

Кубряк О.В., Гроховский С.С., Исакова Е.В., Котов С.В.

Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты



9 785990 696693 >

MAŠKA

Кубряк О.В., Гроховский С.С.,
Исакова Е.В., Котов С.В.

**Биологическая обратная связь
по опорной реакции:
методология
и терапевтические аспекты**

Москва
МАСКА
2015

УДК 612.8
ББК 56.12
К88

К88 Кубряк Олег Витальевич, Гроховский Сергей Семенович, Исакова Елена Валентиновна, Котов Сергей Викторович

Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты

М.: ООО «ИПЦ „Маска“», 2015 — 128 с.
ISBN 978-5-9906966-9-3

Руководство для врачей. Подготовлено сотрудниками Научно-исследовательского института нормальной физиологии имени П.К. Анохина, Исследовательского центра МЭРА и Московского областного научно-клинического института имени М.Ф. Владимирского. В основу книги легли как собственный опыт авторов в разработке и стандартизации стабилметрических систем, методик применения биологической обратной связи по опорной реакции, так и результаты клинических наблюдений в условиях лечебно-профилактических учреждений. Впервые предлагается системное рассмотрение вопроса: от приборного обеспечения и нормативных документов, регулирующих использование биоуправления по опорной реакции в отечественном здравоохранении, до классификации тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции, описания конкретных методик и алгоритма действий специалиста, других теоретических и практических аспектов. Акцент — на практическое применение для восстановительного лечения и контроля эффективности терапии, использование книги в обучении и самообразовании. Для специалистов в области восстановительного лечения и медицинской реабилитации, неврологов, оториноларингологов, врачей лечебной физкультуры и спортивной медицины, травматологов и ортопедов, физиологов и психологов, а также всех, кто интересуется проблемами практического применения стабилметрии и биоуправления по опорной реакции.



Рекомендовано ученым советом ФГБНУ Научно-исследовательский институт нормальной физиологии имени П.К. Анохина в качестве методического пособия для специалистов медико-биологического профиля



Рекомендовано Союзом Реабилитологов России для врачей, специалистов в области медицинской реабилитации

Рецензенты:

Герасименко Марина Юрьевна, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии МЗ РФ (Москва);

Базиян Борис Хоренович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрокибернетики ФГБНУ Научный центр неврологии (Москва).

Издание осуществлено при поддержке Исследовательского центра МЭРА

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой-либо форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

© Коллектив авторов: 2014, 2015

© Мера-ТСП, 2015

Верстка и оформление — А.И. Кудрявцев;

обложка — С.В. Ратников.

ISBN 978-5-9906966-9-3

УДК 612.8
ББК 56.12
К88

**Oleg Kubryak , Sergey Grokhovsky,
Elena Isakova, Sergey Kotov**

Biofeedback for support reaction:
methodology and therapeutic aspects

Moscow, ООО «ИПЦ „Маска“», 2015 — 128 с.
ISBN 978-5-9906966-9-3

Guide for physicians. Prepared by members of the Research Institute of the normal physiology named after P. K. Anokhin, MERA research center and Moscow Regional Research Institute named after M. F. Vladimirov. The book is based on authors own experience in the development and standardization of stabilometric systems and methods applying biofeedback support reaction and on the results of clinical observations in terms of therapeutic and prophylactic institutions. For the first time proposed the systematic consideration of different issues: from instrumentation maintenance and regulatory documents regulating the use of biofeedback for support reaction in the native health care, to the classification of trainings with biofeedback for support reaction, descriptions of the specific methods and the algorithm of actions of specialist and other theoretical and practical aspects. The emphasis there is on the practical application of restorative treatment and control of the effectiveness of therapy, the use of the book in teaching and self-education. For experts in the field of regenerative treatment and medical rehabilitation, neurologists, otolaryngologists, doctors of physical therapy and sports medicine, traumatologists and orthopedics, physiologists and psychologists, as well as anyone interested in the problems of practical applications of stabilometry and of biofeedback for support reaction.



Recommended by academic council FGBNU Research Institute of Normal Physiology named after P.K. Anokhin as methodological manual for professionals in medicine and biology



Recommended by Russian public organization "All-Russian union rehabilitators".

Reviewers:

Marina Gerasimenko, MD, Professor, Director, FGBU Russian Scientific Center of Medical Rehabilitation and Balneology (Moscow);

Boris Baziyan, Doctor of Biology, Head of Neurocybernetics laboratory, FGBNU Neuroscience Research Center (Moscow).

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form without written permission of the copyright holders.

© The team of authors: 2014, 2015
© Mera-TSP, 2015
Layout and design – A. Kudriavtsev;
Cover – S. Ratnikov.

ISBN 978-5-9906966-9-3

Содержание

| | |
|---|----|
| От авторов | 6 |
| Стабилометрия и биологическая обратная связь по опорной реакции | 9 |
| Понятие, общие принципы | 9 |
| Инструментальное обеспечение и условия реализации метода | 12 |
| Потенциал биоуправления по опорной реакции в практическом здравоохранении | 22 |
| Области применения биоуправления по опорной реакции в медицине с позиций Международной Классификации Болезней | 22 |
| Области применения биоуправления по опорной реакции в медицине с позиций Международной Классификации Функционирования | 23 |
| Место биоуправления по опорной реакции в Российских стандартах медицинской помощи | 26 |
| Применение процедур с биоуправлением по опорной реакции в медицинской реабилитации | 32 |
| Теоретические аспекты | 32 |
| Классификация процедур | 40 |
| Построение алгоритма управления восстановительным курсом | 45 |
| Режим проведения процедур | 55 |

| | |
|---|-----|
| Контроль эффективности курса лечения с биоуправлением по опорной реакции | 61 |
| Применение оценочных шкал и инструментальные оценки..... | 61 |
| Стабилометрические (инструментальные) тесты | 68 |
| Обеспечение валидности результатов инструментального исследования..... | 81 |
| Заключение | 88 |
| Литература | 89 |
| Приложения | 97 |
| Примеры (интерфейс управляющей программы, тренинги, клинические описания) | 97 |
| Словарь терминов | 116 |
| Список сокращений и обозначений | 122 |

От авторов

Сегодня всё более явными в медицинской практике становятся задачи, которые не могут быть решены только фармакотерапией или хирургией. Например, восстановление способности к прямостоянию и ходьбе у пациентов после инсульта. В этой связи, биоуправление¹, в том числе, по опорной реакции, привлекает особое внимание специалистов. Большой потенциал для этого направления, на наш взгляд, существует в терапии двигательных, аффективных и невротических, стрессовых расстройств, невротозов, различных головокружений, в восстановительном лечении после травм и операций, других нарушений здоровья. В отличие от вчерашних реалий, сегодня доступны методические и технические решения для проведения эффективных тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции, которые учитывают практически все возможные состояния и позиции пациента — «стоя» вертикально, из положений «сидя» или «стоя» для верхних конечностей, «сидя» для нижних конечностей или туловища, «лежа» для острейшего периода реабилитации. Задача этой книги, как понимается нами, — содействовать развитию и применению перспективного направления медицинской реабилитации.

Другой перспективной сферой для биоуправления по опорной реакции является объективизация диагностики, исследования. Полагаем, что стабилметрические пробы с использованием биоуправления по опорной реакции, получившие условное наименование «двигательно-когнитивные тесты», могут оказаться полезными клиницистам, психологам, физиологам и другим специалистам.

Принцип стабилметрии (стабилографии) — возможность анализа динамики перемещений центра давления человека на опору. Биоуправление по опорной реакции использует

¹ В текст данной книги включен словарь употребляемых терминов, как они понимаются авторами, и список сокращений.

возможность визуализации (по визуальному каналу, акустическому, др.) опорных реакций, что подразумевает использование стабилметрических устройств, но не синонимично стабилметрии. Работая в области развития методологии, мы придаем важное значение корректным, консенсусным определениям понятий, различению методов, имеющих различную физическую основу (например, такие разные методы как «стабилметрия» и «видеостабилметрия» или «пространственная стабилметрия»), мерам стандартизации. Четкие определения понятий особенно актуальны при подготовке клинических рекомендаций, стандартов оказания медицинской помощи, учебных материалов. Надеемся, что данная книга окажется полезной для формирования единой методологии применения стабилметрических устройств.

Предлагаемая книга включает четыре раздела, касающихся теоретических и практических вопросов, а также заключение, список литературы, словарь, список сокращений и примеры. Важным мотивом для нас было подготовить такое методическое пособие, которое было бы достаточно удобным, простым для восприятия, компактным, и вместе с тем, отражало бы современные взгляды на биоуправление, использование стабилметрии. Опыт, полученный в Исследовательском центре МЕРА в процессе разработки отечественных стабиллоплатформ серии ST-150 и ST-300, а также опыт конструирования различных тестов и технологий биоуправления для них, позволил определить актуальные подходы к обеспечению требуемой метрологии, валидности и сопоставимости данных, адекватности методов проведения исследований и тренингов, что в большой степени определило контекст, в котором предлагается данное изложение. В работе над книгой использовались материалы ранее подготовленных нами публикаций, методических пособий и учебных курсов, по сравнению с которыми эта книга, полагаем, отличается большей полнотой изложения материала и нацеленностью на практику.

Благодарим глубокоуважаемых рецензентов — Марину Юрьевну Герасименко и Бориса Хореновича Базияна за внимание к нашей работе. Выражаем признательность докторам

из Москвы, Казани, Санкт-Петербурга и других городов — Е.В. Байбаковой, Р.А. Бодровой, А.Л. Гусевой, Л.Р. Махмутовой, Д.А. Киселёву, Т.Ю. Назаровой, И.В. Погабало, М.В. Романовой, Т.Н. Товпеко, Ю.В. Урываеву, В.И. Шерегешеву, И.П. Ястребцевой, всем участникам междисциплинарного дискуссионного клуба «КлубУС», другим коллегам — за доброе общение, ценные рекомендации, конструктивные замечания, отклики и мнения, высказанные ими в разное время по теме книги. Благодарим Галину Евгеньевну Иванову и Союз Реабилитологов России за неослабевающую поддержку новых и перспективных направлений для медицинской реабилитации. Теплые слова благодарности Ассоциации Междисциплинарной Медицины во главе с Валерием Леонидовичем Голубевым и лично Алексею Борисовичу Данилову за большие усилия, прилагаемые к распространению передового опыта среди практических врачей. Добрые слова в адрес издателей этой книги. Отдельное спасибо администрации ФГБНУ Научно-исследовательского института нормальной физиологии имени П.К. Анохина и ГБУЗ МО Московского областного научно-клинического института имени М.Ф. Владимирского за творческую атмосферу, способствовавшую подготовке этой книги.

Кубряк Олег Витальевич, старший научный сотрудник ФГБНУ Научно-исследовательского института нормальной физиологии имени П.К. Анохина, кандидат биологических наук

Гроховский Сергей Семенович, руководитель Исследовательского центра МЕРА, инженер

Исакова Елена Валентиновна, главный научный сотрудник неврологического отделения, профессор кафедры неврологии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, доктор медицинских наук

Котов Сергей Викторович, заведующий неврологическим отделением, заведующий кафедрой неврологии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, профессор, доктор медицинских наук

Стабилометрия и биологическая обратная связь по опорной реакции

Понятие, общие принципы

Сегодня под *стабилометрией* в медицине понимают широкий набор методик, связанных с анализом траектории перемещения *центра давления*, создаваемого пациентом на плоскость опоры². Слово «стабилометрия» или «стабилография» появилось для обозначения методики, в рамках которой с помощью *стабилоплатформы* можно было бы оценить, измерить, насколько стабильна, устойчива поза человека. В более общем определении можно также сказать, что это, вероятно, наиболее известный вариант «*постурографии*» — направления, в котором с помощью какого-либо технического устройства исследуют «постуру», то есть позу тела (от англ. *posture*). При различных нарушениях здоровья и изменении состояний человека управление позой может меняться. Чаще всего исследование проводят в простой вертикальной позе: голова прямо, руки свободно опущены вдоль тела, стопы в положении «пятки вместе носки врозь» или параллельно.

Центр давления на опорную поверхность, стоящего вертикально человека, физически связан с центром тяжести его тела, но не является простой проекцией центра тяжести на поверхность опоры. Поэтому говорить об идентичности

² В 2015 году журнал «Физиотерапия, бальнеология и реабилитация» издательства «Медицина» публикует дистанционный курс «Стабилометрия и биологическая обратная связь по опорной реакции», разработанный с участием авторов. Используйте также электронный архив журналов, доступный на www.elibrary.ru

понятий «проекция центра тяжести» и «центр давления человека на опору» неправомерно.

Оценка стабильности позы осуществляется путем анализа динамики перераспределения нагрузки между опорными зонами пятки и носка каждой из ступней правой и левой ноги пациента во время исследования. Графическим отображением этих процессов являются стабيلограммы – временные диаграммы перемещения вычисленного центра давления вдоль фронтальной и сагиттальной осей в системе координат связанной с пациентом (см. **рисунок 1**).

Стабилометрическая платформа является инструментальной основой для формирования *биологической обратной связи по опорной реакции* — параметры опорных реакций соотносятся с перемещениями визуальных маркеров на экране (визуальный

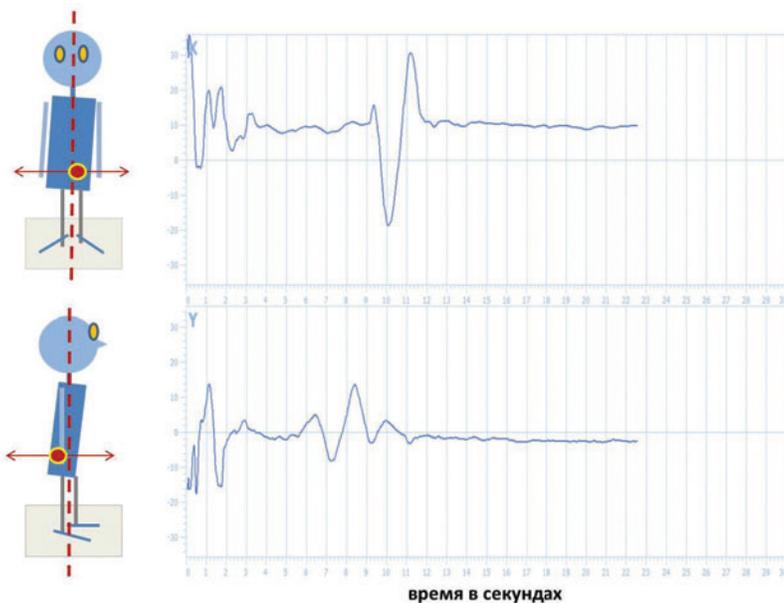


Рисунок 1. Стабилграммы.

Источник: [Кубряк, Гроховский, 2012]

канал), частоты или громкости звука (акустический канал) и тому подобное, для информирования испытуемого или пациента о параметрах его позы. Соответственно, у человека появляется дополнительная возможность управлять позой, используя информацию, не доступную в естественных условиях — то есть, недоступную без такого искусственно созданного канала обратной связи.

Кривая, которая описывает траекторию перемещения центра давления одновременно в обеих плоскостях, называется *статокинезиограмма*, см. **рисунок 2**.

Специальный прибор, с помощью которого регистрируются координаты центра давления, обычно называют *стабилографом* или *стабилометрической платформой*, *стабилоплатформой*. Программное обеспечение стабилоплатформы,

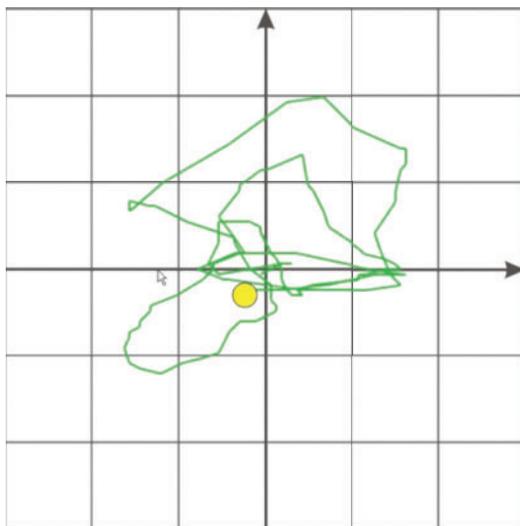


Рисунок 2. Статокинезиограмма — траектория перемещения центра давления в плоскости платформы. Источник: интерфейс программы STPL в режиме «Вводный тренинг», Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013610968; версия 2014 года

используя измеренные её датчиками значения реакции опоры, вычисляет координаты положения центра давления объекта с определенной частотой (*частотой дискретизации*), например, 300 раз в секунду. Соответственно, образуется массив данных, характеризующих траекторию перемещения центра давления. В данном случае, при минутном исследовании для анализа будет **получено $300 \times 60 = 18000$ различных значений** координат центра давления вдоль фронтальной (*ось OX*) и сагиттальной (*ось OY*) осей — см. фрагмент в **таблице 1**.

На основе этих данных далее могут быть вычислены различные показатели, применяемые в трактовке результатов исследования: средние за время теста значения координат центра давления по каждой из осей, длина статокинезиограммы, площадь статокинезиограммы и другие.

Количественные данные, отражающие особенности траектории перемещения центра давления пациента на плоскость опоры являются характеристиками управления позой тела, и позволяют *объективизировать* диагностические процедуры и контроль эффективности лечения.

Инструментальное обеспечение и условия реализации метода

Для создания биологической обратной связи (БОС) по опорной реакции требуется *инструментальное обеспечение*. На **рисунке 3** представлена схема, демонстрирующая основные функциональные звенья варианта БОС с визуальным каналом.

Человек, располагающийся на стабилоплатформе, визуально воспринимает метку, связанную в реальном времени со стабилметрическим параметром (например, абсолютным положением центра давления) и, совершая регулировочные движения, может перемещать метку по экрану.

Требования к стабилметрической платформе при проведении БОС-тренингов связаны, в основном, со следующим:

Таблица 1.

Массив данных, генерируемых стабилоплатформой, содержащий вычисленные значения массы тела пациента и координаты центра его давления на опорную поверхность при каждом последовательном измерении.

| № | Масса, кг | X, мм | Y, мм |
|----|-----------|-------|-------|
| 1 | 22.92 | 24.17 | -9.17 |
| 2 | 22.94 | 24.22 | -9.29 |
| 3 | 22.94 | 24.20 | -9.37 |
| 4 | 22.94 | 24.20 | -9.46 |
| 5 | 22.93 | 24.19 | -9.49 |
| 6 | 22.94 | 24.22 | -9.44 |
| 7 | 22.95 | 24.25 | -9.42 |
| 8 | 22.95 | 24.29 | -9.43 |
| 9 | 22.94 | 24.37 | -9.43 |
| 10 | 22.94 | 24.42 | -9.41 |

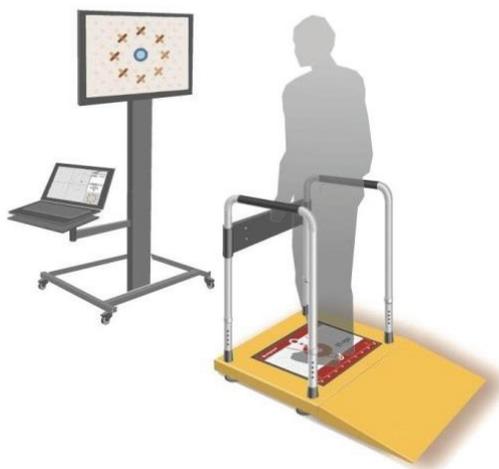


Рисунок 3. *Стабилоплатформа, обрабатывающий компьютер, монитор для обратной связи — основные элементы системы БОС по опорной реакции с визуальным каналом.*

Источник: Исследовательский центр МЭРА

удобством, точностью регистрации положения центра давления и передачи сигнала, достаточной дискретностью. Обеспечительные меры здесь такие же, как в случае проведения стабилметрического исследования.

Ниже такие требования и меры изложены более подробно. Примеры современной стабилметрической системы — на **рисунках 3-5**.

Отдельные вопросы вызывает *расположение и размер экрана* для визуального канала, *выбор тренингов* (программное обеспечение) и так далее. Так как визуальный канал биологической обратной связи по опорной реакции обычно применяется чаще, чем другие типы каналов, то приведем вариант взаиморасположения пациента (испытуемого) и экрана, а также общие условия для проведения тренингов. Они в целом соответствуют порядку проведения тестов с биологической обратной связью по опорной реакции — **таблица 2**.

Выбор средств визуализации (дисплея, проектора, очков виртуальной реальности, др.) следует исходить из удобства применения и состояния пациентов или испытуемых, целей и задач проведения тренингов. Обсуждение возможных достоинств и недостатков разных типов устройств приведено в **таблице 3**. В клинике наиболее комфортным для применения чаще всего оказывается использование **стандартных дисплеев относительно большого размера** (*примерно 27'*), так как это уменьшает число манипуляций (например, снятие и одевание очков виртуальной реальности пациенту), достаточно легко вписывается в большинство помещений и не усложняет гигиенический режим.



Рисунок 4. БОС-тренинг на ST-150 в положении «сидя, упор ногами».
Источник: Исследовательский центр МЭРА



Рисунок 5. БОС-тренинг на ST-300 в положении «лежа». Источник:
Исследовательский центр МЭРА

Таблица 2
Вариант условий и обеспечения процедуры для использования биологической обратной связи по опорной реакции в положении «стоя».

| №№ | УСЛОВИЯ | ОПИСАНИЕ | |
|--|---------|---|--|
| Пациент | 1 | Установка стоп | в зависимости от состояния пациента и целей тренинга |
| | 2 | Положение ног | вначале выпрямлены, после начала тренинга – в зависимости от задания |
| | 3 | Положение корпуса | вначале вертикально, после начала тренинга – в зависимости от задания |
| | 4 | Положение рук | вдоль туловища или держась за поручни – в зависимости от состояния |
| | 5 | Положение головы | вначале ровно, после начала тренинга – в зависимости от задания |
| | 6 | Взор | прямо, двумя глазами; после начала тренинга – в зависимости от задания |
| Экран | 7 | Тип канала биологической обратной связи | визуальный или визуально-акустический |
| | 8 | Характеристика экрана | подбирается исходя из параметров помещения и области применения (большой или маленький экран) |
| | 9 | Характеристика звукового устройства | стандартные аудиоколонки для персонального компьютера |
| | 10 | Позиция экрана и размер изображения | - при выборе обычного экрана (номинальная диагональ от 19" до 27") предполагается так, чтобы центр «мишени» был напротив глаз испытуемого на расстоянии ~1,5 – 2 метра - при выборе большого экрана или проектора – при изображении с номинальной диагональю более 2 метров, с нижним краем изображения ~1,5 м от уровня пола – испытуемый ~4 метра от экрана по центру |
| Требования к условиям проведения тренинга | 11 | Громкость звука | на уровне «отчетливо слышно» – обычно ≈50 Децибел; если нет особых задач |

| | | | |
|--|----|------------------------|--|
| | 12 | Расположение оператора | зависит от состояния пациента, наличия экстренной страховки и т.д.; оператору запрещаются прыжки, хождение и перетоптывание при проведении теста |
| | 13 | Предупреждение падений | необходимо предусмотреть действенную защиту пациента от падений (страховка – ручные опоры, подвес, др.) |
| | 14 | Температурный режим | комнатная температура, отсутствие сквозняков |
| | 15 | Световой режим | умеренно светло |
| | 16 | Шум | шумоизолированное помещение (нет звуков автомобильных сигналов, телефонных звонков, стуков, звуков посторонних речи и музыки, др.) |
| Требования к условиям проведения тренинга | 17 | Вибрации | выраженные вибрации (например, трамвай «под окном», ремонтные работы в соседнем помещении, прыжки и хождение по комнате тестирования, захлопывание дверей, работа вблизи промышленных вентиляторов и т.д.) могут снижать качество условий для тренинга |
| | 18 | Время суток | в зависимости от задач тренинга |
| | 19 | Длительность тренинга | от 30, 60 или 90 секунд и до нескольких десятков минут |
| | 20 | Инструктаж | общий инструктаж обязательно; вводный тренинг при первой процедуре обязательно; не допускается наличие у испытуемых посторонних предметов в карманах, неудобной и тяжелой одежды и др. |
| | 21 | Инструкция (команды) | в стандартном случае подается автоматически (программой) |
| | 22 | Помещение | соответствующее требованиям для терапевтических или физикультурных процедур |
| Требования к персоналу | 23 | Персонал | допускается обеспечение тренингов сестринским персоналом или инструктором лечебной физкультуры; в случае проведения сложных специализированных тренировочных воздействий, требующих «ручного» — рекомендуется проведение специалистом с высшим образованием (врачом) |

Таблица 3.
Применение различных аппаратных средств для создания визуальной биологической обратной связи. Адаптировано по: [Кубряк, Гроховский, 2012].

| ТИП УСТРОЙСТВА | ДОСТОИНСТВА | НЕДОСТАТКИ |
|--|--|--|
| Дополнительный дисплей для компьютера (компьютерный монитор) | <ul style="list-style-type: none"> а. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows – штатное п/о для разделения или дублирования изображений) б. удобство при выборе расстояния от испытуемого до экрана и регулировки высоты экрана (уровень глаз испытуемого) с помощью штатива | относительно малый размер экрана для специальных целей |
| Телевизор | <ul style="list-style-type: none"> а. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows – штатное п/о для разделения или дублирования изображений) б. возможность многоцелевого применения устройства | необходимость специальных дополнительных устройств для регулировки расстояния от глаз испытуемого до экрана – в зависимости от типа телевизора |
| Проектор | <ul style="list-style-type: none"> а. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows – штатное п/о для разделения или дублирования изображений) б. возможность создания больших изображений – повышение эффективности восприятия («эффект кинотеатра») с. универсализация настроек расстояния от испытуемого до экрана за счет «эффекта кинотеатра» | необходимость относительного затемнения помещения для устаревших моделей проекторов |

| | | |
|---|--|---|
| Проекционные очки (очки виртуальной реальности) | <p>a. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows — штатное п/о для разделения или дублирования изображений)</p> <p>b. стандартизация внешних условий (отсутствие внешних визуальных помех)</p> | <p>a. необходимость индивидуального подбора настроек очков (крепление, резкость и т.д.)</p> <p>b. возможное инстинктивное смещение головы испытуемого вслед меняющемуся изображению</p> <p>c. высокая нагрузка на зрение</p> <p>d. возможное изменение позы («центровка тела») из-за наличия очков на лице</p> <p>e. отсутствие контроля внешнего пространства при экстренном отклонении тела</p> |
| Шлем виртуальной реальности или очки 3D | <p>a. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows — штатное п/о для разделения или дублирования изображений)</p> <p>b. стандартизация внешних условий (отсутствие внешних визуальных помех)</p> <p>c. наиболее достоверная трансляция изображения («погружение в виртуальную реальность»)</p> | <p>a. необходимость индивидуального подбора настроек очков (крепление, резкость и т.д.)</p> <p>b. возможное инстинктивное смещение головы испытуемого вслед меняющемуся изображению</p> <p>c. очень высокая нагрузка на зрение и психику</p> <p>d. возможное изменение позы («центровка тела») из-за наличия очков на лице</p> <p>e. отсутствие контроля внешнего пространства при экстренном отклонении тела</p> |
| Лазерная голография | <p>a. независимость от внешних экранов (объемное изображение в воздухе перед испытуемым)</p> <p>b. необычность, оригинальность экрана</p> | <p>a. возможные сложности при настройке оборудования</p> <p>b. высокая нагрузка на зрение и психику испытуемого</p> |

Таблица 4.
Возможные сферы применения процедур с биоуправлением по опорной реакции и МКБ. Пояснения в тексте.

| Классы МКБ-10 | Диагностика (элемент постановки диагноза) | Контроль (элемент управления лечением) | Тренинги (элемент терапии, реабилитации) |
|--|--|---|---|
| V Психические расстройства и расстройства поведения | | | |
| F10-F19 Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ | | ● | ● |
| F30-F39 Расстройства настроения [аффективные расстройства] | * | ● | ● |
| F40-F48 Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства | * | ● | ● |
| F90-F98 Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте | * | ● | ● |
| VI Болезни нервной системы | | | |
| G11 Наследственная атаксия | ● | ● | ● |
| G12 Спинальная мышечная атрофия и родственные синдромы | | * | ● |
| G20-G26 Экстрапирамидные и другие двигательные нарушения | ● | ● | ● |
| G35-G37 Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы | | | * |
| G43-G47 Эпизодические расстройства (<i>запращены G40, G41</i>) | * | ● | ● |
| G60-G64 Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы | ● | ● | ● |
| G80-G83 Церебральный паралич и другие паралитические синдромы | ● | ● | ● |
| G90 Расстройства вегетативной [автономной] нервной системы | * | ● | ● |

| | | | |
|---|---|---|---|
| VIII Болезни уха и сосцевидного отростка | | | |
| H81 Нарушения вестибулярной функции; H82 Вестибулярные синдромы; H83 Другие болезни внутреннего уха | ● | ● | ● |
| IX Болезни системы кровообращения | | | |
| I20-I25 Ишемическая болезнь сердца | | * | ● |
| I60–I69 Цереброваскулярные болезни | ● | ● | ● |
| XIII Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани | | | |
| M40-M54 Дорсопатии | | * | ● |
| XIX Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин | | | |
| S00-S09 Травмы головы | | | ● |
| S70-S79 Травмы области тазобедренного сустава и бедра | | | ● |
| S80-S89 Травмы колена и голени | | | ● |
| S90-S99 Травмы области голеностопного сустава и стопы | | | ● |
| Y90-Y98 Дополнительные факторы, имеющие отношение к причинам заболеваемости и смертности, классифицированным в других рубриках | | | |
| Y91 Доказательство влияния алкоголя, определенного по степени опьянения | * | | |

Потенциал биоуправления по опорной реакции в практическом здравоохранении

Области применения биоуправления по опорной реакции в медицине с позиций Международной Классификации Болезней

Процедуры, включающие биоуправление по опорной реакции, могут, условно говоря, относиться к *диагностическим, контрольным или восстановительным*. В **таблице 4** представлена условная схема потенциальной актуальности этого вида биоуправления, относительно *Международной Классификации Болезней*, где кружками отмечены наиболее обоснованные, на наш взгляд, позиции, а звездочками — те, возможная перспектива которых нуждается в дальнейшем изучении.

Особо отметим, что представленная в **таблице 4** схема отражает *потенциал применения* процедур с биологической обратной связью по опорной реакции, *как это видится авторам с позиций сегодняшних знаний*, но совсем не означает безальтернативность или ограничение указанными сферами. Выбор тех или иных методов в медицине обусловлен комплексом причин: в том числе, экономических и организационных — кроме собственной ценности метода для клиники. В этой связи, *применение метода должно быть оправданным* с точки зрения разумной стандартизации лечения, наличия оборудования и квалифицированных специалистов, и, самое главное — максимальной эффективности для диагностики и лечения пациента.

Области применения биоуправления по опорной реакции в медицине с позиций Международной Классификации Функционирования

Важным инструментом структурирования реабилитационного процесса является Международная Классификация Функционирования — МКФ [Аухадеев, 2007; Буйлова, 2013; др.]. Сегодня МКФ является стандартом ВОЗ в определении состояния здоровья. Если медицинская модель классификации (МКБ) акцентируется на персональной стороне нарушения здоровья, вызванного непосредственной причиной, то социальная модель, включенная в МКФ, сосредоточена на оценке состояния больного и его реабилитационного потенциала, возможностях выявления сохранившихся резервов восстановления или компенсации возникших нарушений и ограничений. То есть, на оценке «уровня здоровья». У двух больных с одинаковым диагнозом могут быть различные уровни функционирования, и, наоборот, при аналогичном уровне функционирования (физических возможностей) не обязательно совпадение диагнозов по МКБ. Таким образом, совместное использование МКБ и МКФ позволяет обеспечить более полное понимание и точное управление реабилитацией. Соответственно, при определении областей применения биоуправления по опорной реакции, обращение к МКФ позволяет дать более точную, полную картину. С позиций сегодняшних представлений, отметим возможные области применимости биоуправления по опорной реакции в системе МКФ — таблица 5.

В этой таблице приведены только те области МКФ, которые, по нашему мнению, могут касаться актуального применения биоуправления по опорной реакции. Например, для раздела **s2** («Глаз, ухо и относящиеся к ним структуры»), в **таблице 5** указаны только позиции **s260** и **s298**, которые могут касаться проблем, связанных с причинами, определяемыми в МКБ-10 как «*H81 Нарушения вестибулярной функции; H82 Вестибулярные синдромы; H83 Другие болезни внутреннего уха*» (см. **таблицу 4**). То есть, не все нарушения функционирования

Таблица 5.
Возможные сферы применения процедур с биоуправлением по опорной реакции и МКФ. Пояснения в тексте.

| b ФУНКЦИИ ОРГАНИЗМА | s СТРУКТУРЫ ОРГАНИЗМА | d АКТИВНОСТЬ И УЧАСТИЕ | e ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ |
|--|---|--|--|
| <p>УМСТВЕННЫЕ ФУНКЦИИ</p> <p>Глобальные умственные функции</p> <p>b126 Темперамент и личностные функции b1263 Психическая устойчивость b1264 Открытость для опыта</p> <p>b130 Волевые и побудительные функции b1300 Волевой уровень b1301 Мотивация b1304 Контроль импульсивных побуждений</p> <p>Специфические умственные функции</p> <p>b140 Функции внимания b1400 Устойчивость внимания b1401 Переклечение внимания b1402 Разделение внимания b1403 Сосредоточение внимания</p> <p>b144 Функции памяти b1440 Кратковременная память</p> <p>b147 Психомоторные функции b1470 Психомоторный контроль b1471 Качество психомоторных функций</p> <p>b152 Функции эмоций b1521 Регуляция эмоций</p> | <p>СТРУКТУРЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</p> <p>s110 Структура головного мозга s120 Спинальный мозг и относящиеся к нему структуры s120 Спинальный мозг и относящиеся к нему структуры s140 Структура симпатической нервной системы s150 Структура парасимпатической нервной системы</p> | <p>ОБУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ЗНАНИЙ</p> <p>Целенаправленное использование органов чувств</p> <p>d110 Использование зрения d115 Использование слуха d120 Целенаправленное использование других ощущений</p> <p>Базисные навыки при обучении</p> <p>d130 Копирование d135 Повторение</p> <p>Применение знаний</p> <p>d160 Концентрация внимания d175 Решение проблем d177 Принятие решений</p> | <p>ПРОДУКЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ</p> <p>e130 Изделия и технологии для обучения</p> |

| | | | |
|---|---|--|---|
| <p>b156 Функции восприятия</p> <p>b1560 Слуховое восприятие</p> <p>b1561 Зрительное восприятие</p> <p>b1564 Тактильное восприятие</p> <p>b1565 Визуально-пространственное восприятие</p> <p>b160 Функции мышления</p> <p>b1600 Ритм мышления</p> <p>b1601 Форма мышления</p> <p>b176 Умственные функции последовательных сложных движений</p> <p>b180 Функции самоощущения и ощущения времени</p> <p>b1800 Самоощущение</p> <p>b1801 Образ тела</p> | <p>ГЛАЗ, УХО И ОТНОСЯЩИЕСЯ К НИМ СТРУКТУРЫ</p> <p>s260 Структура внутреннего уха</p> <p>s298 Структуры глаза, уха и относящиеся к ним структуры, другие уточненные</p> | <p>ОБЩИЕ ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИЯ</p> <p>d210 Выполнение отдельных задач</p> <p>d220 Выполнение многооплачиваемых задач</p> <p>d240 Преодоление стресса и других психологических нагрузок</p> | <p>ПОДДЕРЖКА И ВЗАИМОСВЯЗИ e355</p> <p>Профессиональные медицинские работники</p> |
| <p>СЕНСОРНЫЕ ФУНКЦИИ И БОЛЬ</p> <p>Слух и вестибулярные функции</p> <p>b230 Функции слуха</p> <p>b2350 Вестибулярная функция пространственного положения</p> <p>b2351 Вестибулярная функция равновесия</p> <p>b260 Проприоцептивная функция</p> | <p>СТРУКТУРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ДВИЖЕНИЕМ</p> <p>s7</p> | <p>ОБЩЕНИЕ</p> <p>Восприятие сообщений при общении</p> <p>d310 Восприятие устных сообщений при общении</p> <p>d315 Восприятие сообщений при невербальном способе общения</p> <p>d320 Восприятие сообщений на языке формальных символов при общении</p> <p>d325 Восприятие письменных сообщений при общении</p> | <p>УСТАНОВКИ</p> <p>e455 Индивидуальные установки профессиональных работников сфер, связанных со здоровьем</p> |
| <p>НЕЙРОМЫШЕЧНЫЕ, СКЕЛЕТНЫЕ И СВЯЗАННЫЕ С ДВИЖЕНИЕМ ФУНКЦИИ</p> <p>Функции суставов и костей</p> <p>b710 Функции подвижности сустава</p> <p>Функции мышц</p> <p>b735 Функции мышечного тонуса</p> <p>Двигательные функции</p> <p>b750-b789 Двигательные функции</p> | | <p>МОБИЛЬНОСТЬ</p> <p>Изменение и поддержание положения тела</p> <p>d410 Изменение позы тела</p> <p>d415 Поддержание положения тела</p> <p>d420 Перемещение тела</p> <p>d429 Изменение и поддержание положения тела, другое уточненное и не уточненное</p> | |

соответствующих структур, а только те, для которых применение тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции может быть оправдано.

Отметим, что использование стабилметрического оборудования можно также отнести к разделам **e1, e3, e5** МКФ, так как *взаимодействие специалиста с пациентом*, инструктаж, обучение тренингам с биологической обратной связью способствует формированию здоровых установок, социальной поддержке и взаимосвязям. Наличие элемента обучения (объяснение, освоение новых тренингов) — позитивный фактор для повышения активности, участия пациента в социуме. Усвоение и выполнение инструкции для тренинга с биоуправлением по опорной реакции соотносится с разделом МКФ **d1** («Обучение и применение знаний»). При возможности подачи инструкций и сообщений в различном виде — устно (голосом оператора или автоматической системы), письменно (на экране компьютера) и так далее, проведение тренингов может способствовать улучшению общения.

Наиболее, на наш взгляд, применение биоуправления по опорной реакции может касаться части МКФ «Функции организма» — например, позиции: **b126, b130, b140, b144, b147, b152, b156, b160, b176, b180, b230, b260, b710** и др.

Таким образом, обзор областей применения биоуправления по опорной реакции согласно Международной Классификации Болезней и Международной Классификации Функционирования позволяет очертить весьма широкий круг задач практической медицины и реабилитации наиболее полно и, вместе с тем, формализовать подходы к использованию метода.

Место биоуправления по опорной реакции в Российских стандартах медицинской помощи

Стабилметрия, как метод, предполагающий применение специальных устройств — стабиллоплатформ, входит в ряд стандартов РФ для специализированной медицинской помощи под кодом **A05.23.007** «Стабиллометрия».

Примеры современных³ стандартов, включающих этот код:

- *Стандарт медицинской помощи больным с цереброваскулярными болезнями в санаторно-курортных условиях*
- *Стандарт медицинской помощи больным с воспалительными болезнями центральной нервной системы в санаторно-курортных условиях*
- *Стандарт специализированной медицинской помощи при болезни Паркинсона, требующей стационарного лечения в связи с нестабильной реакцией на противопаркинсонические средства*
- *Стандарт первичной медико-санитарной помощи при болезни Паркинсона*
- *Стандарт специализированной медицинской помощи детям при врождённых аномалиях нервной системы*
- *Стандарт специализированной медицинской помощи при внутричерепной травме*

и другие. При этом стабилметрия, как метод, может включать процедуры (в том числе, диагностические тесты) как с биологической обратной связью по опорной реакции, так и без неё.

Биологическая обратная связь по опорной реакции, на наш взгляд, может применяться и в иных стандартах, с применением разных вариантов оборудования — в виде тренингов — например, в стандартах, включающих следующие коды:

- › **A19.03.001.013 «Тренировка с биологической обратной связью по динамографическим показателям (по силе) при травме позвоночника»**
- › **A19.03.001.014 «Тренировка с биологической обратной связью по опорной реакции при травме позвоночника»**
- › **A19.03.002.012 «Лечебная физкультура с биологической обратной связью при заболеваниях позвоночника»**
- › **A19.03.002.014 «Тренировка с биологической обратной связью по динамографическим показателям (по силе) при заболеваниях позвоночника»**

³ На момент подготовки книги.

- › **A19.03.002.015 «Тренировка с биологической обратной связью по опорной реакции при заболеваниях позвоночника»**
- › **A19.23.002 «Лечебная физкультура при заболеваниях центральной нервной системы и головного мозга»**
- › **A19.23.006 «Динамическая проприокоррекция»**
- › **A19.24.001 «Лечебная физкультура при заболеваниях периферической нервной системы»**
- › **A19.24.001.013 «Тренировка с биологической обратной связью по динамографическим показателям (по силе) при заболеваниях периферической нервной системы»;**
- › **A19.24.001.014 «Тренировка с биологической обратной связью по опорной реакции при заболеваниях периферической нервной системы»**
- › **A23.30.012 «Проведение контроля эффективности проведения занятий лечебной физкультурой»**

Эти и подобные коды присутствуют в *большом числе стандартов*, что делает применение оборудования для тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции весьма универсальным.

Мы также полагаем, что применение тренингов с БОС может быть эффективным для коррекции нарушений настроения, лечение которых регламентируется другой группой стандартов. Например: *Стандарт специализированной медицинской помощи больным невротическими, связанными со стрессом и соматоформными расстройствами, обсессивно-компульсивное расстройство в амбулаторных условиях психоневрологического диспансера (диспансерного отделения, кабинета); Стандарт специализированной медицинской помощи при невротических, связанных со стрессом и соматоформных расстройствах, паническом расстройстве, агорафобии; Стандарт специализированной медицинской помощи при невротических, связанных со стрессом и соматоформных расстройствах, генерализованном тревожном расстройстве; Стандарт специализированной медицинской помощи при депрессии (рецидив) в*

стационарных условиях и других. В этих случаях тренинги с биологической обратной связью по опорной реакции могут быть направлены на коррекцию головокружений, тревожных состояний и других, в рамках реализации *психотерапевтических мероприятий* или *инструментального контроля*.

Из *порядков* оказания медицинской помощи, следует отметить «*Порядок организации медицинской реабилитации*» (Приказ МЗ РФ № 1705 от 29.12.2012), где в рекомендуемое оснащение включена формулировка «стабилоплатформа с биологической обратной связью». При помощи пациентам с церебральными нарушениями, например, «*Порядок оказания медицинской помощи больным с острыми нарушениями мозгового кровообращения*» (Приказ МЗ РФ № 928н от 15.11.2012) оборудование для биологической обратной связи по опорной реакции может учитываться, например, как «оборудование для восстановления двигательной активности» или «оборудование для лечебной гимнастики».

Касаясь *целей медицинской реабилитации*, как *ориентира* для применения, а также поиска теоретических объяснений эффектов биоуправления по опорной реакции, рассмотрим, как формируется целеполагание, например, для реабилитации больных после инсульта в раннем реабилитационном периоде [Стаховская, Котов, др., 2014]:

- повышение стабильности вегетативных реакций при повышении нагрузки;
- когнитивная стимуляция (память, внимание, темп мышления);
- повышение толерантности пациента к физической нагрузке;
- этапное восстановление двигательных стереотипов;
- сенсорная коррекция;
- вертикализация;
- восстановление навыков ходьбы;
- коррекция речевых расстройств;

- восстановление бытовых и социально значимых действий;
- борьба со спастичностью;
- контроль восстановления.

В этом ряду биоуправление по опорной реакции с разной степенью эффективности может быть полезно практически везде, за исключением отдельных пунктов. Постепенное повышение длительности и сложности тренировок способствует толерантности пациента к физической нагрузке и стабилизации вегетативных реакций. Использование разных позиций пациента («лежа», «сидя», «стоя») способствует вертикализации и подготовке к восстановлению ходьбы. Биологическая обратная связь способствует сенсорной коррекции. «Проговаривание» самостоятельных действий в тренинге способствует восстановлению речевых нарушений, вероятно, за счет моторного обучения. Количественная оценка устойчивости позы и координации движений пациента по результатам тренировок или с помощью специальных тестов на стабилотренинге обеспечивает повышение эффективности управления реабилитационным процессом [Скворцова, Иванова и др., 2013; Романова, Исакова и др., 2014; Кубряк, Исакова и др., 2014; Романова, Кубряк и др., 2014; др.].

Согласно «Порядку организации медицинской реабилитации» (Приказ МЗ РФ № 1705 от 29.12.2012), **медицинская реабилитация** включает:

1. оценку (диагностику) 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, комплексное применение лекарственной и немедикаментозной (технологий физиотерапии, лечебной физкультуры, массажа, лечебного и профилактического питания, мануальной терапии, психотерапии, рефлексотерапии и методов с применением природных лечебных факторов) терапии, а также средств, адаптирующих окружающую среду к функциональным возможностям пациента и (или) функциональные возможности пациента к окружающей среде, в том числе посредством использования средств передвижения, протезирования и ортезирования;

3. оценку эффективности реабилитационных мероприятий и прогноз.

Сегодня стабилметрия, как метод, также входит в проекты разрабатываемых *клинических рекомендаций* для разных областей.

Применение процедур с биоуправлением по опорной реакции в медицинской реабилитации

Теоретические аспекты

Накопленные сведения о пользе в клинической практике упражнений с биологической обратной связью по опорной реакции — реализуемой с помощью стабилметрического оборудования [например: Устинова, Черникова, Иоффе, 2001; Силина, Комаров и др., 2014; др.] способствовали расширяющемуся применению и постепенному введению процедур данного типа в национальные стандарты медицинской помощи. Позитивное влияние на пациента различных типов двигательных процедур (например, «*constraint-induced movement therapy*») в настоящее время обычно объясняют *нейропластичностью* [Taub, 2014], что актуализирует исследования в этом направлении [Черникова и др., 2013]. Эффект тренингов с биоуправлением по опорной реакции имеет не только отсроченные проявления, связываемый с феноменом нейропластичности, но и *быстрые*, которые могут заключаться, например, в улучшении позного контроля. Так, например, в недавнем исследовании⁴ были отмечены признаки изменения функционального состояния здоровых добровольцев сразу после сеанса биоуправления по опорной реакции, которые с позиций представлений о «нейропластичности» Ю. Конорского (ученика И.П. Павлова), можно было бы определить, как проявления «драйвов».

⁴ Исследование по гранту РФФИ № 14-34-50797: Кубряк О.В., Ковалева А.В., Бирюкова Е.А. и др., 2014.

Особенность «драйвов» — общая мобилизация двигательной активности, а процессы, связанные с ними, могут длиться и после окончания мотивированного поведенческого акта. В проведенном эксперименте, который включал тест Ромберга до и после сеанса биоуправления по опорной реакции, устойчивость позы по данным стабилотрии и центральные параметры по ЭЭГ у здоровых добровольцев менялись. На **рисунке 6**, в качестве примера, представлено, как менялась индивидуальная топография ЭЭГ в ответ на закрывание глаз до и после сеанса биоуправления по опорной реакции.

Изменения функционального состояния были заметны также по динамике одного из наиболее информативных параметров стабилотрического исследования — «индекса

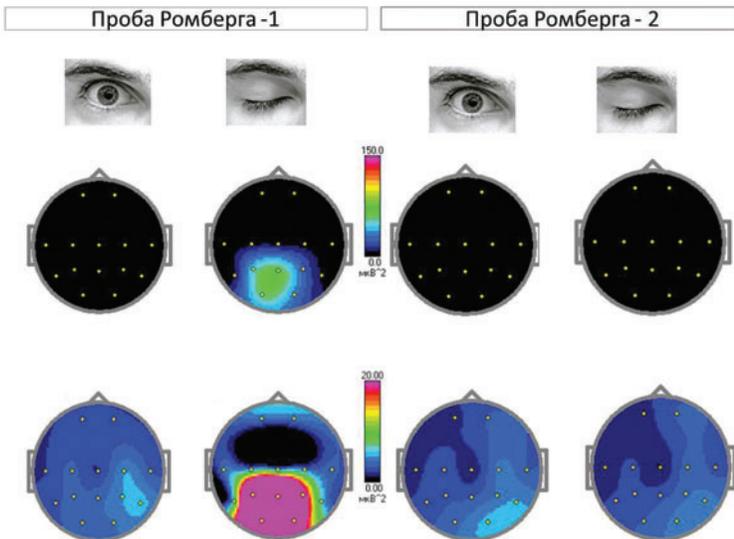


Рисунок 6. Распределение мощности сигналов частотного диапазона 8-13 Гц у одного из добровольцев при проведении пробы Ромберга до и после выполнения двигательной задачи с биоуправлением. Пояснения в тексте. Источник: исследование по гранту РФФИ №

14-34-50797

энергозатрат»⁵ для фаз с закрытыми глазами. Учет «быстрых» эффектов тренировок с биоуправлением может быть полезен для повышения эффективности восстановительного лечения.

При рассмотрении управления позой тела как целенаправленного действия, можно отталкиваться от функциональных концепций, заложенных в 1930-е годы, таких как, например, «теория функциональных систем» П.К. Анохина [1949] или «физиология активности» Н.А. Бернштейна [1967]. К достоинствам таких общих подходов, полагаем, здесь следует, как минимум, отнести следующее: 1) возможность логичного интегрирования в единую концепцию признаков центральных (мозговая активность) и периферических (изменения позы) процессов; 2) использование понятия «результат», «цель» как системообразующего для различных физиологических состояний, характеризующих управление телом. То есть, главным для физиологической интеграции является достигаемый, планируемый, предвосхищаемый, желаемый *результат*. При этом динамизм работы мозга связан также с его модуляцией многочисленными афферентными сигналами (информация от различных сенсоров, обратная связь) и их обработкой — «афферентным синтезом». По Анохину, мозг организует любой приспособительный акт таким образом, чтобы в нём всё «неспецифическое» в смысле облегчающего, вспомогательного действия, было всегда включено в «специфическое», которое уже определяет точность приспособительного результата, тонкость координации, что отражается, в том числе, в параметрах ЭЭГ [Anokhin, 1961]. При таком подходе эффективное управление позой тела может рассматриваться также как *особая модель организации мозговой активности, где можно оценить результат* (по выполнению инструкции, в том числе специфической) и исследовать показатели церебральных процессов.

Предлагаемые сегодня взгляды на специфическую активность мозга как на *мультисенсорную интеграцию* [например: Alvarado et al., 2008; Rowland et al., 2013], новое экспериментальное оборудование (в том числе, «виртуальная реальность»)

⁵ Патент РФ 2456920. Способ стабилметрического исследования двигательной стратегии человека. Гроховский С.С., Кубряк О.В.

и накопленные фактические данные также могут быть применены для изучения механизмов управления позой тела и движением [например: Ohmi, 1996; Mergner et al., 2005; Chastan et al., 2010; Campos et al., 2012]. Поступлению или ограничению визуальной сигнализации, играющей важную роль в общем афферентном потоке при регуляции позы и управлении движением, соответствует специфическая активность мозга, проявляющаяся в ЭЭГ — в частности, феномен альфа-активности. Возможным основанием для объяснений физиологических механизмов здесь являются, например, теории нейронных сетей [von der Malsburg et al., 1982; др.], предполагающие специфическую интеграцию поступающих в мозг сигналов — при различном вкладе («весе») зрительной и иной сигнализации [McIntyre et al., 2008; Butler et al., 2011; Klefenz et al., 2013], и, соответственно, при различных стратегиях церебральной обработки информации.

Хорошо известное влияние зрения на постуральный баланс демонстрирует «второй слой» в модели распределенной работы нейронной сети (*вариант*: специфической функциональной системы), обеспечивающей управление движением — один из её периферических компонентов: здесь это роль патологической либо измененной афферентации от глаз [Mergner T et al., 2000; Raffi M et al., 2013; Matsuo T et al., 2013; Кубряк, Гроховский, 2015]. Также хорошо известно и широко исследуется модулирующее, стабилизирующее и «замещающее» влияние зрительной сигнализации на поддержание позы, ярко проявляющееся при нейродегенеративных процессах — например, при болезни Паркинсона [Bronstein et al., 1990; Azulay et al., 2002; Czechowicz et al., 2011; Suarez et al., 2011; Colnat-Coulbois et al., 2011]. Роль зрения очевидна и для спортивных результатов, и для успешности физической реабилитации, и, заключается не только в пространственной ориентации собственного тела, но и в контроле различных манипуляций [Kazennikov OV et al., 2013], а также в обосновании специфических тестов для врачебного и функционального контроля в различных спортивных и прикладных дисциплинах [Diener et al., 1988; Fitzgerald, 1996; Paillard et al., 2002; Paillard et al., 2011; Moore et al., 2013]. Соответственно, естественная связь альфа-активности в ЭЭГ, включенности зрения,

управления позы, предоставляет широкое поле для исследований организации целенаправленного управления движениями в свете различных теорий — как более «старых», развившихся в середине XX века; так и в относительно «новых», отличающихся большим аналитизмом концепций: теорий нейронных сетей, нейропластичности, *hebbian models* и байесовских (статистических) моделей, мультисенсорной интеграции [например: Hebb, 1951; Crippini et al., 2011, 2012].

Использование ранее разработанных концепций (например, один из вариантов — на **рисунке 7**) позволяет объяснять эффект процедур с биоуправлением по опорной реакции, строить обоснованные прогнозы и формирует теоретическую основу управления процессом реабилитации.

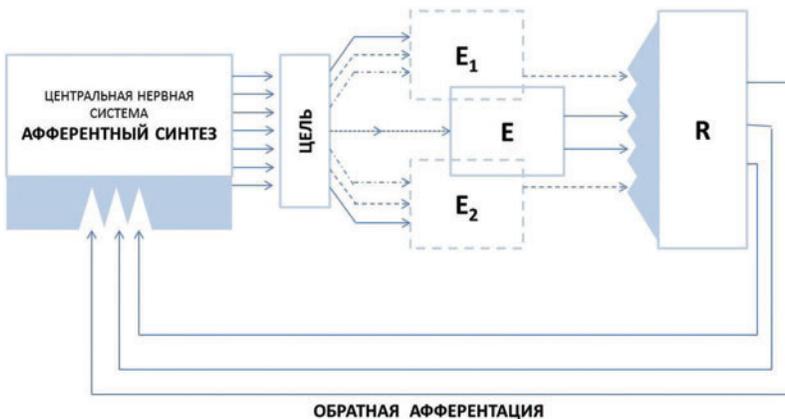


Рисунок 7. Классическая схема функциональной системы как аппарата саморегуляции по П.К. Анохину. Обозначения:

E — конечный полезный эффект функциональной системы;
E1 и *E2* — отклонения конечного полезного эффекта системы под влиянием различных воздействий; *R* — рецептор функциональной системы, точно приспособленный к свойствам полезного эффекта. Различные типы линий символизируют множественность путей компенсации, по которым отклоняющиеся полезные эффекты возвращаются к норме.

Адаптировано: [Анохин, 1968]

С точки зрения практика, наиболее важным является *действенность* метода. Например, результативность восстановления после болезни под воздействием биоуправления по опорной реакции. На **рисунке 8** в качестве примера показано, что применение оптимизированной (с включением биоуправления по опорной реакции) схемы комплексного восстановительного лечения в остром периоде ишемического инсульта в вертебрально-базиллярном бассейне по сравнению со стандартной (на момент наблюдения) моделью дает лучшие результаты. При этом более ощутимый результат можно оценить как с помощью традиционных инструментов (шкал Столяровой, Bohannon, Perry), так и по измеренным показателям (данным стабилومترического исследования). Увеличение площади треугольников, соединяющих точки, соответствующие *нормированным усредненным по группе значениям* оценок по шкалам Столяровой, Bohannon и Perry, отражает повышение двигательных возможностей пациентов. Для приведения результатов оценок по шкалам Столяровой, Perry и Bohannon к единому формату в целях сравнения использовалось нормирование — максимально возможный (лучший) результат по каждой шкале принимался за единицу, а наихудший за ноль. Учитывались реальные максимально и минимально возможные значения оценок по этим шкалам, различное направление (убывание или возрастание для лучшей оценки) оценочных шкал. В соответствии с этим рассчитывались нормированные оценки для каждой шкалы, выраженные в виде десятичной дроби, где увеличение значения соответствовало лучшему результату. Уменьшение «индекса энергозатрат» предоставляет объективную усредненную по группе оценку [Кубряк, Исакова и др., 2014].

Следует отметить, что по данным шкал Perry и Столяровой, которые, в отличие от шкалы Bohannon, в большей степени учитывают динамические возможности пациентов, у пациентов контрольной группы результаты были хуже. Это, на наш взгляд, может указывать, например, на важную «подготовительную» роль развития навыков баланса тела (здесь — с помощью упражнений на стабилоплатформе с биологической обратной связью по опорной реакции) для перехода к самостоятельной ходьбе. Поэтому, использованию механотренажеров, имитирующих

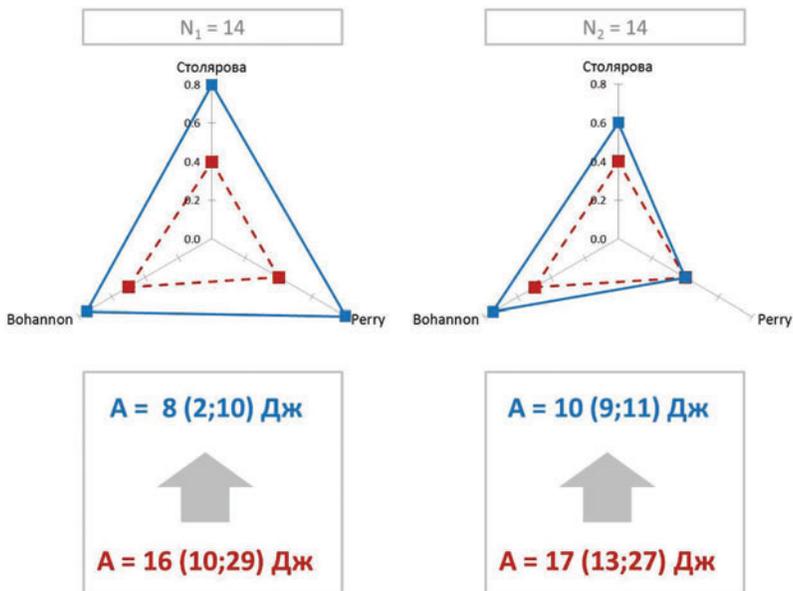


Рисунок 8. Динамика изменения двигательных возможностей пациентов к окончанию курса лечения: по клиническим оценочным шкалам (Столяровой, Bohannon, Perry) и по данным стабилометрии (индекс энергозатрат в Дж, рассчитанный за 30 секунд стояния с закрытыми глазами). Основная группа: $N_1=14$; контрольная: $N_2=14$. Красным обозначены показатели в начале курса, синим — по окончании. «Индекс энергозатрат» (A) представлен в виде медианы и квартилей (25%;75%).

ходьбу, а также переходу к самостоятельной ходьбе, полагаем, должна предшествовать тренировка баланса, координации. Физически доступной для обсуждаемой категории пациентов тренировкой такого типа является использование биологической обратной связи по опорной реакции, с применением необходимых страховочных средств для профилактики падений.

Оценка по более дифференцированной и сложной шкале — *Berg Balance Scale* — по средним показателям, изменилась с 27 до 32 баллов в контрольной группе; а в основной —

с 27 до 43 баллов. Проверка статической значимости различий между группами с помощью U-критерия Манна-Уитни для показателей данной шкалы продемонстрировало отсутствие таковых до лечения ($p=0.946$) и наличие после курса лечения ($p=0.000\dots$), при уровне значимости 0.05. Иными словами, в основной группе средние показатели по шкале Berg, оказались почти на 40% лучше, чем в контрольной [Кубряк, Исакова и др., 2014]. Таким образом, в приведенном примере были использованы возможности инструментального метода (стабилометрии) как для организации реабилитационных тренингов, так и для контроля эффективности лечения, что соответствует *целям реабилитации*.

В настоящее время существуют различные точки зрения на степень полезности включения в реабилитационный курс биоуправления по опорной реакции, «*visual feedback*». Например, есть мнения о недостаточной исследованности метода [van Vliet, Wulf, 2006], или же об ограниченности полезного действия от применения стабиллоплатформ [Barclay-Goddard et al., 2004] или ещё каких-либо особенностях [Genthon et al., 2008; Lakhani, Mansfield, 2015]. Однако, большинство публикаций последних лет подтверждают полезность подходов к реабилитации, обсуждаемых в этой книге [Srivastava et al., 2009; Rougier, Boudrahem, 2012; Mao et al., 2014; и др.]. Скорее всего, наличие различий и оттенков мнений связано с недостаточной стандартизацией метода, разнообразием применяемых процедур (результат какого именно воздействия, какого типа тренинга, в каком режиме следует оценивать?), и, что крайне важно для контроля — способом объективизации состояний пациентов. Например, не секрет, что оценка человека человеком (например, в «шкалах ходьбы») содержит элемент субъективности, в отличие от инструментальных оценок. Касаясь отдельных описаний, также можно отметить, что различные врачи по-разному понимают и, соответственно, используют процедуры на стабиллоплатформе. Это актуализирует процессы стандартизации и системной подготовки специалистов [Кубряк и др., 2015]. Таким образом, исходя из вышеприведенных теоретических представлений, и обзора современного положения дел

в области клинического применения метода биоуправления по опорной реакции в реабилитации, следует что:

- *использование биоуправления по опорной реакции может быть эффективным практически на всех этапах реабилитационного процесса*
- *биоуправление по опорной реакции целесообразно использовать не только для организации тренингов, но и для оценки общей эффективности терапии*
- *корректный выбор целей реабилитации, обусловленный опорой на работоспособные теоретические модели, определяет надлежащее место и роль процедур с биоуправлением в реабилитационном процессе, обеспечивает повышение эффективности лечения.*

Классификация процедур

Каждый тренинг с биоуправлением по опорной реакции подразумевает *наличие инструкции*, которую должен выполнить пациент. То есть, перед пациентом ставится определенная **двигательно-когнитивная задача**⁶, а саму процедуру можно отнести к *двигательно-когнитивной реабилитации*. Классификация должна помочь в определении типа, уровня сложности и задач тренинга. Предлагаемая нами *классификация процедур с биоуправлением* рассчитана на достижение четырёх основных целей:

- описание типов процедур;
- определение подходов к оцениванию успешности выполнения отдельных процедур;
- определение подходов к формированию системных занятий (курса процедур);
- стандартизация методов анализа, определение единых подходов к интерпретации и сравнению результатов выполнения процедур.

⁶ При обсуждении аспектов «когнитивности» следует учитывать, что предъявление инструкции пациенту предполагает восприятие такой инструкции, её усвоение, запоминание, повторение и т.д. — то есть, когнитивные действия. См. также раздел «Специфические умственные функции» в МКФ — таблица 5 в данной книге.

В качестве критериев для описания типов процедур предложены *позиционные, информационные* (по виду канала обратной связи), *средовые, целевые* характеристики, а также *параметры управления* (степень влияния специалиста). Для наглядности представим указанные характеристики в виде **таблицы 6**.

Таблица 6.

Критерии для описания типов процедур с биоуправлением, на примере БОС по опорной реакции.

| № | Группа критериев | Критерии |
|---|-----------------------------|---|
| 1 | <i>Позиционные</i> | <p>П.1 › «стоя» на платформе (рис. 3)</p> <p>П.2 › «сидя» на стуле, специализированном кресле или скамье для управления нижними конечностями (рис. 4)</p> <p>П.3 › для управления верхними конечностями (рис. 9)</p> <p>П.4 › «сидя» непосредственно на стабилоплатформе</p> <p>П.5 › из положения «лежа» (рис. 5)</p> |
| 2 | <i>Информационные</i> | <p>И.1 › визуальная обратная связь</p> <p>И.2 › акустическая обратная связь</p> <p>И.3 › иная обратная связь</p> <p>И.4 › смешанная обратная связь</p> |
| 3 | <i>Средовые</i> | <p>С.1 › простая виртуальная среда – среда стабильна и однообразна</p> <p>С.2 › меняющаяся виртуальная среда – один или несколько параметров среды меняются заданным способом в ходе тренинга</p> <p>С.3 › сложная виртуальная среда – с высокой степенью достоверности имитируется поведение и взаимодействие реальных объектов</p> |
| 4 | <i>Целевые</i> | <p>Ц.1 › «статические» тренинги, в которых задание для пациента сводится к удержанию постоянной, максимально стабильной позы</p> <p>Ц.2 › «динамические» тренинги, в которых пациент для достижения цели должен менять позу, адаптируясь к заданным условиям</p> |
| 5 | <i>Параметры управления</i> | <p>У.1 › «однокомпонентные»: когда существует лишь один параметр управления – влияние на условия тренинга со стороны специалиста ограничено</p> <p>У.2 › «многокомпонентные»: когда существуют и могут варьироваться в течение процедуры несколько параметров управления – влияние на условия тренинга со стороны специалиста расширено</p> |

Касаясь примеров описаний конкретных тренингов (см. приложение), можно отметить, например, что уровень сложности может варьироваться путем изменения условий управления. Допустим, можно изменять глубину обратной связи, то есть, *чувствительность* управления, или *сместать начало системы координат* платформы относительно системы координат пациента и так далее. Очень важным классификационным критерием тренингов с биоуправлением по опорной реакции является собственная **природа виртуальной среды**, в которой реализуется задача. Например, если пациенту дана инструкция удерживать максимально стабильную вертикальную позу — стоя на стабилоплатформе, так, чтобы метка его центра давления на обращенном к нему экране была в центре заданной зоны (на условной мишени), то, от того, какие «физические законы» действуют в виртуальном пространстве (там, где находится эта мишень), зависят стратегии выполнения инструкции. Представим, что «мишень» меняет свой цвет и размер, или исчезает в зависимости от позиции центра давления, или же что мишень всегда стабильна и однообразна. Эти варианты представляют варианты правил, «законов природы» виртуальной среды тренинга, и, при выполнении инструкции придется эти правила учитывать.



Рисунок 9. БОС-тренинг для верхних конечностей на ST-150. Источник: Исследовательский центр МЭРА

Некоторые тренинги (см. приложение — описаны варианты в программе STPL) позволяют задавать инструкции разных типов, обуславливая, таким образом, различные двигательные задачи. Например, «вводный тренинг» — это простая стабильная виртуальная среда, в которой метка центра давления перемещается по координатной сетке всегда по одному закону соответствия, а команды *что делать*, подает оператор. То есть, можно поставить пациенту задачи «статические» или «динамические», например: в первом случае дать команду держать метку в такой-то зоне, а во втором — перемещать по такой-то траектории из такой-то зоны экрана в такую-то. Более сложно организованные тренинги, как, например, «огни» или «сектор», позволяют оператору задавать параметры виртуальной среды, то делая её простой и стабильной, то усложняя и меняя её «законы» прямо по ходу тренинга.

Касаясь «законов» виртуальных сред, следует особо отметить различный уровень их сложности. Например, для тренинга «мишень» в программе STPL предусмотрено автоматическое изменение чувствительности управления во времени процедуры. То есть, во времени меняется «закон» соответствия метки центра давления движениям пациента. В «виртуальных мирах» уровень сложности взаимодействия со средой наиболее высок. Однако, нередко возможность целенаправленного вмешательства в «законы» виртуальной среды может быть более значима для терапевтических целей, чем тренинг в чрезмерно сложном «мире».

Еще одним важным аспектом для классификации БОС-тренингов по опорной реакции является *канал обратной связи*. Например, в стандартной программе STPL существуют возможности организации визуального или акустического, или смешанного канала обратной связи.

Для примера, воспользуемся критериями из **таблицы 6** для классификации одного из тренингов программы STPL — «мишень» (описание см. в приложении):

| Позиционные | Информационные | Средовые | Целевые | Параметры управления |
|------------------|----------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| Позиция пациента | Канал обратной связи | Природа виртуальной среды | Выполняемая пациентом задача | Возможности специалиста по изменению условий |
| П.1 | И.1 | С.2 | Ц.1 | У.1 |

То есть, по такой классификации характеристику тренинга «мишень» можно кратко записать, например: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1. Таким образом, наличие схемы определения класса процедуры позволяет достаточно быстро установить её примерную сложность для пациента, степень участия специалиста, планируемое направление воздействия (реабилитации) и место среди других процедур. Классифицируем по данной схеме ряд других тренингов (в стандартных режимах — для позиции «стоя» на платформе, хотя *некоторые тренинги* можно выполнять и в других позициях, добавляя дополнительный класс), применяемых в среде программы STPL.

| | |
|--|-----------------------|
| «Вводный тренинг»: | П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 |
| «Мишень»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1 |
| «Стрельба по тарелочкам»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1 |
| «Огни»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1,2—У.2 |
| «Сектор»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1,2—У.2 |
| «Яблоко»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1,2—У.2 |
| «Цветок»: | П.1—И.1—С.2—Ц.1,2—У.2 |
| «Зайцы»: | П.1—И.1—С.2—Ц.2—У.1 |
| «Мяч и стена»: | П.1—И.1—С.1—Ц.2—У.1 |
| «Недетские гонки» (внешнее приложение): | П.1—И.1—С.3—Ц.1,2—У.2 |

Фактически, почти все из приведенных здесь примеров тренингов, возможно, выполнять и в другой позиции, например, «сидя», что *позволяет отнести их также в другой класс* по исходному положению пациента. Например, тренинг «огни» может быть отнесен к П.2—И.1—С.2—Ц.2—У.2. *Аналогично и по другим критериям,*

например, по типу организации канала обратной связи. В данном конкретном случае это обусловлено *особенностями программной среды STPL и конструктивным устройством* предназначенной для этой программы стабиллоплатформы ST-150 в вариантах комплектации. То есть, существует возможность оперативной «перенастройки» типа процедур. Однако не всегда существует такая возможность — *здесь всё зависит от технических особенностей применяемого аппаратно-программного комплекса.*

Как разобраться в классификации? Не является ли она слишком сложной? Зачем она нужна врачу? Чтобы ответить на эти или подобные возможные вопросы, следует еще раз вспомнить *цели классификации.* Иными словами, в обычной практике восстановительного лечения, классификация процедур может помочь, например, *стандартизовать назначения,* даже если используются различные типы оборудования и версии программного обеспечения; упростить и одновременно повысить надежность верного выбора, а также понять, какой набор оборудования (с какими возможностями) оптимален для конкретного лечебно-профилактического учреждения или, например, санатория.

Построение алгоритма управления восстановительным курсом

Как выбрать подходящие тренинги? Выбор должен осуществляться специалистом с учётом, как минимум, следующих пунктов:

- цель лечения, поставленная на основе исследования анамнеза, диагноза, симптоматики, показаний и противопоказаний;
- состояние пациента на момент планирования курса лечения;
- наличие технической возможности для проведения конкретных процедур с БОС по опорной реакции;
- план реабилитационного курса в целом (учёт всех изменяемых к пациенту видов лечебных воздействий).

Таким образом, при наличии достаточных знаний о пациенте и подходящем оснащении, основным для построения



Рисунок 10. Обобщённая схема анализа данных при выборе тренинга.

алгоритма управления восстановительным курсом будет представление основных типов задач, которые можно решать с помощью БОС-тренингов по опорной реакции. Например, в таком варианте формулировки как «обучение, установление взаимосвязи, повышение стабильности позы, повышение маневренности» и так далее, или другой — в зависимости от привычного профессионального языка и целей, этапа реабилитации⁷. Далее, в зависимости от установленных целей терапии —

⁷ Например, задачи двигательной реабилитации в острый период церебрального инсульта формулируются так — **цитата** [Стаховская, Котов, 2014]:

- 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 больного и восстановление статического стереотипа;
- повышение толерантности больного к физическим нагрузкам;

сделать выбор одного или нескольких типов тренингов, составив их в связную программу реабилитации.

Применительно к *целям реабилитации* (см. также раздел «Место биоуправления по опорной реакции в Российских стандартах медицинской помощи»), задачи для применения биоуправления по опорной реакции можно соотнести с определениями МКФ, например, как в **таблице 7**.

В приложении (см. раздел «Словарь терминов») даны характеристики ряду используемых терминов.

На наш взгляд, с помощью «блоков», подобных представленным в **таблице 7**, можно описать стратегию применения БОС-тренингов для любого из состояний пациента, классифицируемых в актуальных разделах МКБ и МКФ. В достижении *общей цели лечения* может решаться **несколько последовательных или параллельных задач**, что предполагает, в том числе, **последовательное или одновременное применение разных видов тренингов**, разработку стратегии проведения

-
- 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/или 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;
 - улучшение сенсорного обеспечения двигательных актов (визуальный, вербальный, тактильный контроль);
 - восстановление статического стереотипа вертикального положения;
 - 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;
 - контроль процессов восстановления.

Таблица 7.

Условно- типовые задачи применения БОС-тренингов по опорной реакции и типы тренингов. Пояснения в тексте.

| Коды МКФ | Типовые задачи для применения биоуправления по опорной реакции (вариант формулировок) | Тип тренинга (вариант применения) |
|---|--|---|
| b1264; b1300; b1301; b1400; b1440; b1470; b1560; b1561; b1564; b1565; b1800; b1801; d110; d115; d135; d160; d210; d240; d310; d315; d320; d410; d415; d420; d429; e130; e355; e455 | Вовлечение в процесс реабилитации, когнитивная стимуляция, повышение стабильности вегетативных реакций | П.1–И.1–С.1–Ц.1,2–У.2 |
| b1263; b1304; b1400; b1403; b1470; b1471; b1521; b1560; b1561; b1564; b1565; b1600; b1800; b1801; s1; s2; s7; d110; d115; d120; d160; d210; d240; d310; d315; d410; d415; d429; e310 | Восстановление управления балансом тела и стабильности позы | П.1–И.1–С.2–Ц.1–У.1 П.1–И.1–С.2–Ц.2–У.2 |
| b1300; b1301; b1304; b1401; b1403; b1470; b1471; b1521; b1564; b1565; b1800; b1801; s1; s2; s7; d175; d220; d420; d410; d415; d420; d429; e130 | Коррекция двигательных стереотипов | П.1–И.1–С.2–Ц.1,2–У.2 |
| b1263; b1264; b1301; b1304; b1401; b1402; b1403; b1470; b1471; b1521; b156; b1600; b1601; b1800; b1801; s1; s2; s7; d110; d115; d120; d160; d210; d220; d240; d310; d315; d410; d415; d420; d429; e130 | Сенсорная коррекция | П.1–И.1–С.2–Ц.1–У.1 П.1–И.1–С.2–Ц.2–У.2 П.1–И.1–С.2–Ц.1,2–У.2 |
| b1263; b1264; b1300; b1301; b1304; b140; b144; b147; b152; b156; b160; b176; b180; s1; s2; s7; d110; d115; d120; d130; d135; d160; d175; d177; d220; d240; d310; d315; d320; d325; d410; d415; d420; d429; e130 | Развитие скорости реакции и координации движений | П.1–И.1–С.2–Ц.2–У.2 П.1–И.1–С.2–Ц.1,2–У.2 |
| b126; b130; b140; b144; b147; b152; b156; b160; b180; s1; d130; d135; d160; d175; d177; d220; d240; d310; d315; d320; d325; d410; d415; d420; d429; e130 | Коррекция психоэмоционального состояния | П.1–И.1–С.3–Ц.1,2–У.2 |

курса. При этом *контроль эффективности лечения* позволяет оценить верность подбора вида тренингов и нагрузок, и, в случае необходимости, внести коррективы в проводимый курс реабилитации.

Таким образом, алгоритм восстановительного курса с применением биоуправления по опорной реакции, при соблюдении других условий, следует выстраивать исходя из *целей* реабилитации. При этом *стратегия* достижения цели может объединять решения одновременно нескольких задач.

На примере ранее описанного [Романова и др., 2013] клинического наблюдения *пациента И., 65 лет*, проходившего лечение в неврологическом отделении МОНКИ имени М.Ф. Владимирского, рассмотрим эти составляющие выбора тренинга подробно. Реальное клиническое описание — **пример**.

Ишемический инсульт в бассейне левой задней нижней мозжечковой артерии (кардиоэмболический подтип) на фоне ИБС, мерцательной аритмии, атеросклероза сосудов головного мозга и сердца, гипертонической болезни 2 степени, сахарного диабета типа 2. Вестибулоатактические расстройства с выраженным нарушением функции движения. По данным компьютерной томографии головного мозга выявлена зона ишемии в левом полушарии мозжечка. Диагностирован ишемический инсульт. В неврологическом статусе (до лечения): в сознании, контактен, ориентирован. Менингеальные симптомы отсутствуют. Черепно-мозговые нервы — глазные щели $d = s$, движения глазных яблок в полном объеме, горизонтальный крупноразмашистый нистагм при взгляде влево. Зрачки $OD = OS$, фотореакции сохранены. Акт конвергенции снижен. Язык по срединной линии. Сила мышц 5 баллов. Тонус мышц в левых конечностях низкий. periosteальные и сухожильные рефлексы $d = s$. Патологические знаки отсутствуют. В позе Ромберга падает назад и влево. Пальценосовую и пяточно-коленную пробы выполняет с мимопаданием слева. Сидеть без поддержки не может, падает влево. Стоять без поддержки не может. Чувствительные нарушения отсутствуют. По шкале NIHSS 6 баллов. Таким образом, у данного пациента с

наличием выраженных вестибуло-атактических нарушений отмечается снижение способностей поддержания вертикального баланса и нарушение функции ходьбы. Анамнез: около 15 лет страдал гипертонической болезнью, с максимальными цифрами АД до 180/110 мм рт. ст. В 2003 году перенес трансмуральный инфаркт нижней стенки левого желудочка. Впоследствии стала беспокоить ангинозная боль на фоне физической и психоэмоциональной нагрузки, перебои сердца. Во время коронарографии остро возникли системное головокружение, тошнота, «пелена» перед глазами, появилось онемение левой половины лица, пациент отметил нарушение координации движений. При сохранной мышечной силе в конечностях не мог сидеть и стоять.



Рисунок 11. Пациент отделения неврологии МОНКИ имени М.Ф. Владимирского выполняет БОС-тренинг (упражнение «сектор» в программе STPL). По желанию пациента и с разрешения лечащего врача используются проекционные очки («очки виртуальной реальности») для визуального канала обратной связи. На большом экране — для иллюстрации — дубль изображения, проецируемого пациенту.

Исходя из диагноза, оценки состояния пациента, и прогноза успешности реабилитации, врачом были сформулированы цели применения БОС-тренинга на данном этапе стационарного лечения, которые можно соотнести с такими определениями из **таблицы 7**: *«Вовлечение в процесс реабилитации, когнитивная стимуляция, повышение стабильности вегетативных реакций»* и *«Восстановление управления балансом тела и стабильности позы»*. Конкретно планировалось достижение возможности пациенту после курса лечения самостоятельно находиться в вертикализованном положении без опоры в течение не менее 15-20 минут.

Учитывая *тяжесть состояния больного*, не адекватную реакцию на ортостаз, проводилась специальная безаппаратная (так как оборудования для БОС-тренингов в положении «лежа» на тот момент в отделении не было — это касается *технической возможности*) лечебная гимнастика в положении пациента лежа, в первые 3 суток в течение **3–5 минут** с постепенным увеличением времени **до 7–10 минут**. Регулярно контролировались показатели системной гемодинамики (АД, ЧСС) и сатурации. По достижении адекватной реакции на функциональную пробу «полуортостаз» вестибулярную гимнастику проводили в положении больного «сидя». Время занятий **не превышало 10 минут**. Далее *через 7 дней*, когда общее состояние пациента и показатели функциональной пробы на ортостаз *оказались адекватными*, было решено перейти к занятиям в положении «стоя» — тренингам с визуальной биологической обратной связью по опорной реакции. То есть, стало возможным начать запланированные тренинги с БОС по опорной реакции. Пациент демонстрировал достаточный *уровень мотивации*, что способствовало регулярным занятиям. Учитывая наличие у пациента жалоб на системное головокружение, в качестве вестибулярных супрессантов применяли дименгидринат 50–100 мг, метоклопрамид 10–20 мг внутрь или внутримышечно. В качестве дополнительной терапии использовался бетагистин.

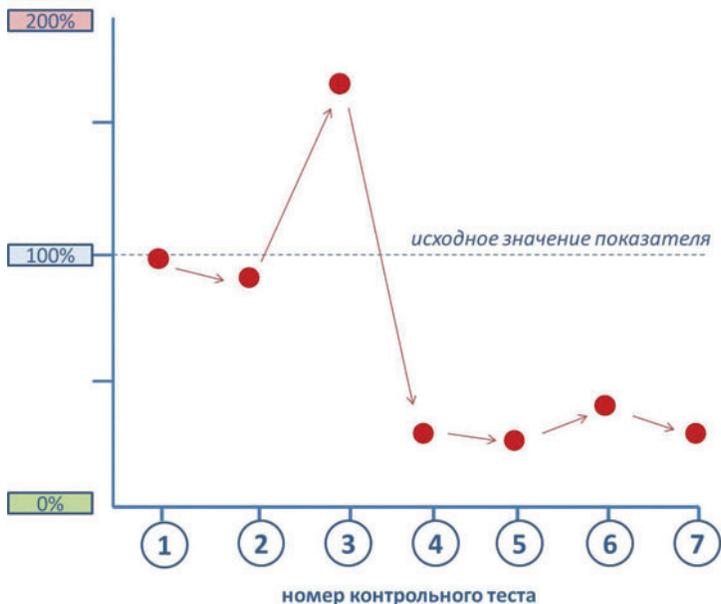


Рисунок 12. Динамика «индекса энергозатрат» у пациента И. в процессе реабилитации — элемент контроля эффективности курса. Пояснения в тексте.

Продолжительность первого занятия (*тренинги типа П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2*) составила **3 минуты**, под контролем АД, ЧСС, сатурации и ЭКГ. В дальнейшем занятия на стабилметрической платформе продолжались ежедневно, с учетом субъективного состояния пациента и показателей системной гемодинамики. Постепенно время занятий увеличивалось **с 3 до 15 минут**, с добавлением *тренингов типа П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1* и *П.1—И.1—С.2—Ц.2—У.2*. Более сложные тренировки на тот момент не использовались.

В итоге: достигнута отчетливая положительная динамика состояния пациента. При поступлении в стационар наблюдалось выраженное ограничение функции движения — самостоятельное вставание и передвижение даже в пределах палаты было невозможно. После курса лечения больной смог самостоятельно стоять, ходить с опорой в пределах помещения

и обслуживать себя, что является хорошим достижением при имеющихся у него нарушениях. То есть, **задачи применения БОС-тренинга по опорной реакции** были выполнены.

При этом тренинги являлись составной частью *комплексного лечебного процесса*. Для *контроля состояния* пациента использовался простой стабилметрический тест на стабиллоплатформе серии ST-150 — *стояние в течение 30 секунд с закрытыми глазами* — который проводился 1 раз в 2 дня начиная с 11-го дня лечения. На **рисунке 12** видна динамика изменения одного из стабилметрических параметров, характеризующего качество функции равновесия — «индекса энергозатрат», иллюстрирующая улучшение двигательных возможностей пациента. Резкое ухудшение показателя во время теста № 3 (15-й день в стационаре) объясняется повышением артериального давления до 190/110 мм рт. ст., что послужило объективным основанием для отмены запланированного тренировочного занятия, несмотря на относительно хорошее общее самочувствие пациента и его готовность к проведению тренинга.

Таким образом, *схематично* алгоритм курса биоуправления по опорной реакции в данном случае можно было бы представить так:

Занятие 1. День 7 от поступления в стационар (начало тренингов)

Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2

Занятие 2. День 8 от поступления в стационар

Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2

Занятие 3. День 9 от поступления в стационар

Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2

Занятие 4. День 10 от поступления в стационар

Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2

Занятие 5. День 11 от поступления в стационар

Тест 1. Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 6. День 12 от поступления в стационар

Тренинг 4.5 минуты: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 7. День 13 от поступления в стационар

Тест 2. Тренинг 4.5 минуты: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 8. День 14 от поступления в стационар

Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 3 минуты: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 9. День 15 от поступления в стационар

Тест 3. Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 4.5 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 10. День 16 от поступления в стационар

Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 11. День 17 от поступления в стационар

Тест 4. Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 7.5 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 12. День 18 от поступления в стационар

Тренинг 7.5 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 7.5 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 13. День 19 от поступления в стационар

Тест 5. Тренинг 7.5 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 7.5 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 14. День 20 от поступления в стационар

Тренинг 9 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 15. День 21 от поступления в стационар

Тест 6. Тренинг 9 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 16. День 22 от поступления в стационар

Тренинг 9 минут: П.1—И.1—С.1—Ц.1,2—У.2 + Тренинг 6 минут: П.1—И.1—С.2—Ц.1—У.1

Занятие 17. День 23 от поступления в стационар

Тест 7.

Обоснованность ожидаемого эффекта от проведения процедур с БОС по опорной реакции, а значит и эффективность восстановительного курса, зависит от адекватности выбора вида тренинга типу решаемой задачи. В обычной

практике, построение алгоритма курса *не обязательно должно быть столь формализованным*, как в предлагаемом описании. Здесь подробное описание представлено для максимальной наглядности, детальности процесса. Более *комфортным* для восприятия подходом является построение алгоритма, основанное на практическом знании врача и уверенном его ориентировании в возможностях конкретного аппаратно-программного комплекса. Хорошо изучив доступные при конкретном оснащении тренинги, построение аналогичных алгоритмов представляется простым и легким для специалиста. Еще больше этот процесс облегчает наличие автоматизации (в компьютерной программе⁸).

Режим проведения процедур

Планирование индивидуального восстановительного курса является прерогативой врача и основано на конкретных терапевтических задачах. Включение в реабилитационный курс процедур биоуправления по опорной реакции возможно проводить с учетом приведенной выше классификации.

Важнейшим элементом является **контроль безопасности реабилитационных мероприятий**. При этом *от понимания врачом диагноза и всех связанных с этим обстоятельств, постановки задач, назначения тренинга, зависит конкретная структура курса лечения и режим проведения процедур, их интенсивность*. В упрощенном виде режим тренингов с биологической обратной связью по опорной реакции можно представить в виде схемы, как на **рисунке 13**.

Важным моментом здесь является *оценка состояния* пациента. Очевидно, что такая оценка имеет отличия, например, для больного после инсульта, для пациента с

⁸ Новые версии российской программы STPL позволяют частично автоматизировать разработку индивидуальных алгоритмов режима тренировок с биологической обратной связью по опорной реакции.



Рисунок 13. Упрощенная схема-алгоритм режима применения тренировок с биологической обратной связью по опорной реакции. Пояснения в тексте

фобическим головокружением или для спортсмена после операции на коленном суставе. Однако в любом из перечисленных вариантов, или иных, необходимо подбирать *адекватный режим* тренировок. Если условно представить некую обобщенную шкалу тяжести состояний в виде трех степеней (цифры на **рисунке 13**), то «1» может соответствовать, например, острому периоду реабилитации после инсульта; «2» – например, раннему периоду реабилитации после инсульта; «3» — позднему. При этом для каждого вида заболевания необходимо учитывать существующие рекомендации по оценке состояния. Например, при обследовании пациента с ОНМК в специализированных сосудистых отделениях рекомендуется использование оценочных шкал [Стаховская, Котов, 2014]. Аналогично, *следует придерживаться всех других специализированных рекомендаций*.

Для непосредственного контроля перед проведением тренинга у пациентов с состоянием, вызывающим особую заботу, проводят контроль артериального давления, сатурации и другие мероприятия. **Полученный в качестве примера в одной из клиник бланк-схема** такой оценки (*вариант*) представлен на рисунке 14.

Больной _____ Палата _____

ТЕСТ С «КОМФОРТНЫМ АПНОЭ»

В течение 3-5 минут пациент лежит спокойно в горизонтальном положении, затем измеряют АД, пульс. Пациент выполняет спокойный вдох, затем выдох – задержка дыхания – первый вдох + одновременное измерение пульса и АД.

Адекватная реакция:

- Время восстановления не более 3-х минут;
- Снижение ЧСС на 6-12 ударов в минуту;
- Снижение САД на 5-10 мм рт. ст.

| | 1 проба | | | | 2 проба | | | | 3 проба | | | |
|------|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| АД | | | | | | | | | | | | |
| ЧСС | | | | | | | | | | | | |
| Рез. | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | |

ГИПЕРВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ПРОБА

Пациент находится в спокойном положении в течение 3-х минут, измеряют АД, ЧСС. Затем пациент выполняет глубокое и частое дыхание в течение 20 секунд (частота и глубина дыхания регулируются пациентом самостоятельно). После этого вновь измеряют АД, ЧСС.

Адекватная реакция:

- Время восстановления не более 3-х минут.
- Увеличение ЧСС до 30 ударов в минуту.
- Повышение САД до 20 мм рт. ст по сравнению с исходным.
- ДАД не изменяется или увеличивается на 5-10 мм рт. ст.

| | 1 проба | | | | 2 проба | | | | 3 проба | | | |
|------|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| АД | | | | | | | | | | | | |
| ЧСС | | | | | | | | | | | | |
| Рез. | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | |

ПОЛУОРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА

Пациент садится и спускает ноги с кровати.

Адекватная реакция: как в ГВП

| №/Дата | 1 проба | | 2 проба | | 3 проба | |
|--------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|-------|
| | До | После | До | После | До | После |
| АД | | | | | | |
| ЧСС | | | | | | |
| Рез. | Адекватно/ Неадекватно | | Адекватно/ Неадекватно | | Адекватно/ Неадекватно | |

ОРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА

Пациенту в положении лежа измеряют АД и ЧСС. Далее пациент переходит из горизонтального в вертикальное положение. Пациент стоит 3 минуты, после каждой минуты измеряют АД и ЧСС.

Адекватная реакция: как в ГВП

| | 1 проба | | | | 2 проба | | | | 3 проба | | | |
|------|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|---------------------------|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| АД | | | | | | | | | | | | |
| ЧСС | | | | | | | | | | | | |
| Рез. | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | | Адекватно/ Неадекватно | | | |

Рисунок 14. Один из вариантов непосредственного контроля перед проведением тренинга у пациентов с состоянием, вызывающим особую заботу.

При необходимости, процедура может быть дополнена, например, мониторингом *сатурации*. На **рисунке 15** представлен вариант схемы принятия решений к вышеприведенной процедуре.



Рисунок 15. Схема принятия решений при оценке результатов группы предварительных тестов (вариант).

Важным аспектом при планировании режима тренировок является контроль — частота проведения тестов зависит от состояния пациента, необходимой степени надзора за его состоянием и оценкой эффективности терапии. В обычном случае может оказаться достаточно только результатов тренировок — например, в программе STPL результаты выполнения каждого упражнения определяются и выводятся на монитор. Для более тщательного контроля следует использовать инструментальные тесты, результаты которых содержат значительный объем количественных параметров, годных для анализа. При необходимости, можно проводить тесты каждый раз перед тренингом, чтобы оценить динамику состояния — например: изменение устойчивости в вертикальной позе, изменение способности к уверенному маневрированию, изменение результативности выполнения инструкции.

Что может являться противопоказаниями для проведения БОС-тренингов по опорной реакции? Например, мерцание экрана при визуальной обратной связи может вызвать судорожный припадок у лиц с эпилепсией или настороженностью по этому диагнозу. Это, пожалуй, одно из немногих противопоказаний. Опасность падения, неустойчивость и другие

особенности состояния пациента могут быть учтены при выборе позиции для тренинга и средств страховки. То есть, при отсутствии явных противопоказаний или ухудшения состояния можно рекомендовать биоуправление по опорной реакции.

Таким образом, выбор режима занятий в курсе биоуправления по опорной реакции должен опираться на знание особенностей заболевания, *специализированные рекомендации*⁹, и, на *здравый смысл и внимательный, разумный контроль* состояния пациента.

⁹ *Например:* Инсульт: Руководство для врачей / Под ред. Л.В. Стаховской, С.В. Котова. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство». 2014. 400 с.

Контроль эффективности курса лечения с биоуправлением по опорной реакции

Применение оценочных шкал и инструментальные оценки

Валидными инструментами для оценки двигательной активности, риска падений, и, соответственно, для последующего акцентирования страховочных средств и мероприятий, считаются различные шкалы — например, *Berg Balance Scale* [Tilson et al., 2012; O'Dell et al., 2013]. Тем не менее, существуют полученные в ходе опроса большого количества практикующих специалистов сведения о возможности и желательности улучшений таких шкалированных оценок [Sibley et al., 2013]. Следует отметить, что совокупное мнение практикующих специалистов по разным вопросам терапии нередко может отличаться от мнения отдельных экспертов, либо от мнений, основанных на сложившейся практике или на авторитете лидеров мнений [Кубряк, 2010].

Контроль эффективности лечения у определенных категорий пациентов (как правило, многих из тех, кому показано применение биоуправления по опорной реакции), на наш взгляд, должен учитывать, в том числе, оценку риска внезапных падений. Например, у пациентов, имеющих в анамнезе острое нарушение мозгового кровообращения, такой риск повышен — примерно у пятой части из них регистрируют падения в течение последующих 2-2.5 лет, причем до половины таких падений могут заканчиваться серьезными травмами [Lim et al., 2012]. Это особенно актуализирует тренировку равновесия, в том числе с использованием биоуправления по опорной реакции. В более продолжительном

периоде наблюдений частота серьезных повреждений вследствие падений отмечается как более низкая, но акцентируется внимание на том, что риску фатальных падений подвержена определенная группа пациентов [Teasell et al., 2002].

Выше (см. раздел «Применение процедур с биоуправлением по опорной реакции в медицинской реабилитации» — подраздел «Теоретические аспекты») приведены клинические сопоставления результатов применения двигательных шкал (Столяровой, Bohannon, Perry) и стабилметрического теста, которые демонстрируют практическую возможность объективного (инструментального) контроля в той области, где пока преимущественно используют визуальные оценки — **рисунок 8. Почему инструментальный контроль полагаем особенно актуальным?** Дело в том, что в некоторых ситуациях не исключено присутствие *субъективизма* в оценке врачом двигательных возможностей и равновесия у пациента при *не инструментальных* методах обследования. Сложным представляется обеспечить одинаково высокую и стандартную квалификацию в применении двигательных шкал разными специалистами — будут различия, связанные с уровнем подготовки, традициями клинической школы, опытом, личными предпочтениями и так далее. Кроме того, в оценке человека человеком (пациента врачом) всегда будет присутствовать элемент субъективности, связанный, например, с различным состоянием врача в разные дни. То есть, с изменением восприятия может меняться и оценка. Уместно вспомнить, что Гельмгольц [2001] характеризовал восприятие как бессознательное или сознательное умозаключение. То есть, существует риск построения умозаключения не полностью соответствующего реальной картине. Другой важный «плюс» для инструментальных способов — **потенциал хорошей стандартизации процедуры, что способствует возможности накопления, корректного анализа и осмысления результатов в больших выборках.** В этой связи, трудно переоценить актуальность простых, быстрых и вместе с тем надежных инструментальных тестов.

Иногда среди практиков встречается стереотип, связанный с желанием получить от инструментального тестирования такие же результаты (в таком же формате), как от обычных шкал. Однако взаимосвязи между инструментальным измерением вертикальной устойчивости и распространенными оценочными шкалами, на наш взгляд, контрпродуктивно описывать только в виде простых корреляций, так как различия оценок в данном случае обусловлены как наличием доли субъективности в оценке пациента врачом, так и специфичностью методик, условиями проведения тестов. Рассмотрим **подробный пример**¹⁰ [Романова и др., 2014] — нами проводилось наблюдение на 40 пациентах, проходивших плановую медицинскую реабилитацию в отделении неврологии МОНКИ им. М.Ф. Владимирского в раннем (после 21-го дня) периоде реабилитации после ОНМК в вертебрально-базиллярном бассейне. Соблюдались современные этические нормы. Все пациенты получали стандартное лечение, в соответствии с действующими на момент наблюдения требованиями.

Проводилось комплексное тестирование, включающее последовательное применение стандартных шкал, связанных с общей оценкой состояния — NIHSS, Rankin; и связанных с оценкой координации, управления балансом тела — по Berg, Bohannon, Perry, Столяровой, а также простую не усложненную пробу Ромберга на стабиллоплатформе: 2 последовательные 30-секундные фазы спокойного вертикального стояния — с открытыми и закрытыми глазами, в «европейской» установке стоп. Все пациенты проходили такое комплексное тестирование дважды: в день перед началом курса реабилитации и в день по окончании курса. Для статистической обработки данных применялись стандартные способы.

По итогам 21-дневного курса медицинской реабилитации общее состояние подавляющего большинства пациентов улучшилось — по шкале Рэнкин средний балл в группе из 40 наблюдаемых снизился с 2 до 0 (отсутствие симптоматики), а по

¹⁰ По тексту публикации: Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Гроховский С.С., Котов С.В. Объективизация нарушений равновесия и устойчивости у пациентов с инсультом в раннем восстановительном периоде. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2014. Т. 8. № 2. С. 12-15

шкале NIHSS — с 4 до 2 баллов, к финишу курса реабилитации. В группе наблюдения отмечено статистически значимое ($p < 0.005$) улучшение оценок по шкале Берга — в среднем на 12% от исходного для всей группы. На старте лечения средняя оценка по шкале Берга для всех пациентов составляла 38 баллов, на финише — 42 балла. При этом у 5 пациентов из 40 оценка по шкале Берга не изменилась. Следует отметить, что динамика повышения оценки по данной шкале была лучше заметна у 20 пациентов, получавших дополнительное лечение [13, 19] — здесь средний балл повысился с 38 до 46 (на ~19%), а среди остальных 20 пациентов — с 37 до 39 (на ~5%). Изменение общего, усредненного профиля оценки двигательных способностей всех 40 пациентов к финишу курса по данным остальных шкал, связанных с вертикальной устойчивостью и координацией, представлено

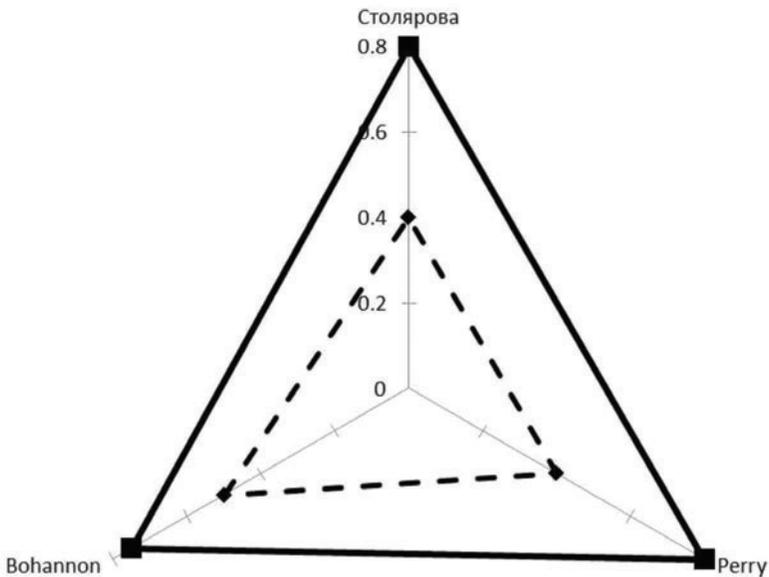


Рисунок 16. Усредненный профиль мобильности 40 пациентов на старте (пунктирная линия) и на финише (сплошная линия) курса медицинской реабилитации в раннем восстановительном периоде после ОНМК по данным распространенных шкал. Пояснения в тексте.

на **рисунке 16** — расширению двигательных возможностей пациентов соответствует расширение площади треугольника, положение углов которого соответствует нормированным средним по всей группе оценкам на искусственной универсальной шкале от 0 до 1 (аналогично **рисунку 8**).

Следует отметить, что по всем этим трём шкалам получены очень близкие оценки, наглядно представленные на **рисунке 16**, что может свидетельствовать об избыточности применения подобной батареи в рутинной практике. К определенным недостаткам данных шкал также можно отнести относительно малую их чувствительность к индивидуальным двигательным возможностям, что хорошо видно, например, в сравнении со шкалой Берга — по степени дифференциации оценок. В свою очередь, к важному недостатку шкалы Берга следует отнести наличие доли субъективности при выставлении оценки (балла) за каждый пункт шкалы, что связано как с возможностями различной трактовки результатов (от квалификации врача), так и с возможным влиянием пациентов и условий окружающей среды на мнение специалиста. В этой связи, применение стабилотрии позволяет получить инструментальные оценки — одновременно объективные (измеряемые прибором) и хорошо учитывающие индивидуальные особенности пациента (имеющие высокую дифференциацию). На **рисунке 17** представлена динамика стабилотрического параметра — индекса энергозатрат на перемещение центра давления в плоскости платформы измеренного за 30 секунд спокойного стояния с закрытыми глазами, в % от исходного значения (от старта курса к его окончанию); а также соответствующий % изменений по шкале Берга — для всей группы пациентов. Наблюдалось статистически значимое ($p < 0.005$) уменьшение индекса энергозатрат к окончанию курса по сравнению с начальными показателями. В подавляющем большинстве случаев (за исключением двух пациентов — KII и BSS) снижению индекса энергозатрат при спокойном стоянии с закрытыми глазами по данным стабилотрии соответствовало повышение оценки по шкале Берга (**рисунок 17**); у пациента

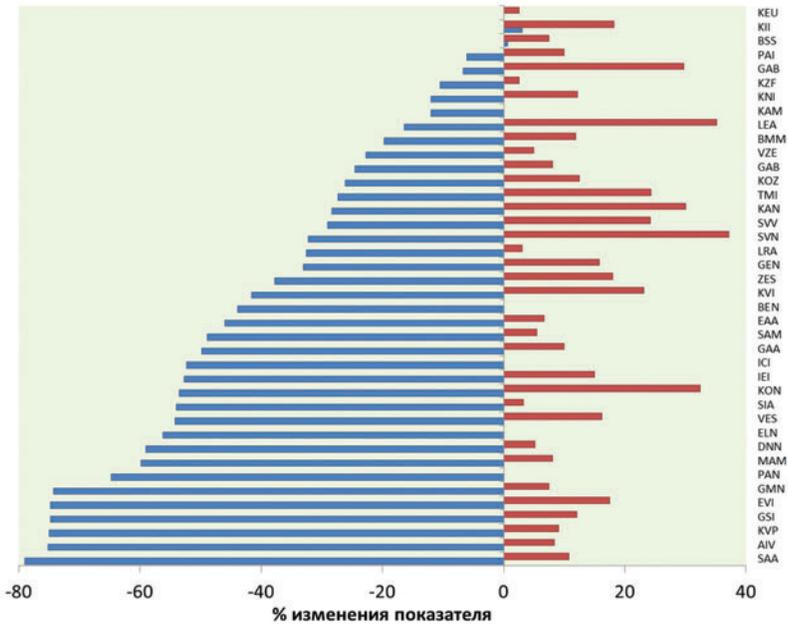


Рисунок 17. Индивидуальная доля изменения индекса энергозатрат при 30-секундном спокойном стоянии с закрытыми глазами во время стабилметрического исследования (синим) и доля изменения оценки по шкале Берга (красным) — от старта к финишу курса ранней реабилитации 40 пациентов с ОНМК. Вертикальными пунктирными линиями обозначены средние. Латинскими буквами обозначен индивидуальный код пациентов. Пояснения в тексте.

KEU финишное стабилметрическое исследование не было выполнено корректно из-за субъективных ощущений усталости у пациента, поэтому в этом одном случае показатель не учитывался. Для индекса энергозатрат пациентов в фазе с открытыми глазами была получена аналогичная картина, с поправкой на, как правило, лучшую вертикальную устойчивость (меньшие значения индекса) благодаря использованию зрительного контроля позы (**рисунок 19**). Также, в зависимости от различного состояния зрительного анализатора, влияние визуального контроля на вертикальную устойчивость и координацию могло быть различным.

В этой связи, нами были выбраны показатели стабилметрического исследования для фазы с закрытыми глазами в качестве более релевантных для характеристики состояния двигательной координационной сферы (здесь — устойчивости стояния). Показатели для фазы с открытыми глазами являлись контрольными.

Соответственно, при наложении групповых данных, представленных на **рисунке 18**, на усредненный профиль состояний по шкалам Столяровой, Perry, Bohannon (**рисунк 16**), демонстрируется однозначность полученных различными средствами выводов об улучшении мобильности пациентов после проведенного курса. Аналогично — при сравнении динамики состояний пациентов по шкале Берга с данными стабилметрии.

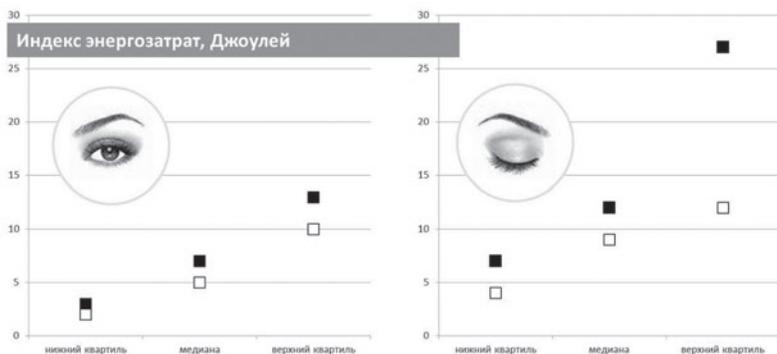


Рисунок 18. Групповая (40 пациентов) динамика индекса энергозатрат от старта к финишу курса реабилитации в фазах теста с открытыми (слева) и закрытыми (справа) глазами. Темные квадраты — показатели на старте; светлые — на финише. Пояснения в тексте.

Учитывая более объемный и разнообразный характер требований к координационным способностям пациента при выполнении заданий по шкале Берга (вставание, изменение позы, стояние на одной ноге, поворот и т.д.), по сравнению с выполнением спокойного двухпедального стояния при стабилметрии в нашем исследовании, следует указать на несколько различный вид оценок, что проявляется в *отсутствии*

прямых зависимостей между значением или степенью изменения индекса энергозатрат и значением или степенью изменения оценки по шкале Берга. Также, как сказано выше, вероятно, играет роль наличие определенной субъективности при оценивании пациента врачом. Иными словами, использование стабилметрического показателя **здесь** имеет более узкое, но, вместе с тем, более объективное значение для оценки качества вертикальной устойчивости пациента.

Выводы, соответствующие приведенному примеру, но которые также могут касаться проблемы в целом:

- инструментальный контроль способствует большей объективности и чувствительности оценок, чем только визуальный;
- взаимосвязи между инструментальным измерением и распространенными оценочными шкалами, контрпродуктивно описывать только в виде простых корреляций (типа *большему значению «А» соответствует более значение «Б»*), так как различия оценок в данном случае обусловлены как наличием доли субъективности в оценке человека человеком (пациента врачом), так и специфичностью методик, условиями проведения тестов;
- введение метрологического контроля¹¹ для применяемого оборудования и стандартизация условий проведения тестов способствует созданию обширных валидных баз данных для разработки нормативных значений, научного анализа.

■ Стабилметрические (инструментальные) тесты ■

Обычно стабилметрические тесты — это тесты, выполняемые на *стабилметрической платформе*, часто разделяемые на *статические* и *динамические*. Согласно достаточно распространенному сегодня мнению, статические — это такие, при которых процедура исследования выполняется на неподвижной

¹¹ См. «Обеспечение валидности результатов инструментального исследования»

(статичной) стабилотформе, а динамические — такие, при которых исследуют «основную стойку в изменяющихся внешних условиях (перемещение и наклоны платформы, движение окружающего пациента пространства)» [Скворцов, 2010]. На наш взгляд, следует четко разделять тесты по типу используемого оборудования: или *не подвижная*, или *подвижная* платформа, так как их измерительные свойства могут в таком случае отличаться — из-за возможных *физических различий процесса измерения*. Иными словами, показатели, полученные на качающейся (динамической) платформе, не обязательно будут совпадать по значимости с идентичными, но полученными на неподвижной (статичной). Поэтому данные измерений на статичной стабилотформе, но в меняющихся условиях, можно корректно сравнивать с другими измерениями на такой же платформе, а сравнение с данными на подвижной платформе не может быть столь же прямым и однозначным.

Другой аспект, на который необходимо дополнительно обратить внимание — это считать ли стабилотметрическими тестами те, которые проводятся методами, например, «видеостабилометрии» [Мареев и др., 2013] или «пространственной стабилометрии»¹² [Загородний и др., 2013]? Наверное, только время и живой процесс терминологического ответа на этот вопрос. Полагаем, что эти новые методы *могут оказаться перспективными*, но, на нашем сегодняшнем уровне знаний возможное «автоматическое» уравнивание их по используемой методологии исследований, по способам расчета показателей, анализа и трактовки данных со стабилотметрическим (выполняемым на статичной стабилотформе) исследованием не выглядит достаточно обоснованным. То есть, *между методами, в которых измерения основаны на разных физических принципах, пока не следует ставить знак равенства*. Например, согласно описанию приведенного выше источника, «видеостабилограф включает в себя источник лазерного излучения, закрепленный на голове пациента, темный градуированный планшет и видеокамеру». Как соотносятся колебания луча от головы испытуемого и колебания его центра давления на стабילו-

¹² Также встречается термин «3D-стабилометрия»

платформу? Будут ли одинаковы физиологические механизмы измеряемых колебаний (головы и центра давления на платформу)? Таким образом, необходимо обязательно учитывать, *какой тип оборудования используется*. Данная книга касается применения только не подвижной (статичной) стабиллоплатформы. Соответственно, приводимые классификации и описания касаются именно такого оборудования, и обрисовывают именно нашу точку зрения. Поэтому **называем здесь стабиллометрическими тестами и процедурами только те, которые выполняются на неподвижной стабиллометрической платформе**.

Условно говоря, тесты на не подвижной платформе можно разделить на *статические* и *динамические* по способу контроля позы — если подразумевается поддержание испытуемым примерно одной и той же позы (например, в пробе Ромберга), то это статический тест, а если условия теста подразумевают контролируемое испытуемым изменение позы — динамический. Другой подход — *степень активности испытуемого по условиям теста*. Это касается таких различий: если человек при выполнении теста по его условиям пассивно стоит — один тип, и если человек активно выполняет инструкцию (например, в тестах с биоуправлением) — другой. Можно также сказать, что наличие или отсутствие возможности *оценить результат активности* (выполнения инструкции) тоже выделяет разные типы тестов. Возможно ещё разделять типы тестов по условиям среды — например, наличие возмущающих воздействий или изменение условий. Здесь можно предложить тесты, при которых происходит или уменьшение доступной сенсорной информации (например, постелить мягкий коврик на стабиллоплатформу или приглушить свет в помещении), или же её увеличение (например, включить фликер). Также, при типизации тестов может быть полезен подход, аналогичный приведенному в **таблице 6**.

Учитывая многообразие возможных вариантов и типов тестов на стабиллоплатформе¹³, для краткости и простоты, *условно* выделим две группы: *постуральные* и *двигательно-когнитив-*

¹³ См. также: Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стабиллометрия. Статические двигательные-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с. ISBN 978-5-91146-686-2

ные. Имея в виду, что первые касаются исследования особенностей позы, а вторые — исследования того, как изменяется поза при выполнении когнитивной нагрузки и насколько достигнута поставленная в задании цель. При этом будем рассматривать здесь только тесты, проводящиеся в позиции испытуемого на стабиллоплатформе *стоя на двух ногах, вертикально*.

Отметим, что восприятие испытуемым инструкции, запоминание необходимых действий при выполнении теста или тренинга, концентрацию внимания и так далее, можно легко соотнести с классификацией МКФ¹⁴ (**рисунок 19**).

Для двигательного-когнитивных тестов «центральный» момент является инструкция, *наличие цели*. В этом случае оценивание результатов теста выглядит достаточно простым: **какой получен результат (степень достижения цели) и какой ценой достигнут?** То есть, можно предложить удобный подход к трактовке данных исследования. Например, рассмотрим режим «комбинированная проба»¹⁵, разработанный авторами для программы STPL. Эта проба представляет собой двухфазный тест, в первой части которого испытуемый видит на экране круглую «мишень» с неподвижной «меткой», а во второй — такую же мишень, но уже с подвижной «меткой» (маркером центра давления) — **рисунок 20**. Цель теста для испытуемого — в первой части смотреть на метку, сохраняя максимально стабильную вертикальную позу, а во второй — постараться удержать метку центра давления посередине мишени, выполняя при необходимости корректировочные движения, при этом чувствительность системы к изменениям координат центра давления нарастает. Каждая фаза в стандартном режиме длится 30 секунд. То есть, 30 секунд пассивного поддержания вертикальной позы и 30 секунд управляемой корректировки вертикальной позы в условиях поступления дополнительной информации о положении центра давления. Перед началом теста системой подается автоматическая голосовая инструкция, а также управляющие команды.

¹⁴ См. также о МКФ выше, в «Построение алгоритма управления восстановительным курсом»

¹⁵ RU 2530767 (Патент РФ). Двухфазный двигательно-когнитивный тест с биологической обратной связью по опорной реакции

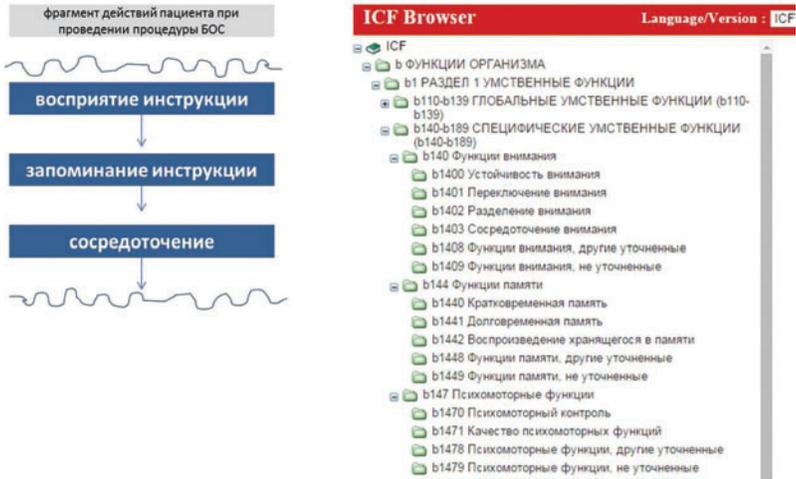


Рисунок 19. Схематичное описание действий испытуемого при получении инструкции и фрагмент он-лайн версии МКФ.

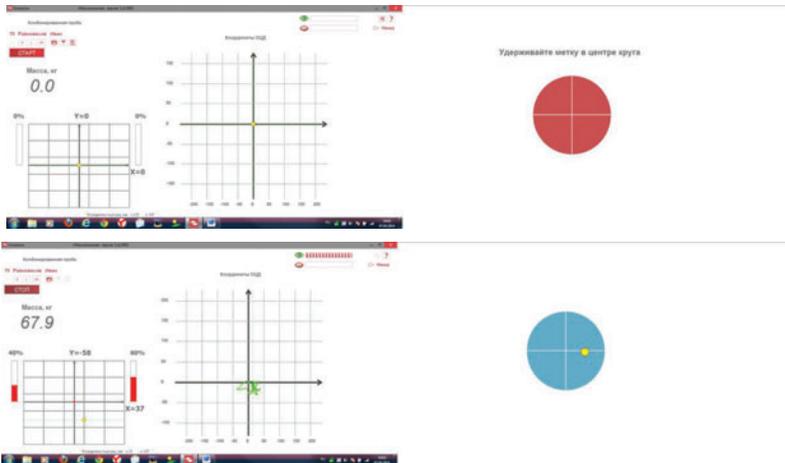


Рисунок 20. Тест «комбинированная проба». Вверху — экран специалиста и экран испытуемого перед началом теста и внизу — во время управляемой фазы теста. Источник: интерфейс программы STPL, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013610968; версия 2014 года

Таким образом, мы можем *количественно* оценить насколько хорошо испытуемый выполнил инструкцию (управление центром давления) — достиг поставленной цели, например, по среднему отклонению метки от центра мишени, и, также *количественно* оценить «физиологическую цену» показанного результата, например, по индексу энергозатрат¹⁶. Иными словами, можно сформулировать обоснованный ответ на вопрос **какой получен результат (степень достижения цели) и какой ценой достигнут**. Также возможно *сопоставить параметры позы в не управляемой и управляемой фазах* теста, получив ценную информацию о способности человека адаптироваться к изменению сенсорного обеспечения позы. На **рисунке 21** представлен вариант разработанного с участием авторов типового двухстраничного *протокола исследования* для «комбинированной пробы».

Предложенный вариант протокола теста «комбинированная проба» включает ряд полученных числовых характеристик, сгруппированных для удобства по категориям: «Опорная симметрия», «Функция равновесия», «Эффективность управления». На основе вышеописанного подхода система предлагает простое автоматическое заключение, например: «Фронтальная асимметрия в норме», «Выраженная сагиттальная асимметрия вперед», «Умеренное нарушение функции равновесия», «Малоэффективный когнитивный контроль». Понятно, что такое заключение является весьма общим, не дифференцирующим причины, о которых известно специалисту. Поэтому существует возможность добавления произвольного текста, основанного на должной информированности врача. Вторая страница протокола содержит графики: стабิโลграммы, балистограмму, статокинезиограмму, координаты центра давления, график энергозатрат (по индексу энергозатрат), амплитудно-частотные характеристики. При этом отдельные фазы теста выделены разным цветом (первая — зеленым, вторая — красным).

¹⁶ RU 2456920 (Патент РФ). Способ стабิโลметрического исследования двигательной стратегии человека; RU 2476151 (Патент РФ). Способ экспресс-оценки стабильности позы человека и её коррекции с использованием биологической обратной связи.

Можно провести определенные *параллели* между двух-фазным двигательно-когнитивным тестом с биоуправлением по опорной реакции («комбинированная проба») и стабилметрическим вариантом часто применяемой *пробы Ромберга*. В пробе Ромберга также оценивается различие в управлении позой в двух режимах — при пассивном стоянии с открытыми и закрытыми глазами. Однако никаких активных действий и расчетной цели для испытуемого, в отличие от двигательно-когнитивных тестов, здесь не предполагается. Другим важным отличием сравниваемых тестов является *обучение*. Перед первым проведением двигательно-когнитивных тестов *необходимо провести инструктаж, объяснив способ управления меткой* центра давления и сделав пробную процедуру (например, «вводный тренинг» для программы STPL). У здоровых добровольцев достижение «своего» уровня возможностей для теста типа «комбинированной пробы» происходит, как правило, за 1-2 пробных попытки, и, далее *остается относительно стабильным* [Гусева и др., 2012], при отсутствии нацеленных усердных тренировок. У больных же динамика роста показателей, на наш взгляд, наоборот, может оказаться ценной информацией, иллюстрирующей, в том числе, изменение способности к обучению.

Другим примером двигательно-когнитивного теста может быть «динамическая проба» в программе STPL. В этом тесте испытуемому предлагается динамическое управление меткой центра давления — из центрального круга маркер центра давления наводится поочередно на появляющиеся по периметру круги-мишени и возвращается обратно в центр для вызова следующей мишени.

Условия проведения тестов должны соответствовать целям тестирования — принципиально, описания условий для стабилметрических тестов аналогичны изложенным в **таблице 2** и **таблице 3**.

Важным аспектом является **выбор показателей для анализа**. Различные стабилметрические показатели, обычно применяемые в практике, как правило, рассчитываются компьютерной программой — автоматически. Исходные данные

— ряд координат центра давления испытываемого на поверхность стабиллоплатформы. В качестве аналогии можно вспомнить клетчатую шахматную доску, на которой любая клетка обозначается буквой и цифрой, и, таким образом, можно точно назвать положение нужной фигуры и её передвижения «влево-вправо» и «вперед-назад». Также и центр давления испытываемого обозначается цифрами на оси OX и OY : положительными (вправо и вперед) и отрицательными (влево и назад). Прибор измеряет координаты центра давления испытываемого с высокой частотой, например, не менее 33 Герц. Поэтому за время исследования получается набор очень большого числа данных. Например, за 1 минуту при частоте 33 Герца в компьютер поступит 1980 значений положения центра давления на оси OX и ещё столько же — на оси OY . Из ряда значений вычисляются *средние, дисперсия* и другие статистические показатели, которые используются для *количественных характеристик процесса управления позой*. Для специалиста важно понимать, *откуда берутся и в чем физический смысл тех или иных показателей*, чтобы верно и осознанно трактовать результаты исследования.

Например, предположим, что есть реальный фрагмент стабиллометрического исследования длительностью в несколько секунд. Допустим, что за это время прибором было проведено 50 измерений координат проекции центра масс испытываемого. То есть, было получено 50 значений X и 50 значений Y (аналогично представленному в **таблице 1**). Соединение линей нанесённых на координатную сетку точек образует *статокинезиограмму* (пример на **рисунке 2**). Сумма длин отрезков, составляющих статокинезиограмму, называется её *длиной* и обычно обозначается буквой **L**. Считается в миллиметрах.

Показатель средней за время исследования скорости перемещения центра давления вычисляется также, как вычисляется средняя скорость объекта в школьном учебнике: длина статокинезиограммы (путь, расстояние) делится на время (длительность исследования). Иными словами, за определенный отрезок времени, чем больше длина (**L**), тем больше **средняя скорость (V)**. 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 же серии одинаковых тестов — равных по длительности тестирования — информативная ценность показателей **L** и **V** практически не различима.

Кроме *длины* статокинезиограммы, часто используют *площадь* — обозначается буквой **S**. Вычисляется в квадратных миллиметрах, как площадь, на которую приходится 90% (или 95% — в предлагаемых разными исследователями вариантах) всех позиций центра давления за время исследования. Для простоты такой показатель определяют расчетом площади эллипса. Смысл можно передать следующей аналогией: рыбак в лодке посередине озера многократно забрасывает удочку, перемещаясь с носа на корму — при том, что длина лески всегда одинакова, часть озера, куда он только сможет забросить удочку, будет похожа на эллипс (**рисунок 22**).

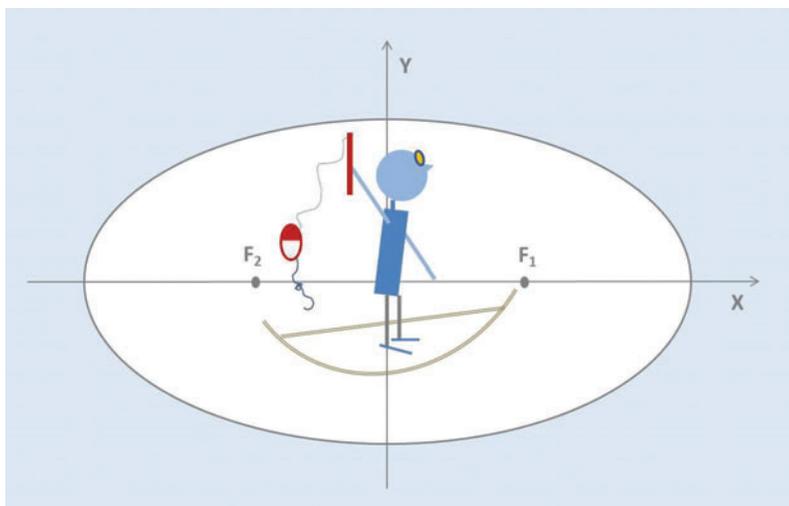


Рисунок 22. Пример аналогии (площадь статокинезиограммы). Ограниченная длина лески позволяет рыбаку, переходя с носа на корму лодки, забрасывать удочку на площади, описываемой эллипсом. Источник: [Кубряк, Гроховский, 2012]

Другим показателем, характеризующим рассеяние точек стабилотограммы от *средних* за время исследования значений X и Y , является *дисперсия* (DX ; DY) или, как вариант, *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 — то есть, сразу, одной цифрой.

Перспективное семейство стабилотрических показателей, связанное с механической энергией, затрачиваемой испытуемым на поддержание или изменение позы¹⁷. Условно, базовый показатель называется *индекс энергозатрат* и обозначается буквой **A**. Рассчитывается в Джоулях. Также применяются сходные по смыслу показатели, например **Am** — «удельные энергозатраты» на килограмм веса, мДж/кг. Если проводить упрощенное сравнение с традиционными показателями, то можно сказать, что, например, по сравнению с *длинной*, показатель **A** учитывает ещё и изменение направлений на отрезках от одной позиции центра давления до другой. Условно это можно отобразить как описание состояния раскладного метра — например, он находится в такой конфигурации, как на **рисунке 23**. Если считать это моделью статокинезиограммы, то можно охарактеризовать раскладной метр его полной длиной, вытянув в ровную линию, или же как-то учесть и его длину, и его реальные изгибы. Здесь первое можно сравнить с показателем **L**, а второе с показателем **A**.



Рисунок 23. Пример аналогии («раскладной метр»).

Пояснения в тексте.

¹⁷ RU 2456920 (Патент РФ). Способ стабилотрического исследования двигательной стратегии человека; RU 2476151 (Патент РФ). Способ экспресс-оценки стабильности позы человека и её коррекции с использованием биологической обратной связи.

За счет физических свойств показатель **A** оказывается чувствительнее, чем традиционный показатель **L**, а также, в ряде случаев и более однозначным (меняющимся не случайно), чем, например, показатель **S**. Это продемонстрировано в ряде опубликованных наблюдений [например: Кубряк, Гроховский, 2011, 2015; Погабало и др., 2014].

Если прибегнуть к еще одной аналогии для объяснения достоинств показателя **A** в сравнении с показателем *длины (L)* статокинезиограммы или *средней скорости (V)*, то можно использовать уже упоминавшийся выше образ. Так, рыбак забрасывает свою удочку с лодки, размахиваясь то сильнее, то слабее — поплавков отмечает точки то ближе, то дальше от лодки, и при этом леска летит то быстрее, то медленнее. То есть, расстояние от рыбака до точки падения поплавка преодолевается каждый раз по-разному, с различной скоростью. Для того чтобы дальше забросить удочку, рыбаку надо размахнуться сильнее, придав забрасываемому объекту большую скорость, и, соответственно, затратив больше энергии.

Например, рыбак 100 раз за 1000 секунд забросил удочку на расстояние 2 метра — в сумме «путь» составит 200 метров. При этом показатель средней скорости, будет равен 0.2 метрам в секунду из расчёта того, что суммарный путь равен 200 метрам, а затраченное время 1000 секунд. Очевидно, что средняя скорость и суммарный путь не характеризуют в должной мере то, *как именно* рыбак забрасывает удочку. Если, например, он за те же 1000 секунд 50 раз забросит удочку на 3 метра, а 50 раз на 1 метр, то суммарный «путь», как и в первом случае, составит 200 метров и средняя скорость, соответственно, также будет 0.2 метра в секунду. Однако если рассчитать потребные энергозатраты на выполнения задачи в первом и во втором случаях, то окажется, что они во втором случае будут на 25% выше, чем в первом.

Часто используют показатели, связанные со спектральными характеристиками стабилограммы — например, **Fx** и

Fy, в Герцах. Ещё можно исследовать даже небольшие колебания веса тела человека на стабилоплатформе (изменения по оси OZ) — иногда это позволяет получить дополнительные данные об управлении позой. В двигательнo-когнитивных тестах с биологической обратной связью по опорной реакции используются также показатели, характеризующие качество исполнения инструкции — например, время удержания центра давления в заданной зоне, число «пойманных» мишеней и т.д.

Все известные параметры стабилметрического исследования можно условно разделить на *несколько групп*. Одна из которых объединяет показатели, характеризующие параметры траектории перемещения центра давления за время исследования, такие как длина статокинезиограммы или её средняя скорость. Другая группа объединяет параметры, характеризующие разброс соответствующих значений координат центра давления относительно рассчитанных средних значений. Это среднеквадратические отклонения, дисперсия, площадь статокинезиограммы и иные. Третья группа включает параметры амплитудно-частотных характеристик стабилограмм (временных диаграмм), такие как амплитуда и частота преобладающих колебаний и так далее. Определяющим фактором такой классификации является то, что показатели, входящие в состав одной группы, характеризуют *одно свойство* исследуемого процесса. Поэтому при анализе результатов исследования рационально использовать минимум показателей из каждой группы, формируя достаточный и при этом удобный для всесторонней оценки состояния человека набор индексов. В отдельную группу можно отнести различные коэффициенты (например, соотношение площадей в пробе Ромберга) и сложные производные от нескольких индексов.

Конкретные инструкции по проведению конкретных стабилметрических тестов, как правило, доступны в разделе «помощь» или в специальных «мануалах» компьютерных программ, поддерживающих их проведение.

Для контроля реабилитации мы предлагаем, в обычном случае, использовать три вида простых тестов:

- › **проба Ромберга;**
- › **двигательно-когнитивный тест с целью удержания статической позы** (например, «комбинированная проба» в программе STPL);
- › **двигательно-когнитивный тест, в котором осуществляется нацеленное (обусловленное достижением цели) изменение позы** (например, «динамическая проба» в программе STPL).

Смысл такого выбора — возможность многосторонней оценки, включающей исследование:

- контроля симметричности позы (проба Ромберга, «комбинированная проба»);
- особенностей сенсорного обеспечения управления позой (проба Ромберга);
- статического стереотипа вертикального положения («комбинированная проба», проба Ромберга);
- когнитивного обеспечения управления позой («комбинированная проба», «динамическая проба»);
- балансировки («динамическая проба»).

При длительности каждого теста в 60 секунд, общее время тестирования будет небольшим. К достоинствам стабилметрических тестов традиционно относят неинвазивность, высокую пропускную способность и малые трудозатраты на их выполнение.

Обеспечение валидности результатов инструментального исследования

Очевидная необходимость правил, которые бы способствовали получению надежных, достоверных, доказательных результатов исследований в медицине, привела к развитию и принятию на международном и национальных уровнях системных мер, как, например, широко известные «Good Clinical Practice» (ГОСТ Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика») и других. На

сегодняшний день для работы со стабилOMETрическим оборудованием пока не существует специальных государственных стандартов РФ, но актуальность стандартизованных диагностических и реабилитационных процедур очень высока. Так как без выполняемых по ясным правилам, однообразно, с соблюдением технических и методических условий процедур, невозможно разработать надежную базу нормативов («нормальных» показателей стабилOMETрического исследования), проводить корректные сравнения полученных в различных клиниках и на оборудовании разных марок результатов, быть уверенным в наличии достоверных изменений показателей у одного и того же пациента.

Что делать? Как обеспечить валидность измерений, выполняемых на стабилОПлатформе? В рамках стандартизации, предложена концепция «*Ответственного СтабилOMETрического Исследования*» (ОСИ), следование которой обеспечивает получение надежных, валидных результатов [Гроховский, Кубряк, 2014]. Эта концепция включает «*четыре условия*», выполнение одного из которых, обеспечивает возможность качественной реализации следующего условия. Важным достоинством ОСИ является использование действующих в РФ законов, стандартов и норм, что позволяет, опираясь на них, уже сегодня обеспечить валидность процедуры. На схеме ниже (**рисунок 25**) представлены указанные *четыре условия*.

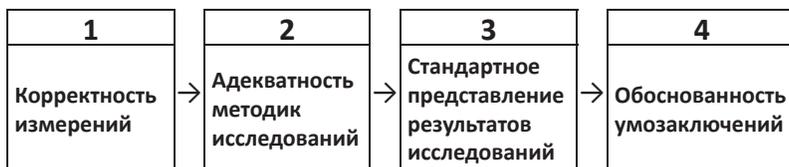


Рисунок 24. Принцип «*четырех условий*» для обеспечения ответственного стабилOMETрического исследования.

Пояснения в тексте.

Коснемся *первого условия* — о **корректности измерений**.

Важнейшим качеством средств измерений, к числу которых относятся и стабилOMETрические устройства, применяемые в диагностических целях, является их способность обеспечить *достоверность результатов измерений*. Для этого средства

измерений подвергают стандартизации и нормируют их основные *метрологические характеристики*. В соответствии с действующим Российским законодательством (Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений») к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений допускаются только средства измерений утвержденного типа, прошедшие *поверку*. Можно условно сравнить процедуру *поверки* с контролем качества лекарственного препарата: если на препарат нет фармакопейной статьи, то отсутствует возможность (принятые правила) надежной проверки его качества. Заявленные метрологические характеристики средств измерений (приборов), допущенных к применению в области здравоохранения, подтверждаются изначально в процессе испытаний, проводимых с целью утверждения типа, и, далее, регулярно подтверждаются при осуществлении периодической *поверки* (то есть, «контроля качества» измерительной способности прибора). За пределами Российской Федерации, там, где не применяется процедура утверждения типа средств измерений, нормирование метрологических характеристик обеспечивается другими способами, например, декларированием. В данном случае важно, чтобы соблюдалось условие — для измерений в медицинской диагностике могут использоваться только средства измерений с *нормированными точностными характеристиками*. Данное требование является основополагающим, и оно же определяет границы нормативных требований к характеристикам такого типа средств измерений, связанных с их реализуемостью.

Особо следует отметить, что повышенное внимание корректности измерений сегодня уделяет и Минздрав РФ¹⁸, и Министерство образования РФ в лице Высшей Аттестационной Комиссии (ВАК)¹⁹. **На практике** всё это означает, что при

¹⁸ Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации (Минздрав России) от 21 февраля 2014 г. N 81н «Об утверждении Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, выполняемых при осуществлении деятельности в области здравоохранения, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности измерений»

¹⁹ См. Решение Президиума ВАК «О формах заключения диссертационного совета по диссертации...» в части оценки достоверности результатов исследования экспериментальных работ.

выборе в России стабилметрической платформы для профессиональных задач, убедитесь в наличии *Свидетельства об утверждении типа средств измерений*. Это будет означать уверенность в качестве проведенных измерений (получении надежных данных), а также в том, что Вы не нарушаете ФЗ-102 и требования Минздрава РФ, и что результаты Вашей диссертационной работы (если Вы аспирант или докторант) будет сложно оспорить. Такое свидетельство выдается Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт).

Разберем *второе условие* — **адекватность методик исследований**.

Условно, к данной теме можно отнести:

- *соответствие стабилплатформы* (например, её формы, размера и т.д.) условиям исследования;
- *адекватная процедура* (например, при исследовании функции равновесия человека должны быть четко определены условия исследования: положение тела на платформе (установка стоп и поза), отсутствие или наличие дополнительной опоры, условия освещенности, звуковой фон и так далее — в противном случае, связанным с результатами исследования фактором может оказаться не текущее состояние организма, а вариации параметров окружающей среды);
- *выбор области анализа данных* (например, физиологическим диапазоном колебаний центра давления здорового испытуемого при спокойном стоянии на стабилплатформе обычно считают частоты до 2 Гц, а у того же испытуемого в измененном функциональном состоянии или у больных людей могут наблюдаться колебания и с более высокими частотами, но, чаще всего, частота этих колебаний не превышает 10-12 Гц — в этой связи, для снижения влияния внешних помех, логично ограничить частотный диапазон анализа путем введения специальных фильтров).

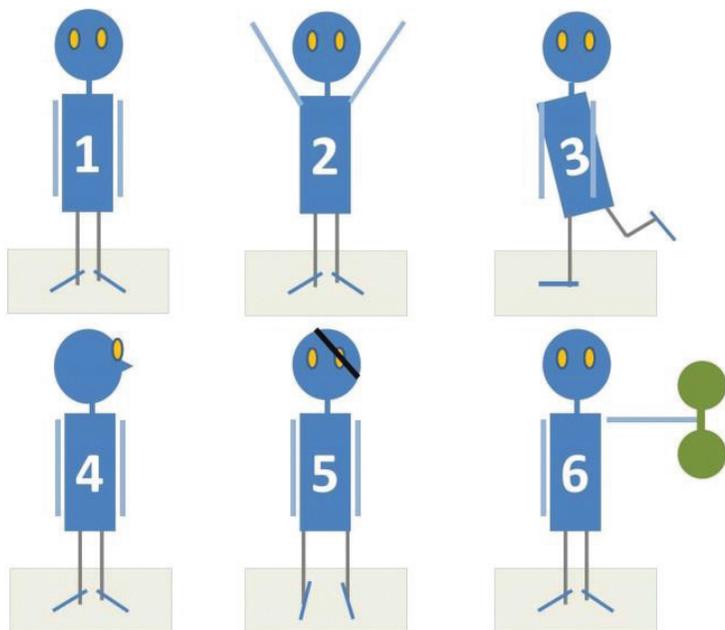


Рисунок 25. Разнообразие методик исследований на стабиллоплатформе, связанных с вариантами исходной позы.
 Источник: [Кубряк, Гроховский, 2012]

Иллюстрацией заблуждений, связанных с выбором методики может служить следующий реальный диалог:

— Почему это Вы проводите пробу Ромберга только по 30 секунд каждую фазу?! Это неверно! — сказала наблюдавшая за демонстрацией пробы на стабиллоплатформе врач.

— А как надо?

— А надо 51 секунду, как написано у Гаже! Хотя я использую 26 секунд для каждой фазы, то есть, половину, так как работаю в детской поликлинике, с детьми, а не со взрослыми.

В чем заблуждение врача из диалога? Дело в том, что в 80-е годы доктор Pierre-Marie Gagey, в попытках стандартизации метода, рекомендовал определенную длительность проведения пробы. Это было связано с особенностями применявшейся тогда

техники — та стабиллоплатформа не могла за меньшее время обеспечить достаточное число измерений для корректного математического расчета показателей. Сегодня, когда частота дискретизации стабиллоплатформ не 5 Гц как 80-е годы, а гораздо выше, длительность пробы может быть уменьшена без потери качества анализа данных. Иными словами, врач в приведенном примере, выбирая подходящую для её условий методику, отталкивалась не от целесообразности и адекватности формы проведения теста, а от ложных представлений о верной методике.

Еще частый пример — поиск небольших изменений в данных стабиллометрического исследования, которые бы указывали на динамику в асимметрии позы. То есть, проще говоря, когда пытаются оценить насколько «криво» или «ровно» стоит человек в процессе лечебного курса. Иногда выводы делаются по показателям среднего положения центра давления, на основании смещений в один-два миллиметра, хотя при этом выбирается расчетный способ установки пациента на стабиллоплатформе, например, «европейская стойка» — пятки вместе носки врозь под углом 30 градусов, при котором обеспечить настолько точное позиционирование стоп (не твердых копыт животного, а мягких стоп человека) вряд ли возможно в обычных условиях.

Совершенно неадекватный пример исследования влияния изменений прикуса на асимметрию вертикальной позы был найден в одной из недавних публикаций отечественных авторов — там вместо метрологически аттестованной стабиллоплатформы использовали пару поставленных рядом бытовых напольных весов, уверяя, что обнаружили значимые различия при коррекции прикуса. На самом деле, точность бытовых весов составляет $\pm 100-200$ грамм, что означает практическую невозможность достоверно «уловить» небольшие изменения переноса давления на левые и правые весы, и абсолютную невозможность использовать это в качестве стабиллометрического исследования.

Условие *третье* — стандартное представление результатов исследований.

Касаясь показателей стабиллометрического исследования, важно понимать их физический смысл и способ расчета.

Например, если обычно показатель «площадь статокинезиограммы» рассчитывают как площадь *эллипса*, то сравнение полученного таким способом показателя с показателем площади, рассчитанным другим способом, будет не слишком корректным. Иными словами, при описании результатов стабилметрического исследования следует в большинстве случаев придерживаться точно описанных (известных) показателей, смысл которых понятен и которые можно корректно сравнивать с показателями, полученными в других исследованиях. Необходимо использовать стандартизованные, ясно рассчитываемые, понятные показатели, выражаемые в единицах *Международной Системы Единиц*.

Условие четвертое — обоснованность умозаключений.

Обоснованность выводов по результатам проведенного стабилметрического исследования обуславливается исключительно квалификацией соответствующего профильного специалиста — невролога, оториноларинголога, реабилитолога, травматолога, спортивного врача и так далее, работающих с данными стабилметрического исследования, но при условии добросовестного соблюдения первых трех условий. Собственно, саму процедуру стабилметрического исследования после должного инструктажа может выполнять средний медицинский персонал. Однако ответственность за трактовку результатов и выполнение условий, обеспечивающих достоверность выводов, в любом случае несёт врач. Например, если проведенный тест указывает на определенную асимметрию позы, то причина может быть связана как с повреждением стопы, так и, например, с травмой головы или нарушением осанки — поэтому в заключении важен квалифицированный вывод врача, основанный на всём многообразии имеющихся у него данных.

Заключение

Достаточно ли информации в данной книге? В свое время академик А.Н. Колмогоров [1965] писал, что «Реальные объекты, подлежащие нашему изучению, очень (неограниченно?) сложны, но связи между двумя реально существующими объектами исчерпываются при более простом схематизированном описании. Если географическая карта дает нам значительную информацию об участке земной поверхности, то все же микроструктура бумаги и краски, нанесенной на бумагу, никакого отношения не имеет к микроструктуре изображенного участка земной поверхности». Мы старались создать хотя бы *контурную карту* для «схематизированного описания» темы биоуправления по опорной реакции. Поэтому включили в текст достаточно много общих схем и таблиц, но сознательно сократили отдельные подробности, случаи и варианты, чтобы не углубиться в такую «микроструктуру». При этом, понимая возможные недостатки и неполноту описания проблемы в применении ко всему многообразию симптомов, диагнозов, условий и так далее, надеемся, что другие специалисты также не останутся в стороне и помогут нанести на создаваемый вариант «карты» биоуправления по опорной реакции новые материи и острова. Авторы будут признательны за комментарии, замечания и предложения по материалам книги.

Литература

1. Анохин П.К. Функциональная система как основа физиологической архитектуры поведенческого акта / Биология и нейрофизиология условного рефлекса. Москва: Медицина, 1968. С. 194-262.
2. Аухадеев Э.И. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья, рекомендованная ВОЗ, — новый этап в развитии реабилитологии. Казанский медицинский журнал. 2007. Т. 88. № 1. С. 5-9.
3. Бернштейн Н.А. О ловкости и ее развитии. М.: Физкультура и спорт, 1991. 288 с.
4. Буйлова Т.В. Международная классификация функционирования как ключ к пониманию философии реабилитации. Журнал МедиАль. 2013. № 1 (6). С. 26-31.
5. Гельмгольц Г. О восприятии вообще // Познавательные психические процессы / Сост. и общ. ред. А. Г. Маклакова. СПб.: Питер, 2001. С. 57- 81
6. Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение стабилметрических исследований. Медицинская техника, 2014, № 4. С. 22-24
7. Гроховский С.С., Кубряк О.В. Техническое и метрологическое сопровождение стабилметрического оборудования. Мир измерений. 2012. № 12 (142). С. 25-27.
8. Гусева А.Л., Кубряк О.В., Гроховский С.С., Чистов С.Д., Ратаев А.Ю. Влияние фактора обучения на результаты новой стабилметрической пробы с биологической обратной связью. Российская оториноларингология, №2, 2012. с. 60-66.
9. Загородний Н.В., Поляев Б.А., Скворцов Д.В., Карпович Н.И., Дамаж А.В. Пространственная стабилметрия посредством трехкомпонентных телеметрических акселерометров (пилотное исследование). Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 3 (111). С. 4-10.

10. Инсульт: Руководство для врачей / Под ред. Л.В. Стаховской, С.В. Котова. — М.: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство». 2014. 400 с.
11. Киселев Д.А., Гроховский С.С., Кубряк О.В. Консервативное лечение нарушений опорной функции нижних конечностей в ортопедии и неврологии с использованием специализированного стабилметрического комплекса ST-150. М.: Маска, 2011. 68 с. ISBN 978-5-91146-604-6
12. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия «Количество информации». Проблемы передачи информации, 1965, т.1, вып.1, с.3-11.
13. Конорски Ю. Интегративная деятельность мозга. Пер. с англ. Б. А. Дашевского и И. И. Полетаевой; под ред. и с предисл. П.К. Анохина. Москва: Мир, 1970. 412 с.
14. Кубряк О.В. О методах диагностики при назначении антидепрессантов (мнение врачей). Социологические Исследования, №1, 2010. с.100-108
15. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Постуральный тест с биологической обратной связью в оценке влияния привычного сеанса курения на показатели баланса тела у здоровых добровольцев. Наркология, №9, 2011. с.59-63
16. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Практическая стабилметрия. Статические двигательнo-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции. М.: Маска, 2012. 88 с. ISBN 978-5-91146-686-2
17. Кубряк О.В., Гроховский С.С. Изменение параметров вертикальной позы человека при демонстрации разных изображений. Физиология человека. 2015. Т.41. №2. С.60-63
18. Кубряк О.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Романова М.В., Гроховский С.С. Повышение вертикальной устойчивости пациентов в остром периоде ишемического инсульта. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014. № 12-2 Т.114. С. 61-65
19. Мареев О.В., Шоломов И.И., Горожанкин А.В., Монахова О.А. Исследование функции равновесия методом видеостабилметрии у пациентов с атаксией. Саратовский научно-медицинский журнал. 2013. Т. 9. № 1. С. 92-97.

20. Международная классификация болезней (МКБ) 10-го пересмотра. [ICD-10, WHO. <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2010/en>]
21. Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) [International Classification of Functioning, Disability and Health, WHO: <http://apps.who.int/classifications/icfbrowser/>]
22. Погабало И.В., Кубряк О.В., Гроховский С.С., Копецкий И.С. Стабилометрические параметры вертикальной устойчивости здоровых добровольцев при искусственном кратковременном изменении прикуса. *Стоматология*, 2014, № 5, С. 73-76
23. Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Гроховский С.С. Вопросы стандартизации стабилметрических методов в клинической неврологической практике. *Проблемы стандартизации в здравоохранении*. 2014. № 3-4. С. 23-27
24. Романова М.В. Особенности диагностики и лечения головокружения, нарушения равновесия и устойчивости у больных с ишемическим инсультом. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. мед. наук, М., 2013. 181 с.
25. Романова М.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Кубряк О.В., Гроховский С.С. Стабилометрический мониторинг вертикальной устойчивости пациентов после инсульта. *Клиническая геронтология*. 2013. Т. 19. № 9-10. С. 3-7.
26. Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Гроховский С.С., Котов С.В. Объективизация нарушений равновесия и устойчивости у пациентов с инсультом в раннем восстановительном периоде. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2014. Т. 8. № 2. С. 12-15
27. Силина Е.В., Комаров А.Н., Шалыгин В.С., Ковражкина Е.А., Трофимова А.К., Бикташева Р.М., Школина Л.А., Никитина Е.А., Петухов Н.И., Степочкина Н.Д., Полушкин А.А., Кезина Л.П., Иванова Г.Е. БОС-стабилометрия для инвалидов-колясочников. *Вестник восстановительной медицины*. 2014. № 3. С. 29-34
28. Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование М.: Маска, 2010. 176 с. ISBN 978-5-91146-505-6

29. Скворцова В.И., Иванова Г.Е., Скворцов Д.В., Климов Л.В. Оценка постуральной функции в клинической практике. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2013. № 6. С. 8-15.
30. Устинова К.И., Черникова Л.А., Иоффе М.Е. Восстановление позных нарушений методом биоуправления по стабилограмме в клинике нервных болезней. Альманах клинической медицины. 2001. № 4. С. 179-180.
31. Черникова Л.А., Кремнева Е.И., Червяков А.В., Саенко И.В., Коновалов Р.Н., Пирадов М.А., Козловская И.Б. Новые подходы в изучении механизмов нейропластических процессов у больных с поражениями центральной нервной системы. Физиология человека. 2013. Т. 39. № 3. С. 54.
32. Alvarado JC, Rowland BA, Stanford TR, Stein BE. A neural network model of multisensory integration also accounts for unisensory integration in superior colliculus. *Brain Res.* 2008 Nov 25;1242:13-23. doi: 10.1016/j.brainres.2008.03.074. Epub 2008 Apr 9.
33. Anokhin PK. [Reflex and functional system as factors of physiological integration]. *Fiziol Zh SSSR Im I M Sechenova.* 1949 Sep-Oct;35(5):491-503. Russian
34. Anokhin PK. Electroencephalographic analysis of cortico-subcortical relations in positive and negative conditioned reactions. *Ann N Y Acad Sci.* 1961 Jul 28;92:899-938
35. Azulay JP, Mesure S, Amblard B, Pouget J. Increased visual dependence in Parkinson's disease. *Percept Mot Skills.* 2002 Dec;95(3 Pt 2):1106-14.
36. Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W, Moffatt ME, Taback SP. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004 Oct 18;(4):CD004129.
37. Bernstein, N.A. (1967). *The co-ordination and regulation of movements.* Oxford : Pergamon Press.
38. Bronstein AM, Hood JD, Gresty MA, Panagi C. Visual control of balance in cerebellar and parkinsonian syndromes. *Brain.* 1990 Jun;113 (Pt 3):767-79.

39. Butler JS, Campos JL, Bühlhoff HH, Smith ST. The role of stereo vision in visual-vestibular integration. *Seeing Perceiving*. 2011;24(5):453-70. doi: 10.1163/187847511X588070. Epub 2011 Sep 2.
40. Campos JL, Butler JS, Bühlhoff HH. Multisensory integration in the estimation of walked distances. *Exp Brain Res*. 2012 May;218(4):551-65. doi: 10.1007/s00221-012-3048-1. Epub 2012 Mar 13.
41. Chastan N, Westby GW, du Montcel ST, Do MC, Chong RK, Agid Y, Welter ML. Influence of sensory inputs and motor demands on the control of the centre of mass velocity during gait initiation in humans. *Neurosci Lett*. 2010 Jan 29;469(3):400-4. doi: 10.1016/j.neulet.2009.12.038. Epub 2009 Dec 22
42. Colnat-Coulbois S, Gauchard GC, Maillard L, Barroche G, Vespignani H, Auque J, Perrin PP. Management of postural sensory conflict and dynamic balance control in late-stage Parkinson's disease. *Neuroscience*. 2011 Oct 13;193:363-9. doi: 10.1016/j.neuroscience.2011.04.043. Epub 2011 May 27.
43. Cuppini C, Magosso E, Rowland B, Stein B, Ursino M. Hebbian mechanisms help explain development of multisensory integration in the superior colliculus: a neural network model. *Biol Cybern*. 2012 Dec;106(11-12):691-713. doi: 10.1007/s00422-012-0511-9. Epub 2012 Aug 4.
44. Cuppini C, Magosso E, Ursino M. Organization, maturation, and plasticity of multisensory integration: insights from computational modeling studies. *Front Psychol*. 2011 May 2;2:77. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00077. eCollection 2011
45. Czechowicz B, Boczarska-Jedynak M, Opala G, Słomka K. The influence of visual control on postural stability in Parkinson disease. *Neurol Neurochir Pol*. 2011 Mar-Apr;45(2):132-9.
46. Diener HC, Horak FB, Nashner LM. Influence of stimulus parameters on human postural responses. *J Neurophysiol*. 1988 Jun;59(6):1888-905.
47. Fitzgerald B. A review of the sharpened Romberg test in diving medicine. *SPUMS J*. 1996 Sep;26(3):142-6.

48. Genthon N, Rougier P, Gissot AS, Froger J, Pélissier J, Pérennou D. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke*. 2008 Jun;39(6):1793-9. doi:10.1161/STROKEAHA.107.497701. Epub 2008 Mar 27.
49. Hebb DO. The role of neurological ideas in psychology. *J Pers*. 1951 Sep;20(1):39-55.
50. Kazennikov OV, Levik IuS, Lipshits MI. [The dependence of motor response time in discrimination task on the type of available visual information]. *Fiziol Cheloveka*. 2013 Mar-Apr;39(2):134-6. Russian.
51. Klefenz F, Williamson A. Modeling the Formation Process of Grouping Stimuli Sets through Cortical Columns and Microcircuits to Feature Neurons. *Comput Intell Neurosci*. 2013;2013:290358. Epub 2013 Nov 28.
52. Lakhani B, Mansfield A. Visual feedback of the centre of gravity to optimize standing balance. *Gait Posture*. 2015 Feb;41(2):499-503. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.12.003. Epub 2014 Dec 9.
53. Lim JY, Jung SH, Kim WS, Paik NJ. Incidence and risk factors of poststroke falls after discharge from inpatient rehabilitation. *PM R*. 2012 Dec;4(12):945-53
54. Lim JY, Jung SH, Kim WS, Paik NJ. Incidence and risk factors of poststroke falls after discharge from inpatient rehabilitation. *PM R*. 2012 Dec;4(12):945-53
55. Mao Y, Chen P, Li L, Huang D. Virtual reality training improves balance function. *Neural Regen Res*. 2014 Sep 1;9(17):1628-34. doi: 10.4103/1673-5374.141795.
56. Matsuo T, Yamasaki H, Yasuhara H, Hasebe K. Postural stability changes during large vertical diplopia induced by prism wear in normal subjects. *Acta Med Okayama*. 2013 Jun;67(3):177-83.
57. McIntyre J, Lipshits M. Central processes amplify and transform anisotropies of the visual system in a test of visual-haptic coordination. *J Neurosci*. 2008 Jan 30;28(5):1246-61. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2066-07.2008.
58. Mergner T, Schweigart G, Maurer C, Blümle A. Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions. *Exp Brain Res*. 2005 Dec;167(4):535-56.

59. Mergner T, Schweigart G, Müller M, Hlavacka F, Becker W. Visual contributions to human self-motion perception during horizontal body rotation. *Arch Ital Biol.* 2000 Apr;138(2):139-66
60. Moore RD, Broglio SP, Hillman CH. Sport-Related Concussion and Sensory Function in Young Adults. *J Athl Train.* 2013 Dec 30. [Epub ahead of print]
61. O'Dell MW, Au J, Schwabe E, Batistick H, Christos PJ. A Comparison of Two Balance Measures to Predict Discharge Performance From Inpatient Stroke Rehabilitation PM R. 2013 Feb 16. pii: S1934-1482(13)00085-3.
62. Ohmi M. Egocentric perception through interaction among many sensory systems. *Brain Res Cogn Brain Res.* 1996 Dec;5(1-2):87-96.
63. Paillard T, Costes-Salon C, Lafont C, Dupui P. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *Br J Sports Med.* 2002 Aug;36(4):304-5.
64. Paillard T, Margnes E, Portet M, Breucq A. Postural ability reflects the athletic skill level of surfers. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Aug;111(8):1619-23. doi: 10.1007/s00421-010-1782-2. Epub 2010 Dec 31
65. Raffi M, Piras A, Persiani M, Squatrito S. Importance of optic flow for postural stability of male and female young adults. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Oct 23. [Epub ahead of print]
66. Rougier PR, Boudrahem S. How additional visual feedback of the movements between center of pressure and vertically projected center of gravity can be used by hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil.* 2012 Jan-Feb;19(1):1-12. doi: 10.1310/tsr1901-1.
67. Rowland BA, Stein BE. A Model of the Temporal Dynamics of Multisensory Enhancement. *Neurosci Biobehav Rev.* 2013 Dec 26. pii: S0149-7634(13)00300-X. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.12.003. [Epub ahead of print]
68. Sibley KM, Straus SE, Inness EL, Salbach NM, Jaglal SB. Clinical balance assessment: perceptions of commonly-used standardized measures and current practices among physiotherapists in Ontario, Canada. *Implement Sci.* 2013 Mar 20;8(1):33.

69. Srivastava A, Taly AB, Gupta A, Kumar S, Murali T. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. *J Neurol Sci.* 2009 Dec 15;287(1-2):89-93. doi: 10.1016/j.jns.2009.08.051. Epub 2009 Sep 6.
70. Suarez H, Geisinger D, Ferreira ED, Nogueira S, Arocena S, Roman CS, Suarez A. Balance in Parkinson's disease patients changing the visual input. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011 Sep-Oct;77(5):651-5
71. Taub E. Foreword for neuroplasticity and neurorehabilitation. *Front Hum Neurosci.* 2014 Jul 24;8:544. doi: 10.3389/fnhum.2014.00544
72. Teasell R, McRae M, Foley N, Bhardwaj A. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Mar;83(3):329-33.
73. Teasell R, McRae M, Foley N, Bhardwaj A. The incidence and consequences of falls in stroke patients during inpatient rehabilitation: factors associated with high risk. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002 Mar;83(3):329-33.
74. Tilson JK, Wu SS, Cen SY, Feng Q, Rose DR, Behrman AL, Azen SP, Duncan PW. Characterizing and identifying risk for falls in the LEAPS study: a randomized clinical trial of interventions to improve walking poststroke. *Stroke.* 2012 Feb;43(2):446-52.
75. van Vliet PM, Wulf G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? *Disabil Rehabil.* 2006 Jul 15-30;28(13-14):831-40.

Приложения

Примеры (интерфейс управляющей программы, тренинги, клинические описания)

Примеры интерфейсов и описания тренингов в программе STPL²⁰

Вводный тренинг

Вводный тренинг рекомендуется в качестве подготовительного этапа или инструктажа перед первым проведением двигательного-когнитивных тестов или в качестве тренинга, предоставляющего специалисту широкие возможности по формированию произвольной методики занятия.

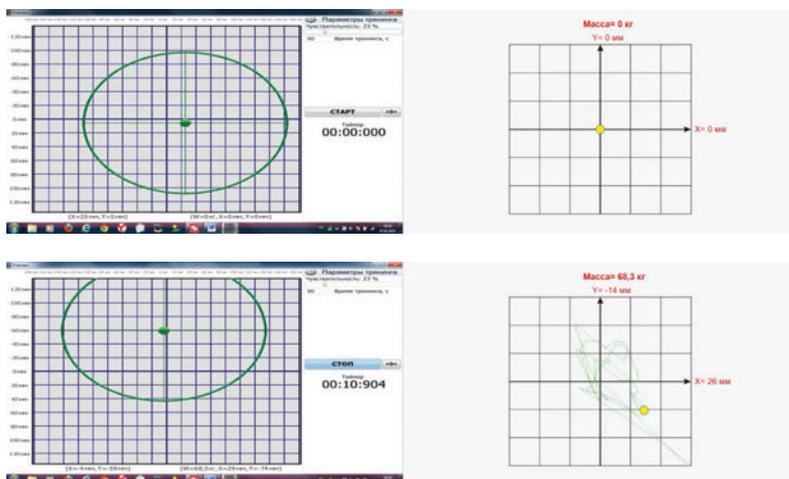


Рисунок 26. Экраны специалиста и испытуемого до начала тренинга и во время проведения тренинга при двухмониторном режиме Windows

²⁰ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2013610968; версия 2014 года

На **рисунке 26** представлены экран, который видит пациент (справа) и управляющий экран (слева). Специалист, меняя время тренинга и чувствительность стабиллоплатформы, может задавать требуемую нагрузку и сложность занятия. Дополнительным средством коррекции нагрузки является изменение координат «центра» платформы — достигается «перетаскиванием» с помощью «мыши» зеленой отметки в нужную область.

Тренинги: «мишень», «стрельба по тарелочкам»

Данные двигательно-когнитивные тренинги (**рисунок 27**) предназначены для тренинга управления статичной позой.

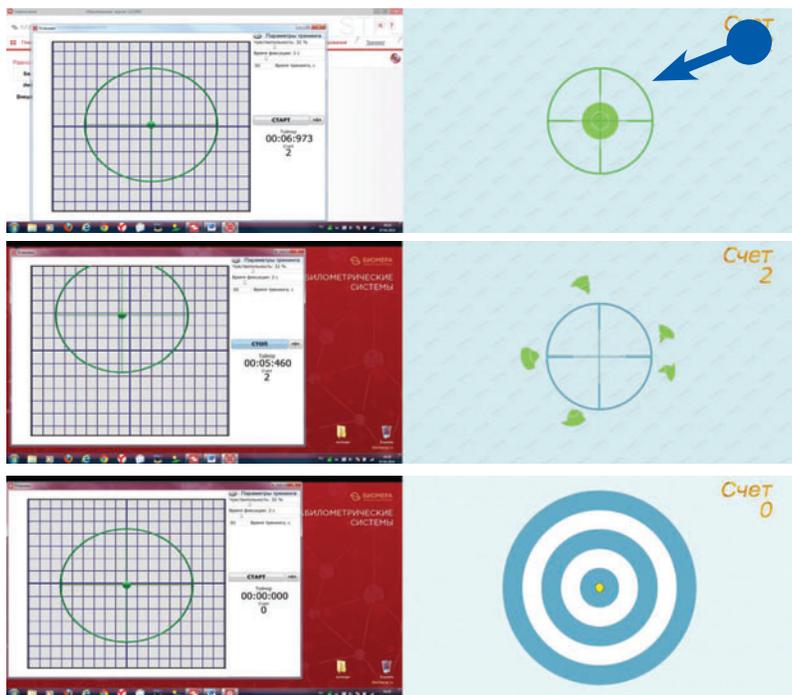


Рисунок 27. Верхние рисунки — экраны специалиста и пациента до начала и во время тренинга «стрельба по тарелочкам»; внизу — экраны для тренинга «мишень». Синей стрелкой показана позиция метки центра давления (выполненная в виде «прицела») для успешного «выстрела».

Пациент по инструкции специалиста начинает тренинг, направленный на наилучший результат, который достигается совмещением метки центра давления с центром мишеней разного типа. В тренинге «стрельба по тарелочкам» выполненный виде «прицела» маркер центра давления при удержании в течение определенного времени на «тарелочке» считается «удачным выстрелом» — «тарелочка» разбивается. В тренинге «мишень» маркер центра давления наводится на центр большой круглой концентрической мишени, при этом, в процессе тренинга чувствительность стабилотаблицы увеличивается. Также возможно самостоятельно усложнить или упростить тренинг, воспользовавшись элементами управления, аналогичными управлению «вводным тренингом».

Тренинг: «зайцы»

Данный двигательно-когнитивный тренинг требует от пациента (испытуемого) динамических изменений позы, которые бы соответствовали эффективному управлению центром давления (маркером на мониторе) для захвата как можно большего числа актуализирующихся объектов — появляющихся «зайцев» или «зажигающихся огней». В тренинге «зайцы» (рисунки 28) изображения, подлежащие «захвату» появляются случайно в разных частях экрана. Цвет «зайца» соответствует длительности его предъявления. Результативность определяется «захватом» как можно большего числа «зайцев», при этом «захват» более «быстрого» (с меньшим временем экспонирования) «зайца» оценивается выше.

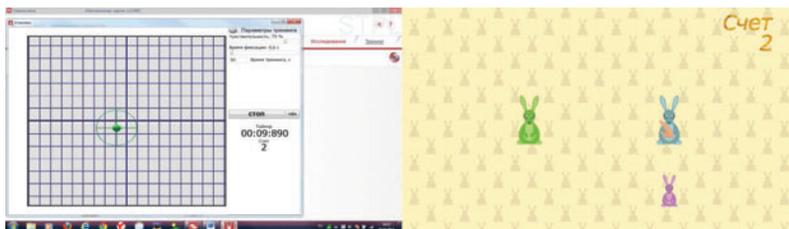


Рисунок 28. Управляющий и пользовательский экраны в тренинге «зайцы»

Система управления нагрузкой, изменения сложности тренинга, аналогична системе управления «вводного тренинга». Однако дополнительно здесь возможно изменять длительность результативного «захвата» — то есть, зачетное время фиксации «зайца».

Тренинги: «сектор», «огни», «яблоко», «цветок», «мелодия»

В двигательно-когнитивном тренинге «сектор» требуется перемещать метку центра давления на сектор, выделенный желтым (**рисунок 29**). Прядок «обхода» секторов, параметры чувствительности и другие характеристики задаются специалистом.



Рисунок 29. Экраны тренинга «сектор»

Данный тренинг, как и другие, описываемые в этом разделе, сочетает элементы статического тренинга (удержание центра давления в заданной зоне), так и динамического (целенаправленное разновекторное перемещение центра давления), а также возможности целенаправленной нагрузки на ту или иную опору за счет расширенного управления.



Рисунок 30. Экраны тренинга «огни»

В тренинге «огни» (**рисунок 30**) требуется поочередно «заливать» загорающиеся по периметру «огни», каждый раз

возвращаясь к «колодцу» (в центр) для «набора воды». Система управления в целом аналогична системе управления ранее описанных простых тренингов, но содержит ряд дополнительных возможностей: это регулируемый порядок «огней», размер и перемещение объекта.

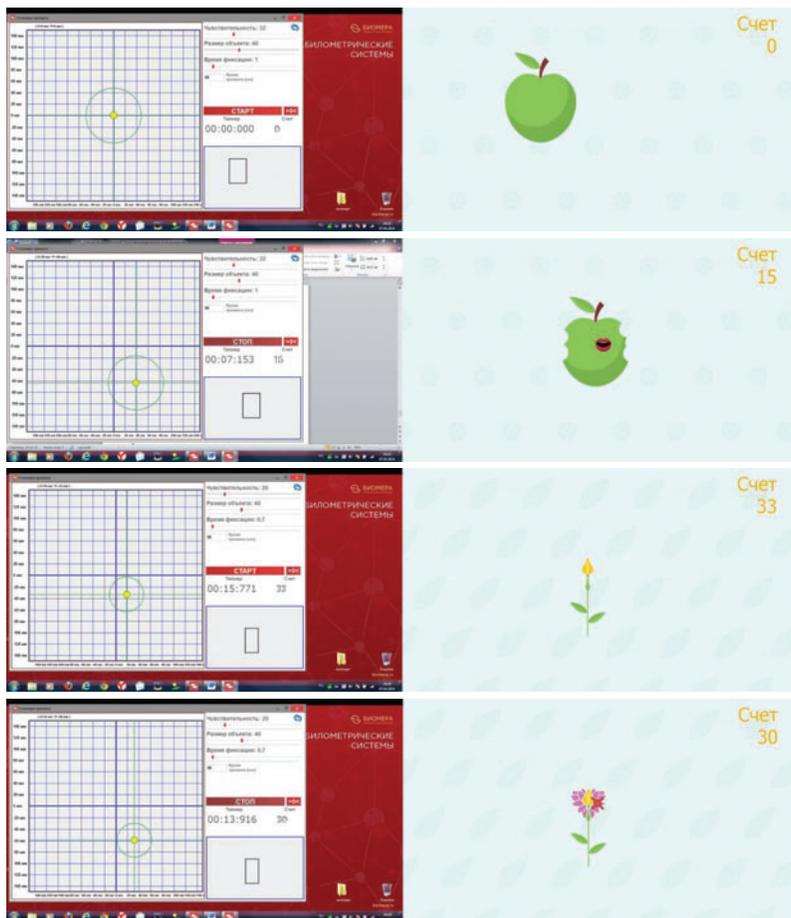


Рисунок 31. Экраны тренингов «яблоко» и «цветок»

На рисунке 31 представлены управляющий и пользовательский экраны тренингов «яблоко» и «цветок». Система управления, кроме возможностей, доступных для простых типов тренингов, обеспечивает возможность свободного перемещения

объекта по экрану, изменение его размера и коррекцию времени результативной фиксации метки центра давления на объекте. Задача испытуемого (пациента) при выполнении этих тренировок — удерживать метку на объекте. При этом «яблоко» уменьшается («съедается») по мере выполнения задачи, а «цветок» увеличивается («расцветает»).

Тренинг «мелодия» (**рисунок 32**) включает визуально-акустическое задание — требует запоминания звука каждой из четырех «нот» и наведения маркера центра давления на нужную ноту, поиск которой задается подачей требуемого звука после возвращения маркера в центр.



Рисунок 32. Экраны тренинга «мелодия»

Тренинг: «мяч и стена»

Тренинг «мяч и стена» (**рисунок 33**) позволяет обеспечить тренировочные или реабилитирующие нагрузки в любом положении испытуемого («стоя», «сидя», «лежа», «упор руками», «упор ногами»).

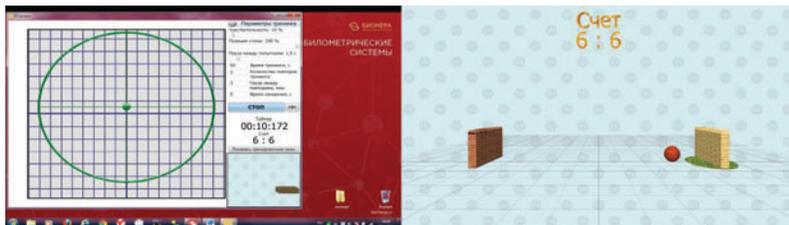


Рисунок 33. Экраны тренинга «мяч и стена»

Требуется перемещать метку центра давления во фронтальной плоскости на появляющийся «газон» у одной из «стенок» или «газон» в центре. Все движения — через центр. Оценка основана на симметричности перемещений. Система управления аналогична другим тренингам.

Тренинг: «мячи»

Тренинг «мячи» (**рисунок 34**) является сложнокоординационным тренингом. Это предполагает достаточную функциональную готовность участника, например, спортсмена (тренирующегося). Задача — переместить «мячи» из одной «корзины» в другую. Перемещение производится резким переносом центра давления с одной опоры на другую.

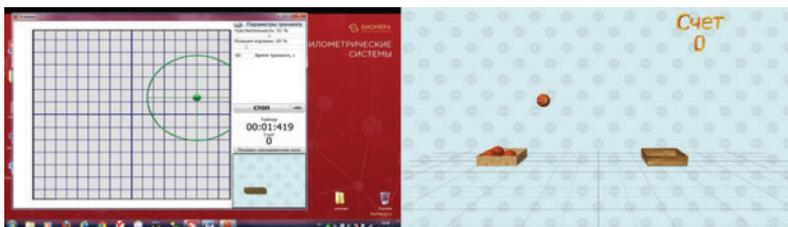


Рисунок 34. Экраны тренинга «мячи»

Система управления аналогична управлению в других тренингах.

Примеры различных клинических описаний²¹ с применения стабилметрических тестов и тренингов с биоуправлением по опорной реакции

Пациент Ч., 72 лет, пенсионер, находился на стационарно лечении в неврологическом отделении ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского».

Клинический диагноз: ишемический инсульт в вертебрально-базиллярном бассейне на фоне ИБС, диффузного и

²¹ Клинические описания здесь представлены в свободной форме (разных формах) для демонстрации применения методик специалистами различного уровня подготовки и специализации, ставившим разные цели в применении метода

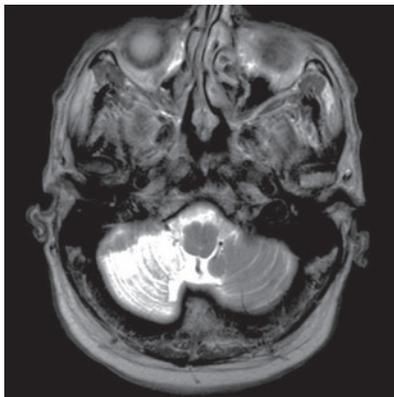
постинфарктного кардиосклероза, атеросклероза сосудов головного мозга, гипертонической болезни 3ст. (неуточненной этиологии по NIHSS). Легкий правосторонний гемипарез. Вестибуло-атактические нарушения.

Анамнез заболевания: со слов больного, заболел остро, когда утром на фоне повышения АД до 200/100 мм рт. ст. внезапно появилось сильное головокружение (вращение как на карусели), то есть системное, сопровождающееся тошнотой, многократной рвотой. На догоспитальном этапе проводилась гипотензивная терапия с кратковременным положительным эффектом. Сохранялось головокружение, вечером того же дня появилась шаткость при ходьбе. В связи с ухудшением состояния был госпитализирован в стационар по месту жительства. Переведен в отделение неврологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского для реабилитационного лечения. По данным РКТ головного мозга: Очаг ишемии в правой гемисфере мозжечка.

На фоне проводимого лечения отмечалась некоторое улучшение состояния в виде стабилизации цифр АД, уменьшения головокружения.

Перенесенные заболевания: в 2004 году перенес инфаркт миокарда, в течение 10 лет страдает гипертонической болезнью с максимальными подъемами цифр АД до 190-200/100 мм рт.ст., адаптирован к 140/80 мм рт.ст. Со слов пациента, регулярно гипотензивные препараты не принимал.

В неврологическом статусе (при поступлении): в созна-



нии, контактен, ориентирован. Менингеальных симптомов нет. ЧМН: глазные щели d=s, движения глазных яблок в полном объеме, нистагм при взгляде вправо. Зрачки OD=OS, фотореакции живые. Акт конвергенции сохранен. Лицо асимметрично – сглажена левая носогубная складка. Язык по средней линии. Объем активных

и пассивных движения не ограничен. periостальные и сухожильные рефлексы d=s. Патологических знаков нет. В позе Ромберга неустойчив (падает назад). Пальце-носовую и пяточно-коленную пробу слева выполняет с мимопопаданием. Дисдиадохокinez. Асинергия Бабинского в положении лежа. Походка атактическая, может ходить с опорой на трость.

Результаты обследования с использованием оценочных клинических шкал (до лечения)

| Шкала | Балл | Описание |
|--|------|--|
| Шкала оценки баланса в положении стоя Bohannon | 1 | Может стоять, расставив ног, не более 30 секунд |
| Тест баланса Берга | 23 | Ходьба с поддержкой |
| Шкала оценки тяжести инсульта NIHSS | 5 | Оценка степени тяжести инсульта |
| Функциональные категории ходьбы Perry et al. | 1 | При ходьбе больному требуется постоянная поддержка одного сопровождающего, который помогает в переносе веса тела и в удержании равновесия |
| Шкала степени нарушений навыков ходьбы Столяровой | 4 | Больной передвигается только с посторонней помощью |
| Модифицированная шкала Рэнкина | 4 | Выраженное нарушение жизнедеятельности, не способен ходить без посторонней помощи, не способен справиться со своими телесными (физическими) потребностями без посторонней помощи |

Таким образом, у данного пациента, 72 лет с наличием системного головокружения, атактических нарушений, легкого правостороннего гемипареза отмечается снижение возможностей поддержания вертикального баланса и нарушение функции ходьбы.

МРТ головного мозга + МР ангиография (07.10.2011): Последствия ОНМК по ишемическому типу в вертебрально-базиллярном бассейне справа. Виллизиев круг незамкнутый. Аномалия развития виллизиева круга, начало задней мозговой артерии слева от внутренней сонной артерии – задняя трифуркация внутренней сонной артерии слева.

ДС БЦА: Магистральные артерии шеи проходимы, комплекс интима-медия утолщен в области ОСА на всем протяжении до 20% стеноза. В области бифуркации ОСА с переходом на устье ВСА, НСА справа пролонгированные гетерогенные с кальцием АСБ со стенозом до 40-45 %, слева – до 50%. Непрямолинейность хода в сегменте V2 с гемодинамическими перепадами. Увеличение индекса периферического сопротивления. Снижение скорости.

ЭХОКГ: Краевая неоднородность створок аортального и митрального клапана. Включения кальция в корень аорты и створки аортального клапана. Глобальная и локальная сократимость миокарда левого желудочка не нарушена. Нарушение диастолической функции миокарда ЛЖ по рестриктивному типу. Умеренное расширение полостей обоих предсердий (больше левого).

Пациенту проведено комплексное лечение, включающее стандартную фармакотерапию и не медикаментозное лечение.

Перед началом занятий были проведены стандартные ортостатические пробы «на полуортостаз» и «ортостаз».

Учитывая адекватную реакцию пациента на проведенные пробы, были начаты реабилитационные мероприятия:

- сначала пациент выполнял упражнения на вестибулярную и дыхательную гимнастику, продолжительность занятий от 3-х минут с постепенным увеличением времени до 10 минут, (упражнения № 1-8 глазодвигательной и дыхательной гимнастики)
- затем перерыв 5-10 минут.
- Оценивались показатели АД, ЧСС и сатурации.
- Занятия продолжались на стабилметрической платформе, начиная с 5 минут в день, постепенно время занятий увеличилось до 15 минут. Затем на пациента одевали костюм аксиального нагружения и занятия продолжались в костюме на стабилметрической платформе в течении 10-15 минут.

В течение занятий проводилось мониторирование ЧСС, АД, показателя сатурации. Учитывая возраст пациента перед занятиями

в костюме аксиального нагружения на стабилметрической платформе, пациенту требовался отдых около 10-15 минут. Продолжительность 3-го этапа – занятия в костюме аксиального нагружения на стабилметрической платформе на первом занятии составляла 5 минут, постепенно увеличивалась в дальнейшем до 15 минут. Курс лечения составил 10 занятий. 11.10.2011 перед выпиской пациент был обследован повторно. **В неврологическом статусе (после лечения):** в сознании, контактен, ориентирован. Менингеальных симптомов нет. ЧМН – глазные щели d=s, движения глазных яблок в полном объеме, нистагм при взгляде вправо. Зрачки OD=OS, фотореакции сохранены. Акт конвергенции сохранен. Лицо асимметрично – сохраняется сглаженность левой носогубной складки. Язык по средней линии. Объем активных и пассивных движения не ограничен. Сила мышц 5 баллов. Периостальные и сухожильные рефлексы d=s, средней живости. Патологических знаков нет. В позе Ромберга пошатывается. Пальценосовую и пяточноколенную пробы выполняет удовлетворительно. Ходит самостоятельно без опоры в пределах отделения, но для выхода на улицу требовалась поддержка.

Результаты тестирования с использованием оценочных шкал (после лечения)

| Шкала | Балл | Описание |
|--|------|---|
| Шкала оценки баланса в положении стоя <i>Bohannon</i> | 4 | Способен стоять в положении «ноги вместе», более 30 секунд |
| Тест баланса Берга | 45 | Ходит самостоятельно, без поддержки |
| Шкала оценки тяжести инсульта NIHSS | 3 | Оценка степени тяжести инсульта |
| Функциональные категории ходьбы <i>Perry et al.</i> | 4 | Полностью независим при ходьбе в пределах помещения, но требуется поддержка при выходе на улицу |
| Шкала степени нарушений навыков ходьбы <i>Столяровой</i> | 1 | Больной может ходить самостоятельно вне помещения, без опоры |
| Модифицированная шкала Рэнкина | 1 | Отсутствие существенных нарушений жизнедеятельности, несмотря на наличие симптомов болезни; способен выполнять все обычные повседневные обязанности |

**Показатели стабилотрии до начала
и по окончании курса лечения**

| Проба Ромберга | | S, мм ² | A, Дж |
|----------------|-------|--------------------|-------|
| Открытые глаза | До | 170 | 11,5 |
| | После | 153 | 6,55 |
| Закрытые глаза | До | 128 | 25,4 |
| | после | 73 | 2,93 |

Таким образом, на фоне проводимых реабилитационных мероприятий у пациента 72 лет, отмечается улучшение показателей, свидетельствующих о регрессе головокружения и координаторных расстройств, а также улучшение поддержания вертикального баланса и функции ходьбы.

В реальной ситуации возможны ситуации, требующие дифференциальной диагностики — **от точности диагноза зависят задачи реабилитации**, и, соответственно, используемые схемы проведения тренингов. Например, поступление в неврологическое отделение пациента, нуждающегося в помощи оториноларинголога [Романова М.В., 2013]:

Больная Л., 57 лет обратилась в неврологическое отделение ГБУЗ МО МОНИКИ с жалобами на приступ интенсивного головокружения (вращение предметов «как на карусели»), возникший утром при повороте в кровати. Головокружение сопровождалось тошнотой, однократной рвотой. Вышеописанные кратковременные приступы сохранялись около суток. Пациентка ощущала общую слабость. Больная по неотложным показаниям была госпитализирована в стационар с диагнозом «ОНМК в вертебрально-базиллярном бассейне».

Направительный диагноз: Острое нарушение мозгового кровообращения в вертебрально-базиллярном бассейне на фоне артериальной гипертензии. Вестибуло-атактические нарушения.

Клинический диагноз: Доброкачественное пароксизмальное позиционное головокружение.

Анамнез: в течение 10 лет страдает артериальной гипертензией, максимальные цифры АД 160/90 мм рт.ст., рабочие цифры АД 120/80 мм рт.ст. Регулярно принимала гипотензивный препарат эналаприл по 5мг 2 раза в день.

Неврологический статус: менингеальных знаков нет. ЧМН: глазные щели d=s, движения глазных яблок в полном объеме, нистагма на момент осмотра не выявлено. Фотореакции живые. Лицо симметрично. Язык по средней линии. Периостальные и сухожильные рефлексы d=s, средней живости. Патологических знаков нет. Координаторные пробы выполняет удовлетворительно. В позе Ромберга, на момент осмотра, устойчива.

Результаты обследования:

ДС БЦА: косвенные признаки остеохондроза шейного отдела позвоночника.

ЭКГ- синусовый ритм с ЧСС 64 удара в минуту. Нормальное направление ЭОС.

Проведена проба Дикса-Холпайка: при повороте головы вправо выявлен горизонтально-ротаторный нистагм, продолжающийся 10-15 секунд.

РКТ головного мозга: без патологических изменений.

Результаты обследования с использованием функциональных оценочных шкал:

| Шкала | Балл | Описание |
|--|------|--|
| Функциональные категории ходьбы Perry et al. | 5 | Ходит везде самостоятельно. Но требуется наблюдение сопровождающего лица при посещении общественных мест с большим скоплением людей и транспорта |
| Шкала степени нарушения навыков ходьбы Столяровой | 0 | Походка не изменена |
| Шкала устойчивости Берга | 50 | Ходит самостоятельно |

Показатели стабилметрического исследования

| Проба Ромберга | А, Дж |
|----------------|-------|
| Открытые глаза | 0,23 |
| Закрытые глаза | 0,21 |

По данным стабиллометрического исследования показатели устойчивости в пределах нормы. Пациентка была осмотрена отоневрологом. На основании данных анамнеза, жалоб, неврологического статуса, данных отоневрологического обследования был установлен диагноз: Доброкачественное позиционное пароксизмальное головокружение.

Пациент Ж., 38 лет, служащий, находился на обследовании в неврологическом отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Направительный диагноз ЛПУ МО при поступлении: Ишемический инсульт в вертебрально-базилярном бассейне. Вестибуло-атактические нарушения.

Клинический диагноз: Депрессивный эпизод средней степени тяжести (F 32.1). Постуральное фобическое головокружение. Дорсалгия на фоне дегенеративно-дистрофических изменений шейного отдела позвоночника.

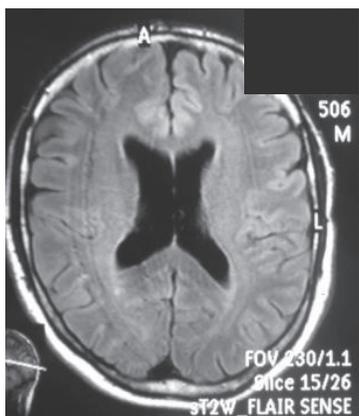
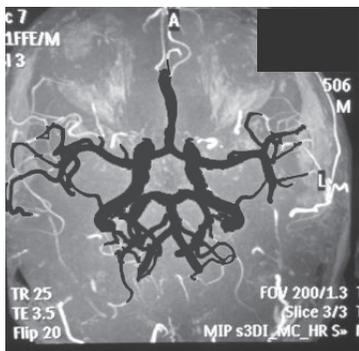
Анамнез: В течение последних 3-4 месяцев пациент отмечает значительные перегрузки на работе, стрессовые ситуации. Со слов пациента, в январе текущего года на фоне полного благополучия утром в метро почувствовал сильное головокружение в виде «качки как на корабле», присел. Головокружение сохранялось в течение 15-20 минут, пока находился в метро. Сознание не терял, тошноты, рвоты не отмечалось. Самостоятельно вышел из метро, головокружение прекратилось. В течение дня на работе чувствовал себя нормально. Вечером, по возвращении с работы, при входе в метро, спускаясь по эскалатору, почувствовал нарастающую тревогу и вновь появившееся головокружение, которое пациент описывал как ощущение «все в тумане», «почва уходила из под ног». Плохо помнит, как добрался до дома. Дома измерил АД. Показатели были 120/80 мм рт.ст. Лег рано спать, ночь провел спокойно, утром чувствовал себя относительно удовлетворительно, однако беспокоило, со слов больного, «совсем легкое головокружение». Тошноты, рвоты не отмечалось. В дальнейшем в течение месяца пациент постоянно испытывал «легкое головокружение»,

которое ему было очень сложно описать, чаще в виде «всего плывущего вокруг». Головокружение усиливалось в особых ситуациях. В частности при нахождении в метро, в лифте, в душном помещении. Позже присоединились жалобы на снижение внимания, быструю утомляемость, а также на наличие сердцебиения, потливость, тошноту, страх удушья, отсутствие аппетита, нарушение сна (трудности засыпания, частые пробуждения, пробуждения утром до будильника). Через месяц по дороге на работу, поднимаясь в лифте, вновь почувствовал резкое ухудшение состояния, появилось сильное головокружение, которое пациент затруднялся точно описать, определял как «все плыло вокруг», беспокоило чувство страха в замкнутом пространстве. Была вызвана бригада СМП. Показатели АД были 160/80 мм рт.ст. Пульс 80 ударов в минуту. Пациент был госпитализирован в неврологическое отделение ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского с направительным диагнозом «ОНМК в вертебрально-базиллярном бассейне».

Неврологический статус: общемозговые и менингеальные симптомы отсутствуют. ЧМН: глазные щели $d=s$, движения глазных яблок в полном объеме, фотореакции живые. Нистагма нет. Асимметрии лица нет. Бульбарных нарушений нет. Язык по средней линии. Объем движений не ограничен. Сила мышц 5 баллов. Тонус физиологический. Периостальные и сухожильные рефлексы $d>s$. Патологических стопных знаков нет. ПНП и ПКП выполняет удовлетворительно. В позе Ромберга – отклоняется в обе стороны, вперед и назад. При проведении усложненной пробы Ромберга с интеллектуальной нагрузкой (счет) отмечено четкое выполнение координаторных проб. Походка шаткая, при ходьбе покачивается в обе стороны, ноги при ходьбе широко не расставляет. При отвлечении внимания, внезапных командах врача-исследователя - походка ровная, отклонений туловища в стороны нет. Чувствительных нарушений нет. Гипергидроз ладоней и стоп.

Результаты обследования:

На рентгенограмме шейного отдела позвоночника в двух проекциях определяется локальное выпрямление лордоза на уровне сегмента C2-C5, заострение задних углов тел



позвонок, снижение высоты межпозвоночного диска С5-С6, как проявления умеренного остеохондроза. При выполнении функциональных проб -при сгибании и разгибании дислокации тел позвонков не выявлено.

Биохимическое исследование крови: билирубин общий 12 мкмоль/л, холестерин 5,0 ммоль/л, общий белок 68г/л, креатинин 91 мкмоль/л, глюкоза 4,7 ммоль/л, АЛАТ 24 ед/л, АсАТ22 ед/л.

МРТ головного мозга + МР ангиография: Очагового поражения вещества головного мозга не выявлено. Виллизиев круг замкнут.

ДС БЦА: без патологических изменений.

Консультация психотерапевта: депрессивного эпизода

средней степени (F 32.1) Консультация отоневролога: Психогенное головокружение (постуральное фобическое головокружение). Рекомендовано: лечение у психиатра, терапия антидепрессантами.

Результаты исследования по шкале депрессии Бека — 21 балл (депрессия средней тяжести).

Результаты исследования по шкале Спилбергера-Ханина — 43 балла (средний уровень тревоги, верхняя граница).

Был проведен стабилометрический тест Ромберга простой и с интеллектуальной нагрузкой, что является весьма показательным для пациентов с аффективными расстройствами (нарушением настроения).

При проведении стабиллометрического исследования в простой позе Ромберга, было выявлено что показатели затрат

механической энергии (А, Дж) на поддержание равновесия в простой позе Ромберга «с открытыми глазами» составляли 91,4 Дж. Показатели затрат механической энергии в простой пробе Ромберга «с закрытыми глазами» (когда равновесия удержать, даже относительно здоровому человеку, при отсутствии визуального контроля сложнее) были меньше, составляя 76,6 Дж.

При проведении нагрузочной пробы Ромберга (с интеллектуальной нагрузкой, используя счет), достаточно известный прием в клинической неврологии, используемый для «отвлечения внимания» пациента с целью выявления эмоционального воздействия на выполнение двигательного акта, в частности поддержания равновесия, было отмечено изменение показателей затраты механической энергии (А, Дж). Показатели на поддержание равновесия в позе Ромберга «с открытыми глазами» составляли 32,5 Дж. Показатели затрат механической энергии в пробе Ромберга «с закрытыми глазами» были выше, составляя 56,7 Дж, что являлось истинной картиной, отражающей реальную степень усилий обследуемого при выполнении теста на удержание равновесия в пределах заданной зоны.

Таким образом, по данным стабилметрического исследования при проведении пробы Ромберга в первом случае отмечалось увеличение показателя индекса энергии в положении «глаза закрыты» до 76,6 Дж.

При проведении пробы Ромберга с интеллектуальной нагрузкой, данный показатель уменьшился до 56,7 Дж, что свидетельствует о том, что при фобическом постуральном головокружении, как правило, возникает рассогласование между афферентными сигналами от органов чувств при движении и афферентными сигналами, которые отражают результаты такого движения, что является чаще всего, результатом постоянного беспокойного самонаблюдения и контроля устойчивости.

При выполнении пробы с интеллектуальной нагрузкой, а также пробы с закрытыми глазами, результаты у больных с фобическим головокружением и у здоровых людей не отличаются. Таким образом, можно с уверенностью говорить о том, что

чем сложнее «нагрузочная проба», тем лучше она выполняема пациентами с эмоциональным нарушением (фобическим постуральным головокружением).

Рассмотрим пример проведения тренингов с биоуправлением по опорной реакции и стабилметрического контроля в случае *«Правосторонний вестибулярный нейронит с выраженным головокружением»*, представленный **врачом-оториноларингологом**, к.м.н. А.Л. Гусевой (кафедра оториноларингологии РНИМУ имени Н.И. Пирогова).

Пациентка А., 56 лет, поступила в приемное отделение скорпомощной больницы с жалобами на головокружение, тошноту, рвоту, нарушение равновесия. Из анамнеза известно, что приступ головокружения возник с утра, после пробуждения. Головокружение носило системный характер, усиливалось при движениях головой, продолжалось в течение всего времени до поступления в стационар. В приемном отделении была осмотрена неврологом, ЛОР-врачом, окулистом и терапевтом. При осмотре имеется горизонтальный нистагм влево III степени с ротаторным компонентом, усиливающийся при отсутствии фиксации взгляда. Статокординаторные и статокинетические пробы не выполняет из-за выраженной атаксии, падает и отклоняется вправо. Остальные характеристики неврологического статуса в норме. Был поставлен диагноз «Правосторонний вестибулярный нейронит», который был подтвержден наличием выраженной лабиринтной асимметрии при битермальной битемпоральной калоризации и отсутствием патологии по данным МРТ головного мозга.

Пациентке было назначено медикаментозное лечение: торекан 1 суппозиторий ректально, реланиум 10 мг внутримышечно в день поступления, далее — метилпреднизолон 100мг первые три дня, потом доза уменьшалась на 20 мг каждые 3 дня.

На 3-й день после начала заболевания пациентка начала проходить вестибулярную реабилитацию под контролем отоневролога, которая в течение первых дней включала

упражнения для глаз, направленные на компенсацию поврежденного вестибуло-окулярного рефлекса справа, в положении лежа и сидя по 5 мин 3 раза в день. На 6-й день, помимо упражнений для глаз, пациентке была проведена компьютерная стабилометрия, сняты показатели в двухфазном тесте Ромберга (с открытыми и закрытыми глазами). Кроме этого, с 6-го дня начали проводиться тренинги на стабилотренинге с использованием биологической обратной связи, в первой половине дня, по 20 мин. Тренинги усложнялись по мере прогрессирования двигательных навыков. Также ежедневно проводились занятия на улучшение динамической устойчивости по 10 мин в день. Перед выпиской на 10-й день госпитализации был проведен повторно тест Ромберга, который подтвердил значительную положительную динамику постуральной устойчивости.

В последующие 3 недели пациентка А. посещала отоневролога 1-2 раза в неделю. Во время 30 минутных занятий корректировался комплекс упражнений для самостоятельных домашних занятий по пути усложнения заданий, а также проводилась оценка изменения постуральной устойчивости на стабилометрической платформе.

В ситуации, когда БОС-тренинги по опорной реакции назначаются **врачом отделения реабилитации в амбулатории** (свободные описания в примерах ниже представлены доктором Т.Н. Товпеко) для пациентов с разным диагнозом, также могут использоваться описанные выше подходы. Число сеансов — по мере необходимости, обычно 8-10.

Пример 1

пациент С., 2000 г.р., наблюдается неврологом по поводу посттравматической энцефалопатии. ЗЧМТ СГМ от 18.09.2014 г. Жалобы на головные боли, головокружения. Глазное дно: вены насыщены, полнокровны. При смотре неврологом: координационные пробы выполняет, сухожильные рефлексы D=S! 23.09.2014 ЭХО-ЭС: усиление пульсации, умеренное количество дополнительных сигналов, больше слева. РЭГ: в

каротидном бассейне пульсовое кровенаполнение снижено слева на 25% и в норме справа. В вертебро-базиллярном бассейне кровенаполнение повышено слева на 40% и в норме справа. ЭЭГ: легкие диффузные изменения регуляторного характера, типичной эпиактивности и очаговых нарушений нет. Получил курс медикаментозной терапии, вакуумный массаж шейно-воротниковой зоны. С 06.11.2014 года прошел курс стабилотренинга с БОС из восьми процедур. После курса лечения исчезли цефалгии и головокружения, прошла астенизация, показатели функциональной диагностики в пределах возрастной нормы.

Пример 2

пациентка А., 2005 г.р., жалобы на головные боли, утомляемость. ЭЭГ 28.10.2014 уровень созревания корковой ритмики соответствует норме, умеренное нарушение корково-подкорковых взаимодействий, снижение устойчивости ткани к гипоксии. 06.11.2014-глазное дно-калибр сосудов не изменен. Проведено медикаментозное лечение, ЛФК в группе, вакуумный массаж шейно-воротниковой зоны, стабилотренинг с БОС по опорной реакции из восьми занятий. Улучшилось общее состояние и показатели функциональной диагностики.

Словарь терминов

Автоматизм — действие, выполнение которого не требует осознаваемого контроля, например, процесс произнесения или написания слов — сложное автоматическое взаимодействие исполнительных частей организма — обученным человеком. Отлично от патологических автоматизмов, связанных, например, с психическими и неврологическими заболеваниями (эпилептический припадок, др.).

Анализатор как *сенсорная система* — понятие, разработанное Иваном Петровичем Павловым для описания единой системы, включающей рецепторный аппарат (*периферический отдел анализаторов*), афферентные нейроны и проводящие

пути (*проводниковый отдел*) и участки коры больших полушарий мозга, воспринимающие афферентные сигналы (*центральная часть*).

Биологическая обратная связь или **биоуправление** — способ организации информационного канала (например, зрительного или акустического) для явного представления функций организма, которые не осознаваемы в обычных условиях. Например, просмотр в реальном времени испытуемым/пациентом собственного сигнала биоэлектрической активности мозга или сердца. Биоуправление реализуется с помощью приборов, регистрирующих в реальном времени динамику физиологических функций — например, электроэнцефалографа; или, для организации биологической обратной связи по опорной реакции (здесь эксплуатируется физиологическая функция управления центром давления на опору) используют стабиллоплатформу. Понятие *биологической обратной связи* предложено Нилом Миллером.

Вегетативный баланс — как правило, этим термином обозначают характеристику функций автономной (вегетативной) нервной системы, понимаемую в виде соотношения активности симпатического и парасимпатического отделов. В качестве способа оценки часто используют анализ variability сердечного ритма. Критика понятия «вегетативный баланс», связанная как с анатомо-морфологическими аспектами (например, выделением «метасимпатической нервной системы»), так и со способами оценки баланса, не уменьшает полезности практического применения как варианта характеристики активности автономной нервной системы.

Вестибулярная реабилитация — как правило, под этим термином подразумевают систему специальных процедур, направленных на восстановление функции вестибулярной системы или же создание условий для скорейшей адаптации к повреждению.

Двигательный стереотип — понятие, которым обычно описывают свойства некоторых индивидуальных автоматизмов. Например, особенности походки или осанки. Двигательный стереотип представляют как комплекс *условных* и *безусловных* рефлексов.

Длина статокинезиограммы — один из часто используемых показателей стабилметрического исследования: сумма длин всех отрезков, соединяющих координаты центра давления испытуемого за время исследования.

Индекс энергозатрат — условное название семейства показателей, предложенного со-авторами этой книги в оценках выполнения стабилметрических процедур, на основе расчета механической работы, выполняемой центром давления человека в плоскости опоры. Согласно RU 2456920 «*индекс энергозатрат*», определяется как сумма приращений кинетической энергии тела пациента, обуславливающих изменение скорости перемещения центра давления на опору, при его смещении из начала в конец каждого дискретного отрезка статокинезиограммы.

Когнитивный контроль — обычно под этим подразумевают инициализацию, упорядочение, координацию и отслеживание познавательных процессов, обеспечивающих решение отдельных задач.

Координация движений — обычно под этим термином понимают сложные процессы согласования активности различных мышц, направленные на успешное достижение двигательной задачи.

Моторный контроль — как правило, под этим термином подразумевают систему управления движениями.

Нейропластичность — термин, предложенный Юрием (Ежи) Конорским для описания способности отдельных нейронов и целых нейронных сетей меняться в ответ на какие-либо

воздействия, включая новую информацию, новый физический опыт, сенсорную стимуляцию, возникновение повреждений или дисфункций.

Обучение применительно к *биоуправлению по опорной реакции* в клинике — это процесс восприятия условий осуществления биоуправления пациентом, взаимодействие с обучающим персоналом и оборудованием (стабилометрической системой), усвоение инструкции, селекция и запоминание собственных эффективных действий для выполнения инструкции, повторения.

Площадь статокинезиограммы — один из часто используемых показателей стабилометрического исследования: площадь под кривой, ограничивающей определенную долю всех позиций центра давления (обычно 90% точек).

Позная асимметрия — обычно под этим подразумевают функциональную или патологическую асимметрию позы, например, преимущественное распределение веса («упор») на одну ногу.

Показатель стабилометрического исследования — какая-либо расчетная характеристика изменения состояния центра давления испытуемого.

Проприоцепция — способность мозга оценивать положение и перемещение в пространстве тела или его частей, которое обеспечивается рецепторным аппаратом (проприоцепторами) в мышцах, сухожилиях, надкостнице, капсулах суставов, коже.

Равновесие как *управление балансом тела* человека — понятие, часто расширяемое на различные сенсорные системы, связанные с управлением вертикальной позой и другими двигательными задачами, например: вестибулярный анализатор, зрение, проприоцепцию. Говоря о *равновесии*, часто подразумевают слаженность работы различных рецепторов.

Рефлекс — классическое представление о механизме физиологического акта, предложенное Рене Декартом и развиваемое физиологами XIX века Чарльзом Беллем, Маршалом Галлем, Иоганесом Мюллером, Иваном Михайловичем Сеченовым и другими. Рефлекс или *отраженное движение* включает по Сеченову: «возбуждение чувствующего нерва, возбуждение спинномозгового центра, связывающего чувствующий нерв с движущим, и возбуждение последнего, выражающееся сокращением мышцы».

Сенсорные коррекции — предложенное Николаем Александровичем Бернштейном обозначение в системе регуляции движений, отличной от простого рефлекторного акта (например, отдергивания руки от огня). Понятие подразумевает процесс реальной регуляции сложных двигательных актов на основе информации, постоянно поступающей от чувствительных рецепторов для адекватной коррекции движения. Близко представлениям о «контроле результата действий», «рассогласования», «обратной афферентации», «акцептора результата действия», «сличения параметров» в теории функциональных систем Петра Кузьмича Анохина.

Спастичность — обычно под этим подразумевают патологический тонус мышц, повышенные фазические и тонические рефлексы на растяжение.

Стабилограмма — графическое отображение траектории центра давления, создаваемого человеком, в одной плоскости. Например, только по оси ОХ.

Стабилометрическая платформа, стабиллоплатформа, стабиллограф — синонимичные названия прибора, представляющего собой ограниченного размера плоскость из твердого материала, опирающуюся на датчики, которые измеряют вес человека на этой плоскости и положение его центра давления на эту плоскость.

Стабилометрическая система — комплект оборудования, предназначенный для выполнения различных процедур с использованием стабилотрии, биоуправления по опорной реакции, который обычно включает: стабилотформу, компьютер, специальное программное обеспечение, дополнительный монитор для визуального канала биоуправления.

Статокинезиограмма — график смещений центра давления человека на плоскости, в системе координат XY.

Тонус мышц — способность, характеристика мышцы, обычно понимаемая как определенный уровень эластичности и степени напряжения.

Тренинг применительно к процедуре с биоуправлением по опорной реакции — это обусловленное инструкцией выполнение двигательной задачи или комплекса задач на стабилотметрической системе.

Центр давления — термин для обозначения точки, в которой результируются силы взаимодействия человека с опорой. Например, человек, стоящий обеими ногами на платформе, за счет силы тяжести «давит» стопой каждой из них на опору, но при этом существует точка, которую можно представить как центральную, то есть такую, в которой складываются силы взаимодействия каждой стопы с плоскостью.

Центр тяжести — термин, которым обозначают точку, через которую проходит линия действия равнодействующей элементарных сил тяжести. По-другому, можно определить *центр тяжести*, как геометрическую точку, движение которой характеризует движение всего тела.

Список сокращений и обозначений

- БОС** биологическая обратная связь
- ВОЗ** Всемирная организация здравоохранения
- Гц** Герц
- МКБ** международная классификация болезней
- МКФ** международная классификация функционирования
- м** метров
- мм** миллиметров
- ОНМК** острое нарушение мозгового кровообращения
- ОСИ** ответственное стабилметрическое исследование
- A** индекс энергозатрат (см. «Словарь терминов»)
- L** длина статокинезиограммы
- NIHSS** *National Institutes of Health Stroke Scale* — шкала оценки состояний при инсульте
- S** площадь статокинезиограммы
- STPL** название компьютерной программы, предназначенной для проведения различных тестов и упражнений на стабилметрических платформах, разработанная с участием авторов этой книги; Свидетельство РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013610968
- X** среднее за время исследования положение центра давления на оси абсцисс
- Y** среднее за время исследования положение центра давления на оси ординат

Научное издание

Кубряк О.В., Гроховский С.С.,
Исакова Е.В., Котов С.В.

**Биологическая обратная связь
по опорной реакции:
методология
и терапевтические аспекты**



БИОМЕРА

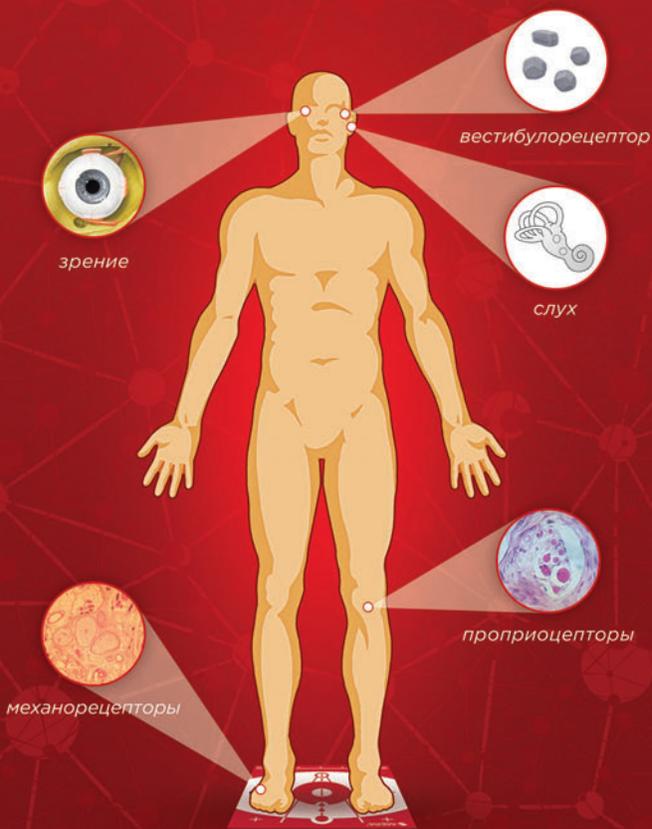
ЭЛЕКТРОННЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

www.biomera.ru

СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

— ТРЕНИНГИ С БОС ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ

— МОНИТОРИНГ И ДИАГНОСТИКА



КОНТРОЛЬ ПОЗЫ ТЕЛА И ДВИЖЕНИЙ

Издано при поддержке
Исследовательского центра МЭРА



MAŠKA

Сдано в набор 05.07.2015.
Гарнитура «Calibri».
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.
Тираж 500 экземпляров. Заказ 177.

Отпечатано в ООО «ИПЦ „Маска“»
Москва, Малая Юшуньская, 1, корпус 1.
Тел. 8 495 510-32-98
www.maska.su, info@maska.su