

АСИММЕТРИЯ КОГЕРЕНТНОСТИ ЭЭГ ПРИ ПОСТКОМАТОЗНЫХ БЕССОЗНАТЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

Е.В. Шарова

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
Москва

Значительное число исследований в настоящее время посвящено анализу особенностей пространственно-временной организации ЭЭГ человека при различных функциональных состояниях: сон-бодрствование, произвольное внимание, разного вида эмоции, решение специальных задач и т.д. [8,10,12,14,15,19]. Каждое из них является результатом сложнейших нейродинамических перестроек мозга как целостной системы - зачастую при определяющей роли разных регуляторных (стволовых, дизэнцефальных, лимбических) структур головного мозга [3]. Однако, на наш взгляд, очень высокий методический уровень работ и богатый фактический материал могут быть обеднены при интерпретации вследствие недооценки сложности нейрофизиологических механизмов их формирования.

Это напрямую касается проблемы изучения особенностей межполушарной асимметрии при разных формах деятельности ЦНС. Следует отметить, что электрографические и поведенческие корреляты функциональной асимметрии головного мозга человека в норме и патологии более подробно исследованы в бодрствующем и активном функциональном состоянии [4,9]. Существенно меньше известно о ее проявлениях и генезе при глубоком угнетении сознания [6] и грубых нарушениях психической деятельности.

Настоящее сообщение посвящено анализу особенностей межполушарного взаимодействия и межполушарной асимметрии биопотенциалов мозга человека на ранних этапах восстановления элементарной психической деятельности при затяжных посткоматозных бессознательных состояниях, обусловленных тяжелой черепно-мозговой травмой.

Данное исследование проведено в контексте изучения нейрофизиологических механизмов формирования и регресса таких состояний при церебральной патологии. Оно имеет как теоретическое, так и практическое обоснование. В настоящее время довольно очевидной становится неравномерность достижений разных медицинских нейронаук. Успехи современной нейрохирургии, нейротравматологии и реанимации позволяют

сохранить жизнь больных с тяжелейшими поражениями головного мозга. Однако, зачастую невозможным оказывается возвращение мозгу главного его назначения - обеспечения психической деятельности. Многие из этих больных находятся в затяжных (от нескольких месяцев до нескольких лет) бессознательных состояниях - нейрогенез которых, несмотря на усилия исследователей разного профиля во всем мире, не является до конца понятным. Причем, число таких пациентов из года в год увеличивается, реабилитация вызывает значительные сложности, а стоимость лечения весьма высока.

Методика

Выполнены динамические (период наблюдения от нескольких дней до 5 лет) электрофизиологические исследования у 84 больных с травматическим поражением головного мозга после длительной (свыше 10 суток) комой. У 37 из них бессознательное состояние стало необратимым. У остальных больных длительность его варьировала от двух недель до 7 месяцев, после чего они перешли на более высокий уровень психической деятельности.

Топография и характер повреждения травматического повреждения мозга определялись на основе комплексного клинического обследования, принятого в Институте нейрохирургии им. Н.Н.Бурденко РАМН, включая и рентгеноконтрастные (КТ, МРТ) методы .

У каждого больного проводили многоканальную регистрацию ЭЭГ по схеме 10-20% в фоне и при предъявлении различных индифферентных и функционально значимых афферентных стимулов (ритмический свет, звуковой тон, красное пятно, музыка, голос близкого человека и др.). Количественная оценка ЭЭГ включала формализацию ее отдельных характеристик, спектрально-когерентный анализ 30-60-секундных монополярных реализаций с топографическим картированием, анализ эквивалентных дипольных источников отдельных ЭЭГ-составляющих по методу Гнездицкого-Коптелова [13]. При сопоставлении данных и оценке их достоверности использовали методы математической статистики - в частности, пакет программ В.Г.Воронова с соавт [5].

На момент электрофизиологического исследования у каждого больного выявляли особенности клинко-неврологического статуса и состояния сознания. Его оценивали в соответствии со шкалой психического восстановления от комы до ясного сознания, разработанной Т.А.Доброхотовой с соавт [7,11]. К числу посткоматозных бессознательных состояний относили несколько сменяющих друг друга этапов с постепенно расширяющимся объемом реакций и навыков - до появления речи. Это прежде всего вегетативное или апаллическое состояние (начинается первым открыванием глаз, характеризуется относительной стабилизацией висцеро-вегетативных функций и завершается первой попыткой фиксации взора и слежения), а также состояние акинетического или гиперкинетического мутизма (характеризуется возможностью фиксации взора и

слежения, завершается восстановлением двигательной активности и пониманием обращенной речи)

Результаты

Проведенный нейрофизиологический анализ выявил ряд общих черт, присущих всем исследованным бессознательным состояниям. Общим для них является выраженное отличие от нормы многих показателей биоэлектрической активности. Характерным для ранних посткоматозных этапов паттернам ЭЭГ (рис.1, 2) присущи отчетливые нарушения пространственной организации, отсутствие или значительная редукция доминирующего в норме альфа-ритма - при усилении медленных дельта-тета или, напротив, высокочастотных бета-составляющих. Эти изменения указывают на усиление в рисунке ЭЭГ стволовых либо подкорково-базальных признаков.

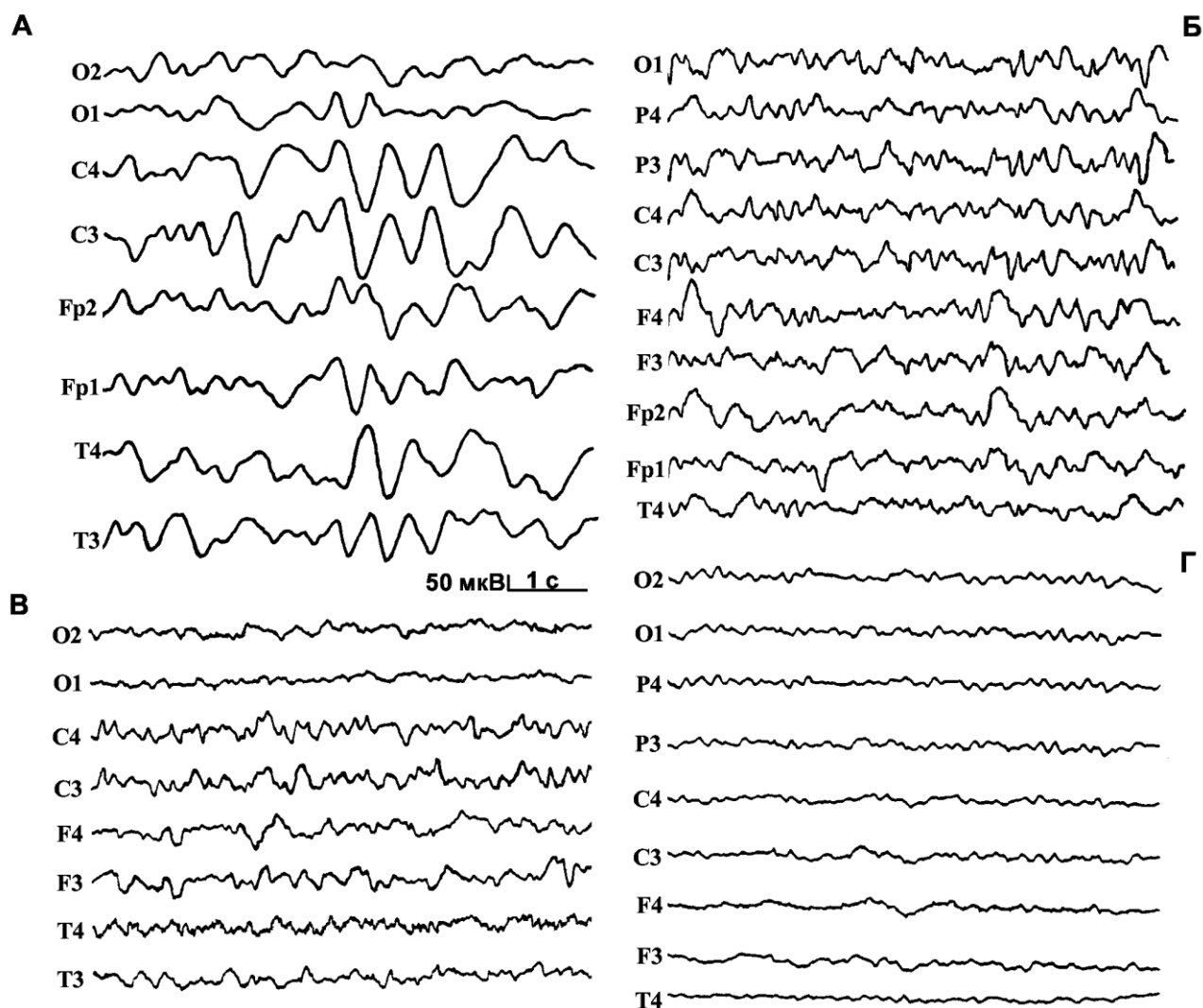
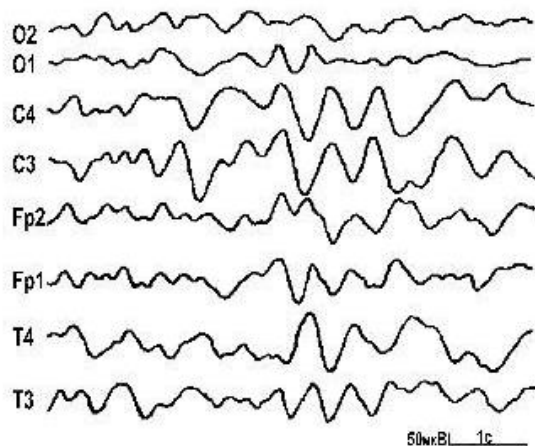


Рис.1. Варианты ЭЭГ больных с посткоматозным бессознательным состоянием после тяжелой черепно-мозговой травмы.

ВЕГЕТАТИВНЫЙ СТАТУС



МУТИЗМ

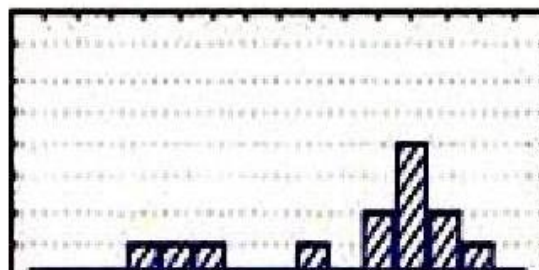
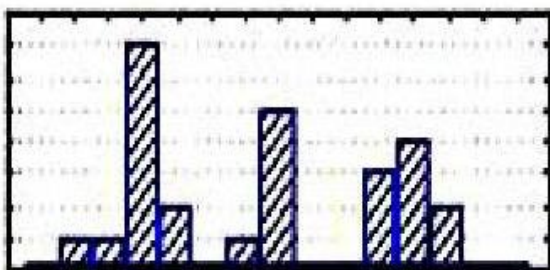
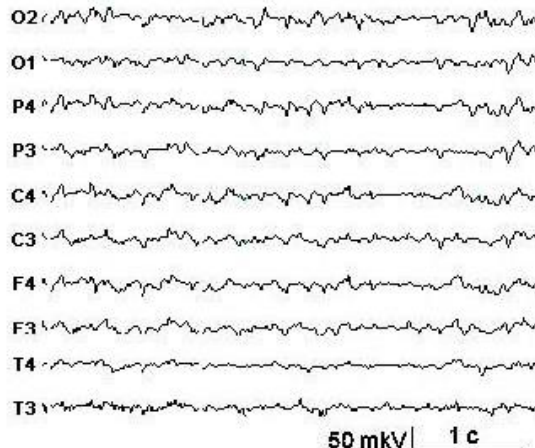


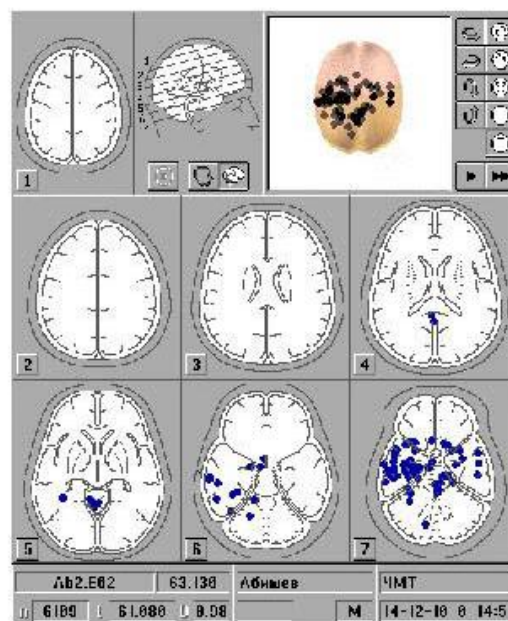
Рис.2. Характерные варианты ЭЭГ при вегетативном состоянии (I) и акинетическом мутизме (II).

А - паттерны ЭЭГ, типичные для этих состояний.

Б - гистограммы распределения ЭЭГ-паттернов в указанных состояниях.

Источники доминирующих в ЭЭГ патологических видов активности локализовались в стволовых, подкорковых и базальных структурах мозга. Причем, это относилось как медленным формам ЭЭГ- активности, так и к более высокочастотным: бета-(рис.3) и даже альфа-составляющими. По-видимому, при бессознательных состояниях мы зачастую имеем дело не с корковым, а с так называемым "гиппокампальным" альфа-ритмом [2,18], который отражает раздражение лимбических образований мозга и не может рассматриваться в качестве однозначно позитивного прогностического признака.

Вспышки медленных волн при вегетативном статусе



Бета-активность при мутизме

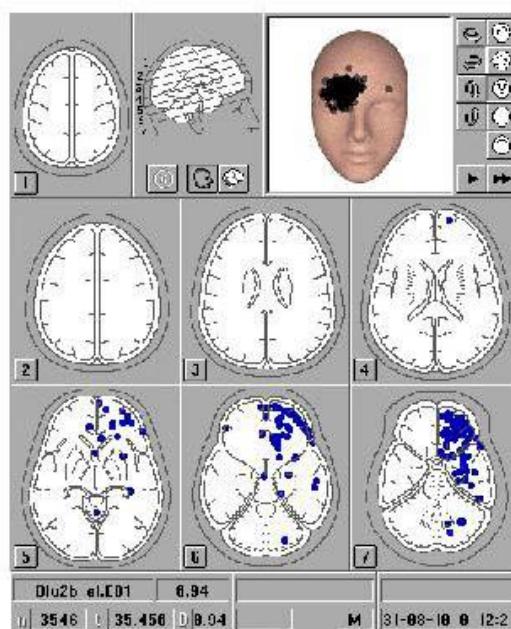
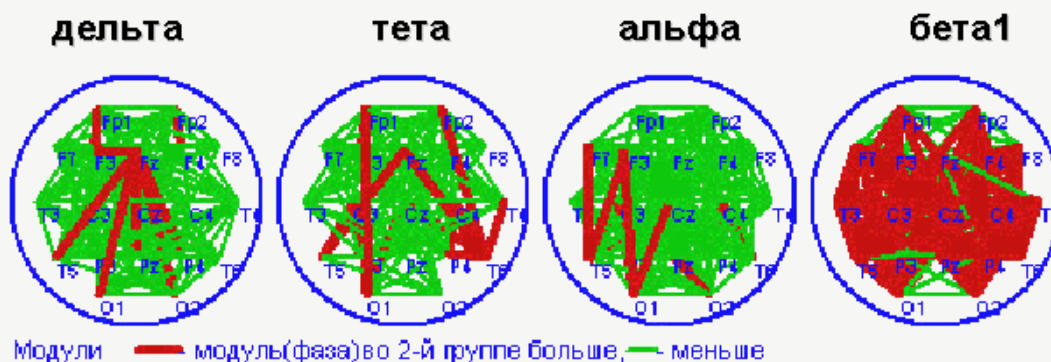


Рис.3. Трехмерная локализация источников основных видов активности ЭЭГ при посттравматическом вегетативном состоянии (I) и акинетическом мутизме (II).

Значимо отличались от нормы и когерентные характеристики ЭЭГ - как у отдельных больных, так и по всей совокупности наблюдений (рис.4). Большинство когерентностей в основных частотных диапазонах ЭЭГ были значимо снижены относительно нормы что, согласно представлениям школы В.С.Русинова, отражает снижение тонуса коры [1]. На этом фоне в диапазонах от дельта до альфа лишь отдельные связи могут быть усилены.

Значимо отличные от нормы связи при ВС



Значимо отличные от нормы связи при мутизме

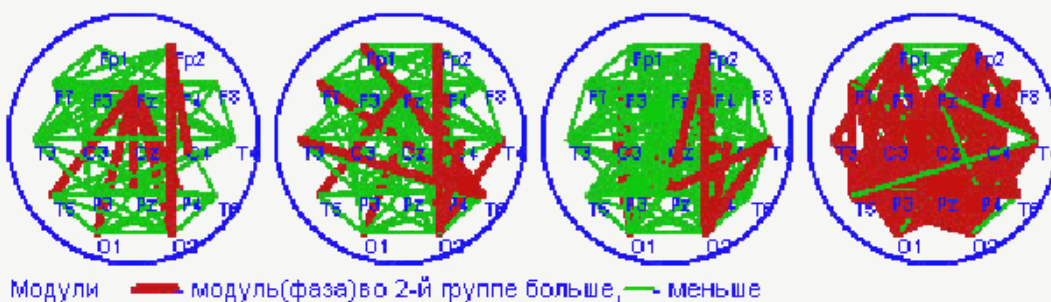


Рис. 4. Специфичность когерентных связей ЭЭГ при разных формах посткоматозных бессознательных состояний.

Причем, это не короткие кортикальные меж- и внутрислошарные когерентности, Это, например, протяженные связи между передними и задними отделами одного полушария. По данным А.Н. Шеповальникова с соавторами [17], полученным при исследованиях в онтогенезе, они обеспечиваются длинными ассоциативными волокнами, роль которых состоит не столько в реализации сформировавшихся функций, сколько в обеспечении возможностей их становления. Либо это межполушарные диагональные связи, обусловленные, по-видимому, полисинаптическими комиссуральными взаимодействиями полушарий.

Все эти данные свидетельствуют о том, что в формировании и развитии исследуемых состояний (от вегетативного до мутизма с эмоциональными реакциями) определяющая роль принадлежит стволовым и подкорково-базальным структурам - на фоне торможения коры.

Наряду с общими чертами были выявлены и особенности биоэлектрической активности, специфичные для каждого из рассматриваемых бессознательных состояний. Так например, для вегетативного или апаллического состояния характерны паттерны ЭЭГ с преобладанием медленных ритмических колебаний - временами в виде всплесков стволового характера (рис. 2 А). При разных модификациях мутизма более типичен вариант ЭЭГ с уплощением рисунка и усилением выраженности тета- и бета-колебаний (рис. 2Б). Эти различия видны на гистограммах распределения паттернов ЭЭГ по состояниям и имеют достоверный характер.

Дипольные источники доминирующих видов патологической активности при ВС локализованы главным образом в стволовых и глубинновисочных подкорковых образованиях. А при мутизме - в подкорковых и лобно-базальных отделах мозга (рис.3). Эти данные позволяют нам утверждать, что имеется специфичность системной церебральной организации при разных формах посткоматозных бессознательных состояний. Если при вегетативном статусе в ЭЭГ усилены стволовые и подкорковые влияния, то при мутизме подчеркивается роль подкорковых, дизэнцефальных и базальных образований.

Установлено также, что этим состояниям присуща резкая асимметрия когерентности ЭЭГ и реактивности полушарий, направленность которой определяется стадией психического восстановления. При вегетативном состоянии, на фоне значимого снижения большинства когерентностей относительно нормы, отмечается преобладание протяженных внутрислоушарных связей в пределах левой гемисферы, в частности, с лобной областью (рис.4). При мутизме без понимания речи значимо усилен ряд когерентностей справа, особенно с височной областью (рис.4).

При афферентной стимуляции в вегетативном состоянии более реактивным является левое полушарие: независимо от модальности стимула изменяются (главным образом усиливаются) связи в пределах левой гемисферы (с лобной или височной областью) - практически у всех больных, если реакцию вообще можно получить. При мутизме без понимания речи на стимулы любой модальности более отчетливо реагирует правое полушарие. Данное положение подтверждается рис. 5, где приводятся примеры ЭЭГ-реакций на одинаковые афферентные раздражители одного и того же больного на разных стадиях психического восстановления.

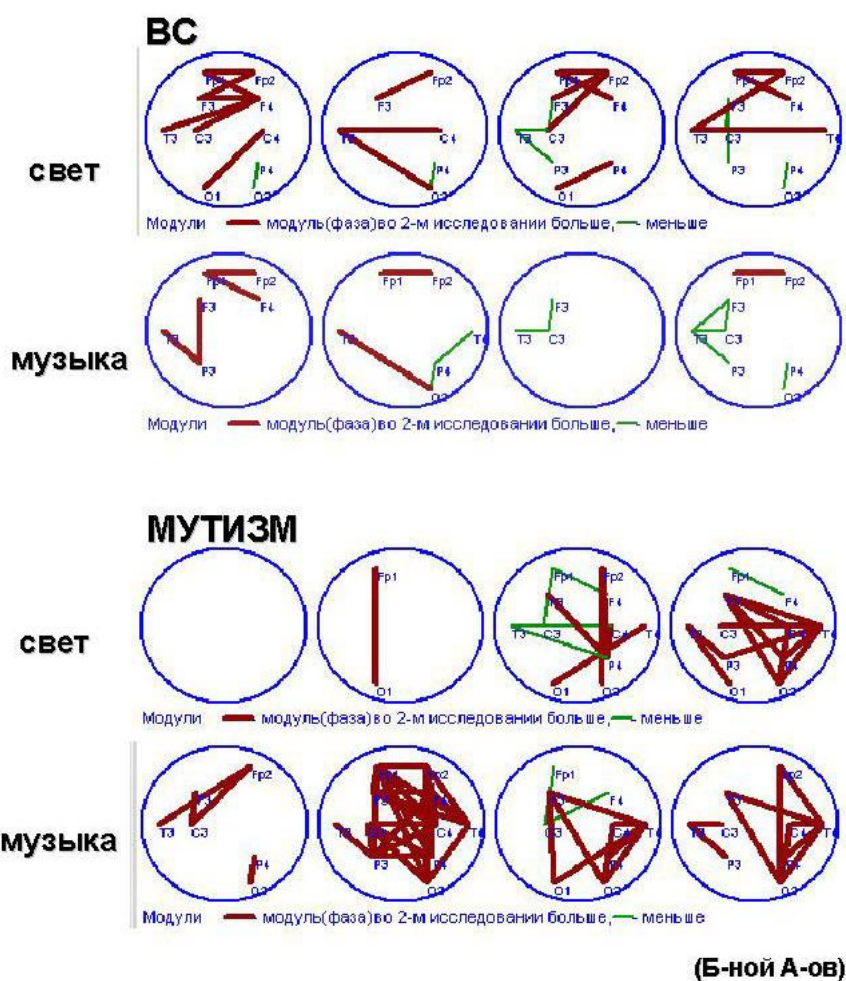


Рис.5. Особенности реактивных изменений ЭЭГ при разных формах посткоматозного бессознательного состояния после тяжелой черепно-мозговой травмы.

Учитывая функциональные изменения, которые происходят с больными на каждом из этих этапов, мы рассматриваем повышение левосторонних когерентностей в фоне и их высокую реактивность в ответ на стимуляцию при вегетативном состоянии как признак активации левого полушария, сопровождающей появление глазодвигательных реакций и внимания, которыми данная стадия заканчивается. Это представление подтверждает тот факт, что у больных с преимущественным поражением левого полушария фиксация взора наступает значительно позже по сравнению с другими вариантами травмы. Превалирование активности правой гемисферы при мутизме без понимания речи связано, по нашему мнению, с происходящим на данной стадии упорядочиванием двигательной активности (с появлением фактора произвольности) и возникновением предпосылок для формирования эмоциональных реакций.

Таким образом, формирование каждого из исследованных нами бессознательных состояний с восстановлением в рамках его определенных психических функций обеспечивается разными функциональными системами - со специфическим для них профилем межполушарной асимметрии. В условиях торможения коры эта асимметрия, по-видимому, обусловлена прежде всего неоднозначностью связей полушарий со срединными церебральными структурами разного уровня.

Впервые предположение об асимметрии этих функциональных взаимоотношений было сформулировано Н.Н.Брагиной и Т.А. Доброхотовой [4], которые на основе анализа большого клинического материала пришли к выводу о более тесном функциональном взаимодействии ствола головного мозга с левым, а диэнцефальных структур - с правым полушарием. Эти представления нашли свое объективное подтверждение в электрофизиологических исследованиях Лаборатории общей и клинической электрофизиологии головного мозга человека ИВНД и НФ РАН [3,16].

Можно полагать, что выявленная нами межполушарная асимметрия когерентности ЭЭГ, специфичная для определенных посткоматозных бессознательных этапов психического восстановления, в значительной мере отражает разную значимость отдельных срединных образований мозга в формировании каждого из этих состояний: усиление ствольных влияний при вегетативном состоянии и подкорково-диэнцефальных - при мутизме.

Литература:

1. Биопотенциалы мозга человека (под ред. В.С.Русинова). Москва, Медицина, 1987г.254с.
2. Болдырева Г.Н., Брагина Н.Н., Маргишвили Г.М., Машеров Е.Л. Влияние очага стационарного возбуждения в лимбических структурах на изменение пространственно-временной организации ЭЭГ // Физиология человека, 1995, т.24, N 5, с.18-28.
3. Болдырева Г.Н., Шарова Е.В., Добронравова И.С. Роль регуляторных структур мозга в формировании ЭЭГ человека // Физиология человека, 2000, Т.26, N5, с. 19-34.
4. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988, 221 с.
5. Воронов В.Г. Выявление статистически значимых особенностей в частотных спектрах электроэнцефалограмм // Труды УШ Международной конференции "Новые информационные технологии в медицине и технологии. Украина, Гурзуф, 2000 г. с. 244-245.

6. Добронравова И.С. Реорганизация электрической активности мозга человека при угнетении и восстановлении сознания (церебральная кома) // Диссертация . . . д.б.н. Москва, 1996.
7. Доброхотова Т.А., Потапов А.А., Зайцев О.С., Лихтерман Л.Б. Обратимые посткоматозные бессознательные состояния // Ж. Социальная и клиническая психиатрия, 1996, N2, с.26-36.
8. Дубровинская Н.В. К проблеме корковой активации: роль
9. неопределенности / определенности ситуации
10. // Журн.высш.нервн.деят., 1995, т.45, в.4, с.638-645.
11. Жаворонкова Л.А. Особенности межполушарной асимметрии ЭЭГ правой и левой как отражение взаимодействия коры и регуляторных систем мозга// Доклады АН. 2000. Т.375. № 5. С. 696-699.
12. Жаворонкова Л.А., Трофимова Е.В. Динамика когерентности ЭЭГ и двигательных реакций при засыпании у правой и левой. Сообщение I. Анализ внутриполушарных соотношений // Физиологи человека. 1997. Т. 23. №. 6. С. 18-26.
13. Зайцев О.С. Восстановление психической деятельности после длительной комы у больных с черепно-мозговой травмой. Автореф. Дис. . . к.м.н., 1993.
14. Иваницкий А.М., Ильюченко И.Р. Картирование Биопотенциалов мозга при решении вербальных задач // Журн.высш.нервн.деят., 1992, т. 42, в 4, с.627-635.
15. Коптелов Ю.М., Гнездицкий В.В. Анализ "скальповых потенциальных полей" и трехмерная локализация источников эпилептической активности мозга человека // Журн. невропатол и психиат 1989; 89: 6: 11-18.
16. Русалова М.Н, Костюнина М.Б. Асимметрия биоэлектрической активности мозга при переживании негативных эмоций // Доклады АН. 2001. Т.380. № 5. С. 701-703.
17. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Дубровинская Н.В., Савченко Е.И. Взаимодействие восприятия и внимания на разных этапах индивидуального развития // Журн.высш.нервн.деят., 1990, Т.40, в.5, с.860-871.
18. Шарова Е.В., Манелис Н.Г., Куликов М.А., Баркалая Д.Б. Влияние стволовых структур на формирование функционального состояния больших полушарий головного мозга человека // Журн.высш.нервн.деят., 1995, т. 45, N5, с.876-885.
19. Шеповальников А.Н., Цицерошин М.Н. Эволюционные аспекты становления интегративной деятельности мозга человека // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова, 1999, N 9-10, с.1187-1207.
20. Boldyreva Galina "The hippocampal alpha-rhythm" of the human brain // EEG & Clin.Neurophysiol., 1997, v.103, N 1, p.199.
21. Reascher B., Rappelshberger P. Coherence changes during a complex mental rotation task in females and males. EEG and Clin. Neuroph, 1997, v.103, P-15-6

Работа выполнена при поддержке РГНФ (грант N 99-06-00082а) и РФФИ (грант N 01-04-49495)