

СОПОСТАВЛЕНИЕ СТАБИЛОГРАФИЧЕСКИХ, ЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИХ И КЛИНИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОЦЕССЕ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

Л.А. Жаворонкова, В.И. Лукьянов, О.А. Максакова, Г.А. Щекутьев
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН,
Институт нейрохирургии им акад. Н.Н. Бурденко РАМН, Москва

У 26 больных (21 мужчина, 5 женщин, средний возраст 26 ± 5 лет), перенесших тяжелую черпно-мозговую травму (ЧМТ) было проведено ЭЭГ и стабิโลграфическое изучение (76 исследований) во время курса реабилитации. Сопоставление клиническо-ЭЭГ данных со стабילוграфическими показателями выявило информативность последних для оценки восстановления позного контроля больных с последствиями ЧМТ в процессе их реабилитации. Обнаружены различия стабילוграфических показателей у больных по сравнению с условной нормой, а также их специфические изменения при восстановлении поддержания вертикальной позы в условиях наличия и отсутствия зрительного контроля на разных этапах реабилитации. Выявлена более важная роль зрительной афферентации в ранние сроки после ЧМТ и возрастание роли проприоцептивной импульсации в восстановлении позного контроля на более поздних этапах реабилитации. Показана взаимосогласованность особенностей динамики ЭЭГ и стабילוграфических показателей в процессе реабилитации больных, что предполагает правомерность использования предложенного подхода при динамической оценке состояния больных с последствиями ЧМТ.

В условиях высоких темпов технологизации наблюдается рост разных форм травматизма, в том числе - черепно-мозговых травм (ЧМТ). Успехи современной реабилитологии способствуют возрастанию числа людей с полной или частичной социальной адаптацией после перенесенной ЧМТ. Стратегия и тактика реабилитационного лечения до сих пор определяются эмпирически-интуитивным способом. Для формирования аналитического подхода необходима объективная и, по возможности, количественная оценка функциональных дефектов и ресурсов пациента, что позволило бы определить перспективы каждого из них на определенном этапе восстановительного лечения.

Одним из наиболее традиционных инструментальных подходов к оценке динамики состояния больных с последствиями ЧМТ является электроэнцефалографическое (ЭЭГ) исследование. К числу наиболее информативных характеристик ЭЭГ, используемых для оценки функционального состояния мозга больных с такой формой патологии, относятся спектрально-когерентные показатели [1-9].

Тяжелая ЧМТ, вызывающая длительные и глубокие нарушения сознания, практически всегда влечет за собой грубые дефекты двигательной функции, в том числе нарушения позного контроля. Эффективность восстановительного лечения в отдельных случаях может отражаться в изменении отдельных параметров движений и поддержания больным вертикальной позы.

Изучение позного контроля у человека привлекает внимание исследователей более ста лет и ее изучением занимаются специалисты различных областей медицины и физиологии [10-13]. В последние десятилетия в клинической практике все чаще используется стабิโลграфия, которая выявила высокую информативность при анализе механизмов нарушения и восстановления контроля позы у больных с различными формами патологии, в том числе при различных церебральных поражениях [14-28].

В последние годы стабิโลграфия используется также для оценки эффективности новых технологий в реабилитации больных с двигательными дефектами различного генеза, в том числе, детей с церебральным параличом [29-33]. В то же время не всеми авторами признается информативность стабิโลграфической методики для оценки динамики позного контроля в процессе выздоровления или адаптации больных с нарушениями двигательных функций [34].

Проблема объективной количественной оценки регресса двигательного дефекта больных с последствиями ЧМТ до сих пор остается не решенной. Помимо сложностей в разделении собственно дефицита позного контроля и нарушений, вызванных изменением высших психических функций, затрудняющих тестирование больных, возникли трудности, обусловленные тем, что до настоящего времени не выделены показатели стабิโลграммы, наиболее информативные для оценки особенностей нарушений движения больных с травматическим поражением мозга. Именно поэтому для объективизации реабилитационного процесса необходимо, во-первых, определить набор стабิโลграфических показателей, содержащий интегративную оценку состояния равновесия и надежно дифференцирующий данный вид патологии и норму. Во-вторых, было принято решение сопоставить результаты стабิโลграфического исследования с показателями биоэлектрической активности мозга, отражающими состояние центрального звена позного контроля у больных, перенесших ЧМТ. Задачей настоящей работы явилась разработка комплексной динамической оценки состояния больных с ЧМТ в процессе реабилитации, включающей параметры когерентности ЭЭГ и

стабилографические показатели в сопоставлении с клинической оценкой результатов реабилитации.

МЕТОДИКА

Динамическое ЭЭГ, стабилографическое и клиническое исследование (76 наблюдений) было проведено у 26 больных (21 мужчины и 5 женщин в возрасте от 16 до 42 лет, средний возраст 26 ± 5 лет) перенесших тяжелую ЧМТ. Все больные имели множественные, как правило, двусторонние поражения мозговой ткани (как полушарное, так и подкорковое), верификация которых осуществлялась с помощью КТ и МРТ исследований. В группе обследованных 6 больных (3 мужчин и 3 женщин) проходили курс реабилитации в ранние сроки после ЧМТ (в течение 2,5 месяцев после травмы – острый период после ЧМТ [4-6]). Двадцать пациентов (18 мужчин и 2 женщины) поступили в реабилитационную программу в более поздние сроки (через 3 и более месяцев после травмы – отдаленный период после ЧМТ). В настоящей работе в анализ были включены исследования, соответствующие тому этапу восстановления больного, когда он впервые был в состоянии самостоятельно стоять. У всех больных на раннем этапе после ЧМТ отмечалась длительная утрата сознания: от 6 суток до трех месяцев. Реабилитационный курс мог продолжаться в течение одного или нескольких месяцев и повторяться несколько раз.

Регистрация ЭЭГ (Nihon Kohden, Япония) осуществлялась от 18 электродов, расположенных по Международной системе 10-20, в состоянии покоя и при традиционных функциональных нагрузках. Каждая из записей ЭЭГ длилась от 30 до 60с. Свободные от артефактов отрезки монополярной записи ЭЭГ (с объединенным ушным электродом) использовали для дальнейшего анализа. Спектры мощности и когерентности вычисляли и усреднялись по 10 эпохам (2.56с - каждая) для 6 диапазонов ритмов с шагом 0.5 Гц (дельта – 0,5 - 4 Гц, тета1 - 4-6 Гц, тета2 - 6-8 Гц, альфа - 8-13 Гц, бета1 - 13-20 Гц и бета2 - 20-40 Гц). Определяли также усредненные значения когерентности для всех диапазонов ритмов – средние уровни когерентности [3,4]. Межполушарные когерентности вычисляли для 8 симметричных пар и внутрислошарные - для 26 пар отведений – по 13-ти внутри левого и правого полушария.

Для оценки особенностей поддержания вертикальной позы пациентов использовался аппаратно-программный стабилографический комплекс “МБН-Биомеханика” (МБН, Россия), включающий специальную динамометрическую платформу и компьютерный комплекс, позволяющий регистрировать колебания общего центра давления (ОЦД) человека. Результаты исследования пациентов сравнивали с результатами контрольной группы, в которую вошло 20 здоровых испытуемых (14 мужчин и 6 женщин, средний возраст 28 ± 7 лет). Исследование проводилось в затемненном и звукоизолированном помещении.

Обследуемый устанавливался на стабиллоплатформе на расстоянии 3 метров от монитора, в центре которого появлялся маркер – круг диаметром 5 см, на котором испытуемый должен был фокусировать взгляд. В течение регистрации стабиллограммы испытуемый стоял сначала с открытыми, а затем с закрытыми глазами (по 51с в каждом состоянии).

Аппаратно-программный комплекс регистрировал перемещение ОЦД тела испытуемого с последующим анализом следующих параметров: длина статокинезиограммы – L (в мм), площадь – S (в мм²), коэффициент LFS , представляющей собой отношение длины пути на единицу площади (в 1/мм), X – средняя амплитуда колебаний по фронтальной составляющей (в мм), Y – средняя амплитуда колебаний по сагиттальной составляющей (в мм), коэффициент Ромберга – KP , отражающий отношение площади статокинезиограммы с закрытыми и открытыми глазами, и др. Клиническая оценка поддержания позы и степени способности к передвижению больных создавалась реабилитационной командой из совокупности заключений невропатолога, психотерапевта, кинезиотерапевта и других специалистов. Для оценки достоверности изменений параметров когерентности ЭЭГ и стабиллографических показателей применяли непараметрические методы статистики (программный пакет Statsoft).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Особенности ЭЭГ и стабиллографических показателей у больных с последствиями ЧМТ

Группа больных, перенесших тяжелую ЧМТ, отличалась от группы здоровых испытуемых по большинству анализируемых показателей ЭЭГ. Наиболее значимые различия между двумя группами отмечены по значениям средних уровней межполушарной когерентности ЭЭГ, которые согласно литературным [3-6] и собственным данным [7-9] являются наиболее стабильными и в большей степени, чем внутрислошарные, соответствуют задаче интегративной оценки функционального состояния мозга человека.

Рис. 1 демонстрирует средние значения межполушарных когерентностей ЭЭГ для симметричных областей коры в группе больных (до начала курса реабилитации) и в группе здоровых испытуемых. Значения межполушарных когерентностей ЭЭГ в группе больных снижены в сравнении со здоровыми людьми для большинства областей коры (при $P < 0.05$). Этот результат соответствует представлениям о сниженном уровне функциональных связей между симметричными областями мозга и их рассогласованности после травмы [2-4].

На Рис. 2 представлены примеры статокинезиограмм больных при открытых и закрытых глазах, поступивших в реабилитационную программу в сроки, в течение 2-х месяцев после ЧМТ – в остром периоде (Рис. 2А) и более отдаленном периоде после ЧМТ (Рис. 2Б) в сравнении со статокинезиограммой здорового человека. (Рис. 2В). Площадь колебаний ОЦД у больных как в острый, так и в отдаленный период после ЧМТ значительно

превышает таковые у здорового человека (Рис. 2, А, Б, В, цифры на внешних сторонах квадратов). Наряду с этим, площадь колебаний ОЦД здорового испытуемого с закрытыми глазами больше, чем при стоянии с открытыми глазами. При этом амплитуда колебаний в сагиттальном направлении превышает таковые во фронтальном, особенно с закрытыми глазами. Значение КР, равное соотношению площади колебаний при закрытых и открытых глазах, у данного испытуемого составляет 224, что соответствует границам групповых значений нормы ($KP = 185 \pm 35$, Рис. 2 В).

В сравнении со здоровыми испытуемыми, у больных в разные сроки после ЧМТ значительно выше показатели как длины, так и площади перемещения ОЦД и в сагиттальном и во фронтальном направлениях. Это касается стояния как с открытыми, так и с закрытыми глазами. Обращают также на себя внимание различия стабиллографических показателей у больных, приступивших к реабилитации в разные периоды после травмы. Следует отметить, что у больных, включенных в реабилитационную программу в остром периоде после тяжелой ЧМТ, когда у них утрачены навыки поддержания вертикальной позы и они вновь обучаются самостоятельно стоять, амплитуда ОЦД во фронтальном направлении (из стороны в сторону) велика, особенно в отсутствии зрительного контроля, значения КР у таких больных значительно выше, чем у здоровых людей. В приведенном примере (Рис. 2, А) КР достиг 460, т.е. более, чем в 2 раза превысил нормативные значения.

В отдаленные сроки после ЧМТ, как правило, у каждого больного, проходившего реабилитационную программу, формируется индивидуальный стереотип поддержания вертикальной позы, отличающийся от стереотипа здорового человека. Форма этого стереотипа определяется локализацией, объемом поражения мозга, длительностью коматозного состояния и другими специфическими характеристиками. У таких больных по данным стабиллографии также выявляются увеличенные значения длины и площади колебаний ОЦД. Однако, соотношение стабиллографических показателей при стоянии с открытыми и закрытыми глазами в этот период после травмы (до начала тестируемого курса реабилитации) инвертировано по сравнению со здоровыми людьми: больные, как правило, с закрытыми глазами лучше поддерживают вертикальное положение тела, чем при зрительном контроле. Это отражается в снижении значений КР в сравнении с нормой, что характерно и для демонстрируемого больного ($KP = 13$, Рис. 2,Б)).

Сопоставление параметров стабиллографии по группе больных, перенесших ЧМТ, в начале реабилитационной программы и по группе здоровых испытуемых выявило достоверные различия для большинства анализируемых стабиллографических параметров, оцененных в двух состояниях - с открытыми (Рис.3, I) и закрытыми глазами (Рис.3, II). В группе пациентов, перенесших ЧМТ, в начале реабилитационной программы показатели

стабилографии резко отличается от нормы. Это касается как теста с визуальным контролем, так и без него.

При открытых глазах в группе больных наблюдаются значительно более высокие показатели длины и площади перемещения ОЦД тела, чем у здоровых людей (Рис. 3, I, А и 3, I, Б), что отражается в более низких значениях LFS (Рис. 3 В). Так, если у здоровых испытуемых значения коэффициентов LFS колебались от 0.9 до 3.5 и в среднем составляли 2.50 ± 0.56 , то у больных с ЧМТ, значения были более низкими, колебались от 0.3 до 1.2 и в среднем были меньше единицы – 0.83 ± 0.15 , достоверно отличаясь от нормативных данных (Рис. 3, I, В). Сопоставление амплитуды колебаний ОЦД во фронтальном и сагиттальном направлениях показало, что наибольшие различия между группами наблюдались для смещения ОЦД по оси X (Рис. 3, I, В).

В отсутствии зрительного контроля – при закрытых глазах, у больных, перенесших ЧМТ, стабилографические показатели также отличались от нормы, хотя и менее ярко, чем в тесте “открытые глаза”. Эти отличия в целом сходны по характеру, но в меньшей степени отличаются от нормативных значений, чем при состоянии с открытыми глазами. При анализе амплитудных характеристик стабилограммы по осям X и Y отчетливые различия между обследованными группами были также выявлены: у больных эти показатели были в 2-3 раза выше, чем у здоровых испытуемых.

Динамическая оценка ЭЭГ и стабилографических показателей при разных эффектах реабилитационных процессов

Достижения пациентов, прошедших реабилитационную программу, могут весьма различаться по уровню адаптации к среде. Это определяется различными факторами, такими, как тяжесть травмы и характер посттравматического процесса, прошедшие с момента ЧМТ до начала реабилитационной программы, возрастом больного, его индивидуальными характеристиками и др. Анализ этих факторов не входил в задачу настоящего исследования. Для специалистов реабилитологов представлялось важным выработать критерии особенностей и результатов реабилитационного процесса. В качестве базового метода в оценке состояния больного, в частности - степень поддержания вертикальной позы и способность к передвижению - использовалось клиническое исследование. Ранее нами было показано, что клиническая оценка коррелирует с характером изменения электрофизиологических показателей, отражающих состояние головного мозга больных, перенесших ЧМТ, на разных этапах реабилитационного процесса [9]. Изменения положения центра тяжести представляет собой неосознаваемую экспрессию пациента в ответ на четко сформулированную задачу, понятную даже для человека с грубыми нарушениями когнитивных функций (инвариантное выполнение). Включение в динамическую оценку

состояния больных комплекса стабิโลграфических показателей, расширило возможности оценки разных сфер нарушений, в том числе двигательных, при достижении разных результатов реабилитации больных с последствиями ЧМТ. Этот взгляд на человека заполняет значительный разрыв между клинической оценкой, сформулированной на языке симптомов, и количественной оценкой, касающейся функционального состояния головного мозга.

На Рис. 4 представлен пример динамической оценки ЭЭГ и стабิโลграфических показателей больного К. с успешным вариантом результатов реабилитационного процесса. Больной К (21г.) поступил в отделение реабилитологии Института нейрохирургии через 8 месяцев после тяжелой ЧМТ. По данным компьютерной томографии выявлены множественные очаги пониженной плотности, максимальные - в левой височно-затылочно-теменной области. При клиническом исследовании обнаружены элементы моторной и амнестической афазии, аграфии, акалькулии, умеренный правосторонний гемипарез, выраженная атаксия. На начальном этапе реабилитации больной не мог самостоятельно ходить. Результатом трехмесячной реабилитационной программы стала зарегистрированная при клиническом исследовании отчетливая положительная динамика, важной частью которой явилось обретение навыков самостоятельной ходьбы без специальных приспособлений. По данным ЭЭГ к окончанию курса реабилитации, по сравнению с ее началом, наблюдалось значительное увеличение средних уровней когерентности ЭЭГ во всех областях коры с тенденцией приближения к нормативным значениям. По данным стабิโลграфического исследования контроль позы очевидно улучшился. На Рис. 4 видно, что значения LFS в условиях зрительного контроля заметно увеличились, в то время как в его отсутствии динамика значений LFS была неустойчивой.

На Рис. 5 представлены результаты комплексного динамического исследования больного Ю. (23 года, включен в реабилитационную программу через 3 месяца после тяжелой ЧМТ). По данным компьютерной томографии у больного выявлены множественные очаги пониженной плотности, в частности, в лобных отделах и в левой теменно-височной области. Выраженность двигательного дефекта в значительной степени определялась грубыми суставно-мышечными нарушениями, которые, в свою очередь, были связаны с ЧМТ. После 4-х месячной реабилитационной программы у больного не отмечалось значимого изменения анализируемых параметров. По данным клинического обследования после курса реабилитации больной нуждался в меньшей помощи при передвижении, однако картина ходьбы мало изменилась. По данным ЭЭГ в течение курса реабилитации не обнаружено существенного увеличения средних уровней когерентности. Можно отметить незначительное увеличение когерентности ЭЭГ в симметричных лобных областях коры, в то

время как в центральных и теменных отделах (зоне корковой проекции двигательного анализатора) изменения когерентности ЭЭГ были незначительными и неустойчивыми. У данного больного отсутствовали также отчетливые изменения стабิโลграфических показателей: они значительно отличались от нормативных данных, как до курса реабилитации (были выше, чем в норме), так и после его завершения (ниже нормативных значений, что, возможно, является отражением одного из этапов реабилитационного процесса).

Учитывая тот факт, что стабิโลграфические показатели выявили специфические особенности, характерные для больных в относительно ранние и отдаленные сроки после ЧМТ, представлялось важным сопоставить обобщенные стабิโลграфические показатели - LFS и КР, на начальном и конечном этапе реабилитации отдельно для двух групп больных (6 и 20 человек соответственно, см. Таблицу). Видно, что до начала реабилитационного курса наиболее заметные различия между группами больных отмечаются при сопоставлении значений LFS при отсутствии зрительного контроля, при максимальных отклонениях от нормы у больных с острой ЧМТ. В отличие от этого в присутствии визуального контроля значения LFS мало отличаются у больных двух групп, значительно отличаясь при этом от нормативных данных. Видно также, что до начала реабилитации у группы больных в острый период после ЧМТ значения КР в несколько раз больше, в то время как в другой группе – в более отдаленный период - меньше нормативных значений. После курса реабилитации в обеих группах больных наблюдается тенденция к нормализации стабิโลграфических показателей, наиболее заметная у больных с острой травмой. Наряду с этим различия значений LFS в двух тестах – с открытыми и закрытыми глазами у больных двух групп после курса реабилитации в определенной степени сглаживаются, выявляя тенденцию к нормализации, что характерно и для значений КР. В то же время, эта тенденция более очевидна в группе с небольшими сроками после травмы. Однако, учитывая неравноценность двух групп больных и немногочисленность группы больных в остром периоде после ЧМТ, достоверность различий между этими группами не определялась.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенное нами исследование ЭЭГ и стабิโลграфических показателей у больных, перенесших тяжелую ЧМТ, и имеющих выраженные двигательные расстройства, в том числе нарушения поддержания вертикального положения тела, выявило их отличие от нормативных значений. Наблюдались параллельные изменения электрофизиологических и стабิโลграфических показателей, а также клинической оценки состояния больного на разных этапах посттравматического процесса. Предлагаемый подход выявил его информативность для интегративной оценки состояния больных с последствиями ЧМТ и

валидность при оценке результатов реабилитационного процесса больных с данной формой патологии. Представленные в настоящем исследовании данные в целом совпадают с имеющимися в литературе работами, анализирующими стабิโลграфические показатели больных с поражениями мозга разной нозологии, согласно которым амплитуда и площадь колебаний ОЦД у больных с поражением мозга выше, чем у здоровых людей [14-20 и др.]. Вероятно, и у обследованных нами больных после ЧМТ поддержание вертикальной позы в отсутствие сниженного притока афферентации требует больших затрат, чем у здоровых людей.

Интересным представляется тот факт, что у больных в разные периоды после травмы (до 2-х месяцев и в более отдаленные сроки) выявлены специфические особенности, характерные для каждого их этапов восстановления позного контроля. На ранних этапах после травмы, когда больной утратил способность контролировать позу, которая формируется в младенческом возрасте, ведущим является рассогласование взаимодействия различных анализаторных систем мозга, участвующих в позном контроле. Это находит отражение в выраженном снижении синхронности биоэлектрической активности. Это состояние (на уровне головного мозга) приводит к уменьшению скорости переработки информации, а также (на уровне человека) соответствует снижению способности к обучению и усвоению новых навыков, в том числе, двигательных. У больных в этот период после травмы нарушение поддержания вертикальной позы и равновесия могут быть объяснены “забыванием” или нарушением двигательной стратегии, задаваемой центральным звеном системы поддержания позного контроля, проявляющегося в наиболее значимых отклонениях стабิโลграфических показателей. Это предположение согласуется с литературными данными об отчетливой взаимосвязи между степенью нарушения когнитивных и двигательных функций [14, 16]. Сходные с описанными нами нарушения позного контроля наблюдаются у пожилых людей с сосудистыми поражениями мозга, у которых выявлена корреляция между степенью отклонения стабิโลграфических показателей от нормативных значений со степенью церебральной атрофии [16]. Вероятно, что на этом этапе восстановления двигательных функций у больных с ЧМТ значительно искажены восприятие и переработка проприоцептивной информации, вплоть до нарушения “схемы собственного тела”. В этих условиях зрительная афферентация приобретает для человека особую значимость. Сходные нарушения взаимодействия зрительной и проприоцептивной импульсации выявлены у людей пожилого возраста, которые труднее сохраняют равновесие в темноте [16]. Авторы объясняют этот феномен преимущественным нарушением центрального звена поддержания позного контроля, которое становится наиболее уязвимым

в условиях уменьшения притока афферентации, что проявляется в существенном увеличении амплитуды и площади колебаний ОЦД при снижении освещенности [16].

Важным представляется факт преимущественного отклонения ОЦД в сагиттальном направлении у больных в ранние сроки после ЧМТ, чего не наблюдается не только у здоровых людей, но и больных в отдаленные сроки после травмы. Сходные нарушения были обнаружены при других формах поражения мозга, в частности, у больных с опухолями задней черепной ямки [17].

Своеобразный вариант динамики ЭЭГ и стабิโลграфических параметров у тех пациентов, которые начали реабилитационный курс в отдаленном периоде ЧМТ, подтверждает клинические представления о формировании патологического стереотипа поддержания позы, если не было направленного обучения этому навыку в остром периоде после ЧМТ. Особый интерес представляет инверсия соотношения стабิโลграфических показателей в тестах с открытыми-закрытыми глазами в сопоставлении с нормой, когда больной более устойчиво поддерживает равновесие в отсутствии зрительного контроля. Можно полагать, что на этом этапе восстановления ведущим фактором в контроле позы является вклад проприоцептивной и, вероятно, вестибулярной импульсации. В отличие от этого при открывании глаз амплитуда и площадь колебаний ОЦД увеличивается, чего не наблюдается у здоровых людей. Вероятно, у больных в отдаленные сроки после ЧМТ формируется собственный “патологический” стереотип поддержания вертикальной позы и, как правило, походки, который более устойчив при минимизации афферентного притока. Снижение роли зрительного анализатора у больных в отдаленные сроки после ЧМТ выявляет сходство с нарушениями позного контроля при других формах поражения ЦНС, сопровождающихся патологией двигательного аппарата – например, при спастических формах детского церебрального паралича [33].

В процессе реабилитации усилиями реабилитационной команды осуществляется поломка такого “патологического” стереотипа, больного обучают формированию поддержания позы и походки, приближающейся к таковым у здорового человека, вначале при активном участии и при контроле зрительного анализатора, с постепенным формированием нового “здорового” стереотипа. Это находит отражение не только в нормализации комплекса стабิโลграфических показателей в целом, но и их соотношении в двух ситуациях: с участием и без участия зрительного анализатора.

Выявленная нами однонаправленность изменений ЭЭГ и стабิโลграфических показателей с клинической оценкой результатов реабилитационного процесса позволяет предполагать, что наблюдаемые изменения показателей когерентности ЭЭГ, отражающие увеличение эффективности функциональных связей в процессе реабилитации,

свидетельствуют об усилении взаимодействия (синхронности) различных проекционных и анализаторных систем выздоравливающего мозга. Особенности динамики восстановления нарушенных функциональных связей в результате реабилитации отличается у разных больных, как правило, в большей степени, если реабилитация начинается в более ранние сроки после травмы, у больных с меньшей степенью повреждения мозга, у более молодых и т.д. Представляется важным, что восстановление когнитивных функций, на что направлены усилия психологов в процессе реабилитации больных с ЧМТ, также вносит определенный положительный вклад в динамику восстановления позного контроля у больных с последствиями ЧМТ.

Известно, что степень обучения двигательным навыкам отличается у больных с разной латерализацией поражения мозга [19, 20, 32]. В настоящем исследовании мы не анализировали особенности стабิโลграфических показателей в зависимости от этого фактора, тем более, что у большинства больных поражение мозга было двусторонним. В то же время, некоторые из стабิโลграфических показателей, в частности, смещения ОЦД вправо или влево от оси Y отличались у больных с разной латерализацией поражения мозга, [35].

ВЫВОДЫ

1. Обнаружены специфические особенности стабิโลграфических показателей при поддержании вертикальной позы при стоянии с открытыми и закрытыми глазами у больных в разные сроки после ЧМТ. В острый период после ЧМТ для поддержания вертикальной позы наиболее значимым является зрительная информация, в то время как в более отдаленные сроки – большую роль приобретает проприоцептивная импульсация, что находит отражение в инверсии стабิโลграфических параметров на разных этапах восстановления позного контроля.
2. Показана взаимосогласованность динамики ЭЭГ и стабิโลграфических показателей между собой и с клинической оценкой динамики позного контроля больных с последствиями ЧМТ, что позволяет использовать предложенный подход для динамической оценки их состояния в процессе реабилитации.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 01-04-49495).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доброхотова Т.А., Потапов А.А., Зайцев О.С. и др. Обратимые посткоматозные состояния// Журн. Социальная и клиническая психиатрия. 1996. № 2. С. 26-36.
2. Русинов В.С. , Гриндель О.М., Брагина Н.Н. и др. «Запертый человек» и особенности электрической активности его головного мозга// Журн. высш. нервн. деят. 1990. Т.40. В. 2. С. 218-230
3. Русинов В. С., Гриндель О. М., Болдырева Г. Н., Вакар Е. М. Биопотенциалы мозга человека (математический анализ). М.: Медицина. 1987. 254 с.
4. Гриндель О.М. Электроэнцефалограмма человека при черепно-мозговой травме. М.: Наука. 1988. 200с.
5. Шарова Е.В. , Бородкин О.М., Гогитидзе Н.В. и др. Функциональная значимость характеристик пространственно-временной организации ЭЭГ у больных с черепно-мозговой травмой// Журн. Физиология человека. 1992. Т. 16. №. 6. С. 22-30.
6. Шарова Е.В. Адаптивно-компенсаторные перестройки биоэлектрической активности мозга человека при повреждениях стволовых образований. Дис. докт биол. наук. ИВНД и НФ РАН. М. 1999.43с.
7. Жаворонкова Л.А. Особенности динамики межполушарных соотношений ЭЭГ в процессе восстановления нервно-психологической деятельности человека. Журн. высш. нервн. деят. 1990. Т. 40. В. 2. С. 238-246.
8. Жаворонкова Л.А. Межполушарные соотношения электрических процессов мозга здоровых правшей и левшей и больных с церебральными поражениями. Дис. докт. биол. наук. М.: ИВНД и НФ РАН. 1999. 36 с.
9. Жаворонкова Л.А, Максакова О.А., Смирнова Н.Я. и др. Динамика межполушарных соотношений когерентности ЭЭГ как отражение реабилитационного процесса у больных, перенесших тяжелую черепно-мозговую травму. Журн. Физиология человека. 2001. Т. 27. № 2. С. 5-14.
10. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. М: Наука. 1990. 349с.
11. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Л. Регуляция позы человека. М.: Наука. 1965. 216с.
12. Эльнер А.М. Исследование периферических и центральных механизмов регуляции вертикальной позы человека и ее нарушений. Дис. докт. мед наук. 1989. 44с.
13. Мартыненко И.Г. Исследование Взаимодействия систем управления движениями головы и регуляции вертикальной позы человека. Дис. канд. биол. наук. СПб. 1994. 18с.
14. Лучихин Л.А., Патрин А.Ф., Состояний функции равновесия у людей различного возраста по данным стабิโลграфии// Журн. Вестник оториноларингологии. 1983. № .5 С. 29-34.

15. Лучихин Л.А. Функция равновесия: клинические аспекты. Дис.. док. Мед наук. М. 1991. 44с.
16. Жученко Т.Д. Нарушения равновесия у больных пожилого возраста с хронической сосудистой недостаточностью (клинико-стабилографический анализ). Дис. канд мед наук. М. Мед. Академия. 1995. 20с.
17. Черebilло В.Ю. Состояние статокинетической функции при онкологических поражениях головного мозга. Дис. канд. мед наук. СПб. 1996. 24с.
18. Скворцов. Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия. М: МБН. 2000. 28.с.
19. Устинова К.И., Черникова Л.А., Иоффе М.Е., Слива С.С. Нарушения обучения произвольному контролю позы при корковом поражении различной локализации: к вопросу о корковых механизмах регуляции позы// Журн. высш. нервн. деят. 2000. Т. 50. В.3. С. 421-433.
20. Иоффе М.Е., Устинова К.И., Черникова Л.А. Обучение произвольному контролю позы в условиях биоуправления по стабилограмме. Материалы XXX Всероссийского совещания по проблемам высшей нервной деятельности. С.П. 2000. С. 338-341.
21. Allum J.H., Shepard N.T. An overreview of the clinical use of dynamic posturography in differential diagnosis of balance disorders// J. Vest. Res. 1999. V.9 № 4. P. 223-252.
22. Voorhees R.L. Dynamic posturography findings in central nervous system disorders// Otolaryngol. Head. Neck, Surg. 1990. V. 103. № 1. P. 96-101.
23. Parker S.W. Vestibular evaluation – electronystagmography, rotational testing and posturography// Clin electroencephalogr. 1993. V. 24. № 4. P. 151-159.
24. Camicioli R., Pancer V.P., Kaye J. Balance in healthy elderly and clinical assessment// Arch. Neurol. 1997. V.54. № 8. P. 976-981.
25. Balon R.W., Jacobson K.M., Beykirch K., Honrubia V. Static and dynamic posturography in patients with vestibular and cerebellar lesions// Arch. Nerol. 1998. V.55. № 5. P. 649-654.
26. Balon R.W., Jacobson K.M., Enrietto J.A., Corona S., Honrubia V. Balance disorders in older persons: quantification with posturography// Otolaryngol. Head Neck Surg. 1998. V.119. №1. P. 89-92.
27. Accornero N., Cazzoza M., Rinalduzzi S., Manfredi G.W. Clinical multisegmental posturography: age-related changes in stance control// Electroencephalogr. Clin. Neuroph. 1997. V.105. № 3. P. 213-219.
28. Ledin T., Odkvist L.M., Vrethem M., Muller C. Dynamic posturography in assesment of polyneuropathic disease// J. Vestib. Res. 1990. V.1. №2. P.123-128.
29. Сологубов Е.Г., Яворский А.Б., Кобрин В.И. и др. Роль вестибулярного и зрительного анализатора в изменении позной активности у детей с детским церебральным

- параличем в процессе лечения с использованием космической технологии (Стабилографическое исследование)// Журн. Авиационная и космическая медицина. 1995. В. 29. № 5. С. 30-34.
30. Шварков С.Б., Давыдов О.С., Кууз Р.А., Аипова Т.Р., Вейн А.М. Новые подходы к реабилитации больных с неврологическими двигательными дефектами// Журн. Невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова 1996. Т.96. №.3. С. 51-54.
 31. Петрухова И.С., Лузинович В.М., Сологубова Е.Г., Регуляция позы и ходьбы при детском церебральном параличе и некоторые способы коррекции. М. Книжная полота. 1996. 125 с.
 32. Яворский А.Б., Кобрин В.И., Сологубов Е.Г., Немкова С.А., Синельникова А.Н. Изменение функциональной асимметрии при соматосенсорной стимуляции у здоровых и больных спастической формой церебрального паралича. Тезисы 2-го Российского конгресса по патофизиологии. М. 2000. С. 42-43.
 33. Синельникова А.Н., Яворский А.Б., Немкова С.А., Безносова Л.Л. Влияние однократной оптокинетической стимуляции на вертикальную устойчивость здоровых и больных спастической формой детского церебрального паралича. Тезисы 2-го Российского конгресса по патофизиологии М. 2000. С.37-38.
 34. O'Neill D.E., Gill Body K.M., Krebs D.E. Posturography changes do not predict functional performance changes// Am. J. Otol. 1998. V.19. №6. P.797-803.
 35. Maksakova O., Lukjanov V., Zhavoronkova L. Psychophysiological method of rehabilitation process estimation in brain injury patients. Abstracts of 6th Euroacademia multidisciplinary methodologica congress. Moscow. 2001. P.110.

Таблица

Особенности динамики обобщенных стабилографических показателей – LFS и КР ($m \pm \delta$) у больных в ранние (N=6) и отдаленные сроки (N=20) после травмы на разных этапах реабилитации по сравнению с нормой (при стоянии с открытыми – ог и закрытыми глазами - зг).

	До реабилит. Остр. ЧМТ	После реабилит. Остр. ЧМТ	До реабил. Отдал. ЧМТ	После реабил. Отдал. ЧМТ	Норма
LFS ог	0.50±0.15	1.80±0.19	0.44±0.12	0.96±0.17	2.5±0.54
LFS зг	0.18±0.14	1.26±0.17	0.95±0.16	0.79±0.14	2.2±0.56
КР	607±25	176±21	52±15	165±29	185±35

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис. 1. Особенности межполушарной когерентности ЭЭГ у больных с ЧМТ и здоровых испытуемых.

По оси ординат – средине уровни межполушарной когерентности ЭЭГ, по оси абсцисс – пары отведений. Серые столбики – больные с ЧМТ (N=26), зачерненные – норма (N=20). * - различия достоверны при $P < 0.05$.

Рис. 2. Примеры статокинезиограмм больного в остром (А) и отдаленном (Б) периоде после ЧМТ, а также здорового испытуемого.

Цифры на внешних сторонах квадратов обозначают максимальные значения амплитуды смещения ОЦД по оси X и Y. Отрицательные значения – отклонения от нулевой точки влево и назад, положительные – вправо и вперед. Эллипсы описывают площадь колебаний ОЦД человека при стоянии с открытыми (пунктирная линия) и закрытыми (сплошная линия) глазами.

Рис. 3. Усредненные для группы больных с ЧМТ (N=26) и здоровых испытуемых (N=20) комплекса стабิโลграфических показателей при стоянии с открытыми (I) и закрытыми (II) глазами.

A – длина перемещения ОЦД – L (в мм), B – площадь перемещения ОЦД – S (в мм²), B – отношение длины к площади смещения ОЦД - LFS (в 1/мм), Г – амплитуда колебаний ОЦД по оси X и по оси Y (в мм). Серые столбики – больные с ЧМТ, зачерненные – норма.). * - различия достоверны при $P < 0.05$, ** - при $P < 0.01$.

Рис. 4. Динамика средних уровней межполушарной когерентности ЭЭГ (А) и значений LFS при открытых (Б) и закрытых (В) глазах больного К. на разных этапах реабилитационного процесса.

Зачерненные столбики – до реабилитации, серые столбики - во время реабилитации, светло-серые столбики - после реабилитации. Остальные обозначения как на Рис. 1 и 3.

Рис. 5. Динамика средних уровней межполушарной когерентности ЭЭГ (А) и значений LFS при открытых (Б) и закрытых (В) глазах больного Ю. на разных этапах реабилитационного процесса.

Обозначения как на Рис. 4.