

На правах рукописи

Савельев Михаил Юрьевич

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТАБИЛОМЕТРИИ В
ОЦЕНКЕ СТАТИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО
ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В НОРМЕ И ПРИ НАРУШЕНИЯХ
ДВИГАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ**

03.00.13 - Физиология

14.00.51 - Восстановительная медицина, лечебная физкультура и
спортивная медицина, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Архангельск – 2005

Работа выполнена в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Северный государственный медицинский университет» федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию.

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор Светлана Леонидовна Совершаева
доктор медицинских наук Светлана Николаевна Игнатъева

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Валентина Всеволодовна Аристова
доктор биологических наук, профессор Сергей Валентинович Колмогоров

Ведущая организация:

Кировская государственная медицинская академия

Защита состоится «__» _____ 2005 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета Д 208.004.01 в Северном государственном медицинском университете по адресу: 163061, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Северного государственного медицинского университета.

Автореферат разослан «__» _____ 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук, профессор

Л.Е. Дерягина

города Архангельска / М.Ю. Савельев, А.А. Ягодкина // Бюллетень СГМУ. – Архангельск, 2005. - №1. - С.215-217.

4. Особенности поддержания равновесия у детей младшего школьного возраста с перинатальным поражением центральной нервной системы (по данным стабилметрического исследования) / М.Ю. Савельев, С.Е. Зиновьева // Бюллетень СГМУ. – Архангельск, 2004. - №1. - С.215-217.

5. Применение стабилметрии в развитии двигательных навыков у детей с перинатальным поражением центральной нервной системы / М.Ю. Савельев, С.Е. Зиновьева, С.Л. Совершаева // Сб. Современные проблемы и развитие физической культуры и спорта. - Архангельск: Изд.ПГУ, 2003. - С.170-171.

Список сокращений

БОС – биологическая обратная связь

ДЦП – детский церебральный паралич

ОКП – оптокинетическая проба

ОЦМ – общий центр масс

ЦД – центр давления

ЦНС – центральная нервная система

M-WRST - Mann-Whitney Rank Sum Test – критерий Манна-Уитни

PPMC - Pearson Product Moment Correlation – корреляция Пирсона

SROC- Spearman Rank Order Correlation – корреляция Спирмена

- Перемещения общего центра масс в группе детей с патологией ЦНС характеризуются увеличением амплитуды колебаний и площади стадокинезиограммы и их сильной зависимостью от амплитуды перемещения ОЦМ во фронтальной плоскости. Влияние зрительного анализатора на процесс поддержания вертикального равновесия не отличается от такового в группе практически здоровых детей, что подтверждается данными оптокинетической пробы и пробы Ромберга.
3. В результате тренировки на стабилметрической платформе с использованием метода биологической обратной связи у детей с нарушениями двигательной функции наблюдается положительная динамика в виде уменьшения амплитуды колебаний, уменьшения площади и длины стадокинезиограммы, что позволяет рекомендовать метод для использования в коррекции двигательной функции у детей с перинатальным поражением ЦНС. Данные стабилметрического исследования достаточно достоверно отражают динамику процесса реабилитации и могут быть использованы для его количественной оценки.

Практические рекомендации

1. Стабилметрическое исследование может быть использовано в качестве объективного метода оценки физического развития детей младшего школьного возраста.
2. Тренировки на стабилметрической платформе как эффективный физиологический метод рекомендуется для абилитации-реабилитации детей с двигательными нарушениями.
3. Материалы исследования могут быть включены в курсы обучения студентов медицинских институтов по физиологии и реабилитологии.

Список публикаций

1. Иппотерапия в комплексной реабилитации детей с ограниченными возможностями / М.Ю. Савельев, С.Е. Зиновьева, О.В. Веретенникова, К.Л. Вихман // Сборник научных работ молодых ученых и студентов. – Архангельск: Изд. СГМУ, 2003. – С. 28
2. Использование стабилметрии в коррекции двигательных навыков у детей с перинатальным поражением центральной нервной системы / М.Ю. Савельев, В.В. Калгин // Бюллетень СГМУ. – Архангельск, 2003. - №2. - С.45-46.
3. Исследование зависимости мышечной силы от уровня и гармоничности физического развития школьников младших классов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Проблема изучения позы и движений человека является актуальной для многих отраслей знания. Особое место занимает физиология двигательных актов в медицине – клинический анализ движений (Скворцов Д.В., 2000).

Стабилметрия, регистрация динамики перемещения проекции общего центра массы (центра тяжести) тела человека, стоящего в основной стойке, на плоскость горизонтальной опоры, иначе исследование функциональной системы поддержания равновесия – это достаточно новый для клинической практики метод функциональной диагностики, несмотря на то, что его теоретические основы разработаны давно (Гурфинкель В.С., 1965).

Впервые процесс регистрации стабилграммы практически осуществлен в начале 30-х годов 20 века. Однако вследствие большого количества вспомогательных вычислений, стабилметрия стала применяться в широкой клинической практике лишь с появлением достаточно мощных и дешевых персональных компьютеров, позволяющих получать результат в режиме реального времени (Слива С.С., 2002).

Современная универсальная стабилметрическая установка позволяет не только осуществлять исследование функции поддержания равновесия, но и производить тренировку для улучшения таковой посредством использования метода биологической обратной связи (Hamann K.F., Krausen Ch., 1990).

Принципы функционального биоуправления с обратными связями (biofeedback, БОС) легли в основу методов тренировки ряда функций организма, которые были разработаны в начале 60-х годов XX века под влиянием развития кибернетики и теории автоматического (Basmajian J.V., 1963, Бернштейн Н.А., 1966).

С развитием информационных технологий функциональное биоуправление получило широкое развитие за счет улучшения наглядности, применения игровых элементов в тренировочных методиках, что особенно важно в педиатрической практике. Проведенный в 1998 г. анкетный опрос 860 педиатров США определил, что 83,5% из них наряду с традиционными методами медицины в своей практике используют альтернативные методики лечения. Биоуправление среди этих методик заняло первое место, набрав 23,6% (Миронов С.П. с соавт., 2001).

Несмотря на то, что тренажеры с использованием БОС по стабилграмме хорошо себя зарекомендовали в клинической практике опыт их применения недостаточен. Причиной тому явилась проблема технического совмещения возможностей исследовательской и

реабилитационной системы из-за различных предъявляемых требований (Скворцов Д.В., 2000).

Традиционно большинство исследований в области биомеханики выполнялись с учетом их практического применения.

В нашей работе мы попробовали соединить возможности стабилотрии и тренировки равновесия с помощью БОС по стабилотриграмме в ходе комплексной реабилитации детей с двигательными нарушениями, обусловленными детским церебральным параличом в условиях специализированного учреждения – реабилитационного центра для детей с ограниченными возможностями.

Проблема адаптации и реабилитации людей с ограниченными возможностями является актуальной во всем мире.

По данным Организации Объединенных Наций (ООН) люди с ограниченными возможностями составляют около 10% населения земного шара, из них 20-25 % дети в возрасте до 16 лет (Клочкова Е.В., 2003).

В Российской Федерации в органах социальной защиты на учете состоит более 300 000 детей-инвалидов, что составляет около 1% детской популяции. Инвалидность по ДЦП занимает первое место в структуре детской инвалидности по неврологическому профилю (Семенова К.А., 1995).

В области абилитации-реабилитации детей с патологией ЦНС, в частности ДЦП, особое место занимает проблема диагностики функциональных и двигательных нарушений, контроля эффективности лечебных мероприятий.

В последние десятилетия разработаны многочисленные методики восстановления двигательных функций, нарушенных у детей с детским церебральным параличом, значительно возросли возможности улучшения деятельности центральной нервной системы у этих больных (Миронова Е.И. с соавт., 2003).

Практические наблюдения показывают, что при ранней диагностике – в течение 4-6 месячного возраста ребенка и началом в первые недели жизни адекватном и систематическом восстановительном лечении от 60 до 80 % детей становятся практически здоровыми к 2-3 летнему возрасту. Возможности восстановительного лечения у детей, которым такое лечение не проводилось и уже ставших к 4-10 годам инвалидами, значительно меньше, а возможности восстановительного лечения школьников, особенно подросткового возраста, до настоящего времени очень малы. Использование метода функционального биоуправления возможно только при активном участии больного в реабилитации. Эта возможность появляется с 4-6 лет, когда в процессе

По относительному изменению площади стабилотриграммы все наблюдения были разделены на две подгруппы: в 12 случаях отмечалось увеличение (а), в 13 случаях (б) – уменьшение площади стабилотриграммы S.

Сравнение двух подгрупп показало, что подгруппа (б) характеризуется более высокими начальными значениями площади стабилотриграммы S и амплитуды колебаний во фронтальной плоскости.

Корреляционный анализ выявил сильную отрицательную связь относительных изменений площади стабилотриграммы от амплитуды колебаний во фронтальной плоскости.

Сравнительный анализ в подгруппах не выявил достоверных отличий параметров ($p > 0,05$).

Это позволяет предположить, что положительные результаты тренировок достигаются за счет оптимизации патологического механизма поддержания равновесия и зависят от исходного состояния системы поддержания ортостатического равновесия.

Повторные измерения, проведенные у 7 детей в срок от 1 до 3 месяцев после тренировок, не показали достоверных изменений вертикального баланса.

ВЫВОДЫ

1. Формирование функции равновесия у практически здоровых детей младшего школьного возраста, оцениваемое по данным стабилотриметрического исследования, характеризуется отсутствием половых различий в данной возрастной группе, тенденцией к смещению центра тяжести вперед в сагиттальной плоскости и повышением вертикальной устойчивости в виде уменьшения площади и длины стабилотриграммы с возрастом. Роль зрительного анализатора проявляется в виде увеличения амплитуды колебаний центра масс в положении с закрытыми глазами. Внешняя стимуляция зрительного анализатора не оказывает достаточно выраженного дестабилизирующего влияния на поддержание равновесия.
2. В группе детей младшего школьного возраста с последствиями перинатального поражения ЦНС (двигательные нарушения легкой степени) формирование функции равновесия, в отличие от контрольной группы, характеризуется компенсаторными перераспределительными реакциями, о чем свидетельствует отсутствие тенденции к смещению центра масс вперед с возрастом, наличием отрицательной корреляционной зависимости между возрастом и амплитудой перемещения центра масс во фронтальной плоскости по данным стабилотриметрического исследования.

Значения коэффициента Ромберга в группах статистически значимых различий не имеют ($p > 0,05$).

Характер изменений ортостатического равновесия при наличии возмущающего воздействия внешней стимуляции зрительного анализатора (оптокинетическая проба) в группе детей с двигательными нарушениями не отличается от такового в контрольной группе. Статистически значимых различий при разных направлениях стимуляции и при их отсутствии не выявлено ($p > 0,05$).

При сопоставлении с данными клинических наблюдений, стабилметрия достаточно полно отражает эффективность реабилитационных мероприятий, хотя наличие артефактов и большой разброс данных, обусловленных несовершенством механизмов поддержания ортостатического равновесия у детей, имеющих двигательные нарушения вследствие ДЦП, в значительной степени затрудняют ее использование.

Проведено сравнение стабилметрических показателей 28 детей (15 девочек и 13 мальчиков), в начале и в конце учебного года и после летних каникул.

Рассматривались шесть параметров, характеризующих вертикальную устойчивость: площадь стабилограммы S , длину стабилограммы L , амплитуды колебаний ЦМ во фронтальной (X) и в сагиттальной (Y) плоскостях, $60\%EY$, $60\%EX$ – частоты колебаний ЦМ по оси Y и по оси X , на которые приходится 60% энергии.

Анализ показывает, что наличие комплексных реабилитационных мероприятий в 50% случаев отражается в виде улучшения параметров ортостатического равновесия. Наибольшие изменения происходят у детей с худшими начальными показателями. Улучшение достигается за счет уменьшения амплитуд колебаний ОЦМ и площади стабилограммы.

Эффективность тренировок равновесия на стабилметрической платформе с использованием биологической обратной связи оценивалась на основе анализа результатов 25 курсов, проведенных детям 7-9 лет с двигательными нарушениями. Курс включал от 8 до 25 тренировок (в среднем – 12). Оценивались площадь и длина стабилограммы, амплитуды колебаний ЦМ во фронтальной (X) и в сагиттальной (Y) плоскостях, $60\%EY$, $60\%EX$ – частоты колебаний ЦМ по оси Y и по оси X , на которые приходится 60% энергии.

Сравнение средних показателей до и после тренировок с использованием критерия Вилкоксона не дало достоверных различий ($p > 0,05$).

лечения становится возможным обращение к личности больного и реализация принципа партнерства (Семенова К.А., 1999).

Таким образом, применение стабилметрии в процессе двигательной абилитации-реабилитации детей с ДЦП позволяет решить многие задачи, связанные с проблемой поддержания равновесия в вертикальной стойке, включая непосредственно тренировку системы поддержания равновесия.

Необходимость проведения исследований в данной области диктуется рядом факторов. В настоящее время метод стабилметрии только начинает входить в отечественную клиническую практику и опыт ее применения лимитирован. Так как метод не включен в программу преподавания как в медицинских ВУЗах, так и на курсах повышения квалификации для врачей, отсутствует методическая литература по стабилметрии, а также практически нет согласованных технических и методических действий со стороны отечественных производителей стабилметрических платформ (Скворцов Д.В., 2000).

Цель исследования. Изучить параметры ортостатического равновесия у практически здоровых детей и при двигательных нарушениях, развивающихся у детей с детским церебральным параличом. На основе полученных данных дать физиологическое обоснование стабилметрии в оценке статического равновесия у детей младшего школьного возраста в норме и при нарушениях двигательной функции, в том числе в динамике реабилитационного процесса.

Задачи исследования:

1. Изучить состояние функции поддержания равновесия по данным стабилметрического исследования в группе практически здоровых детей младшего школьного возраста.
2. Исследовать состояние функции поддержания равновесия и ее особенностей по данным стабилметрического исследования в группе детей младшего школьного возраста с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы (детским церебральным параличом).
3. Оценить эффективность тренировки на стабилметрической платформе с использованием метода биологической обратной связи у детей с нарушениями двигательной функции и динамику изменения параметров стабилметрии в процессе реабилитации.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. Формирование функции равновесия у практически здоровых детей младшего школьного возраста по данным стабилметрического исследования характеризуется отсутствием половых различий в данной возрастной группе. С возрастом наблюдаются тенденции к смещению центра тяжести вперед в сагиттальной плоскости и повышению вертикальной устойчивости.
2. В группе детей младшего школьного возраста с последствиями перинатального поражения центральной нервной системы (детский церебральный паралич, с двигательными нарушениями легкой степени) по данным стабилметрического исследования установлено, что формирование функции равновесия, в отличие от контрольной группы, характеризуется компенсаторными перераспределительными реакциями, о чем свидетельствует отсутствие тенденции к смещению центра масс вперед с возрастом, наличие отрицательной корреляционной зависимости между возрастом и амплитудой перемещения центра масс во фронтальной плоскости. Перемещения общего центра масс у детей этой группы характеризуются увеличением амплитуды колебаний и площади статокинезиограммы. Участие зрительного анализатора в процессе поддержания вертикального равновесия не отличается от такового в группе практически здоровых детей, что подтверждается данными оптокинетической пробы и пробы Ромберга.
3. В результате тренировки на стабилметрической платформе с использованием метода биологической обратной связи у детей с нарушениями двигательной функции наблюдается положительная динамика в виде уменьшения амплитуды колебаний, уменьшения площади и длины статокинезиограммы, что позволяет рекомендовать метод для использования в коррекции двигательной функции у детей с перинатальным поражением центральной нервной системы. Данные стабилметрического исследования достаточно достоверно отражают динамику процесса реабилитации и могут быть использованы для его количественной оценки.

Научная новизна работы

Впервые проведена динамическая оценка параметров поддержания равновесия стабилметрическими методами в группе практически здоровых детей младшего школьного возраста, что позволяет судить о возрастных изменениях этой функции и влиянии на нее внешних факторов.

энергетического максимума (частоты колебаний, составляющих 60% энергии колебаний) 60%ЭХ и 60%ЭУ.

Наличие множественных корреляций с показателями, отражающими динамику перемещения ОЦМ во фронтальной плоскости, позволяет предположить, что в поддержание ортостатического равновесия включаются механизмы, не характерные для нормального процесса. К их числу относятся движения плечевого пояса и верхних конечностей. На показатели стабилограмм оказывают влияние также артефакты, такие как гиперкинезы. Как показала практика, учесть эти влияния удается только визуально.

При недостаточном развитии стратегий поддержания равновесия на стабилограмме определяются отдельные высокоамплитудные волны.

При включении верхних конечностей несколько меняется характер возникновения колебаний ОЦМ: колебание в сагиттальной оси возникает через 0,2-0,5 сек. после колебания во фронтальной оси.

При недостаточном развитии основных стратегий и вовлечении в процесс верхних конечностей, колебания ЦМ принимают циклический характер и, если амплитуда колебаний превышает компенсаторные возможности системы поддержания баланса, то в результате пациент не может удержаться в вертикальном положении. В этом случае, для компенсации возможно перемещение стоп или падение пациента.

Гиперкинезы проявляются в виде отдельных высокоамплитудных “быстрых” волн.

Как показывает практика, гиперкинезы вносят погрешности в результаты измерений, но практически никогда не вызывают падения пациента. Кроме того, влияние гиперкинезов на числовые значения параметров частично компенсируется программным обеспечением измерительного комплекса при вычислении 95% доверительного интервала. Несомненно, что достоверность результатов при этом страдает, но при индивидуальном подходе динамика изменений вертикального равновесия отслеживается достаточно корректно.

Характер влияния зрительного анализатора на процесс поддержания ортостатического равновесия у детей с двигательными нарушениями отличается от контрольной группы.

Показатели амплитуд колебаний и площади стабилограммы в положении с открытыми и закрытыми глазами не имеют статистически значимых различий ($p > 0,05$).

В положении с закрытыми глазами происходит статистически значимое ($p < 0,05$) увеличение скорости перемещения ОЦМ и длины стабилограммы L.

амплитудой колебаний ОЦМ во фронтальной плоскости ($r_s = -0,374$, $p = 0,01$), частотой максимума амплитуды во фронтальной плоскости FreqX ($r_s = -0,328$, $p < 0,05$), а также максимальными амплитудами второго X_2 ($r_s = -0,380$, $p < 0,01$) и третьего X_3 ($r_s = -0,311$, $p < 0,05$) максимумов.

Сравнительный анализ значений L , V , FreqX , X_2 и X_3 в возрастных подгруппах 7, 8 и 9 лет с использованием критерия Краскела-Уоллеса показал отсутствие статистически значимых различий ($p > 0,05$), что говорит о равномерности формирования функции поддержания ортостатического равновесия.

Проверка повторяемости параметров в данной группе с использованием критерия Фридмана показала, что площадь стабิโลграммы S при повторных измерениях увеличивается за счет увеличения амплитуды колебаний ОЦМ в сагиттальной плоскости ($p < 0,05$).

Вычисление относительного процентного изменения площади стабิโลграммы при повторном исследовании ($S_1/S_2 \cdot 100$) с последующим ранжированием показало, что увеличение наблюдается в 70% случаев, в остальных 30% имеет место ее уменьшение.

Корреляционный анализ показал, что относительное увеличение площади стабิโลграммы не зависит от ее первоначального значения ($p > 0,05$), то есть результат повторного измерения не определяется уровнем первоначальной устойчивости. Также не выявлено достоверных взаимосвязей с другими параметрами.

Учитывая, что значения коэффициентов корреляции при $p < 0,05$ не превышают значений 0,6, можно предположить, что изменения большей частью имеют случайный характер, а увеличение площади стабิโลграммы при повторном исследовании вызывается субъективными причинами (утомление, отрицательное отношение к проведению обследования).

Координаты ОЦМ во фронтальной X и сагиттальной Y плоскостях имеют индивидуальный характер и не зависят от параметров вертикальной устойчивости в целом, что подтверждается отсутствием корреляции с площадью стабิโลграммы S и амплитудами колебаний x и y ($p > 0,05$).

В группе детей с двигательными нарушениями по сравнению с контрольной снижение устойчивости происходит за счет увеличения площади стабิโลграммы S и амплитуд колебаний ОЦМ, что подтверждается статистически значимым ($p < 0,05$) уменьшением значения коэффициента LFS и отсутствием различий в длине стабิโลграммы L и скорости перемещения ОЦМ V ($p > 0,05$). Спектр колебаний ОЦМ в группе детей с двигательными нарушениями находится в более низкой области по сравнению с контрольной, что подтверждается сравнением частот

Впервые проведена динамическая оценка параметров поддержания равновесия стабилметрическими методами в группе детей младшего школьного возраста, имеющих нарушения опорно-двигательной системы, что позволяет судить о возрастных изменениях этой функции и влиянии на нее внешних факторов.

Впервые проведена оценка параметров стабิโลграмм при проведении тренировок с использованием метода биологической обратной связи в динамике восстановительного лечения у детей с нарушениями опорно-двигательной системы при детском церебральном параличе.

Полученные результаты позволяют расширить имеющиеся представления о параметрах поддержания равновесия в ортостатическом положении у детей младшего школьного возраста и могут быть учтены при разработке новых методов лечения.

Научно-практическая значимость

Результаты исследования являются определенным вкладом в понимание механизмов поддержания равновесия у детей. Выявлены закономерности изменения показателей стабิโลграмм в данной возрастной группе в норме и при наличии двигательных нарушений, обусловленных детским церебральным параличом, изучена их динамика при проведении тренировок с использованием биологической обратной связи и осуществлении системных абилитационно-реабилитационных мероприятий. Полученные данные могут быть использованы для научно обоснованного применения стабилметрии при исследовании функции поддержания равновесия и контроля лечебных мероприятий в абилитационно-реабилитационной практике.

Апробация материалов диссертации

Результаты исследования были представлены и обсуждены на конференциях института клинической физиологии СГМУ (2002 - 2005), конференциях молодых ученых СГМУ (2003 - 2005) на региональной научно-практической конференции «Современные проблемы и развитие физической культуры и спорта» (2003).

Публикации. По теме исследования опубликовано 5 печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 129 страницах машинописного текста. Работа построена по традиционному плану и состоит из введения, обзора научной литературы, главы, посвященной методам исследования, главы, содержащей результаты собственных исследований, заключения и выводов. Работа содержит 21

таблицу и 18 рисунков. Библиография включает 91 отечественный и 101 зарубежный источник.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа проводилась на базе МУ “Опорно-экспериментальный реабилитационный центр для детей с ограниченными возможностями”, общеобразовательной школы №20 г. Архангельска, санатория “Беломорье” в Приморском районе Архангельской области.

Группа практически здоровых детей (группа А) набиралась из числа учащихся 1-3 классов общеобразовательной школы №20 г. Архангельска.

Группа детей, имеющих двигательные нарушения вследствие ДЦП (группа Б), формировалась из числа находящихся на лечении в МУ РЦ и проходивших курс санаторно-курортного лечения в санатории “Беломорье”.

Формирование групп проводилось при письменном информированном согласии родителей на основании данных клинического обследования, наличия имеющихся и перенесенных заболеваний, оценки показателей уровня и гармоничности физического развития.

Таблица 1

Общая характеристика обследованных групп

Группа	Пол	Возраст, лет ($M \pm \sigma$)	n
А (здоровые)	жен	$8,2 \pm 0,6$	68
	муж	$8,2 \pm 0,5$	53
Б (ДЦП)	жен	$8,4 \pm 0,7$	16
	муж	$8,3 \pm 0,9$	30
ИТОГО:			167

В работе использовались антропометрический (измерение роста, массы тела, длины нижних конечностей, бедра, голени, стопы, расстояние носок-лодыжка) и функционально-диагностический методы, включавший в себя проведение стабилметрического исследования и функциональных проб на стабилметрической платформе: тест Ромберга и оптокинетический тест.

Исследование проводилось на аппаратно-программном комплексе “МБН” (Россия) для исследования функций опорно-двигательного аппарата, состоящем из динамометрической платформы, двух мониторов

стабилметрических параметров с использованием критерия Краскела-Уоллеса с поправкой Данна при различном направлении стимуляции и при ее отсутствии (рисунок 4).

Вторая часть исследования посвящена особенностям стабилметрических параметров поддержания равновесия у детей 7-9 лет с двигательными нарушениями, обусловленными ДЦП и их динамике в связи с проведением комплексной абилитации.

Обследовано 46 детей, имеющих двигательные нарушения легкой степени. Оценка производилась по методике, рекомендованной для детей с ограниченными возможностями (Семенова К.С., 1998).

Значения стабилметрические показателей характеризуется большим разбросом. Верхняя граница доверительного интервала площади стабิโลграммы L значительно превышает нормативы МБН и результаты обследования здоровых детей, при этом нижняя граница практически совпадает с нормативной. Это может говорить о неравномерности развития функции поддержания равновесия у детей в данной группе, несмотря на то, что все имеют двигательные нарушения легкой степени (рисунок5).

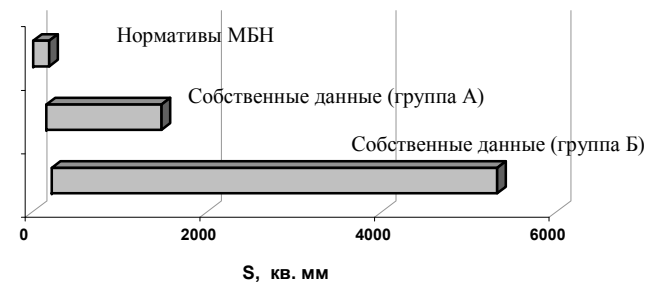


Рис. 5. Сравнение интервалов значений площади стабิโลграммы S.

Стабилметрические показатели в данной группе не имеют различий по признаку пола, что подтверждается сравнительным анализом по критерию Манна-Уитни ($p > 0,05$).

По данным корреляционного анализа имеются возрастные тенденции к уменьшению длины L ($r_s = -0,348$, $p < 0,05$) и скорости V ($r_s = -0,348$, $p < 0,05$) стабิโลграммы. Возрастная корреляция площади S стабิโลграммы недостоверна ($p > 0,05$).

Основные возрастные изменения стабิโลграмм в данной группе происходят с параметрами, характеризующими перемещение ОЦМ во фронтальной плоскости. Имеются отрицательные корреляции с

Длина стабиллограммы L и скорость перемещения ОЦМ V в возрастных подгруппах 7 и 8 лет статистически значимых различий не имеют ($p > 0,05$). Статистически значимые изменения данных параметров происходят с 8 до 9 лет ($p < 0,05$).

Параметры ортостатического равновесия при повторных измерениях стабильны, что подтверждается отсутствием различий при сравнительном анализе с использованием критерия Фридмана ($p > 0,05$).

Основной частотный спектр колебаний ОЦМ во фронтальной плоскости находится в диапазоне 1-1,1 Гц, а в сагиттальной плоскости – в диапазоне 1,2-1,3 Гц, что подтверждают значения частоты колебаний, на которую приходится 60% энергии (60%ЭХ, 60%ЭУ).

При проведении теста Ромберга в положении с закрытыми глазами вертикальная устойчивость уменьшается, но изменения ее не столь значительны в сравнении с литературными данными.

Наши исследования показали, что значение коэффициента Ромберга, отражающего относительное изменение площади стабиллограммы, находится в интервале 44,9 - 278,3 (по данным литературы: 112 – 677).

Основные изменения в положении с закрытыми глазами происходят за счет достоверного ($p < 0,05$) увеличения амплитуды колебаний в сагиттальной плоскости и снижения частоты 60%ЭУ.

Соотношение между длиной и площадью стабиллограммы в положении с закрытыми глазами не изменяется, что подтверждается отсутствием различий в значениях коэффициента LFS, определяющего это соотношение ($p > 0,05$).

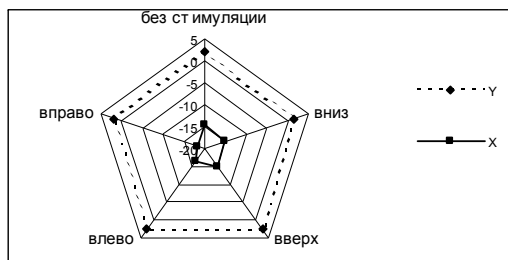


Рис. 4. Изменение координат ОЦМ при оптической стимуляции (ОКП) (Y–сагиттальная плоскость, X- фронтальная плоскость).

Внешняя стимуляция зрительного анализатора при проведении оптокинетического теста не оказывает значимого влияния на ортостатическое равновесие, что подтверждается отсутствием статистически значимых изменений ($p > 0,05$) при сравнительном анализе

и блока обработки информации на базе ПК под управлением ОС WINDOWS98 (рис.1).

Расстояние от измерительной платформы до маркерной точки (монитора) - 3 метра. Время регистрации при проведении стабиллометрического исследования - 51,2 сек., при проведении теста Ромберга – 102 сек., при проведении оптокинетического теста – 51,2 сек.), установка пациента на платформе производилась по европейской традиции (в положении пятки вместе, носки разведены на угол в 30 градусов).

Штатное программное обеспечение комплекса позволяет проводить следующие исследования и процедуры:

- стабиллотест (во время измерения на монитор пациента выводится маркер диаметром 5 см)
- тест Ромберга (во время измерения на монитор пациента выводится маркер диаметром 5 см, затем по команде оператора пациент закрывает глаза и производится повторное измерение с закрытыми глазами)
- оптокинетический тест (на монитор пациента последовательно выводятся движущиеся в различных направлениях полосы)
- тренировки равновесия (шесть видов тренировочных программ с включением игровых элементов).



Рис. 1. Внешний вид стабиллометрической платформы "МБН"

Оценивались стабиллометрические параметры:

- абсолютное положение центра давления (в системе координат пациента);
- девиации центра давления около среднего положения;

- длина статокинезиограммы;
- средняя скорость движения центра давления;
- средняя площадь статокинезиограммы;
- показатели спектра частот.

Данные представлены как медиана (середина ряда значений) в группе и доверительный интервал между значениями 5 и 95 перцентилей, в представлении сравнений – медиана, 25 и 75 перцентили, данные, имеющие нормальное распределение – среднее (M) в группе и стандартное отклонение (σ).

Для оценки межгрупповых различий использовались односторонний t-тест и критерий Манна-Уитни, для повторных измерений – однофакторный ANOVA, критерии Фридмана и Вилкоксона, для множественных сравнений – критерий Краскела-Уоллеса. Для корреляционного анализа использовались коэффициенты Пирсона и Спирмена. Уровень значимости, принятый при вычислениях - 95% ($p < 0,05$).

Для статистического анализа и графического представления данных использовались программы Word 97, Excel 97 (Microsoft Inc., США) и SigmaStat 3.0 (SPSS Ltd., США).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первая часть исследования состояла в изучении стабилметрических параметров равновесия у практически здоровых детей 7-9 лет.

Изучение полученных данных показало - большинство параметров имеет распределение, отличное от нормального, что подтверждается литературными сведениями и требует соответствующего методологического подхода при описании и анализе.

Сопоставление с результатами аналогичного исследования, стандартами Международного общества постурологии и нормативами, которыми оперирует комплекс МБН, показывает, что полученные данные имеют больший диапазон значений, некоторые параметры имеют весьма существенные отличия от существующих нормативов. Оценить различия математически не представляется возможным ввиду существенных отличий в представлении данных.

Корреляционный анализ (PPMC, SROC) показал независимость стабилметрических показателей от пола ($p > 0,05$), что позволяет рассматривать их как единые для данной возрастной группы. Это объясняется отсутствием половых различий в анатомическом строении опорно-двигательного аппарата и подтверждается сравнением величины

клинической базы, равной расстоянию между передними осями подвздошных костей таза ($p > 0,05$).

Определяются тенденции к перемещению ОЦМ вперед в сагиттальной плоскости Y ($r_s = 0,227, p = 0,01$) и уменьшению его скорости перемещения V ($r_s = -0,342, p < 0,001$) и длины стабилграммы L ($r_s = -0,34, p < 0,001$) с увеличением возраста (рисунок 2).

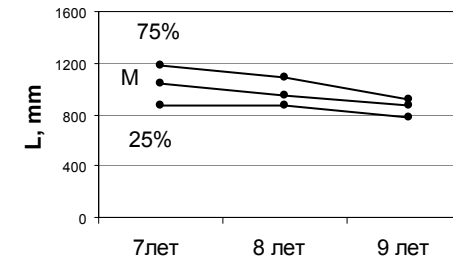


Рис. 2. Возрастная динамика длины стабилграммы L (M – медиана, 25%, 75% - квантили).

Сравнительный анализ с использованием критерия Краскела-Уоллеса показал, что координата ОЦМ в сагиттальной плоскости (Y) в возрастной подгруппе 8 лет несколько смещается назад, а затем возвращается в исходное положение, при этом статистически значимые различия значения Y у детей 7 и 9 лет отсутствуют ($p > 0,05$). Причиной этого могут быть возрастные особенности, связанные с формированием естественных изгибов позвоночника. Не исключено, что таким образом проявляются нарушения осанки, связанные с учебным процессом (рисунок 3).

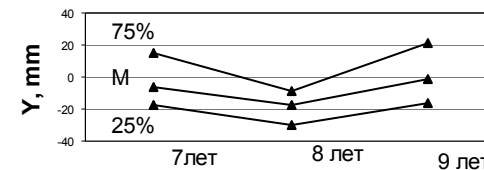


Рис.3. Возрастная динамика координаты ОЦМ в сагиттальной плоскости Y (M- медиана, 25%, 75% - квантили).