

Опыт применения транскраниальной микрополяризации в комплексном лечении черепно-мозговой травмы

А.Л. Горелик^{1,2}, А.Г. Нарышкин^{1,2}, Т.А. Скоромец¹, А.Ю. Егоров², И.В. Мартынов³

¹ФГБУ «СПб научно-исследовательский психоневрологический институт им. В.М. Бехтерева» МЗ РФ

²Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН (РФ)

³Центр восстановительного лечения «Альтернатива Плюс» (РФ)

Резюме. В статье представлены результаты многолетнего применения технологии транскраниальной микрополяризации (ТКМП) в качестве дополнительного метода лечения пациентов с черепно-мозговой травмой. Показано, что ТКМП оказывает мощное физиотерапевтическое воздействие (тканевой эффект) на перифокальную зону, способствует ускоренному регрессу отека мозговой ткани и разрешению очаговых поражений, существенно ускоряет регресс общемозговой и очаговой симптоматики. Изучение паттернов пространственной организации ЭЭГ позволило оценить возможности ТКМП в качестве нейрореконструктивной технологии, способной влиять на нейропластические механизмы мозга и содействовать перестройкам межкорковых взаимодействий. Такие перестройки приводят к формированию нового, оптимизированного, функционального состояния мозга, обеспечивающего более эффективное восстановление и компенсацию пострадавших функций. Особо важную роль в этих процессах играют передние и задние ассоциативные зоны, выступающие в качестве системного механизма обеспечения различных видов деятельности, в том числе и восстановительно-компенсаторной. Отмечено, что применение ТКМП у данной группы пациентов позволило не только получить более выраженный клинический эффект, но также существенно сократить сроки госпитализации и сузить круг показаний к оперативному вмешательству.

Ключевые слова: черепно-мозговая травма, транскраниальная микрополяризация, нейрореконструкция, интегративная деятельность мозга, пространственная организация ЭЭГ, ассоциативные зоны коры головного мозга, нейрореабилитация, восстановительно-компенсаторные процессы, функциональное состояние головного мозга, нейропластичность, интракортикальные взаимодействия.

Общепризнано, что черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из наиболее актуальных проблем неотложной нейрохирургии, поскольку характеризуется сложностью диагностики и лечения, стремительным течением, а также преимущественным поражением лиц молодого и среднего возраста (Коновалов А.Н., Лихтерман Л.Б., Потапов А.А., 2002). Число инвалидов вследствие травматического повреждения головного мозга к концу XX века превысило в России 2 млн, а во всем мире — 100 млн человек. Несмотря на очевидные успехи в изучении патогенеза черепно-мозговой травмы, наши представления о реальных компенсатор-

ных механизмах мозга остаются недостаточными. Это создает трудности в разработке современных, наукоемких функционально-восстановительных технологий, которые способствовали бы более эффективному разворачиванию компенсаторных процессов головного мозга (Богданов О.В., 1985, 2000; Oxley T. et al., 2004; Prigri A., 2003). Одной из таких перспективных технологий является транскраниальная микрополяризация (ТКМП), показавшая высокую эффективность при целом ряде неврологических заболеваний, в том числе и при последствиях очаговых поражений головного мозга травматического и сосудистого генеза (Шелякин А.М., Пономаренко Г.Н., 2006;

© А.Л. Горелик, А.Г. Нарышкин, Т.А. Скоромец, А.Ю. Егоров, И.В. Мартынов

Ajmone-Marsan G. et al., 1954; Edelman G., 1976). Это позволило предложить ТКМП в качестве дополнительного метода лечения и ранней реабилитации при острой ЧМТ (Нарышкин А.Г. с соавт., 2001). Но при этом остается проблема объективной оценки состояния мозга и его динамики под влиянием тех или иных лечебно-восстановительных мероприятий. Несмотря на очевидные успехи в развитии нейровизуализации, наиболее распространенным методом динамической оценки функционального состояния головного мозга до сих пор остается электроэнцефалография (ЭЭГ). Специфика ЭЭГ-паттернов при различных видах очаговых поражений мозга достаточно хорошо изучена (Зенков Л.Р., Ронкин М.А., 2004). Однако внедрение современных наукоемких технологий, осуществляющих более тонкие и щадящие воздействия на головной мозг, требует разработки соответствующих инструментов функциональной диагностики. Возможности визуального анализа ЭЭГ и традиционных видов ее статистической обработки оказываются недостаточными. Бурное развитие компьютерной техники сделало возможным применение такой трудоемкой методики, как исследование пространственной организации ЭЭГ-сигналов (Гриндель О.М., 1983, 2006; Ивацкий А.М., 2005; Ливанов М.Н. и др., 1978, 1988). Появилась также возможность определения пространственной организации биопотенциалов с помощью различных математических инструментов, в частности функции когерентности. Отображая линейную зависимость между двумя колебательными процессами существенно точнее, чем традиционно применявшаяся кросс-корреляция, функция когерентности при этом включена в качестве одной из опций в целый ряд стандартных программных пакетов для обработки ЭЭГ.

Таким образом, целью данной работы явилось изучение лечебных и реабилитационных возможностей ТКМП с оценкой функционального состояния мозга путем изучения картины пространственной организации (ПО) ЭЭГ.

Материалы и методы

В исследовании принимали участие пациенты нейрохирургических отделений СПб ГБ 23 и СПб Психоневрологического института им. В.М. Бехтерева, а также Центра восстановительного лечения «Альтернатива Плюс»

(г. Воронеж). В основную группу вошел 51 пациент (34 мужчины и 17 женщин) в возрасте от 17 до 64 лет с ЧМТ различной локализации и степени тяжести. Пациенты основной группы получали в разные периоды заболевания, наряду с общепринятым, лечение методом ТКМП, из них оперированы — 28 человек.

Также были обследованы следующие группы сравнения: 25 пациентов (16 мужчин и 9 женщин в возрасте от 23 лет до 61 года с черепно-мозговыми травмами различной локализации и степени тяжести, находившихся в разных периодах заболевания и получавших только общепринятое лечение; из них оперированы — 12 человек) и 17 условно здоровых испытуемых (11 мужчин и 6 женщин в возрасте от 24 до 49 лет). Все обследованные пациенты и испытуемые были расценены как правши.

Клиническая картина у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга на момент их включения в основную и контрольную группы представляла собой сочетание общемозговой, очаговой, менингеальной симптоматики и признаков дислокации ствола головного мозга 1-2-й степени. При этом на момент начала исследования в остром периоде находились 43 (56,8%) человека, которых по степени тяжести ушиба головного мозга (УГМ) распределили следующим образом: тяжелая степень — у 24 (55,8%) человек, средняя степень — у 19 (44,2%).

Всем больным проводили полное клиническое обследование по общепринятому протоколу, включавшее общий и неврологический осмотр, клинические анализы, ЭЭГ, рентгенологическое и нейровизуализационное обследование (КТГ, МРТ). По показаниям назначали УЗДГ, консультации специалистов.

Лечение. Всем пациентам выполняли в полном объеме общепринятую терапию. Консервативное лечение включало в себя гипотензивную, вазоактивную и антиагрегантную терапию. Ноотропную терапию, согласно современным представлениям, назначали с седьмых суток, симптоматическое лечение проводили на протяжении всего срока курации.

Оперативные вмешательства осуществляли по жизненным показаниям. Они были представлены следующими видами операций: удаление суб- и эпидуральных гематом, внутримозговых гематом и очагов разможнения, декомпрессионная трепанация черепа с наружным вентрикулярным дренированием по Арденду.

В послеоперационном периоде применяли комплекс реанимационных мероприятий, включающих, по показаниям, трахеостомию, лечебный наркоз, инфузионную, антиконвульсантную, гемостатическую, протеолитическую терапию, а также все виды симптоматического пособия.

В рамках реабилитационных мероприятий всем обследованным больным проводили курсы общеукрепляющей терапии с привлечением лечебной физкультуры, физиотерапевтического лечения, занятий с логопедом.

Применение ТКМП в качестве дополнительного метода. Проведение процедур ТКМП осуществляли с помощью сертифицированного аппарата для гальванизации, микрополяризации и электрофореза «Реамед-Полярис». Аппарат разработан и внедрен Институтом Реабилитации Человека «Возвращение» (директор — профессор О.В. Богданов).

Анод накладывали на кожу головы в зоне проекции патологического очага, катод — на противоположный сосцевидный отросток (рис. 1). При наличии двустороннего поражения два анода накладывали на проекции очагов, катод — на сосцевидный отросток с той или иной стороны. Курс лечения состоял из 2-недельных циклов по 5 еженедельных процедур. Длительность одной процедуры составляла 40 минут. Силу тока устанавливали на уровне 300 микроампер.

Данные ЭЭГ. ЭЭГ-исследования проводили по стандартному международному протоколу с помощью компьютерного электроэнцефалографа «Телепат-104» производства ООО «Потенциал», СПб.

По данным рутинной ЭЭГ, общими для обследованных пациентов признаками являлись: общемозговые изменения ЭЭГ-паттерна

различной степени выраженности, наличие у ряда пациентов признаков дисфункции стволовых и глубоких медиобазальных структур, также разной степени выраженности, наличие локальных органических изменений, локализация и степень выраженности которых соответствовали клинической картине и данным нейровизуализации. Наряду с этим, в отдельных случаях выявлялись фокусы эпилептиформной активности, а также косвенные признаки отека мозга.

С целью изучения пространственной организации ЭЭГ производилось вычисление коэффициентов когерентности (ККог) средствами встроенного сертифицированного пакета программного обеспечения WinEEG. Полученные данные представлялись в виде рисунков-пиктограмм, наглядно демонстрирующих специфику интракортикальных взаимодействий (ИКВ). Анализ и интерпретацию полученных данных проводили в парадигме М.Н. Ливанова о пространственной организации биопотенциалов как физиологической основе временных функциональных межкорковых связей. Согласно его рекомендациям, ИКВ с ККог 0,7-1,0 рассматривались как «высокоинтенсивные» и обозначались толстыми линиями, ИКВ с ККог 0,5-0,7 расценивали как «среднеинтенсивные», их обозначали тонкими линиями. Взаимодействия с ККог ниже 0,5 не рассматривались. При этом было обнаружено, что рисунки ИКВ в бета-диапазоне, по сравнению с другими диапазонами, оказались существенно менее информативными. Поэтому они были исключены из данного исследования.

Согласно современным представлениям, способность мозга к формированию и «перестроению» ИКВ является одной из фундаментальных основ феномена нейропластичности. Исходя из этого, результаты сравнительного анализа паттернов ПО ЭЭГ сопоставлялись с данными КТГ и МРТ, а также с клинической динамикой и показателями, полученными в группах сравнения. Для статистической обработки и оценки достоверности результатов применяли непараметрический критерий Уайта. Учитывая высокую вариабельность индивидуальных паттернов ПО ЭЭГ, мы ограничились только качественной оценкой полученных обобщенных паттернов. При этом больше внимания мы уделяли взаимодействиям между разнесенными зонами коры, а также межполушарным.

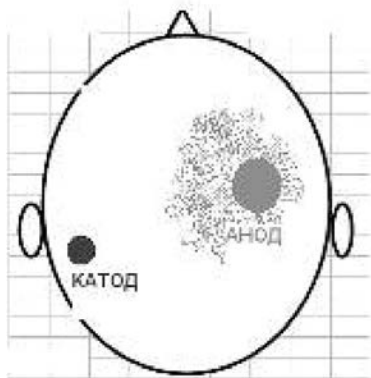


Рисунок 1 Схема наложения электродов при направленной ТКМП

Результаты и их обсуждение

Общим показателем клинического эффекта ТКМП является достоверное ускорение клинической динамики. Так, регресс общемозговой симптоматики у больных основной группы, как правило, отмечался уже после 2-3 процедур ТКМП, заметный регресс очаговых неврологических расстройств наблюдался после 5-7 процедур.

Средний срок пребывания в стационаре для больных с ЧМТ основной группы составил 32,4 суток, для контрольной группы — 42,1 суток.

При этом количество оперативных вмешательств у пациентов с ЧМТ без признаков дислокации ствола мозга достоверно ($p < 0,01$) снизилось в 1,5 раза по сравнению с контрольной группой.

По данным КТ- и МРТ-исследований удалось показать, что под влиянием ТКМП естественные саногенетические процессы в головном мозге протекают по особому, оптимизированному сценарию. Очаговые поражения и перифокальная зона saniруются без образования «гиподенсных дорожек», осуществляющих дренаж в ближайшие ликворные пространства, но путем «прямой» реабсорбции, что значительно ускоряет восстановительный процесс (табл., рис. 2).

С учетом данных литературы (Вартанян Г.А. с соавт., 1978; Шелякин А.М., Пономаренко Г.Н., 2006), можно констатировать, что эти эффек-

ты обусловлены непосредственным влиянием ТКМП на перифокальную зону. Выводя ее нейроны из парабактериального состояния, ТКМП восстанавливает их функциональные возможности путем повышения их возбудимости и включения их во вновь формируемые системы морфофункциональных связей. Это приводит к стабилизации, а вскоре и к обратному развитию отека мозга, уменьшению гипоксии и к ускоренной санации некротического очага с преобладанием механизма реабсорбции, что, в свою очередь, является фактором профилактики наиболее грозных осложнений.

В результате применения ТКМП положительная динамика рутинной ЭЭГ в виде регресса общемозговых и локальных изменений происходила значительно быстрее у пациентов основной группы, чем контрольной. В ряде случаев она отмечалась уже через сутки после первой процедуры ТКМП. В среднем указанная динамика развивалась на протяжении срока проведения процедур ТКМП (10-15 суток). У пациентов контрольной группы за такой же срок лечения картина ЭЭГ существенно не изменялась, отчетливая динамика выявлялась в среднем только на 4-6-й неделе наблюдения (рис. 3, 4).

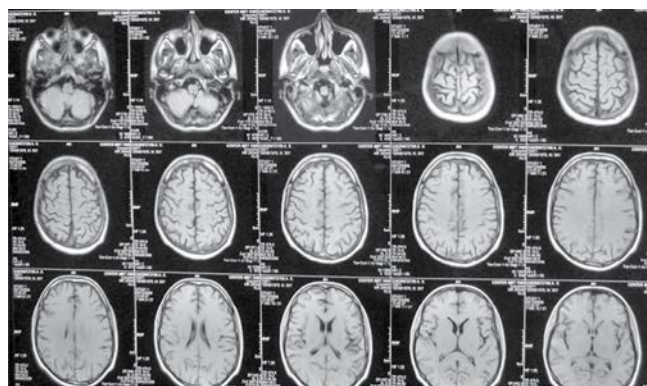
Как видно на рис. 3, картина ЭЭГ на фоне стандартных лечебно-реабилитационных мероприятий существенно не изменилась, при этом клинически у больного отмечено некото-

Таблица Динамика результатов нейровизуализационного обследования больных основной и контрольной групп

Диагноз	Исходно	После лечения	
		Основная группа (с применением ТКМП)	Контрольная группа
Черепно-мозговая травма	Очаг разможжения 2-3-го типа, зона перифокального отека	Зона перифокального отека уменьшается после 2-3 процедур ТКМП, санация очага происходит диффузно за счет субарахноидального пространства	Отек сохраняется до 2 недель, санация очага происходит за счет развития «гиподенсной дорожки» в желудочки мозга



А



Б

Рисунок 2 Больной К., 47 лет. ЗЧМТ: УГМ средней степени тяжести с формированием контузионных очагов 2-го вида. Динамика данных нейровизуализации (КТ и МРТ) под влиянием ТКМП: А — исходные данные КТ; Б — данные МРТ после проведения 10 процедур направленной ТКМП (срок — 2 недели)

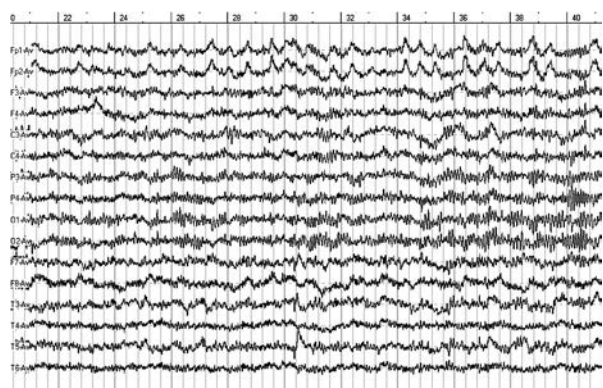
рое увеличение силы в конечностях, незначительное улучшение речи.

Как видно на рис. 4, в течение двух недель у больного с тяжелой ЧМТ, после удаления острой внутримозговой гематомы, на фоне ускоренной положительной клинической динамики (срок госпитализации 28 суток; регресс очаговой симптоматики от правосторонней гемиплегии до гемипареза в ноге на 2 балла, в руке — на 3 балла) восстановился физиологический ЭЭГ-паттерн с минимальными локальными изменениями.

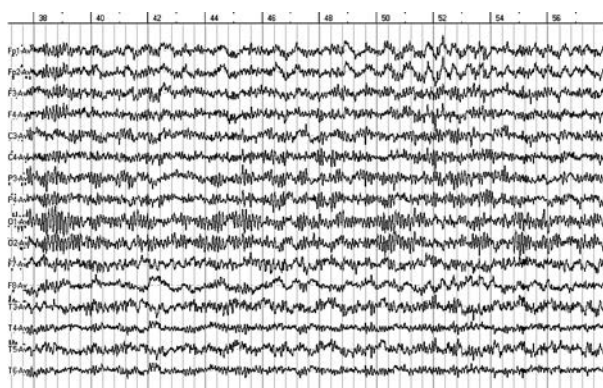
Таким образом, приведенные примеры демонстрируют, что под влиянием ТКМП происходит системная перестройка общего функционального состояния головного мозга, обеспечивающая более эффективное восстановление и компенсацию, чем при общепринятом лече-

нии. Динамика ЭЭГ оказывается значительно более ранней, глубокой и быстрой, коррелируя при этом с ускоренной клинической динамикой.

Динамика паттернов пространственной организации ЭЭГ. Анализ исходных индивидуальных и обобщенных паттернов ПО ЭЭГ в выделенных подгруппах показал, что общим для них является большее количество ИКВ по сравнению со здоровыми испытуемыми. При общепринятой терапии у пациентов с поражением левого полушария постепенно происходит заметное упрощение рисунков ИКВ, в то время как при правостороннем поражении наблюдается противоположная картина. Это согласуется с данными литературы о неравных компенсаторных возможностях полушарий (Советов А.Н., 1988; Бианки В.Л., 1989; Жаворонкова Л.А. с соавт., 2001). Было также отмечено

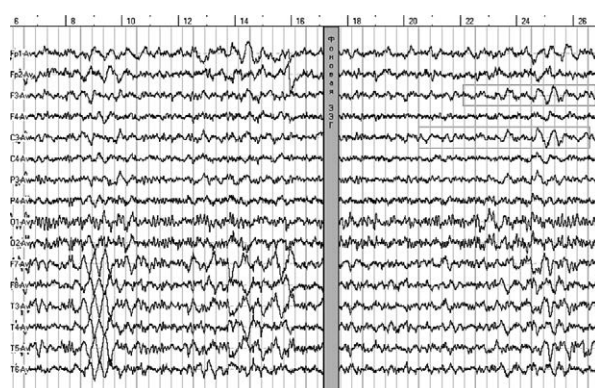


А

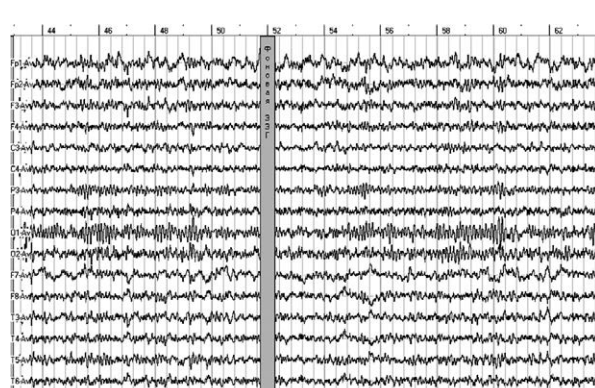


Б

Рисунок 3 ЭЭГ-динамика у больного 46 лет с диагнозом: «Травматическая болезнь головного мозга, промежуточный период, последствия черепно-мозговой травмы тяжелой степени (внутричерепная гематома левых височной и теменной долей; операция КППЧ слева и удаление гематомы от 05.2003); посттравматическая энцефалопатия, левосторонний гемипарез, моторная афазия»; А — исходно, Б — через 3 недели наблюдения после проведения курса общепринятых реабилитационных мероприятий



А



Б

Рисунок 4 Динамика ЭЭГ у больного 52 лет с диагнозом: «Закрытая черепно-мозговая травма: ушиб головного мозга тяжелой степени со сдавлением. Острая внутримозговая гематома левой лобно-теменной доли. Субарахноидальное кровоизлияние. Операция от 28.03.2001: костно-пластическая трепанация черепа в левой лобно-теменной области, удаление острой внутримозговой гематомы»; А — через 10 суток после операции, перед началом курса ТКМП; Б — по окончании курса ТКМП (через 13 суток)

но, что исходно разнородный характер ПО ЭЭГ у больных с очаговыми поражениями головного мозга не зависит напрямую от внутрислоушарной локализации очага. Так, например, обобщенные паттерны ПО ЭЭГ при травматическом поражении левого полушария, по сравнению с паттернами здоровых испытуемых и в разные периоды травматической болезни, выглядят следующим образом (рис. 5).

Следует отметить, что в каждой из обследованных подгрупп наблюдалась своя специфика обобщенных паттернов ПО ЭЭГ. Однако их динамика под влиянием направленной ТКМП, в отличие от результатов общепринятой терапии, закономерно проявлялась в том, что исходные ИКВ распались, и формировались паттерны, проявлявшие существенное сходство во всех обследованных подгруппах (рис. 6).

Из рис. 6 видно, что для всех пациентов, получавших процедуры ТКМП, характерен перенос основного массива ИКВ в альфа-диапазон, где они приобретают во многом симметричный характер, с преобладанием «протяженных», гетеролатеральных ИКВ «средней» интенсивности. Кроме того, обращает на себя внимание выраженное участие в структуре ИКВ лобных и затылочно-теменно-височных областей коры (зоны ТРО), которые, как показано рядом исследователей (Лурия А.Р., 1973; Robinson D.L. et al., 1978; Адрианов О.С., 1983; Адрианов О.С. с соавт., 1987; Советов А.Н., 1988), являются важнейшими корковыми ассоциативными зонами.

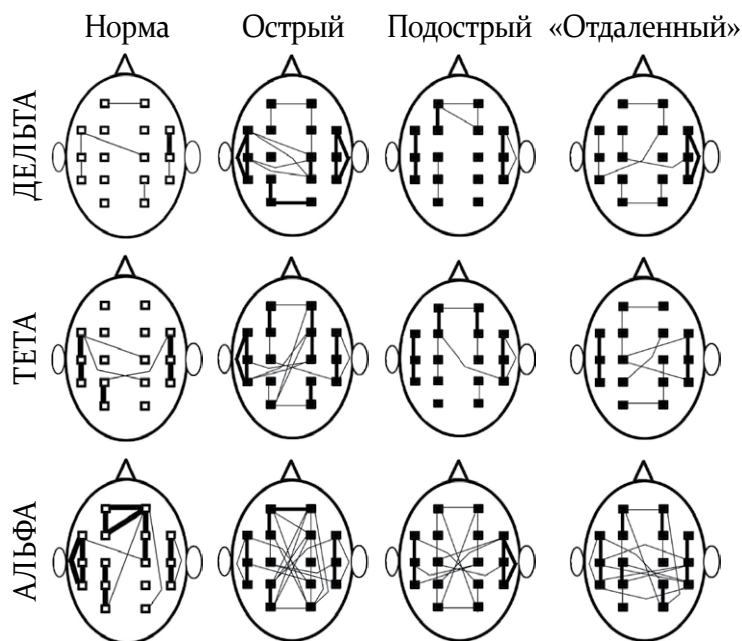


Рисунок 5 Исходные обобщенные ППС у больных с левосторонней ЧМТ в разные периоды травматической болезни

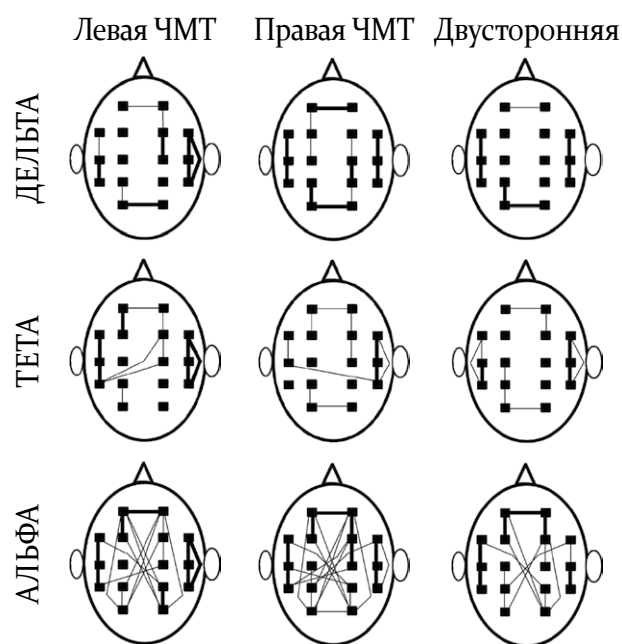


Рисунок 6 Обобщенные паттерны пространственной организации ЭЭГ у всех обследованных групп пациентов после проведенного лечения с применением метода ТКМП

Необходимо отметить, что сходную картину приобретают паттерны ПО ЭЭГ у больных цервикальной дистонией на фоне восстановления произвольной регуляции положения головы под влиянием транстимпанальной химической вестибулярной дерцепции (Нарышкин А.Г., 1999, 2000, 2010), а также у здоровых испытуемых при удержании произвольного поворота головы в стороны. Многочисленные данные об участии в межкорковых взаимодействиях передних и задних ассоциативных зон были также получены рядом авторов у здоровых испытуемых в момент выполнения разного рода тестовых заданий (Ливанов М.Н., Хризман Т.П., 1978; Фингелькурц А.А. с соавт., 1998; Ивањицкий А.М., 2005; Цицерошин М.Н., Шеповальников А.Н., 2009).

Особое значение имеет тот факт, что выявленная динамика ППС у обследованных пациентов коррелирует с ускоренным клиническим улучшением. Общепринятая терапия при всех изученных видах патологии не приводит к таким радикальным и системным перестройкам интрацентральных отношений.

Таким образом, полученные данные могут свидетельствовать о распаде ра-

нее сформировавшегося функционального состояния и формирования, по механизму «поляризованной» доминанты (В.С. Русинов, 1987), нового, оптимизированного, функционального состояния ЦНС, что обеспечивается, на наш взгляд, включением в реконструктивный процесс ведущих ассоциативных зон коры. В результате существенно облегчается работа базовых механизмов обеспечения системных функций — от элементарных моторных до адаптационных и гомеостатических.

Выводы

1. Направленная транскраниальная микрополяризация является высокоэффективным дополнительным методом лечения очаговых травматических поражений головного мозга различной давности.
2. Клинический эффект транскраниальной микрополяризации обусловлен ускоренной санацией как собственно очага поражения, так и перифокальной зоны.
3. Под влиянием ТКМП происходит распад ранее сформированной и становление новой, оптимизированной структуры интракортикальных взаимодействий, существенную роль в которой играют передние и задние ассоциативные зоны.

Список использованной литературы

1. Адрианов О.С., Молодкина Л.П., Ямщикова Н.Г. Ассоциативные системы мозга и экстраполяционное поведение. — М.: Медицина, 1987.
2. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга. — Л., 1989.
3. Богданов О.В. Физиологические основы процессов восстановления функций мозга и реабилитации организма: теоретические предпосылки к функциональному биоуправлению с обратными связями. — СПб: Изд-во СПб Ун-та, 2000.
4. Вартанян Г.А., Лохов М.И., Попова Л.А. Физиологический анализ микрополяризованного воздействия на следовые процессы // Журн. высш. нервн. деят. — 1978. — Вып. 3. — С. 589-597.
5. Гриндель О.М. Межцентральные отношения электрических процессов мозга человека и их функциональное значение. Электрофизиологическое исследование стационарной активности в головном мозге. — М.: Наука, 1983.
6. Гриндель О.М. Математический анализ электроэнцефалограмм в процессе восстановления сознания после тяжелой черепно-мозговой травмы // Журн. неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. — 2006. — № 12. — С. 47-51.
7. Жаворонкова Л.А. Межполушарные соотношения когерентности ЭЭГ при реабилитации больных с тяжелой черепно-мозговой травмой // Физиол. чел. — 2001. — № 2. — С. 5-14.

8. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней. — М.: МЕДпресс-информ, 2004.
9. Иваницкий А.М. Сознание и мозг // В мире науки. — 2005. — № 11.
10. Клиническое руководство по черепно-мозговой травме / Под ред. А.Н. Коновалова, Л.Б. Лихтермана, А.А. Потапова. — М.: Антидор, 2002. — Т. 1.
11. Ливанов М.Н., Хризман Т.П. Пространственно-временная организация биопотенциалов мозга у человека / Естественные основы психологии / Под ред. А.А. Смирнова, А.Р. Лурия, В.Д. Небылицына. — М.: Педагогика, 1978.
12. Ливанов М.Н. Диагностика и прогнозирование функционального состояния мозга человека. — М.: Наука, 1988.
13. Ливанов М.Н. Пространственно-временная организация потенциалов и системная деятельность головного мозга. — М.: Наука, 1989.
14. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. — М., 1973.
15. Нарышкин А.Г., Шелякин А.М. Способ лечения заболеваний экстрапирамидной нервной системы: Пат. на изобр. № 2168997; 29.05.2000.
16. Нарышкин А.Г., Шелякин А.М., Тюлькин О.Н., Горелик А.Г. Способ лечения острых очаговых поражений головного мозга / Пат. на изобретение № 2188674. Приоритет от 22.05.2001 // Бюл. № 25. — 10.09.2002.
17. Нарышкин А.Г., Горелик А.Л., Скоромец Т.А., Второв А.В. Двадцатилетний опыт применения вестибулярной дерцепции при лечении экстрапирамидной патологии (показания, эффективность, катамнез, механизмы) / Материалы 9-й Всероссийской научно-практической конференции «Поленовские чтения». — 6-10 апреля 2010. — СПб. — С. 398-399.
18. Русинов В.С. Доминанта как фактор слепообразования в центральной нервной системе // Механизмы памяти. — Л., 1987. — С. 197-234.
19. Советов А.Н. Восстановительные и компенсаторные процессы в центральной нервной системе. — М.: Медицина, 1988.
20. Фингелькурц А.А., Фингелькурц А.А., Ивашко Р.М. и соавт. Электроэнцефалографический анализ операциональной синхронизации корковых образований головного мозга у человека при мнестической деятельности // Вестн. МГУ. — Сер. 16. Биол. — 1998. — № 1. — С. 3.
21. Цицерошин М.Н., Шеповальников А.Н. Становление интегративной функции мозга. — СПб: Наука, 2009.
22. Шелякин А.М., Пономаренко Г.Н. Микрополяризация мозга / Под ред. О.В. Богданова. — СПб.: ИИЦ Балтика, 2006.
23. Ajmone-Marsan G., Fuortes M.G.F., Marossetto F. Effects of direct currents on the electrical activity of the spinal cord // J. physiol. — 1954. — № 113. — P. 316-321.
24. Edelman G. Surface modulation in cell recognition and cell growth // Science. — 1976. — Vol. 192, № 42. — P. 218-226.
25. Oxley T., Fitzgerald P.B., Brown T.L. et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation reveals abnormal plastic response to premotor cortex stimulation in schizophrenia // Biol. psychiat. — 2004. — Vol. 56, № 9. — P. 628-633.
26. Priori A. Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability // Clin. neurophysiol. — 2003. — Vol. 114. — P. 589-595.
27. Robinson D.L., Goldberg M.E., Stanton G.E. Parietal association cortex in the primate: sensory mechanisms and behavioral modulations // J. neurophysiol. — 1978. — Vol. 41. — P. 910.

Надійшла до редакції 09.03.2016 р.