЦНС на корковом и подкорковом уровнях с вовлечением стволовых структур (преимущественно диэнцефальных отделов), участвующих в регуляции вегетативных функций организма и формировании эмоционального статуса [1; 3; 4; 8–10].

Нарастание соотношений «передние отделы коры = или < задних отделов коры» по мере утяжеления заболевания свидетельствовало о снижении уровня энергетических процессов в тканях мозга в передних отделах коры по сравнению с задними областями неокортекса. Это сопровождалось нарастанием дисфункциональных проявлений в ЦНС на корковом и подкорковом уровнях, что проявлялось увеличением аномальных признаков на ЭЭГ.

Показатели ВМПР мощности биопотенциалов и УПП головного мозга сопоставлялись при разном характере регуляторных влияний со стороны стволовых отделов на кору головного мозга (при десинхронизированных и синхронизированных ЭЭГ). Для этого ЭЭГ обследуемых в зависимости от величины мощности α-активности в затылочно-теменных отведениях были разделены на две категории:

- с преобладанием десинхронизирующих влияний (мощность α-активности = или > 50 мкВ/Гц^2) – 27 человек;
- с преобладанием синхронизирующих влияний (мощность α-активности < 50 мкВ/Гц^2) – 29 человек.

Сравнение значений показателей ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений и УПП головного мозга в передних и задних отделах коры при десинхронизированных и синхронизированных ЭЭГ представлено в таблице 4.

Из приведенной таблицы видно, что при десинхронизированных ЭЭГ значения обоих показателей были больше, чем при синхронизированных ЭЭГ.

Заключение

Проведено сравнение показателей величины межполушарных различий (ВМПР) мощности биопотенциалов гомологичных отведений (отражали степень межполушарных различий между состояниями гомологичных областей неокортекса) и уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга (отражали энергетические процессы в тканях мозга).

Сравнивали соотношения каждого из показателей в передних и задних отделах коры: по группе обследованных в целом; у лиц, признанных здоровыми; при наличии различной патологии (сосудистого и не сосудистого характера); при разной выраженности в биоэлектрической активности коры головного мозга активирующих влияний из стволовых структур (при десинхронизированных и синхронизированных ЭЭГ).

Установлено совпадение соотношений показателей в передних и задних отделах коры у здоровых лиц, при наличии различной патологии (сосудистого и не сосудистого характера), а также при разном характере регуляторных влияний со стороны стволовых отделов на кору головного мозга (при десинхронизированных и синхронизированных ЭЭГ).

Приведенные данные позволяют заключить, что рассматриваемые показатели характеризуют сходные процессы, происходящие в головном мозге (энергетические), следовательно, показатель ВМПР мощности биопотенциалов гомологичных отведений мо-

Величина межполушарных различий (ВМПР) мощности биопотенциалов гомологичных отведений и уровень (лобная, левая и правая височные области) и задних

№	ФИО	Возраст, лет	ВМПР		
			Передние отделы коры	Задние отделы коры	Соотношение передних и задних отделов коры
			лобно-височные области	центрально-теменно-затылочные области	
1	А... В	68	16,4	15,3	Передние > задних
2	А... В.	32	15,9	9,2*	Передние > задних
3	Б... А.	57	21,3	14,4*	Передние > задних
4	Б.....В.	40	11,3	10,8	Передние = задним
5	Б.....Н.	60	20,3	15,2*	Передние > задних
6	Б.....Н.	63	24,9	19,9*	Передние > задних
7	В.....И.	51	22,4	16,9*	Передние > задних
8	В.... Е.	56	10,9	12,3	Передние = задним
9	Г.....А.	72	17,5	13,1	Передние > задних
10	Г.... П.	44	10,8	9,5	Передние = задним
11	Г... Л.М.	65	18,5	25,9	Передние < задних
12	Д... И.А.	49	19,5	20,9	Передние = задним
13	Д... Т.В.	58	19,1	13,6*	Передние > задних
14	Е... С.А.	51	19,6	17	Передние = задним
15	Ж... Б.В.	73	14,5	8,4*	Передние > задних
16	З... Н.В.	56	17,3	16,9	Передние = задним
17	З... Т.Л.	62	19,6	20,4	Передние = задним
18	З... З.Ф.	68	21,8	15,4*	Передние > задних
19	И... Л.А.	26	17,1	12,2	Передние > задних
20	К...И.Ю.	50	26,8	20,8*	Передние > задних
21	К... Н.Н.	55	30,9	14,5*	Передние > задних
22	К... В.В.	60	12,6	13	Передние = задним
23	К... В.П.	79	15,7	9,1*	Передние > задних
24	К.... О.Г.	45	19	19,1	Передние = задним
25	К.... А.С.	30	13,5	9,2*	Передние > задних
26	К.... Т.А.	55	22,2	15,1*	Передние > задних
27	К....М.В.	46	12	7,6*	Передние > задних
28	К.... И.В.	61	20,3	12,9	Передние > задних
29	Л... Н.Н.	58	17,8	10,5	Передние > задних
30	Л.... Н.И.	58	26,3	18,7*	Передние > задних
31	М... Е.Г.	51	14,1	18,9*	Передние > задних
32	М... С.Н.	50	22,3	11,6*	Передние > задних
33	М... А.Е.	39	13,9	15,2	Передние = задним
34	М... Н.А.	47	10,9	5,1*	Передние > задних
35	М... .Ю.	29	14,6	10,6	Передние > задних
36	М... О.В.	45	19,4	13,4*	Передние > задних
37	Н... С.С.	62	13,8	10,5	Передние > задних
38	П...В.А.	68	16	10,9*	Передние > задних
39	П... В.Г.	54	15,7	22,9*	Передние < задних
40	Р... М.У.	47	8,7	9,1	Передние = задним
41	С... Н.Е.	46	20,9	15,2*	Передние > задних
42	С... С.И.	54	16,1	21,5*	Передние < задних
43	С... В.А.	54	21,8	22,1	Передние = задним
44	С... И.А.	54	18,8	19,1	Передние = задним
45	С... Л.В.	52	24,4	22,9	Передние = задним
46	С... В.В.	48	9,2	10,5	Передние = задним
47	С... А.П.	55	16,1	22,5*	Передние < задних
48	С... М.В.	69	14,3	19,4*	Передние < задних
49	Т... Н.И.	68	27,3	21,3*	Передние > задних
50	Т...В.А.	58	16	12,1	Передние > задних
51	У... Л.А.	51	21,2	20,3	Передние = задним
52	У... Н.Н.	63	24,7	12,7*	Передние > задних
53	У... В.А.	51	7,8	8,3	Передние = задним
54	Ч... А.В.	42	23,1	20,5	Передние = задним
55	Ш.....А.	58	20,3	19,7	Передние = задним
56	Ш.....А.	70	14,2	21,6*	Передние < задних

Примечание: * – достоверные различия между показателями ВМПР передних и задних отделов коры.

Таблица 1

постоянного потенциала (УПП) головного мозга, зарегистрированные у обследованных лиц в передних (центральная и затылочная области) областях коры

УПП					
Передние отделы коры			Задние отделы коры		Соотношение передних и задних отделов коры
лобная область	лев. височная область	пр. височная область	центр. область	затылочная область	
15,4	16,6	18,5	17,1	16,6	Передние = задним
12,2	18,5	15,4	11,2	10,4	Передние > задних
24,5	11,5	28,5	16,1	12,7	Передние > задних
15,3	15,2	8,1	14,1	13,5	Передние = задним
18,1	12,4	9,6	10,4	8,3	Передние > задних
19,8	20,3	18,7	10,2	16,4	Передние > задних
17,5	9,6	3,1	8	6,1	Передние > задних
9,2	3,3	9,1	6,6	8,5	Передние = задним
18,4	11,8	6,9	13,7	7,4	Передние > задних
22,5	21,9	21,3	21,9	17,2	Передние = задним
16,5	14,7	13,8	20,2	21,1	Передние < задних
18,2	11,8	4,6	11,2	17,9	Передние = задним
19,6	33,7	4,9	18,5	16,1	Передние > задних
9	5,6	5,9	8,1	9,1	Передние = задним
13,5	16,3	11,6	7,1	4,6	Передние > задних
9,2	5,3	2,3	8,2	2,5	Передние = задним
5,8	6,3	9,1	5,1	9,5	Передние = задним
12,4	13,5	10,6	5,6	7,6	Передние > задних
17,7	11,9	15	14,3	13,1	Передние > задних
18,5	19,1	13,5	11,2	13,7	Передние > задних
18,5	26,6	33,1	22,6	21	Передние > задних
9,5	7,1	4,2	9,2	8,9	Передние = задним
15,5	14,5	7,1	8,9	6,1	Передние > задних
9,6	11,2	6	8,6	9,5	Передние = задним
16,2	12,9	30,2	11,1	14,1	Передние > задних
17,9	23,4	15	11,6	14,1	Передние > задних
13,9	15,4	5,9	16,4	14,1	Передние = задним
9,6	5,5	13,1	10,4	18,3	Передние = задним
6,5	13,3	15,7	1,8	10,2	Передние > задних
11,5	13,7	10,7	7,9	5,2	Передние > задних
14,4	13,5	14,5	17,6	19,4	Передние < задних
12,3	8,6	14,7	18,1	19,2	Передние < задних
15,7	13,2	15,4	16,9	12,6	Передние = задним
9,2	36,9	24,5	9,5	0,9	Передние > задних
15,4	19,9	16,2	12,5	11,4	Передние > задних
15,1	10	11,6	8,1	6,4	Передние > задних
17,2	17	15,5	10,5	8,4	Передние > задних
20,5	15,8	23,7	15,8	17,4	Передние > задних
6,5	17,5	14,1	25	17,9	Передние < задних
12,6	5,6	10,5	7,4	11,2	Передние = задним
36,9	16,8	17,8	6,6	16,5	Передние > задних
18,4	15,6	11,5	15,2	20	Передние < задних
17,1	21,4	20,5	21,2	16,3	Передние = задним
11	9	22,1	25,2	21,2	Передние = задним
11,5	22,5	12,1	3,4	20,2	Передние = задним
14,5	18,2	15	16,1	14,3	Передние = задним
12,2	16,5	15,7	23,1	21,5	Передние < задних
16,6	15,4	18,4	12,0	13,6	Передние > задних
35,2	13,4	24,9	21,1	18,6	Передние > задних
12	16,8	12,1	12,3	10,6	Передние > задних
21,5	32,9	15,9	31,1	22,5	Передние = задним
12	16,2	13,6	12,2	16,4	Передние = задним
13,3	10,6	5,5	8,9	19,5	Передние = задним
8,1	15,4	17,8	17	13,9	Передние = задним
21,7	20,2	14,7	18,2	21,4	Передние = задним
10,1	9,6	8,4	17,2	18,9	Передние < задних

Таблица 2

Число совпадений между соотношениями передних и задних отделов коры по показателям ВМПР мощности биопотенциалов и УПП

Соотношения передних и задних отделов коры по показателям ВМПР мощности биопотенциалов и УПП	Число	%
Не совпали	6	10,7
Совпали	50	89,3
Передние отделы коры > задних отделов коры	26	46,4
Передние отделы коры = или < задних отделов коры	24	42.8

Таблица 3

ЭЭГ-показатели у обследованных с гипертонической болезнью различной степени тяжести и здоровых, %

ЭЭГ-показатели	Здоровые (n=9)	Гипертоническая болезнь I ст. (n=15)	Гипертоническая болезнь II–III ст. (n=18)
Тип ЭЭГ			
I, II, III типы	100	66,7	38,9
IV тип	0	33,3	61,1*
Динамика ЭЭГ			
устойчивая	77,8	20	0
неустойчивая	22,2	80	100*
Характеристика низкочастотной β1-активности			
низкий индекс β1 =<15%	100	66,7	33,3
высокий индекс β1 >20%	0	33,3	66,7
Наличие вспышек билатерально-синхронной активности			
нет	33,3	86,7	55,6
есть	66,7	13,3	44,4

Примечание: * – достоверные различия со здоровыми лицами.

Таблица 4

Значения показателей ВМПР мощности биопотенциалов и УПП в передних и задних отделах коры у лиц с десинхронизированными и синхронизированными паттернами ЭЭГ

Показатели	Десинхронизированные ЭЭГ (n=27)		Синхронизированные ЭЭГ (n=29)	
	передние отделы коры	задние отделы коры	передние отделы коры	задние отделы коры
ВМПР мощности биопотенциалов (усл. ед.)	20,2	17,9	15,8*	13,5*
УПП (мВ)	18,9	16,5	13,9*	11,3*

Примечание:* – достоверные различия между значениями показателей при десинхронизированных и синхронизированных ЭЭГ по критерию χ^2.

жет быть использован для косвенной оценки уровня энергетических процессов в тканях мозга.

Проведенный сравнительный анализ показателей, характеризующих функциональное состояние ЦНС по биоэлектрической активности головного мозга и уровню энергетических процессов в тканях мозга, дает основание сделать заключение о правомерности использования мобильного нейроэнергокартографа (программируемого усилителя биологических потенциалов милливольтного диапазона) для получения данных о состоянии человека в экстремальных условиях.

Литература

1. Болдырева Г.Н. Электрическая активность мозга при поражении диэнцефальных и лимбических структур. М.: Наука, 2000.
2. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека / 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 1988.
3. Жирмунская Е.А. Клиническая электроэнцефалография. М.: Мэйби, 1991.
4. Жирмунская Е.А. Электроэнцефалографическая характеристика дисциркуляторной энцефалопатии // Журнал невропа-

тологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 1991. Т. 91. № 1. С. 35–41.

5. Зверева З.Ф., Ванчакова Н.П. Величина асимметрии мощности ритмов ЭЭГ как показатель функционального состояния мозга // Патологическая физиология и экспериментальная медицина. 2003. № 4. С. 41–44.
6. Зверева З.Ф., Ванчакова Н.П. Оценка функционального состояния мозга по показателю величины асимметрии мощности биопотенциалов ЭЭГ // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2003. № 1. С. 23–26.
7. Зверева З.Ф., Ванчакова Н.П., Золотарёва Н.Н. Клинические и нейрофизиологические показатели у больных с дисциркуляторной энцефалопатией // Журнал невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2010. № 2. С. 15–18.
8. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография. Таганрог: Изд-во Таганрогского ун-та, 1996.
9. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней / 2-е изд. М.: Медицина, 2004.
10. Латаш Л.П. Гипоталамус. Приспособительная активность и электроэнцефалограмма. М.: Наука, 1978.
11. Лукьянова С.Н. Биоэлектрическая активность коры и некоторых подкорковых образований при экспериментальном неврозе // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. 1976. Вып. 3. Т. XXVI. С. 539–547.
12. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2004.
13. Майорчик В.Е. Изменения ЭЭГ в зависимости от локализации опухоли мозга // Клиническая электроэнцефалография. М.: Медицина, 1973. С. 106–146.
14. Малышенко Н.М. Влияние гормонов коры надпочечников и яичников на биоэлектрическую активность головного мозга: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Черновцы, 1968.
15. Пономарева Н.В., Фокин В.Ф., Разыграев И.И. Клиническое применение метода анализа уровня постоянных потенциалов головного мозга // Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине. Ялта; Гурзуф, 1996. С. 37–40.
16. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики. Теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. Новосибирск.: Наука, 1998.
17. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. М.: Антидор, 2003.
18. Хомская Е.Д. Нейропсихология. СПб.: Питер, 2005.
19. Шевченко В.П., Верещагин И.П., Быкова Е.В. и др. Изменение электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при гипертермии до 44°С у наркоманов // Русский медицинский журнал. 2000. Т. 8. № 5. С. 14–18.
20. Berkhout J. Comparative frequency distributions of large and small amplitude rhythms of the human electroencephalogram // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1965. Suppl. 6. P. 598–600.
21. Luthringer R., d'Arbigny P., Macher J.P. Ginkgo biloba extract (EGb 761), EEG and event-related potentials mapping profile // Effects of Ginkgo biloba extract (EGb 761) on aging and age-related disorders. Advances in Ginkgo biloba extract research / Ed. by I.Y. Christen, Y. Courtois, M.T. Droy-Lefaix. Paris: Elsevier, 1995. Vol. 4. P. 107–118.
22. Wright J., Robinson P.A., Rennie C.J. et al. Toward and integrated continuum model of cerebral dynamics: The cerebral rhythms, synchronous oscillation, and cortical stability // Biosystems. 2001. Vol. 63. No. 1–3. P. 71–88.

Контакты:
Зверева Зоя Фёдоровна,
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России,
старший научный сотрудник,
доктор медицинских наук.
Тел.: 8 (909) 947-42-58.
E-mail: zvereva01@yandex.ru