МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра общей врачебной практики
Кафедра спортивной медицины и лечебной физкультуры

М.Г. ДЕВЯЛТОВСКАЯ А.В. ПЛАТОНОВ Д.А. КОЗЛОВСКИЙ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ С ВИЗУАЛЬНЫМ КАНАЛОМ И СТАБИЛОМЕТРИЕЙ

учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО
2021

УДК 616-009.1-072.7-085.825(075.9)
ББК 53.4+53.54я73
Д 25

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС Государственного учреждения образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»
протокол № 7 от 27.09.2021

Авторы:

Девялтовская М.Г., профессор кафедры общей врачебной практики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», доктор медицинских наук, доцент

Платонов А.В., доцент кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», кандидат медицинских наук, доцент

Козловский Д.А., врач-невролог ГУ «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя»

Рецензенты:

Чернуха Т.Н., заведующий неврологическим отделением №3 для пациентов с экстрапирамидными, наследственными и сосудистыми заболеваниями нервной системы государственного учреждения «Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии» доктор медицинских наук

Кафедра медицинской реабилитации и физиотерапии УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Девялтовская, М.Г.

Д 25 Биологическая обратная связь с визуальным каналом и стабилометрией : учеб.-метод. пособие / М.Г. Девялтовская, А.В. Платонов, Д.А. Козловский. – Минск : БелМАПО, 2021. – 23 с.
ISBN 978-985-584-629-2

Учебно-методическое пособие отражает общие положения о методе биологической обратной связи, стабилометрии, их практическом использовании в медицинской реабилитации. Представлены методы диагностики и медицинской реабилитации, основанные на применении биологической обратной связи с визуальным каналом и стабилометрией.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ: переподготовки по специальностям «Общая врачебная практика», «Спортивная медицина»; повышения квалификации врачей-неврологов, врачей-реабилитологов, врачей общей практики, врачей спортивной медицины, врачей лечебной физкультуры.

УДК 616-009.1-072.7-085.825(075.9)
ББК 53.4+53.54я73

ISBN 978-985-584-629-2

© Девялтовская М.Г., Платонов А.В., Козловский Д.А., 2021
© Оформление БелМАПО, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ 5

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТАБИЛОМЕТРИИ 6

3. СТАБИЛОМЕТРИЧЕКСИЕ ПОКАЗАТЕЛИ 9

4. СТАБИЛОМЕТРИЯ КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ 10

5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ 12

6. КОМПЪЮТЕРИЗИРОВАННЫЙ РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ТРЕНАЖЕР «ВЕЛОГЕЙМИК» 13

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 20

ВВЕДЕНИЕ

Детская инвалидность является наиболее важным индикатором здоровья населения, определяющим качество его жизни, интегрируя и характеризуя уровень развития всех сфер жизнедеятельности общества. По данным экспертов ВОЗ, количество детей в возрасте до 16 лет с ограничением жизненных и социальных функций составляет более 120 млн. человек, или около 10% населения земного шара [1].

В Республике Беларусь в структуре детской инвалидности болезни нервной системы занимают третье место после классов болезней, представленных врожденными аномалиями, деформациями и хромосомными нарушениями, и психическими расстройствами, и расстройствами поведения. Показатель первичной детской инвалидности по классу болезней нервной системы составил в 2018 году 3,50 на 10 тыс. населения в возрасте до 18 лет [2]. В 2013 году данный показатель был на уровне 3,16 на 10 тыс. населения в возрасте до 18 лет [3]. Таким образом, стоит отметить увеличение частоты развития первичной детской инвалидности, что связано с современным уровнем развития медицины, который позволяет сохранить жизнь глубоко недоношенным, детям с врожденными пороками развития, с различными расстройствами и нарушениями после преждевременных родов, которые впоследствии и становятся основным контингентом, формирующим детскую инвалидность.

Одним из наиболее тяжелых заболеваний в детской неврологической практике является детский церебральный паралич (ДЦП) – тяжелое заболевание нервной и опорно-двигательной систем, основным проявлением которого является нарушение опорной и локомоторной функций. Заболеваемость ДЦП приводит к стойкой инвалидности больных в 68-70% случаев. В Республике Беларусь распространенность детского церебрального паралича составляет 2,7 случая на 1000 детского населения. Наиболее перспективными аспектами лечения и реабилитации данных пациентов является раннее начало лечебно-оздоровительных мероприятий и использование различных немедикаментозных методов лечения, таких как лечебная физическая культура, массаж, метод динамической проприоцептивной коррекции, иглорефлексотерапия, метод биологической обратной связи [4].

Данное учебно-методическое пособие предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ: переподготовки по специальностям «Общая врачебная практика», «Спортивная медицина»; повышения квалификации врачей-неврологов, врачей-реабилитологов, врачей общей практики, врачей спортивной медицины, врачей лечебной физкультуры.

1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ

Биологическая обратная связь (далее – БОС) – способ организации информационного канала для явного представления функций организма, не осознаваемых в обычных условиях, который достигается с помощью микропроцессорной или компьютерной техники. Данный метод нашел применение в реабилитации пациентов разных профилей, однако наиболее эффективным его использование считается в детской психоневрологической практике, что обусловлено нейропластичностью головного мозга в данном возрасте [5].

Основой для создания метода БОС послужили фундаментальные исследования механизмов регуляции физиологических и развития патологических процессов, а также результаты прикладного изучения рациональных способов активации адаптивных систем мозга здорового и больного человека. За рубежом биологическая обратная связь начала развиваться еще в 30-е годы прошлого века. Во время физиологических исследований было обнаружено, что животные, в частности крысы, способны изменять показатели функционирования внутренних органов, если поощрять динамику нужного направления и наказывать при нежелательных изменениях. Таким способом удавалось обучить животное вырабатывать определенное количество желудочного сока, поддерживать заданную величину артериального давления, число сердечных сокращений и т.д. В последующем такие исследования проводились и с людьми, причем было обращено внимание на то, что человеку для закрепления желаемых реакций не обязательно получать поощрение или наказание, а достаточно иметь в режиме реального времени информацию о минимальных изменениях выбранного показателя [6].

Первые публикации в 40-х годах описывали испытуемых, способных произвольно изменять уровень своей сердечной деятельности. Позднее проводились исследования возможности использовать миограмму в качестве параметра для обучения общему расслаблению и лечения болей нервно-мышечного происхождения. В конце 70-х и начале 80-х годов стали изучать проблему применения температурной и электроэнцефалографической биологической обратной связи для лечения различной патологии. Последнее время в этой области достигнуты определенные успехи, и исследования продолжаются. Активное изучение метода в России началось в конце 50-х годов XX века.

В настоящее время существует два механизма, которые обеспечивают эффективность метода биологической обратной связи. Первый механизм

заключается в развитии новых проводящих путей в нервной системе. Второй путь состоит в формировании вспомогательной петли обратной связи с использованием уже существующих церебральных и спинномозговых проводящих путей [7].

Одним из существенных положительных качеств метода биологической обратной связи является практически полное отсутствие противопоказаний. Ниже перечислен ряд относительных противопоказаний, при которых данный метод не рекомендуется использовать:

- возраст пациента младше 5 лет;
- резко выраженные и выраженные нарушения интеллекта, внимания, памяти;
- отдельные виды эпилепсии;
- соматические и эндокринные заболевания в стадии обострения;
- выраженные расстройства личности;
- острые инфекционные заболевания и острые соматические состояния;
- ожирение III степени.

Ввиду широкого спектра заболеваний, при которых можно использовать метод биологической обратной связи, выделяют следующие его разновидности:

- электроэнцефалография (ЭЭГ) – БОС – терапия;
- электромиография – БОС – терапия;
- стабилометрия – БОС – терапия;
- БОС- терапия по респираторным показателям;
- мультипараметрическая БОС – терапия и др.

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СТАБИЛОМЕТРИИ

Стабилометрия – метод исследования функциональной системы поддержания равновесия, регистрации динамики перемещения проекции общего центра массы тела человека, стоящего в основной стойке, на плоскость горизонтальной опоры [8]. Слово "стабилометрия" появилось для обозначения методики, с помощью которой можно оценить, насколько стабильна, устойчива поза человека. Оценка стабильности позы осуществляется по виду кривых, связанных с перераспределением массы тела на правую или левую ногу и с пятки на носок, в течение времени наблюдения. При этом для построения кривой используются последовательные

координаты точки, в которой результируются все перераспределения массы. Центр давления, создаваемый стоящим вертикально человеком, физически связан с центром тяжести тела, но не является его совершенной проекцией, так как конфигурация распределения массы на опорные конечности может измениться значительнее, чем положение центра тяжести [9].

Стабилограмма – графическое отображение траектории центра давления, создаваемого человеком, в одной плоскости. Регистрируются координаты центра давления стабилографом или стабилоплатформой. Кривая, которая описывает траекторию центра давления одновременно в обеих плоскостях, называется статокинезиограммой. Стабилометрия позволяет количественно оценить процесс управления позой. Так как опорно-двигательная система человека сформирована и предназначена для работы в условиях притяжения Земли, то исследование особенностей взаимодействия с силой тяжести является ценной диагностической информацией. Расчетные характеристики, связанные с движением центра давления, применяются для количественного описания того, как именно происходит управление позой [10].

Одной из удачных попыток связать управление позой с биомеханикой – по данным стабилометрии – можно считать концепцию американских исследователей F. Horak и L. Nashner о так называемых "голеностопной" и "тазобедренной" стратегиях, где первая связывалась с нормальным управлением, а вторая – с патологией. В 80-х годах прошлого века подход, основанный на селекции влияний поступающей сенсорной информации на позу, а также на оценке «стратегии" управления, был оценен практическими врачами как достаточно удобный и наглядный, что совпало с внедрением Nashner первых по-настоящему успешных решений для стабилометрии, сегодня известных как системы "Neurocom" [13].

Современное развитие метода стабилометрии позволяет перейти от концепций 80-х годов к новой, а также к новой интерпретации старых. Например, использование биологической обратной связи по опорной реакции в диагностических тестах позволяет оценивать стратегию управления позой в таких измерениях, где "стратегия" понимается как умение связывать воедино разнородные задачи для достижения заданного результата, а не только как характеристика вовлеченности в управление тех или иных элементов опорно-двигательной системы. Соответственно современные стабилометрические системы в отличие от таковых в 70-е, 80-е и даже 90-е годы обычно оснащаются мониторами для визуального канала биологической обратной связи [11].

Схема биологической обратной связи по опорной реакции отображена на рисунке 1.

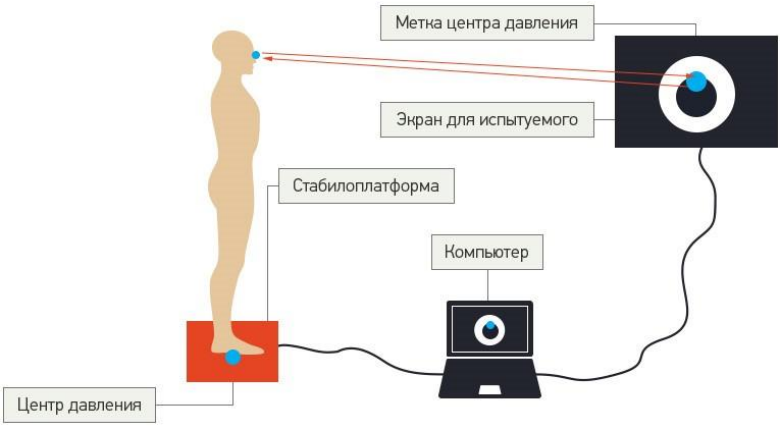


Рисунок 1 – Схема биологической обратной связи по опорной реакции

Биологическая обратная связь по опорной реакции имеет важное значение в организации лечебно-реабилитационных мероприятий, что актуализирует стабилометрию для реабилитационных учреждений. Использование стабилоплатформы в качестве средства организации биологической обратной связи позволяет реализовывать программы когнитивной реабилитации различной сложности. Если сравнивать стабилометрию с другими внедренными и перспективными методиками, связанными с двигательной реабилитаций (миография, варианты анализа позы по данным акселерометрии, по параметрам сгибов конечностей, движениям глаз и др.), то важным достоинством использования следует указать способность измерять именно параметры взаимодействия с гравитационным полем Земли, а не смену положений в пространстве или тонус мышц. Это во многом касается и, например, внедрения реабилитационных экзоскелетов. Афферентация от опорных конечностей, естественные обратные связи оптимально используются в условиях, когда пациенту обеспечивается максимальная доступность информации о взаимодействии с силой тяжести – создается биологическая обратная связь по опорной реакции. Другими словами, сигналы от частей тела соотносятся не только с внешней позой, но и с реальным распределением массы, "чувствительностью стоп". Сегодня на основе стабилометрии предложены решения не только для проведения тренингов в позе стоя, но также варианты методик и оснащение для реализации биологической обратной связи по опорной реакции при управлении верхними и нижними конечностями в положении сидя, а также в положении "лежа" (например, для острейшего

периода реабилитации). Соответственно дальнейшее развитие данного метода может повысить интенсивность применения стабилоплатформ в лечебно-профилактических учреждениях, что будет способствовать повышению эффективности лечения пациентов [12, 13, 14].

3. СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Различные стабилометрические показатели, применяемые в практике, рассчитываются специальной компьютерной программой. Исходные данные – ряд координат центра давления испытуемого на поверхность стабилоплатформы. Центр давления испытуемого обозначается цифрами на оси OX и OY: положительными (вправо и вперед) и отрицательными (влево и назад). Прибор измеряет координаты центра давления испытуемого с высокой частотой, поэтому за время исследования получается набор очень большого числа данных. Затем из ряда значений вычисляются средние, дисперсия и другие статистические показатели, которые используются для количественных характеристик процесса управления позой. Соединение линией нанесенных на координатную сетку точек образует статокинезиограмму. Сумма длин отрезков, составляющих статокинезиограмму, называется ее длиной и обычно обозначается буквой L, считается в миллиметрах. Показатель средней за время исследования скорости перемещения центра давления вычисляется: длина статокинезиограммы делится на время. Поскольку показатель средней скорости зависит от длины статокинезиограммы, то его информативность, по сути, не выше, чем у самой длины, – важное различие заключается в том, что параметр скорости позволяет сравнивать исследования разной длительности. При проведении серии одинаковых тестов, равных по длительности тестирования, информативная ценность показателей L и V практически неразличима. Кроме длины статокинезиограммы, часто используют площадь, которая обозначается буквой S. Вычисляется в миллиметрах в квадрате, как площадь, на которую приходится до 95% всех позиций центра давления за время исследования. Другим показателем, характеризующим рассеяние точек стабилограммы от средних за время исследования значений X и Y, является дисперсия (DX; DY) или стандартное квадратичное отклонение (x; y). Однако показатель площади статокинезиограммы (S) отличается от дисперсии (DX; DY) или стандартного квадратичного отклонения (x; y) тем, что позволяет оценить область рассеивания точек статокинезиограммы одновременно вдоль осей OX и OY, т. е. сразу одной цифрой. В двигательно-когнитивных тестах с биологической обратной связью по опорной реакции используются

показатели, характеризующие качество исполнения инструкции, например время удержания центра давления в заданной зоне, число «пойманных» мишеней и т. д. Все известные параметры стабилометрического исследования можно условно разделить на три группы:

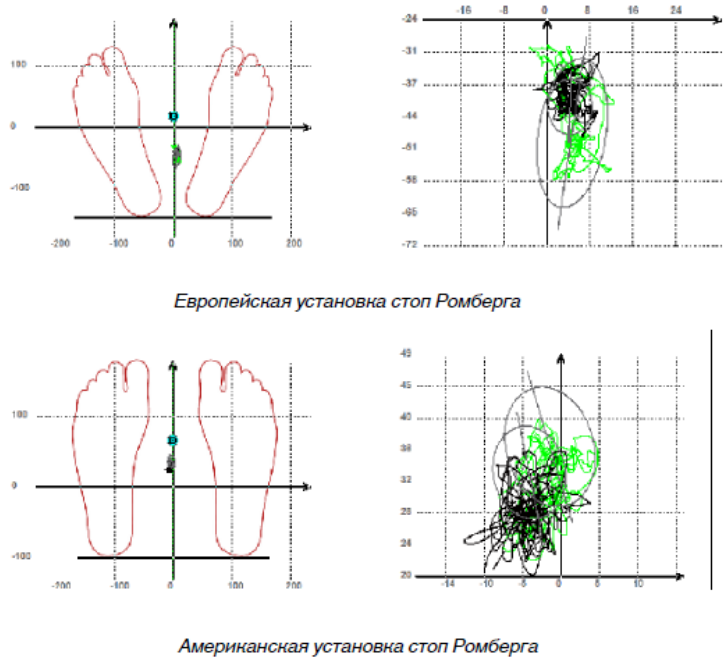
- одна из которых объединяет показатели, характеризующие параметры траектории перемещения центра давления за время исследования, такие как длина статокинезиограммы или ее средняя скорость.
- Другая группа объединяет параметры, характеризующие разброс соответствующих значений координат центра давления относительно рассчитанных средних значений. Это среднеквадратичные отклонения, дисперсия, площадь статокинезиограммы и иные.
- Третья группа включает параметры амплитудно-частотных характеристик стабилограмм (временных диаграмм), такие как амплитуда и частота преобладающих колебаний и т.д. [12,15,16].

4. СТАБИЛОМЕТРИЯ КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ

Современные стабилометрические системы обеспечивают проведение сложных разнообразных исследований, которые можно разделить на "классические" тесты, что отражает усовершенствованную визуальную оценку асимметрий тела и более новые, которые используются в пробах с биологической обратной связью [17]. К "классическому" тесту относится проба Ромберга. Ее смысл – оценить способность человека к удержанию начальной вертикальной позы при закрывании глаз. При неврологической патологии после закрывания глаз человек может покачиваться, как правило, в какую-то одну сторону, что является основанием для определенного вывода. Благодаря такому исследованию можно различить даже маленькие колебания тела, что повышает эффективность теста. За счет точного сравнения показателей двух фаз теста – с открытыми и закрытыми глазами, можно определить влияние сенсорной системы на поддержание позы. Учитывая малые изменения в управлении позой, возможно обеспечить качественный контроль оценки эффективности реабилитации. Использование стабилометрической платформы позволяет перейти от субъективных оценок к объективным [18].

Проведение теста Ромберга.

Человека устанавливают на платформе вертикально, руки свободно вдоль тела, голова прямо, взгляд перед собой, стопы параллельно по ширине бедер ("американская" установка) или пятки вместе, носки врозь под углом 30^{o} ("европейская" установка) (рис. 2).



Европейская установка стоп Ромберга

Американская установка стоп Ромберга

Рисунок 2 – Европейская и американская установки стоп в позе Ромберга

Выбор той или иной установки стоп связан с выбором начала координат, т. е. такой исходной точки на плоскости, от которой будут отсчитываться перемещения центра давления вперед-назад и влево-вправо. При "американской" или "европейской" установке стоп учитывается рост человека, расстояние от носка до голеностопа, длина стопы, расстояние между подвздошными костями для расчета "идеального" положения центра давления. Компьютерная программа рассчитывает "идеальное" положение при вводе данных. Таким образом, проведение стабилометрического варианта пробы Ромберга имеет особенности, связанные со способом установки обследуемого, методами анализа данных и иными условиями.

При использовании тестов с биологической обратной связью по опорной реакции следует обратить внимание на инструкцию. Человек воспринимает, запоминает, повторяет и выполняет особое задание, следуя определенной стратегии. Это когнитивный процесс. Испытуемым реализуется целенаправленное поведение, отличное от пассивного измерения характеристик его позы. Один из таких тестов представляет собой 2 фазы, в

первой из которых человек должен смотреть на неподвижную мишень со статичной меткой посередине, а во второй – управлять этой меткой с помощью движений тела, стараясь удерживать смещаемую в зависимости от положения центра давления метку в центре мишени. Поскольку тест с биологической обратной связью по опорной реакции подразумевает и двигательную, и когнитивную активность испытуемого, тесты такого типа относят к двигательно-когнитивным. Оценку выполнения таких тестов можно свести к двум категориям: количественной оценке результативности выполнения инструкции и характеристикам изменений позы. Чувствительность таких тестов высока и позволяет различить состояния человека до и после тренировок. Для обеспечения надежных результатов в последовательных тестах, например в контроле эффективности лечения или при сравнении показателей разных людей, выполнявших один и тот же тест, следует придерживаться одинаковых условий проведения процедуры [19, 20].

5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ В МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Говоря о методе биологической обратной связи по опорной реакции в контексте медицинской реабилитации пациентов с неврологическими нарушениями, можно выделить следующие возможности:

• поддержание симметричной сенсорной афферентации от проприоцепторов суставов и мышц при лечении положением;

• сохранение устойчивой реакции вегетативной нервной системы на дозированную нагрузку увеличивающейся интенсивности, активную этапную вертикализацию пациента и восстановление статического стереотипа;

• повышение толерантности пациента к физическим нагрузкам;

• этапное восстановление динамического стереотипа туловища и проксимальных, средних и дистальных отделов верхних и нижних конечностей – дестабилизация патологических систем, восстановление правильной пусковой афферентации и рефлекторной деятельности, концентрация внимания на последовательности и правильности включения мышц в конкретный двигательный акт, интенсификация процессов восстановления и компенсации дефекта с активацией индивидуальных резервов организма пациента за счет формирования новых функциональных связей, использование синкинезий на этапе инициализации физиологической двигательной активности, торможение позных установок, разработка

амплитуды и точности активных движений, борьба с повышением мышечного тонуса и выравнивание его асимметрии [21];

• улучшение сенсорного обеспечения двигательных актов;

• восстановление статического стереотипа вертикального положения [22];

• начало обучения навыкам симметричной ходьбы с дополнительной опорой, активной самостоятельной ходьбы;

• устранение нарушений глотания;

• коррекция речевых расстройств;

• обучение безопасному передвижению с помощью средств дополнительной опоры и перемещения;

• выработка элементов функционального приспособления к выполнению социально значимых действий по самообслуживанию и восстановлению активной роли в повседневной жизни.

Каждый тренинг с биоуправлением по опорной реакции подразумевает наличие инструкции, которая состоит из нескольких этапов:

1). оценка клинического состояния пациента; факторов риска проведения реабилитационных мероприятий; факторов, ограничивающих проведение реабилитационных мероприятий; морфологических параметров; функциональных резервов организма; состояния высших психических функций и эмоциональной сферы; нарушений бытовых и профессиональных навыков; ограничения активности и участия в значимых для пациента событиях частной и общественной жизни; факторов окружающей среды, влияющих на исход реабилитационного процесса;

2). формирование цели проведения реабилитационных мероприятий, формирование программы реабилитации;

3). оценка эффективности реабилитационных мероприятий и прогноз [23, 24, 25, 26].

6. КОМПЪЮТЕРИЗИРОВАННЫЙ РЕАБИЛИТАЦИОННЫЙ ТРЕНАЖЕР «ВЕЛОГЕЙМИК»

С целью применения биологической обратной связи у детей авторами разработан и внедрен в клиническую практику компьютеризированный реабилитационный тренажер «Велогеймик» (рис.3).

Рисунок 3 – Компъютеризированный реабилитационный тренажер «Велогеймик»

В компъютеризированном реабилитационном тренажере «Велогеймик» используются визуальный канал БОС и стабилометрия. Схема БОС изображена на рисунке 4.

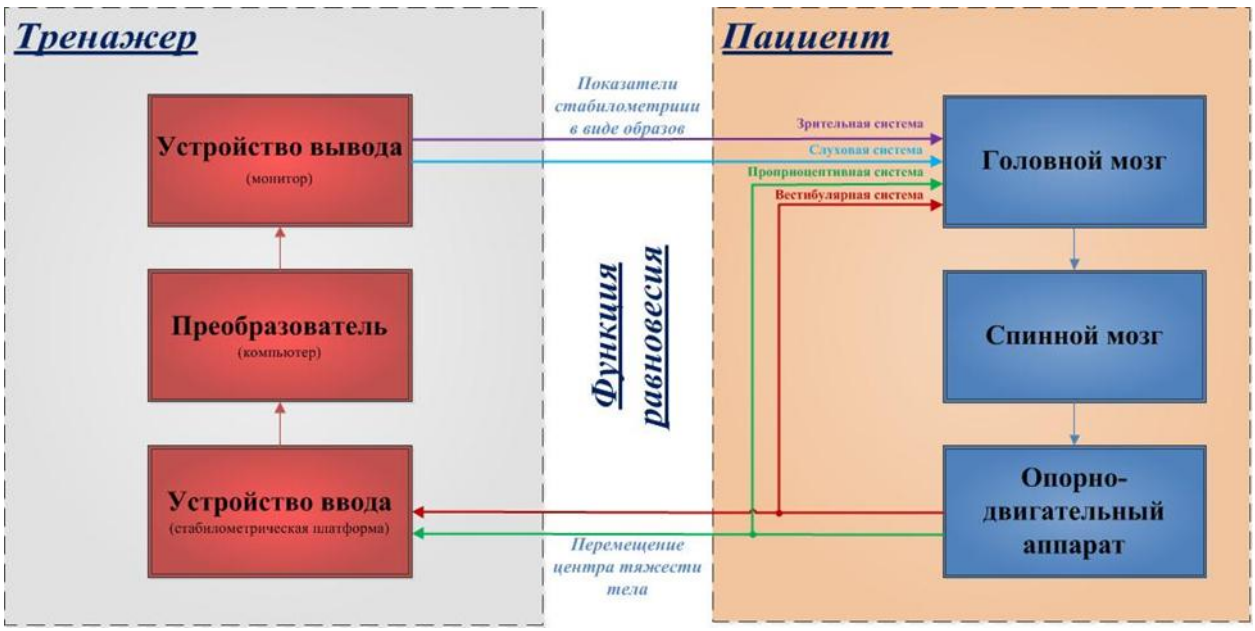


Рисунок 4. – Схема биологической обратной связи с использованием визуального канала и стабилометрии

Разработанные авторами методы диагностики и медицинской реабилитации детей с болезнями нервной системы, основанные на использовании биологической обратной связи (БОС) с визуальным каналом и стабилометрией, внедрены в медицинскую практику.

Метод оценки и восстановления нейромоторных и нейропсихологических функций с применением БОС у детей с психоневрологической патологией включает три этапа:

I. Клинико-функциональный (диагностический).

II. Реабилитационный.

III. Оценка эффективности медицинской реабилитации.

I. Диагностический этап включает два блока:

1.1 Оценка психоневрологических функций в баллах.

1.2 Оценка нейромоторных и нейропсихологических функций с применением компьютеризированных тестов.

1.1 Оценка психоневрологических функций в баллах используется для констатации факта патологического изменения функции (0 баллов), нормального состояния или улучшения функции (1 балл) (Таблица 1).

Таблица 1. – Балльная оценка психоневрологических функций

Психоневрологические функции	*До начала курса реабилитации*	*После окончания курса реабилитации*
1. Способность к контакту		
Контакт устанавливается медленно, зависимость от настроения, избирательный контакт		
Контакт устанавливается быстро, продуктивный		
2. Внимание		
Внимание пассивное, отвлекаемость, истощаемость		
Внимание активное		
3. Память		
Объем знаний не соответствует возрасту, программе обучения		
Объем знаний соответствует возрасту, программе обучения		

Психоневрологические функции	*До начала курса реабилитации*	*После окончания курса реабилитации*
4. Мышление		
Выявлены расстройства мышления (ускорение, замедление, задержки, вычурность, вязкость, разорванность, символичность, патологическая обстоятельность)		
Расстройства мышления не выявлены		
5. Интеллект		
Задержка интеллектуального развития, умственная отсталость (легкая, умеренная, тяжелая, глубокая)		
Интеллект соответствует возрасту		
6.Эмоциональная сфера		
Эмоциональная лабильность, неадекватность эмоций		
Настроение устойчивое		
7. Черепные нервы		
Ограничение движений глазных яблок, косоглазие, нистагм, асимметрия носогубных складок, девиация языка в сторону		
Черепные нервы без особенностей		
8. Мышечный тонус		
Повышенный, гипотония, дистония		
Мышечный тонус в норме		
9. Активные движения		
9.1. Вертикальная стойка		
Не стоит, стоит с опорой, стоит неустойчиво		
Стоит устойчиво		
9.2. Ходьба		
Не ходит, ходит с помощью, ходит раскачиваясь, перекрещивая ноги,		

Психоневрологические функции	*До начала курса реабилитации*	*После окончания курса реабилитации*
наклоняется вперед, ротирует ноги кнутри, ноги согнуты в тазобедренных суставах, рекурвация в коленных суставах		
Ходит самостоятельно уверенно		
10. Походка		
Атактическая, спастическая, степпаж, пружинящая, хромота		
Походка без особенностей		
11. Сухожильно-периостальные рефлексы (СПР)		
Повышены с верхних – правых, левых конечностей, с нижних – правых, левых конечностей; понижены с верхних – правых, левых конечностей, с нижних – правых, левых конечностей		
СПР не изменены		
12. Патологические рефлексы Бабинского – справа, слева, Россолимо – справа, слева		
Отсутствуют		
13. Координаторные пробы		
Не выполняет пробу Ромберга, коленно-пяточную пробу, пальце-носовую пробу, пробу на диадохокинез		
Выполняет удовлетворительно		
Суммарная оценка		

В баллах оценивается способность к контакту, функция внимания, память, мышление, интеллект, эмоциональная сфера, особенности черепных нервов, мышечный тонус, активные движения, походка, сухожильно-периостальные рефлексы, патологические рефлексы, результаты выполнения координаторных. Для характеристики нейромоторных и нейропсихологических функций у детей используются критерии, изложенные в таблице 1.

1.2 Для оценки функций равновесия, координации и дальнейшей реабилитации детей разработаны два компьютеризированных теста на основе БОС: «Удержание равновесия», «Пределы устойчивости» и метод медицинской реабилитации, который заключался в последовательном использовании двух тренингов-игр: «Велозмейка» и «Велоарканоид».

Для проведения тестов или тренингов ребенок в вертикальной позе устанавливался на подвижной платформе тренажера. Промежуток времени от момента готовности пациента до начала тестирования или тренинга составлял не менее 20 с. Медицинский работник находился у него за спиной и объясняет ребенку цель и задачи теста или тренинга-игры, дает указания управлять визуальными образами на экране. Ребенок управляет визуальными образами на экране посредством подвижной платформы, которая является устройством ввода, путем смещения центра тяжести собственного тела. Смещение платформы эквивалентно нажатию на одну из стандартных клавиатурных клавиш «влево», «вправо», «вверх», «вниз». Для перемещения образов на экране пациенту необходимо переносить вес тела с одной ноги на другую, на носки обеих ног и отдельно на носок каждой, на пятки обеих ног и отдельно на пятку каждой в зависимости от игровой ситуации, не меняя при этом расположение стоп на платформе. Изменения положения центра тяжести тела отображаются на мониторе врача и пациента перемещением визуальных образов. Результаты тестов проектируются на мониторе врача.

Тест «Удержание равновесия» предназначен для количественного измерения способности пациента удерживать положение своего центра тяжести. Основные результаты теста: среднее квадратичное отклонение – интегральный параметр, обозначающий отклонение центра тяжести пациента от положения равновесия; СКО (X) – отклонение относительно медиальной оси; СКО (Y) – отклонение относительно антериорно-постериорной оси.

Тест «Пределы устойчивости» предназначен для количественного измерения способности пациента достигнуть цели за наименьшее время и с наибольшей точностью. Основные результаты теста: время достижения цели (с); точность достижения цели (%).

II. Реабилитационный этап

После оценки у ребенка нейромоторных и нейропсихологических функций осуществляется следующий этап – реабилитационный. Для проведения реабилитации разработан метод, построенный по принципу БОС, который заключается в последовательном использовании двух стабилографических тренингов-игр: «Велозмейка» и «Велоарканоид».

Курс реабилитации включает от 10 до 15 сеансов тренингов длительностью от 30 до 40 мин ежедневно. Сеанс состоит из последовательного применения нескольких тренингов. Время проведения одного тренинга от 7 до 10 мин в зависимости от индивидуальных особенностей ребенка. Комплексы движений могут прерываться на отдых в положении сидя в течение 1-2 мин и могут повторяться 2-3 раза. Базовая схема одного курса тренингов предусматривает пошаговое изменение параметров и длительности тренингов каждые 3 сеанса.

В процессе тренингов на основе БОС ребенок учится произвольно управлять положением центра тяжести собственного тела, тренируя функцию равновесия.

Многократное использование БОС обеспечивает восстановление нарушенных и/или формирование новых нейромышечных путей и восстановление или улучшение нарушенных нейромоторных и нейропсихологических функций. Тренинги на компьютеризированном реабилитационном тренажере повышают устойчивость вертикальной позы, улучшают координацию. Это приводит к уменьшению вероятности падения как при стоянии, так и при ходьбе, снижает риск переломов и улучшает качество походки. Метод направлен на улучшение функций равновесия, крупной и мелкой моторики, координации, внимания, эмоционального статуса.

III. Этап оценки эффективности медицинской реабилитации

По окончании реабилитационного этапа оценивается эффективность применения тренингов на основе БОС по динамике следующих показателей: среднее квадратичное отклонение (СКО); СКО (X) – отклонение относительно медиальной оси; СКО (Y) – отклонение относительно антериорно-постериорной оси; время достижения цели (с); точность достижения цели (%); суммарная оценка психоневрологических функций (баллы).

Тестирование на компьютеризированном реабилитационном тренажере «Велогеймик» позволяет оценить функции равновесия, крупной, мелкой моторики, координации, внимания, время и точность реакций у детей с психоневрологической патологией. Тренинги на основе БОС приводят к улучшению перечисленных функций [27-33].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Копыток, А.В. Динамика первичной инвалидности в Республике Беларусь : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию сан.-эпидемиол. службы Республики Беларусь, Минск, 28 окт. 2016 г. : в 2 т. / А.В. Копыток, С.И. Лущинская ; редкол. Н.П. Жукова [и др.] // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь : история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития. – Минск : БГМУ, 2016. – Т. 1. – С. 299–302.

2. Здравоохранение в Республике Беларусь [Электронное издание] : офиц. стат. сб. за 2018 г. – Минск : ГУ РНПЦ МТ, 2019. – 261 с. : табл.

3. Здравоохранение в Республике Беларусь : офиц. стат. сб. за 2013 г. / Респ. науч.-практ. центр мед. технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения. – Минск : РНМБ, 2014. – 281 с.

4. Булекбаева, Ш.А. Разработка и внедрение реабилитационных мероприятий при различных формах детского церебрального паралича : дис. … д-ра мед. наук : 14.00.13 / Ш.А. Булекбаева. – Алматы, 2010. – 202 с.

5. Бабина, Л.М. Разработка методики реабилитации детей с синдромом вегетативной дисфункции с применением тренинга биологической обратной связью / Л.М. Бабина, Е.А. Ефимова, В.В. Котляров // Вестн. новых мед. технологий. – 2007. – Т. 14, № 2. – С. 91–93.

6. Кузьмичева, О.А. Применение метода биологической обратной связи в восстановительном лечении деформаций стоп у детей / автореф. дис. … канд. мед. наук : 14.00.51 / О.А. Кузьмичева ; С.-Петерб. гос. мед. ун-т им. Павлова, Центр мед. реабилитации «Биосвязь». – СПб, 2002. – 22 с.

7. Basmajian, J. V. Research foundations of EMG biofeedback in rehabilitation / J.V. Basmajian // Biofeedback and Self-Regul., 1988. – Vol. 13, № 4. – P. 275–298.

8. Гаже, П.-М. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека / П.-М. Гаже, Б. Вебер. – СПб. : СПбМАПО, 2008. – 314 с.

9. Савельев, М. Ю. Физиологическое обоснование стабилометрии в оценке статического равновесия у детей младшего школьного возраста в норме и при нарушениях двигательной функции : дис. … канд. мед. наук : 03.00.13, 14.00.51 / М.Ю. Савельев. – Архангельск, 2005. – 129 л.

10. Устинова, К. И. Восстановление поздних нарушений методом биоуправления по стабилограмме в клинике нервных болезней / К.И. Устинова, Л.А. Черникова, М.Е. Иоффе // Альм. клинич. Медицины, 2001. – № 4. – С. 179–180.

11. Гроховский, С. С. Архитектура сетевых медицинских систем для оценки функции равновесия (стабилометрия) и комплексной оценки

состояния человека / С.С. Гроховский, О.В. Кубряк, И.А. Филатов // Информ.-измерит. и управляющ. Системы, 2011. – Т. 9, № 12. – С. 68–74.

12. Кубряк, О. В. Статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции / О. В. Кубряк, С. С. Гроховский. – М. : Маска, 2012. – 88 с. – (Практическая стабилометрия).

13. Augmented effects of EMG biofeedback interfaced with virtual reality on neuromuscular control and movement coordination during reaching in children with cerebral palsy / Yoo J.W., Lee D.R., Cha Y.J., You S.H. // NeuroRehabilitation, 2017. – Vol. 40 (2). – P. 175–185.

14. Формирование консенсуса специалистов в применении стабилометрии и биоуправления по опорной реакции / Г.Е. Иванова, Е.В. Исакова, И.В. Кривошей, С.В. Котов, О.В. Кубряк // Вестник восстановительной медицины, 2019. – № 1. – С. 16–21.

15. Гроховский, С.С. Метрологическое обеспечение стабилометрических исследований / С.С. Гроховский, О.В. Кубряк // Медицинская техника, 2014. – № 4. – С. 22–24.

16. Объективизация нарушений равновесия и устойчивости у пациентов с инсультом в раннем восстановительном периоде / М.В. Романова, О.В. Кубряк, Е.В. Исакова, С.С. Гроховский, С.В. Котов // Анналы клинической и экспериментальной неврологии, 2014. – Т. 8. – № 2. – С. 12–15.

17. Кубряк, О.В. Исследование опорных реакций человека (постурография, стабилометрия) и биологическая обратная связь в программе STPL / О.В. Кубряк, С.С. Гроховский, А.Д. Доброродный. – Москва : Мера-ТСП, 2018. – 121 с.

18. Гроховский, С.С. Техническое и метрологическое сопровождение стабилометрического оборудования / С.С. Гроховский, О.В. Кубряк // Мир измерений, 2012. – № 12 (142). – С. 25–27.

19. Скворцов, Д.В. Клинический анализ движений. Стабилометрия / Д. В. Скворцов. – М. : Науч.-мед. фирма «МБН», 2000. – 190 с.

20. Скворцов, Д.В. Стабилометрическое исследование / Д. В. Скворцов. – М. : Маска, 2010. – 176 с.

21. Гроховский, С.С. Метод интегральной оценки эффективности регуляции позы человека / / С.С. Гроховский, О.В. Кубряк // Медицинская техника, 2018. – № 2. – С. 49–52.

22. Панова, Е.Н. Вертикальная поза человека и смены функциональных состояний в опорных реакциях: обзор / Е.Н. Панова, О.В. Кубряк // Вестник Новгородского государственного университета, 2018. – № 2 (108). – С. 15–20.

23. Низова, А.В. Биологическая обратная связь (БИО): терапевтические возможности метода и перспективы его использования в психиатрии (аналитический обзор) / А.В. Низова, И.А. Мельникова // Рос. психиатр. журн., 2003. – № 1. – С. 69–72.

24. Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты / О.В. Кубряк, С.С. Гроховский, Е.В. Исакова, С.В. Котов. – М. : ООО «Маска»; 2015. – 128 с.

25. Плоткин, Ф.Б. Биологическая обратная связь: новые технологии – в практику здравоохранения / Ф. Б. Плоткин // Психотерапия и клинич. Психология, 2006. – № 3. – С. 25–30.

26. Плоткин, Ф. Б. Компьютерное биоуправление: прогрессивные технологии – в практику здравоохранения / Ф.Б. Плоткин // Воен. медицина, 2012. – № 2. – С. 106–110.

27. Девялтовская, М.Г. Метод реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом, с применением компьютеризированного реабилитационного тренажера «Велогеймик» / М. Г. Девялтовская // Мед. панорама, 2012. – № 2. – С. 36–37.

28. Девялтовская, М. Г. Реабилитация детей, страдающих детским церебральным параличом, с применением биологической обратной связи / М. Г. Девялтовская // Мед. панорама, 2015. – № 6. – С. 52–55.

29. Девялтовская, М.Г. Применение биологической обратной связи в реабилитации детей с неврологической патологией / М.Г. Девялтовская // Наши сердца – детям! : материалы IX съезда педиатров Респ. Беларусь, Минск, 17-18 нояб. 2011 г. – Минск, 2011. – С. 95–96.

30. Комплексная технология реабилитации двигательных нарушений у детей с неврологической патологией : инструкция по применению 163-1209 : утв. М-вом здравоохранения 27.09.2010 / М. Г. Девялтовская, А. В. Платонов, М. К. Гущинская, А. Ф. Тимершина. – Минск, 2010. – 15 с.

31. Метод реабилитации детей, страдающих детским церебральным параличом, с применением компьютеризированного реабилитационного тренажера : инструкция по применению 180-1110 / К. У. Вильчук, М. Г. Девялтовская, А. Б. Старовыборнов, О. В. Кондратьев. – Минск, 2010. – 6 с.

32. Метод медицинской реабилитации детей с психоневрологической патологией на основе биологической обратной связи : инструкция по применению 071-0815 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 04.11.2015 / М. Г. Девялтовская, А. А. Криштафович, Д. А. Крамко. – Минск, 2016. – 7 с.

33. Стабилограф-тренажер для детей с детским церебральным параличом : пат. № 6820 Респ. Беларусь : МПК A61B5/103 / К.У. Вильчук, М. Г. Девялтовская ; дата публ. 30.12.2010.

Учебное издание

Девялтовская Маргарита Георгиевна
Платонов Андрей Владимирович
Козловский Денис Александрович

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ С ВИЗУАЛЬНЫМ КАНАЛОМ И СТАБИЛОМЕТРИЕЙ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 27.09.2021. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».
Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».
Печ. л. 1,38. Уч.- изд. л. 1,48. Тираж 120 экз. Заказ 170.
Издатель и полиграфическое исполнение –
государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.
220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра общей врачебной практики
Кафедра спортивной медицины и лечебной физкультуры

М.Г. ДЕВЯЛТОВСКАЯ А.В. ПЛАТОНОВ Д.А. КОЗЛОВСКИЙ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ С ВИЗУАЛЬНЫМ КАНАЛОМ И СТАБИЛОМЕТРИЕЙ

Минск БелМАПО
2021