

ПРАКТИЧЕСКАЯ СТАБИЛОМЕТРИЯ

КУБРЯК О.В., ГРОХОВСКИЙ С.С.

СТАТИЧЕСКИЕ
ДВИГАТЕЛЬНО-КОГНИТИВНЫЕ ТЕСТЫ
С БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ
СВЯЗЬЮ ПО ОПОРНОЙ РЕАКЦИИ

http://www.biomera.ru/education/ov_kubryak.php

Москва
MASKA
2012

УДК 612.88:616
ББК 56.12
К88

Кубряк, О.В., Гроховский, С.С.

Практическая стабилметрия. Статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции.

М.: ООО «ИПЦ „Маска“», 2012 — 88 с.

Появление доступного оборудования для стабилметрических исследований, включение его в стандарты оснащения медицинских учреждений, значительно расширяет круг пользователей — от отдельных университетских исследователей к большому числу практических врачей, тренеров, психологов. Данное издание является одним из первых отечественных методических пособий по стабилметрии, рассчитанных на «обычных» практиков — неврологов, оториноларингологов, ортопедов-травматологов, наркологов, мануальных терапевтов, профпатологов и врачей других специальностей. Применение передовых решений для стабилметрического исследования — статических двигательно-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции, обогатит диагностический арсенал врача, повысит эффективность эксплуатации стабилметрических систем в лечебно-диагностических, реабилитационных и санаторно-курортных учреждениях. Новый вид тестов для стабилметрического исследования, описываемый в книге, будет полезным также спортивным специалистам, психологам и физиологам. Последовательное изложение необходимых для успешной работы теоретических, технических и методических аспектов обеспечивает комфортное «погружение» в мир практической стабилметрии на примере описываемого вида тестов. Большое число оригинальных иллюстраций, форма подачи источников (надстрочные ссылки), наличие авторских примечаний и другие визуально-текстовые решения облегчают восприятие информации. Детальное рассмотрение методик и процедуры стабилметрического исследования удачно сочетаются с конкретными примерами использования техники и программного обеспечения. Важное место отводится объяснению принципов анализа, описанию используемых показателей и интерпретации результатов.

Рецензенты:

Заведующий кафедрой нормальной физиологии Российского Университета Дружбы Народов, профессор, д.б.н., **В.И. Торшин**

Заведующий кафедрой неврологии ФУВ Московского Областного научно-исследовательского клинического института им. М.Ф. Владимирского, профессор, д.м.н., **С.В. Котов**

PRACTICAL STABILOMETRICS

Oleg V. Kubryak, Sergey S. Grohovsky

STATIC MOTOR AND COGNITIVE
TESTS WITH THE SUPPORT
RESISTANCE BIOFEEDBACK

INFORMATION ONLY

Москва
MASKA
2012

UDC 612.88:616
LBC 56.12
K88

Oleg V. Kubryak, Sergey S. Grohovsky.

Practical stabilometrics. Static motor and cognitive tests with the support resistance biofeedback.

M., Maska, 2012. — 88 p.

The emergence of the available equipment for the stabilometric research and its inclusion into the Standards of medical institutions' equipment expands significantly the users range – from the individual university researchers to a large number of practitioners, trainers and psychologists. This publication is one of the first national manuals on the stabilometrics, designed for the “conventional” practitioners – neurologists, ENT specialists, orthopaedist-traumatologists, narcologists, chiropractors, specialists in occupational pathology and doctors of other medical specialties. The advanced solutions' application for the research in stabilometrics– static motor and cognitive tests with the support resistance biofeedback will enrich the diagnostic arsenal of the physician, improve the operational efficiency of the stabilometric systems in the medical and diagnostic, rehabilitation and health resort institutions. This new type of tests for the stabilometric research described in this book will be also useful for the specialists in sport, psychologists and physiologists. The consistent description of the theoretical, technical and methodological aspects, which are necessary for the successful work, ensures the comfortable “diving” into the world of practical stabilometrics by way of example of the described tests. A large number of the original illustrations, the way of the information sources presentation (superlinear links), the presence of the author's notes and other textual and visual solutions facilitate the information perception. The detailed review of methods and procedures of the stabilometric research are combined successfully with the concrete examples of the hardware and software use. The important place is given to the explanation of the analysis principles, description of the indicators used and interpretation of the results.

Reviewers:

The Head of the Chair for Hominal Physiology of the Peoples' Friendship University of Russia, Professor, Doctor of Biological Sciences, **V.I. Torshin**

The Head of the Chair for Neurology of the DIF of the Moscow Regional Research and Clinical Institute named after M.F. Vladimirskiy, Professor, Doctor of Medical Sciences, **S.V. Kotov**

Оглавление

От авторов.....	6
Введение.....	9
Общее описание тестов.....	11
Физиологические аспекты.....	17
Процедура тестирования.....	33
Показатели и трактовка результатов.....	39
Программное обеспечение и подготовка заключений.....	55
Фактор обучения в тесте типа «мишень».....	63
Тест типа «мишень» для клинической практики.....	69
Тест типа «мишень» для психологических исследований.....	75
Тест типа «мишень» для спорта.....	76
Стабилометрическое оборудование.....	77
Сетевые системы в оценке функции равновесия.....	81
Заключение.....	85
Ссылки.....	87

С разрешения владельцев авторских прав книга добавлена на сайт www.biomera.ru для свободного распространения. Ссылка на источник цитирования при использовании материалов книги обязательна!

===

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

От авторов

При расширяющемся сегодня доступе к стабилметрическим системам у специалистов-практиков всё чаще возникают вопросы: «Как проводить тестирование на стабилплатформе?»; «Как трактовать результаты стабилметрии?»; «Как применять тест...» и т.д. На самом деле, эти вопросы не всегда так просты, чтобы их можно было решить, только лишь усвоив управление прибором (достаточно простое). Необходимо «перевести» получаемые в исследовании данные на «язык» того специалиста, который использует стабилметрию. При этом предложить устраивающий абсолютное большинство пользователей «перевод» нам представляется очень сложной задачей, требующей совместных усилий всех заинтересованных специалистов. Поскольку свои «языки» или «диалекты» есть у неврологов, у оториноларингологов, у биомехаников и остеопатов, ортопедов и подиатров, наркологов, врачей лечебной физкультуры и мануальной терапии, стоматологов, спортивных врачей, психологов и физиологов, и многих других, для кого актуален или может быть актуален метод стабилметрии. Предлагаемую Вашему вниманию работу мы не считаем таким «переводом», или же, например, полным руководством по стабилметрическим тестам для одной медицинской специальности, поскольку ставили целью сделать компактное и при этом достаточно универсальное методическое пособие для всех, кто использует на практике **стабилметрическое оборудование** и интересуется предлагаемыми здесь **статическими двигательными-когнитивными тестами с биологической обратной связью по опорной реакции**, на основе некоторых

общих моментов. Например, в структуру этой небольшой книги включено описание процедуры тестирования (общие варианты); некоторые важные, на наш взгляд, физиологические аспекты; предложения по трактовке результатов стабилметрического исследования; советы по обработке данных и т.д. Соответственно, поиск «локализованных» методик и идей для той или иной специальности остается за самими специалистами-практиками.

Актуальность биомедицинских исследований функции равновесия человека для нас была обусловлена работой над стабилметрической системой **ST-150**, в ходе которой опробованы многие технические и методические новшества. Например, впервые в РФ стабилметрическая платформа ST-150 была подвергнута метрологическим сертификационным испытаниям и введена в Государственный реестр средств измерений^{1,2}, был разработан принципиально новый конструктив стабилплатформы, позволяющий минимизировать массу прибора и улучшить его эксплуатационные качества. Кроме того, был предложен новый подход к реализации сетевых систем³, разработаны новые виды тестов (в том числе, описываемые здесь) и показателей, характеризующих результат исследований. Предлагаемое описание нацелено на практическую работу со стабилметрическими системами семейства ST-150, хотя, возможно, окажется полезным и в работе с иными устройствами.

Благодарим к.т.н. И.А. Филатова, А.В. Добророднова, к.т.н. Н.И. Прохорова, Р.И. Лущикова, к.т.н. В.В. Сергейчика, А.В. Розина и других инженеров — наших коллег; отдельно благодарим к.б.н. Д.А. Напалкова, з. м. с. СССР К.О. Иванова, м.с. СССР, к.п.н. А.О. Акопяна, а также врачей — к.м.н. Д.А. Киселева, к.м.н. А.Л. Гусеву, к.м.н. И.В. Кривошей, д.м.н. Е.В. Исакову, М.В. Романову, д.м.н. Е.К. Кречину,

к. м. н. И.В. Пагабало, к. м. н. Н.Л. Панина и многих других, за добрую творческую атмосферу и полезные советы, сопутствующие нашему общению. Особая признательность д. м. н. Д.В. Скворцову и д. м. н. В.И. Усачеву, чьи публикации о стабилOMETрии и интересные беседы с которыми сопровождали наши собственные поиски.

Большое спасибо глубокоуважаемым рецензентам — д. м. н. С.В. Котову и д. б. н. В.И. Торшину, проявившим внимание к нашей работе и уделившим собственное время для её рассмотрения.

INFORMATION ONLY

Введение

К **статическим двигательнo-когнитивным тестам с биологической обратной связью** по опорной реакции относятся **компьютеризованные тесты** типа «мишень», основанные на оценке выполнения двигательной (позной) задачи **по данным стабилометрии и результату выполнения инструкции** (внешней задачи). При этом испытуемому требуется осуществлять **визуальный** или **акустический**, или смешанный (визуально-акустический), или иной по типу (например, тактильный) контроль центра давления на опорную поверхность по **биологической обратной связи**.

Тесты типа «мишень» в отличие от, например, более распространенной при использовании стабилометрического оборудования пробы Ромберга, позволяют оценивать **состояние внимания, согласованность зрительного восприятия¹ и мышечного контроля, общую эффективность выполнения целенаправленного действия** при удержании неподвижной вертикальной позы. К достоинствам тестов данного типа следует также отнести **повышенную чувствительность** к изменениям функционального состояния (например, влиянию привычного курения⁴), которые могут не проявляться явно в менее специфичных тестах.

Инструментальная оценка (количественная) результатов тестирования позволяет получать **объективные данные** о состоянии испытуемого. То есть, в отличие от достаточно субъективных оценок в различных функциональных пробах без применения приборов (типа «пациента «ведет» вправо» или

¹ При организации визуальной обратной связи (здесь и далее — прим. авторов)

«обследуемый больше наклоняется влево при проведении пробы...»), использование статических двигательных-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции **повышает точность и надежность обследования** за счет объективных измерений состояния испытуемого.

Тесты типа «мишень» разработаны для примененияⁱⁱ:

- **в медицинской практике** (оториноларингология, неврология, психиатрия, наркология, травматология, др.) — для функциональной и реабилитационной диагностики;
- **в психологической и педагогической практике** — для количественной оценки состояния внимания;
- **в спорте** — для функционального контроля;
- в системах **допускового** (предсменного) контроля.

ⁱⁱ Применение данных тестов относится к стабилметрическому обследованию — использованию допущенной государственным контролем к медицинскому применению диагностической техники. То есть, применение того или иного теста является более конкретизированной методикой применения стабилметрического оборудования.

Общее описание тестов

Центральной частью тестов типа «мишень» является **наличие инструкции** — задания цели для испытуемого, достижение которой осуществляется **управлением равновесием** с использованием внешних каналов, реализующих обратную связь. Условием стандартного задания является наилучшее удержание метки контроля центра давления в заданной зоне. **Варианты** данного типа тестов могут различаться видом «мишени», типом обратной связи, реализацией методики; в зависимости от целей применения теста могут быть использованы особые настройки (компьютерных программ) или специализированные варианты программного обеспечения.

В функциональной (программной) части **стабилометрической системы ST-150** тест типа «мишень» может входить, например, в раздел «двигательно-когнитивные тесты» или в раздел «статические тесты», в зависимости от типа программного обеспечения. В стандартном для медицинских стабилометрических систем ST-150 программном обеспечении **Stabip**ⁱⁱⁱ (раздел меню «двигательно-когнитивные тесты») интерфейс теста с визуальной обратной связью представляет собой круглую мишень с контрастными зелеными концентрическими областями (рис. 1). При использовании акустической обратной связи, центру и каждой области мишени соответствует особый звук, что позволяет испытуемому определять позицию центра давления по изменению звука.

Метка центра давления перемещается на экране в зависимости от положения тела испытуемого — смещения проекции его центра тяжести на стабиллоплатформу, как схематично показано на рис. 2. **Чувствительность стабиллоплатформы** при этом

ⁱⁱⁱ Свид. о гос. рег. пр. ЭВМ № 2011614066

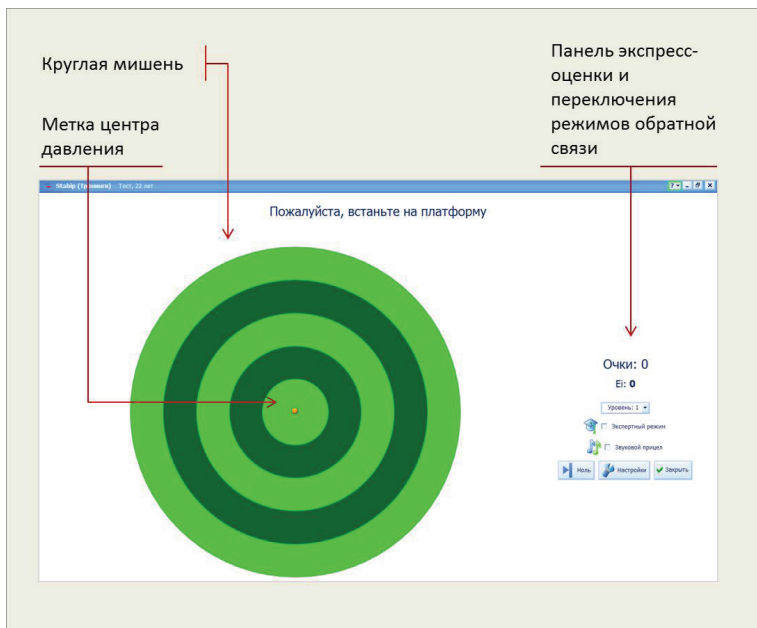


Рис. 1.

Внешний вид экрана с «мишенью» в программе Stabip/WinPatientExpert

может быть постоянной (но различной для разных вариантов теста) в течение всего периода тестирования, или меняться по заданному алгоритму. В зависимости от особенностей оснащения (вариантов оборудования), **целей и условий применения теста** используют **различные устройства для визуализации**. Например, «мишень» может отображаться на дополнительном мониторе, установленном напротив испытуемого. Или, для создания визуальной обратной связи может использоваться проектор и экран. Применение различных средств визуализации (таб. 1) позволяет создавать наиболее подходящие варианты для решения требуемых задач применения статических

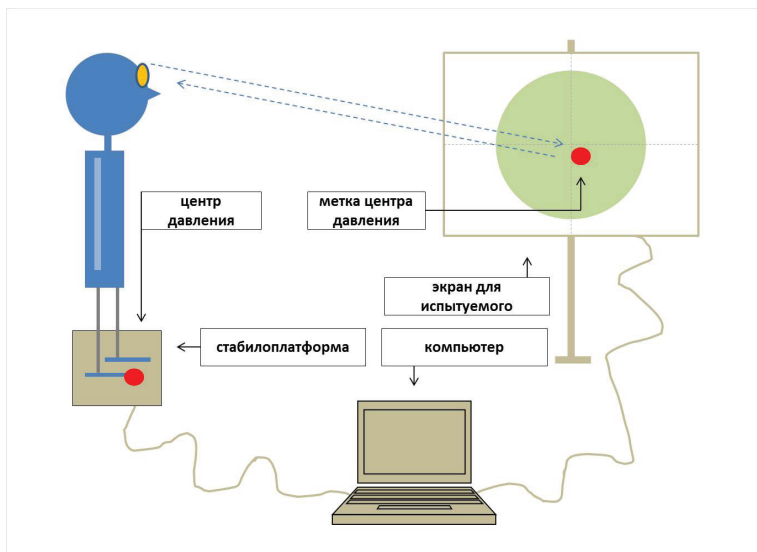


Рис. 2.

Биологическая обратная связь по опорной реакции испытуемого (вариант — визуальная) в тесте типа «мишень».

двигательно-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции.

Для более комфортного (удобного для исследователя) проведения теста и обслуживания техники, обычно используют в качестве экрана **второй компьютерный дисплей^{iv} на регулируемом штативе или проектор** с проекционным экраном. В ряде случаев возможно просто проецировать изображение на стену помещения, где проводится тестирование (при достаточно качественном проекторе и светлой окраске стен — когда возможно достичь адекватной четкости и цветности изображения).

^{iv} Для управления работой систем семейства ST-150 обычно используются компьютеры под управлением Windows. Технология разделения изображений (рабочих экранов) является стандартной опцией операционной системы Windows в обычных комплектациях

Таб. 1.

Применение различных аппаратных средств для создания визуальной биологической обратной связи в двигательнo-когнитивных тестах с биологической обратной связью по опорной реакции.

ТИП УСТРОЙСТВА	ДОСТОИНСТВА*	НЕДОСТАТКИ*
Дополнительный дисплей для компьютера (компьютерный монитор)	<ul style="list-style-type: none"> a. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows — штатное п/о для разделения или дублирования изображений) b. удобство при выборе расстояния от испытываемого до экрана и регулировки высоты экрана (уровень глаз испытываемого) с помощью штатива 	относительно малый размер экрана для специальных целей (например, в спорте)
Телевизор	<ul style="list-style-type: none"> a. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows — штатное п/о для разделения или дублирования изображений) b. возможность многоцелевого применения устройства c. возможность использования достаточно больших экранов 	необходимость специальных дополнительных устройств для регулировки расстояния от глаз испытываемого до экрана — в зависимости от типа телевизора
Проектор и экран	<ul style="list-style-type: none"> a. простота настройки программного обеспечения (в компьютерах Windows — штатное п/о для разделения или дублирования изображений) b. возможность создания больших изображений — повышение эффективности восприятия («эффeкт кинотеатра») c. универсализация настроек расстояния от испытываемого до экрана за счет «эффeкта кинотеатра» 	необходимость относительно большого затемненного помещения для устаревших моделей проекторов

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

* Достоинства и недостатки — с точки зрения пользователя теста типа «Мишень»

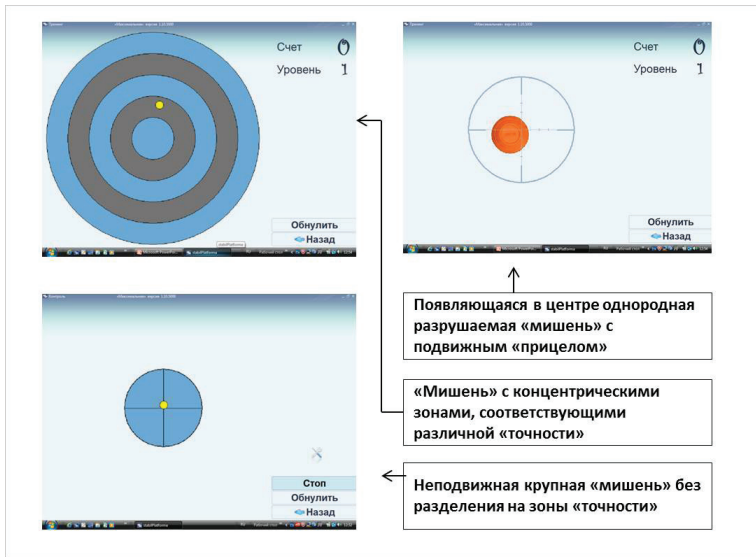


Рис. 3.

Примеры реализации интерфейса тестов типа «мишень» для испытуемого в вариантах программного обеспечения МЭРА.

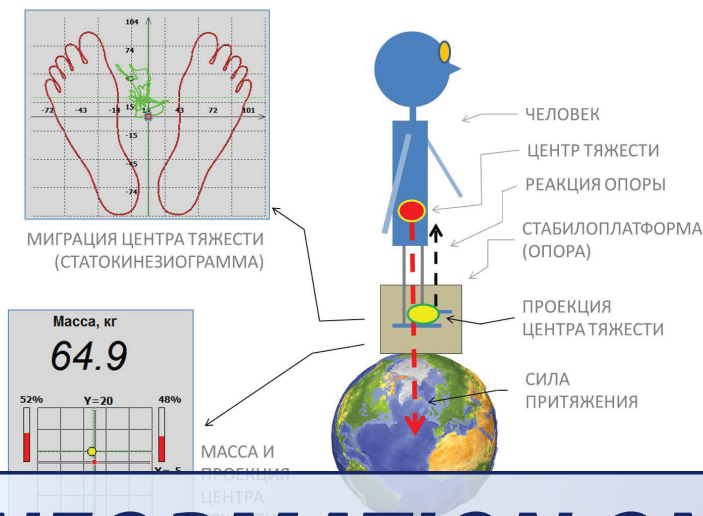
Внешний вид тестов типа «Мишень» может варьировать в различных видах программного обеспечения. Некоторые варианты экрана испытуемого представлены на рис. 3.

Программные и методические различия вариантов тестов типа «мишень» связаны с целями проведения тестов и будут более подробно рассмотрены ниже.

Физиологические аспекты

Поддержание равновесия — **сложный комплексный процесс**, включающий содружественную активность различных органов и систем организма. В управлении участвуют проприоцептивный, зрительный, вестибулярный и иные **анализаторы** при координирующей роли **мозжечка**⁵. В физическом смысле **равновесие** — это процесс непрерывной компенсации силы тяжести и иных действующих сил (например, силы давления, создаваемой ветром). Этим силам противодействует костно-мышечный аппарат, управляемый нервной системой. В свою очередь, **сила тяжести** оказывает управляющее воздействие на формирование земных биологических объектов⁶. Можно сказать, что физиологически «обычный» процесс поддержания равновесия касается самых фундаментальных основ жизни — непосредственного взаимодействия живого существа и его планеты. К.Э. Циолковский, первым затронувший данную тему в старинном 1882 году (год начала его работы над рукописью «Механика в биологии»), писал⁷, что «будь иная сила тяжести на нашей планете, и размер наиболее совершенных людей, как, впрочем, и всех других существ, изменился бы...».

Сила тяжести⁸ является равнодействующей силы притяжения к Земле и центробежной силы, обусловленной вращением планеты. Точкой приложения силы тяжести является так называемый **центр тяжести** физического объекта, то есть точка, относительно которой суммарный момент сил тяжести, действующих на систему, равен нулю. В отличие от центра тяжести, **центр масс** в механике — это **геометрическая точка, характеризующая движение тела или системы частиц как**



INFORMATION ONLY

Измерение массы и положения центра масс (центра тяжести) человека.

Пояснения в тексте.

целого или распределение массы по телу или системе частиц.

Движение твёрдого тела можно рассматривать как суперпозицию движения центра масс и вращательного движения тела вокруг его центра масс. Центр масс при этом движется так же, как двигалось бы тело с такой же массой, но с бесконечно малыми размерами (материальная точка). Последнее означает, в частности, что для описания этого движения применимы все законы Ньютона. Во многих случаях можно вообще **не учитывать размеры и форму тела, и рассматривать только движение его центра масс.** В постоянном однородном гравитационном поле центр тяжести всегда совпадает с центром масс. Поэтому на практике эти два центра **почти совпадают** (так как внешнее

гравитационное поле на поверхности планеты может считаться постоянным). Исследуя миграцию центра давления (точки) человека на **стабилоплатформе**, мы получаем информативные данные о целом организме.

Сила тяжести обуславливает, в свою очередь, силу, с которой **тело воздействует на опору** или подвес, называемую **весом** тела. В отличие от силы тяжести, являющейся **гравитационной силой**, приложенной к телу, вес — это упругая сила, приложенная к опоре или подвесу. Именно измерение параметров взаимодействия физического объекта с опорой под действием гравитационной силы даёт возможность определить важные свойства самого объекта (рис. 4), такие как:

- **гравитационная масса физического тела** (которая показывает, с какой силой тело взаимодействует с внешними гравитационными полями);
- **положение центра масс физического тела** (центра тяжести) в системе координат, связанной с опорой или с самим объектом.

В общем виде, измерение параметров **взаимодействия материального объекта с гравитационным полем планеты**, сводится к измерению суммарной реакции опоры объекта на воздействие сил гравитации и распределения силовых полей в плоскости опоры объекта. Исходя из этого, задачей измерения является локализация распределенных силовых полей и определение метода преобразования измеряемого силового воздействия в физическую величину, **показатель**, пригодный для восприятия и оценки. По сути, **метод стабилотрии** в биомедицинских исследованиях — это **исследование функции равновесия, то есть определение**

характеристик присущей индивидууму модели компенсации силы тяготения.

Реализация метода требует:

1. **наличия** специфических методик (процедур измерений);
2. **адекватной обработки** данных о миграции центра масс (расчет различных физических характеристик);
3. **достоверности проведенных измерений** (надлежащее метрологическое обеспечение);
4. **обоснованной физиологической трактовки** полученных результатов.

Соответственно, выбор способов обработки данных (выбор адекватных показателей) и трактовка полученных результатов, основываются на определённых **физиологических моделях**, описывающих механизмы поддержания равновесия^v. При этом рассмотрение механизмов поддержания равновесия может быть **более общим** или фокусироваться на **отдельных аспектах**, выделяя какую-то интересную для определенных специалистов область. Например, может быть сделан акцент:

- на анатомические аспекты (биомеханика);
- на психофизиологические аспекты (восприятие, управление движением);
- на патофизиологические аспекты (клиника).

Применение анатоми-механических объяснений функции равновесия можно с определенным упрощением свести

^v Рекомендуем также ознакомиться с работами лаборатории Ю.С. Левика — лаборатории № 9 ИППИ РАН, основанной В.С. Гурфинкелем — ряд публикаций сотрудников доступен на сайте института. Один из лучших отечественных учебников физиологии человека (под ред. В.М. Покровского и Г.Ф. Коротько), ссылка на который приведена выше, содержит раздел, подготовленный В.С. Гурфинкелем и Ю.С. Левиком.

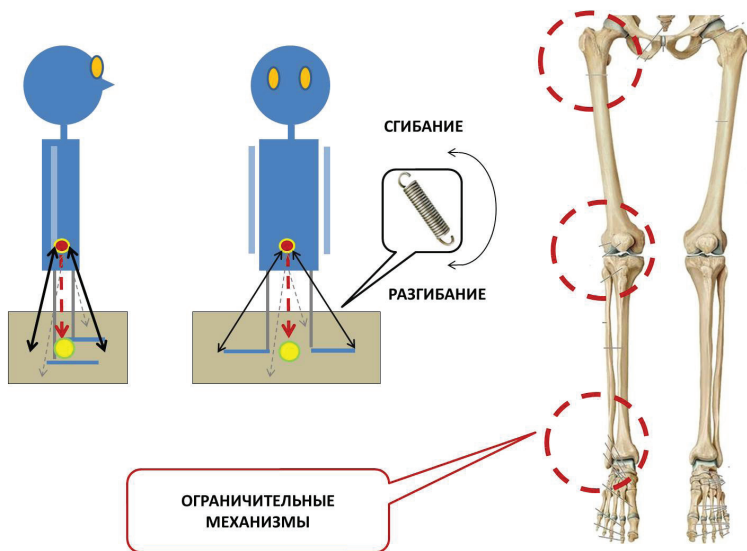


Рис. 5.

Преимущественно механическая трактовка функции равновесия.
Пояснения в тексте.

к структурированию действия мышц-сгибателей и разгибателей в условиях нормального или патологического состояния опорных конечностей, при наличии «критических областей» регулирования вертикальной позы стоя — голеностопных, коленных и тазобедренных суставов. Поэтому условно можно сказать, что в основе таких представлений — **биомеханические свойства суставов и степень их «включенности» в управление позой** (рис. 5). При этом цитируемые в **литературе о стабилотрии**⁹ биомеханические объяснения, что происходит при том или ином типе поддержания равновесия, можно свести, например, к представлениям о так называемых

«голеностопной» и «тазобедренной» стратегиях. Например, при частой для стабилметрического исследования установке стоп — пятки вместе, носки врозь (так называемая «европейская» стойка) и ровном вертикальном положении тела, центр тяжести тела находится несколько впереди *promontorium* таза. При этом вертикальная проекция проходит впереди оси движений голеностопных и коленных суставов и позади тазобедренных⁹.

«В этом положении имеется наружный (в результате силы тягести) момент силы, который стремится разогнуть тазобедренные суставы. Оба сустава замкнуты мощной Бертиниевой связкой и удерживаются без затраты энергии в этом положении. Коленные суставы также имеют наружный вращающий момент сил, стремящийся разогнуть их, и замыкаются пассивно натяжением связок задней поверхности сустава и суставной капсулой. Голеностопные суставы имеют свой наружный вращающий момент, стремящийся произвести сгибание, которое при фиксированной к опоре стопе реально является наклоном голени вперед. Этому вращающему моменту нет адекватного противодействия со стороны связочного аппарата. Все балансировочные движения происходят в пределах рабочей амплитуды голеностопного сустава. В описанном положении сустав может замыкаться только активно — действием трехглавой мышцы голени. При этом трехглавая мышца выполняет силовую работу, а передняя большеберцовая — коррекционную. Сама трехглавая мышца состоит из камбаловидной, контролирующей сгибание в голеностопном суставе, и двух икроножных, являющихся двусуставными, работающими как на сгибание коленного, так и на разгибание голеностопного сустава. В силу таких физиологических и анатомических особенностей данных мышц основная функция контроля баланса отводится камбаловидной мышце».

Данная цитата из монографии Д.В. Скворцова⁹ соответствует «голеностопной стратегии», предложенной Horak и Nashner¹⁰ в 1986 г. С обсуждаемой позиции, «тазобедренная стратегия» при выполнении стандартной пробы, характеризуемая активным «подключением» тазобедренных суставов, считается нефизиологической.

Учитывая, что выполнение испытуемым целенаправленной задачи, какой является контроль центра давления с помощью биологической обратной связи, может включать **различные** движения, выходящие за рамки «физиологичной» голеностопной стратегии и у вполне здоровых людей (например, в зависимости от трудности задачи, от индивидуальных координационных способностей), более корректной в данном изложении представляется системная трактовка, определяющая понятие «стратегия» как **способность человека объединять в единое целое различные задачи**¹¹. В частности, в тесте типа «мишень» испытуемый должен выстроить **индивидуальную двигательную стратегию**, учитывающую одновременно изменение внешнего сигнала, изменение сигнализации от стоп, от вестибулярного аппарата при отклонении корпуса и т.д. В этой связи следует отметить возможные различия употребления термина «стратегия» здесь и, например, в источниках, описывающих включенность суставов ног в поддержание позы.

Рассматривая в **системном единстве** заданные инструкцией изменения конфигурации тела (в тесте типа «мишень») — в соответствие с физическими и психическими возможностями испытуемого, можно получать количественные характеристики его стандартизованного поведения. Иными словами, исследователь может получить информацию, связанную с **когнитивной сферой** испытуемого, также как и с **двигательной**.

Ключевым вопросом для практического применения тестов, связанных с оценкой двигательной сферы, является

возможность оценить **влияние** физического **дефекта** (например, травмы), системного нарушения (например, интоксикации) на «нормальное» движение, или же динамику изменений. При этом, **проводимое исследование можно рассматривать, с одной стороны, как оценку степени «повреждения», или, с другой — как оценку степени компенсации.** Классический подход, предложенный П.К. Анохиным, предполагает оценку «физиологической сути» компенсаторных приспособлений испытуемого по «немедленному результату». В основе — взгляд, что **компенсаторный процесс является непрерывным^{vi}**, имеющим своей целью восстановление нарушенной функции до ее нормального уровня¹². Это означает наступление последующего этапа компенсации после оценки центральной нервной системой предыдущего этапа компенсации (рис. 6). В этом смысле, описываемые здесь **статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции**, предлагают оценки состояний человека за определенный период (время тестирования, момент) **по конечному результату** — объективному результату целенаправленного поведения и объективным параметрам соответствующей специфической двигательной активности (стабилометрические характеристики)^{vii}.

Важнейшее место в описании механизмов живого, П.К. Анохин отводил способности **предсказания, предвосхищения** будущих событий, вызывающих заблаговременную подготовку. То есть, то или иное **движение может быть связано с предвосхищением требуемой коррекции позы** — например, для

^{vi} Клиницисты иногда указывают также на «срыв компенсации», который, вероятно, можно рассматривать и как устойчивый патологический вариант функциональной системы.

^{vii} См. также раздел, посвященный биологической обратной связи и фактору обучения

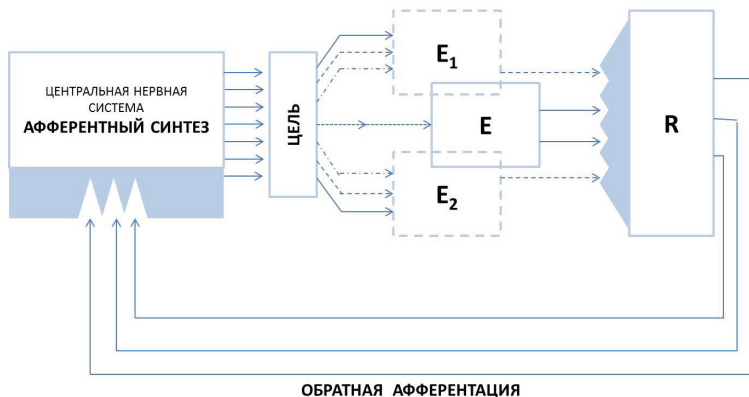


Рис. 6.

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 П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина, 1968.

синхронизации собственных движений испытуемого с движением метки в тесте типа «мишень». Физиологический механизм, обеспечивающий проверку соответствия будущих результатов исходному «решению» П.К. Анохин назвал «акцептором результата действия».

Свою модель регуляции двигательного акта предлагал классик физиологии движений Н.А. Бернштейн¹³ — в виде кольцевой структуры (рис. 7), где центральным звеном был «задающий прибор». Н.А. Бернштейн полагал, что управление движением «требует в ряде случаев непрерывного восприятия не только текущих значений расхождения, но и скорости, с которой

нарастают или убывают эти расхождения». Отметим, что **алгоритм организации обратной связи** в тесте типа «мишень» в **стандартных** программах для стабилометрической системы ST-150 устроен таким образом, что по мере достижения результата (успешного периода удержания центра тяжести в заданной зоне), чувствительность платформы к смещению центра давления **возрастает** — соответственно **скорость** нарастания возможных расхождений увеличивается. В этом смысле, организованный по такому алгоритму тест «мишень» примыкает также к понятию **скорости реакции**^{viii}.

Рассматривая стабилометрическое исследование **более широко** — как возможность для организации **двигательно-когнитивных** тестов (в том числе, статических, типа «мишень»), а не только в качестве источника информации о механической патологии опоры, можно добиться более высокой **диагностической эффективности**. В этой связи, понимание, что в основе двигательного акта лежит **нервная модель управления**, а стабилометрический тест может быть для её изучения простым в применении и при этом адекватным **инструментом**, является важным условием для успешной практической работы в медицине, спорте и психологии.

Среди частных аспектов, связанных с внутренней структурой тестов типа «мишень», отметим также **различные типы обратной связи**. В качестве базового элемента предлагается **зрительная** обратная связь. Поэтому обратим внимание на, возможно, более **высокую чувствительность** данного типа тестов для практики, связанную с физиологическими особенностями зрительного анализатора.

^{viii} Интересным для исследователя может быть сопоставление с представлениями о «нейрофизиологических кадрах»: Алюшин А.А., Князева Е.Н. Темпомиры. Скорость восприятия и шкалы времени. Издательство ЛКИ, 2008. 240 с.

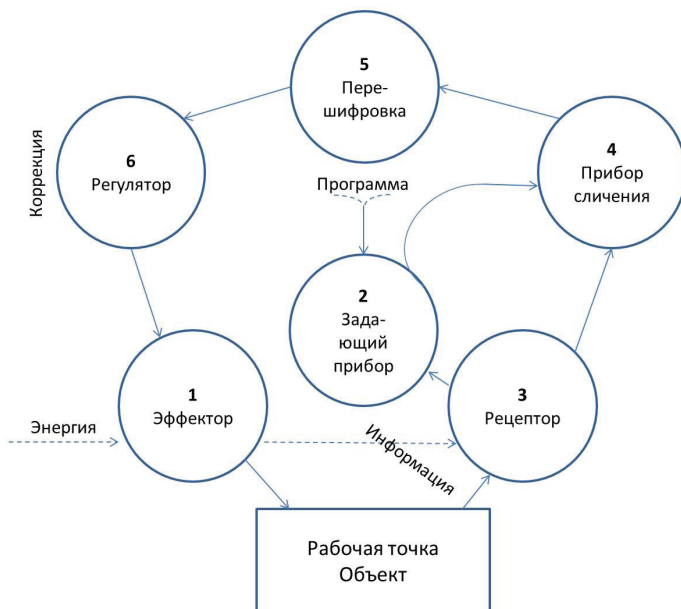


Рис. 7.

Простейшая блок-схема управления движением по Н.А. Бернштейну. Адаптировано из Н.А. Бернштейн. Физиология движений и активность, М.: Наука, 1990

Например, при **нарушениях движений глаз**, структура всего двигательного акта — поддержания позы в тесте типа «мишень», **изменится**, так как зрительная сигнализация окажется менее информативной, чем «обычно», будет содержать «шумы» — её роль в «правильном» контроле позы снизится, а, роль иных («сохранных») механизмов контроля повысится. При этом изменения движений глаз от нормальных могут быть вызваны как функциональными причинами, так и органическими.

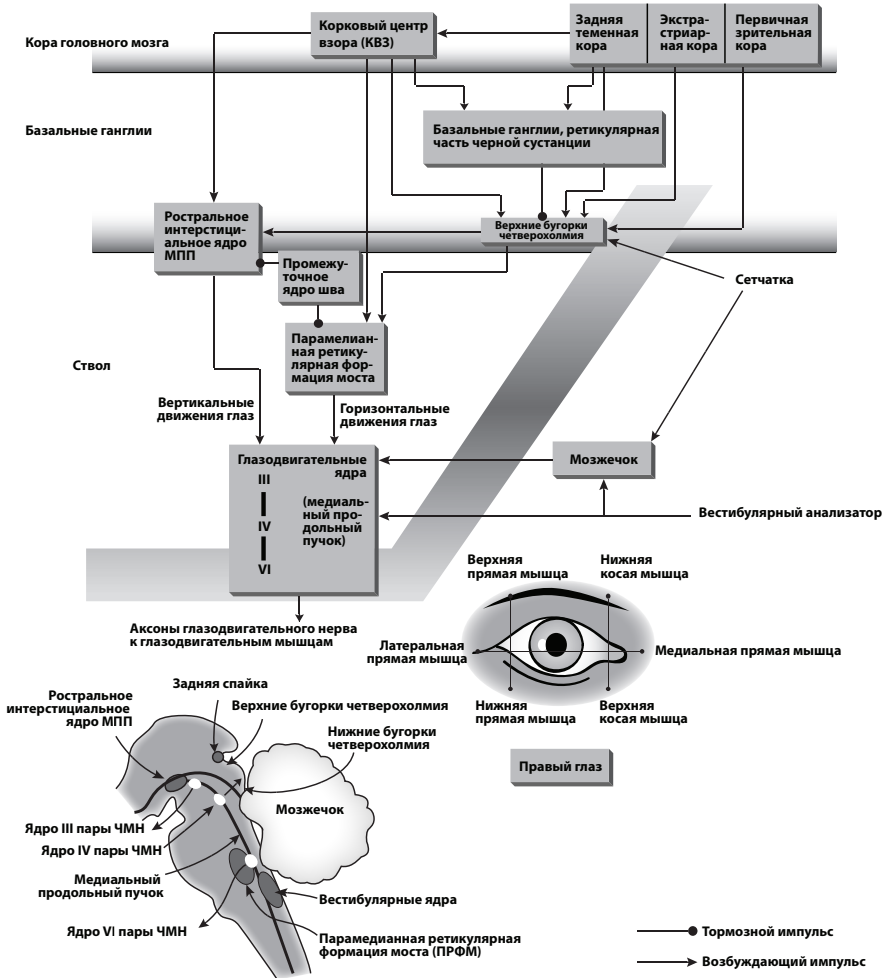


Рис. 8.

Регуляция движений глаза по Р. Баркер и соавт. Сокращения: МПП — медиальный продольный пучок; ПРФМ — парамедианная ретикулярная формация моста; КЦВ — корковый центр зрения; ЧМН — черепно-мозговой нерв.

Источник: Р. Баркер, С. Бараззи, М. Нил. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009

Высокая чувствительность движений глаза к различным воздействиям — лекарственным, химическим, физическим (например, травмам головы), средовым (например, работа в туннеле с особым образом распределенным освещением) и т.д., связана с тем, что регуляция точных движений осуществляется комплексно, с вовлечением разноуровневых структур — см. рис. 8¹⁴.

Исследование функции **зрительного анализатора**, снабжающего человека при обычных условиях наибольшим количеством внешней информации, является, как и непосредственное исследование равновесия, частым практическим приемом для оценки состояния нервной системы или косвенной оценки функции равновесия (например, видеонистагмография).

В структуре каждого анализатора можно условно выделить три функциональных элемента: **периферический, проводящий и центральный**⁵. При этом начальная обработка стимулов осуществляется уже на уровне рецепторного аппарата (периферии). Важными аспектами для всех анализаторов является общая высокая **чувствительность** к адекватным раздражителям, **адаптация** и тесное **функциональное взаимодействие**. Собственно, это и позволяет использовать косвенные методы — например, исследование движений глаз в оценке функции равновесия. Однако добавление к «обычным» постуральным тестам специфической зрительной задачи в тестах типа «мишень», как мы полагаем, увеличивает **чувствительность**⁴ целевого исследования, вероятно, за счет специфической активности зрения и **модуляции функционального взаимодействия различных анализаторов** при организации **искусственной обратной связи**. На наш взгляд, статический двигательный-когнитивный тест с визуальной обратной связью сочетает достоинства традиционных постуральных проб с повышенной чувствительностью зрения к внешним воздействиям. В этой связи, применение

статических двигательных-когнитивных тестов с биологической обратной связью по опорной реакции, вероятно, является иногда физиологически **более обоснованным** — например, для целей допускового контроля или оценки влияния психотропных средств, или оценки влияния токсичной среды, чем другие по-стуральные пробы, хотя, конечно, **нельзя воспринимать этот тип тестов как «панацею»**.

Касаюсь реализации в тестах типа «мишень» биологической обратной связи в виде **акустического сигнала**, следует отдельно отметить, например, возможность проведения вариантов тестов **для слабовидящих**. Преимущественная «нагрузка» тех или иных анализаторов (зрения, слуха) создаёт **различия в качестве теста**. Также как и временные различия проведения теста, выбор интерфейса теста (например, рис. 1, рис. 3), выбор расстояния до «мишени» (параметры подачи сигналов), выбор установки (позы) и др., всё это предоставляет **возможности** создания и применения **большого числа разнообразных методик**.

Важным аспектом представляется возможность применения сочетанной **визуально-акустической** обратной связи, создающей для испытуемого большее число разномодальных сигналов. Это позволяет, например, повысить вероятность «отклика» на выполнение инструкции у заторможенных испытуемых. Интересные возможности применения сочетанной обратной связи, на наш взгляд, предоставляет, например, для психологии.

Следует отдельно отметить, что «включение» **вестибулярного анализатора** в тестах типа «мишень» при выполнении испытуемым задачи без значимых раскачиваний и поворотов головы **минимальное**. Однако не исключено создание мощной **неадекватной афферентации** от вестибулярного анализатора во время теста, **при наличии патологии или подверженности**

укачиванию. Соответственно, это будет влиять на всю систему равновесия.

На рис. 9 представлена **условная схема**, показывающая возможные «**точки приложения**» для внешних материальных факторов, которые могут изменять функцию равновесия — это, например, лекарственные вещества, токсины, следствие болезни. Структура **системы равновесия**, как видно из этой схемы, очень чувствительна. Это позволяет применять простые

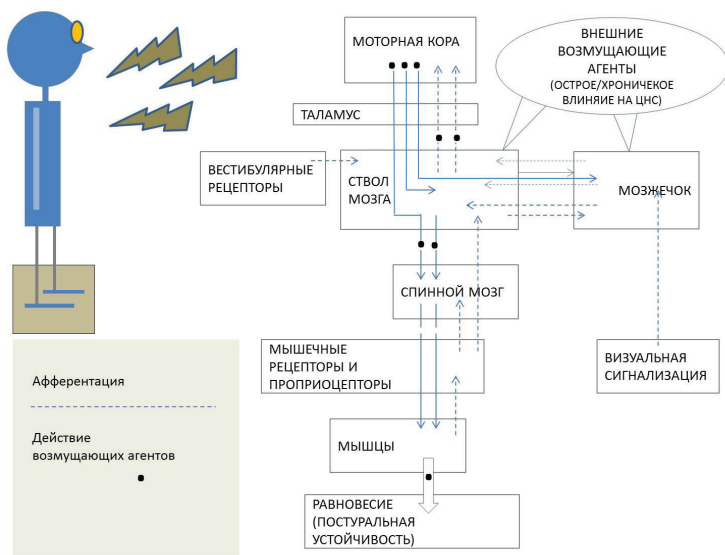


Рис. 9.

Возможные физиологические механизмы возмущения системы равновесия человека под влиянием внешних материальных факторов, влияющих на центральную нервную систему. Пояснения в тексте. Подготовлено по материалам Biological monitoring: an introduction / ed. by Shane Que Hee.

New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1993 p. 425.

постуральные тесты и количественные, с применением стабиллометрических устройств, для выявления, например, токсических эффектов.

Статический тест с биологической обратной связью по опорной реакции «(типа «мишень»)), как следует из описанного выше, добавляет **новые возможности** для диагностики, по сравнению с более привычными на сегодня исследованиями равновесия.

Оценивая результаты тестов по конечному результату целенаправленного действия, можно давать **интегральные оценки** или выделять **специфические** — исходя из целей и удобства пользователя. Подразумевается, что выполнение теста для испытуемого означает «включение» одновременное или последовательное ряда «специфических» систем¹⁵ — зрительного анализатора, проприоцептивной системы, вестибулярной системы, мышечного аппарата... Такое деление на сегменты, как следует из системного рассмотрения проблемы, является весьма условным. Тем не менее, выделение отдельного сегмента — например, зрительного анализатора, полагаем оправданным, так как это позволяет прицельно **обратить внимание** практических специалистов на возможные **физиологические механизмы**, которые могут быть связаны с результатами теста типа «мишень», и, соответственно, с их клинической интерпретацией.

Подробно вопросы физиологии функции равновесия, проведение функциональных проб, клиническая интерпретация и др. рассматриваются в **специальной литературе**^{ix}. Аспекты, касающиеся наличия **биологической обратной связи** в тестах типа «мишень» и возможного влияния **обучения**, изложены в отдельном разделе.

^{ix} См., например, раздел «Библиотека» на сайте www.biomera.ru.

Процедура тестирования

Процедура тестирования является частью методики исследования. Четкое соблюдение конкретной процедуры проведения теста позволяет получать сравнимые, валидные результаты, предупреждает ошибки в выводах и заключениях.

Специфика применения тестов типа «мишень» в различных областях определяет возможность **большого числа** методик. При этом **основная суть теста не меняется** (см. рис.1—3). Различия же самой процедуры могут основываться, например:

- на выборе **типа биологической обратной связи** (визуальная, акустическая, смешанная, другая);
- на выборе **параметров предъявления** внешних сигналов (расстояние от глаз испытуемого до монитора, размер дисплея, громкость звука, частота звука и т.д.);
- по **наличию или отсутствию** каких-либо специальных дополнительных **воздействий**, включенных в процедуру тестирования (например, решение математической задачи во время теста, специальная атмосфера, шум, световое воздействие и т.д.)
- на выборе **времени и условий** проведения теста (например, за столько-то до или после принятия определенной дозы такого-то препарата, до или после такой-то тренировки, в определенное время суток и т.д.);

Кроме того, **широкое поле** для варьирования методик представляют возможности выбора позы испытуемого, искусственные ограничения анализаторов, противовесы и т.д. — некоторые примеры представлены на рис. 10.

Пример фрагмента описания процедуры тестирования (вариант^x):

Доброволец, стоя босиком вертикально на стабилометрической платформе ST-150 при стандартной установке стоп — параллельно, по ширине клинической базы — держа руки вдоль тела, смотрел на монитор с номинальным размером диагонали 27', расположенный прямо на уровне глаз на расстоянии 2 метра. Проекция центра тяжести добровольца на стабилометрическую платформу (центр давления) визуализировалась на экране в виде «метки», которую требовалось в течение 60-ти секунд удерживать в центре выделенной зоны экрана — однородной круглой синей «мишени», изображение которой создавалось программным обеспечением (название)... Установка добровольца на платформу осуществлялась так, чтобы первоначальное («удобное» для стандартной стойки) положение центра давления соответствовало центру координат (центру мишени). В течение теста чувствительность платформы к колебаниям центра давления повышалась по заданному закону. Начало и окончание выполнения инструкции задавалось автоматической командой. Каждый испытуемый проходил данный тест ежедневно в одно и то же время суток (утром с 10 до 11 часов) в течение 7 дней, до начала...

На самом деле, вариантов, понятно, может быть **намного больше**, чем представлено выше, а также могут применяться **комбинированные решения**, что вносит еще большую **гибкость** в выбор процедуры.

Поэтому для подробного описания процедуры проведения теста типа «мишень» выбран один из **ординарных** вариантов. Для удобства представим детальное описание

^x При необходимости описания собственной методики следует учитывать возможные различия самих тестов (их варианты) и условий проведения исследования

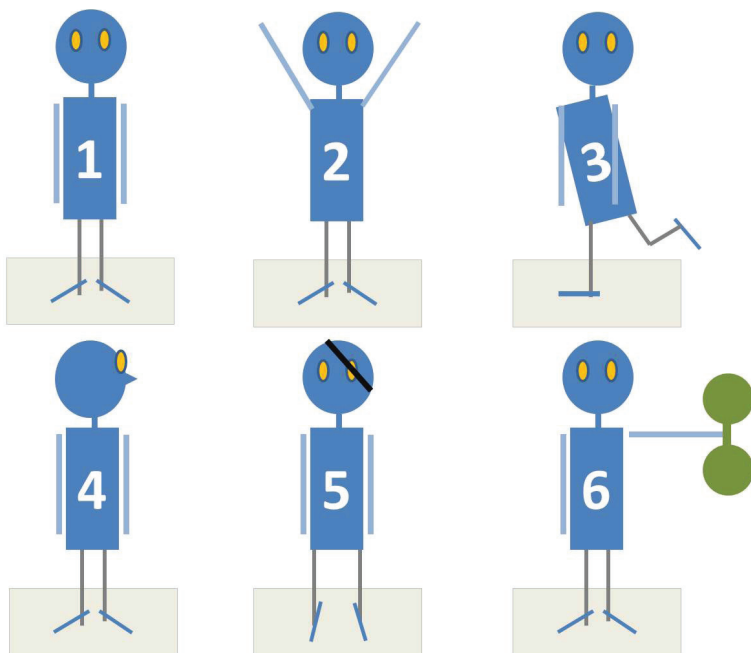


Рис. 10.

Примеры вариантов установки испытуемого на платформу для стабилометрических исследований: 1 — прямая вертикальная стойка, пятки вместе, носки врозь; 2 — вариант с изменением позиции рук; 3 — стойка на одной ноге; 4 — прямая вертикальная стойка, поворот головы; 5 — прямая вертикальная стойка, стопы параллельно по ширине клинической базы, искусственное ограничение зрения; 6 — прямая вертикальная стойка с дозированным противовесом

условий и процедуры в виде таблицы (таб. 2), описывая отдельные элементы, характеризующие установку испытуемого, технические параметры, время проведения теста и т.д.

Процедура тестирования

Таб. 2.

Вариант условий и процедуры теста типа «мишень» (описание).

№№	УСЛОВИЯ	ОПИСАНИЕ
1	Установка стоп*	«европейская» стойка — пятки вместе, носки врозь — согласно разметке стабиллоплатформы; вариант — свободная стойка
2	Положение ног	выпрямлены, симметричная нагрузка
3	Положение корпуса	вертикально
4	Положение рук	расслабленно, вдоль туловища
5	Положение головы	ровно
6	Взор	прямо, двумя глазами
7	Тип биологической обратной связи	визуально-акустическая
8	Характеристика экрана*	подбирается исходя из параметров помещения и области применения (большой или маленький экран)
9	Характеристика звукового устройства	стандартные аудиокolonки для персонального компьютера
10	Позиция экрана и размер изображения*	<ul style="list-style-type: none">• при выборе малого экрана (номинальная диагональ от 19' до 27') располагается так, чтобы центр «мишени» был напротив глаз испытуемого на расстоянии ~2 метра• при выборе большого экрана (проектор) — при изображении с номинальной диагональю ~2,5 метра, с нижним краем изображения ~1,5 м от уровня пола — испытуемый ~4 метра от экрана по центру
11	Громкость звука	на уровне «отчетливо слышно» — обычно ~50 Децибел
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.)

Процедура тестирования

№№	УСЛОВИЯ	ОПИСАНИЕ
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.)
17	Вибрации	не допускаются 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.)
18	Время суток	предпочтительно в первой половине суток
19	Длительность теста*	60 или 90 секунд
20	Инструктаж	общий инструктаж обязательно; пробный тест для тестируемых впервые обязательно; не допускается наличие у испытуемых посторонних предметов в карманах, неудобной и тяжелой одежды и др.
21	Инструкция (команды)	в стандартном случае подается автоматически
22	Помещение*	соответствующее условиям проведения диагностических процедур

**Следует помнить, что необходимо самостоятельно корректировать методику в зависимости от условий и целей тестирования*

На рис. 11 представлена примерная схема проведения теста. Особое внимание следует обратить на наличие инструкции — изменения в поведении испытуемого, связанные с проведением теста типа «мишень», происходят под влиянием **инструкции**. Автоматическая подача команды (компьютер) позволяет **стандартизировать** этот процесс. Такая стандартизация устраняет влияние, которое оператор мог бы оказывать на испытуемого, каждый раз подавая чуть иные команды (тон голоса, громкость и т.д.).

Процедура тестирования

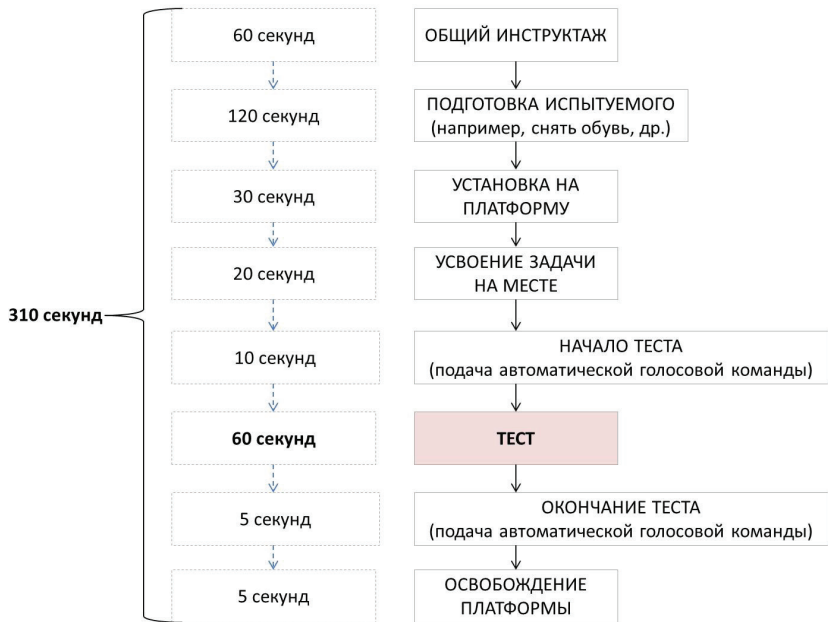


Рис. 11.

Примерная схема процедуры теста типа «мишень» (вариант).

Показатели и трактовка результатов

Программное обеспечение для **ST-150** ориентировано на **возможность получения пользователем максимального числа стабилометрических показателей** — во всех версиях программного обеспечения встроены алгоритмы расчета большинства основных показателей, применяемых для стабилометрии согласно данным литературы⁹.

Стабилометрические показатели, являются **расчетными** величинами. Исходными данными для расчетов являются измеренные стабилометрической платформой **координаты центра давления** испытуемого на рабочую поверхность стабиллоплатформы. Поскольку прибор измеряет координаты проекции центра масс испытуемого **с определенной частотой** — например, 35 раз в 1 секунду — то итоговый результат за время исследования представляет собой совокупность измеренных значений координат, которая подвергается дальнейшей математической обработке.

На рис. 12 представлены данные фрагмента реального стабилометрического исследования — для построения графика был взят отрезок длительностью примерно 1/3 секунды. За это время прибором было проведено 13 измерений координат проекции центра масс испытуемого. То есть, было получено 13 значений **X** и 13 значений **Y**. Построение элементарной функции — соединение линией нанесённых на координатную сетку точек — представляет собой **статокинезиограмму**. На рис. 12 — график миграции центра тяжести испытуемого за взятую для примера часть секунды.

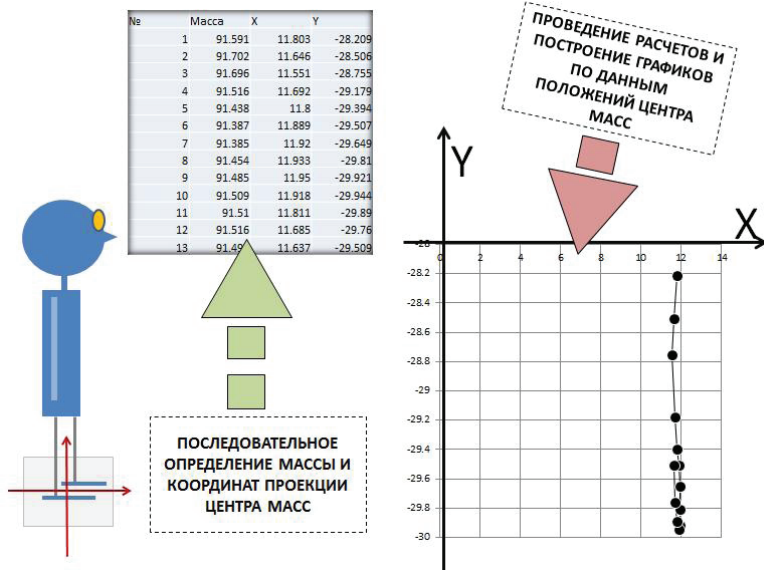


Рис. 12.

Определение массы и координат проекции центра масс испытуемого на платформу для использования полученных значений в расчетах различных показателей стабилметрического исследования. Пояснения в тексте.

Соответственно, для вычисления различных показателей, характеризующих результаты стабилметрического исследования, осуществляют **математическую обработку** полученных данных (последовательности значений координат центра давления X_i и Y_i). Определяют, например, среднее значение положения центра давления по оси абсцисс **для конкретной выборки**. Обычными показателями для стабилметрического исследования на сегодняшний день также являются вычисленные значения площади статокинезиограммы, средняя скорость движения центра давления и др. Примеры представления вычисленных

показателей в **программном обеспечении** для ST-150 показаны на рис. 13.

Смысл вычисления **различных показателей** стабилотрического исследования заключается в определении количественных и качественных характеристик процесса миграции центра давления испытуемого в процессе исследования. При работе на первых стабилотрических устройствах в середине XX века для анализа использовались простейшие графики — **стабилограммы**, которые представляют собой изменение положения центра давления по одной из осей — см. рис. 14. Такие графики в отсутствие компьютерной техники вычерчивались чернильным самописцем (электромеханическим приспособлением для построения графика) на бумажной ленте. Поэтому прибор,

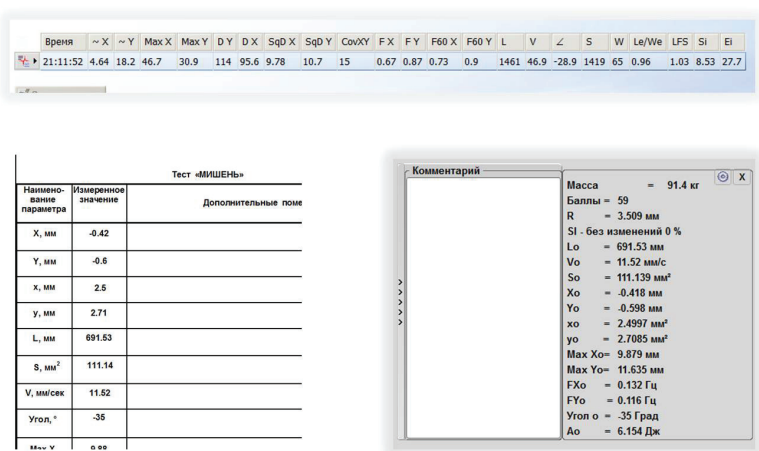


Рис. 13.

Примеры отображения цифровых показателей стабилотрического обследования в различных видах программного обеспечения для ST-150 (отдельные фрагменты изображений на экране пользователя).

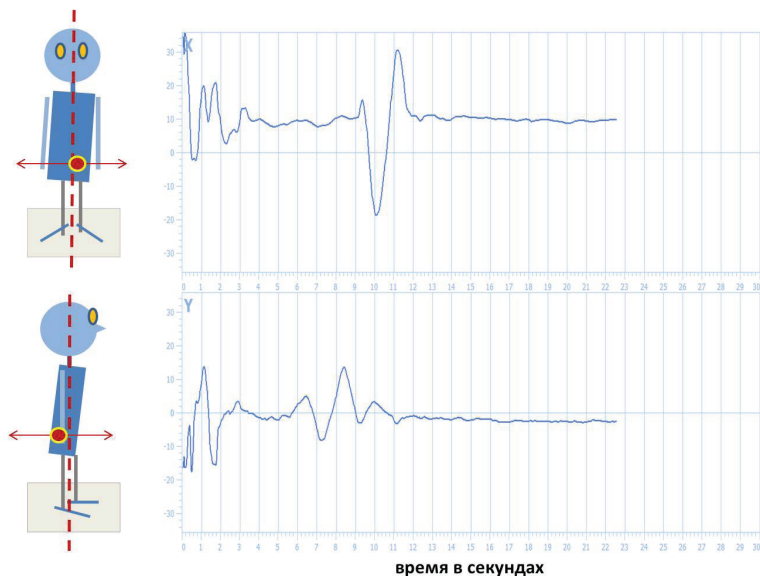


Рис. 14.

Отражение фронтальных и сагиттальных колебаний центра тяжести испытуемого в стабิโลграммах — соответственно, по оси абсцисс (X) и по оси ординат (Y).

осуществлявший регистрацию стабิโลграмм для записи на бумаге, обычно назывался **стабิโลграф**.^{xi}

Наибольшую сложность представляет адекватная **физиологическая трактовка** результатов стабิโลметрического исследования, которая невозможна без понимания **происхождения и физического смысла соответствующих показателей, характеризующих эти результаты**. Только понимая физический

^{xi} Уже в 70-е годы XX века также используются термины «стабิโลметрия» и «постурография». См. например: Terekhov Y. Stabilometry as a diagnostic tool in clinical medicine. Can Med Assoc J. 1976 Oct 9;115(7):631-3.

смысл показателя, можно адекватно использовать его для оценки состояния испытуемого в каждом конкретном случае.

Например, 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 данный параметр скорости «не зависит» от длительности исследования. Например, можно сравнить среднюю скорость V испытуемого в двух разных исследованиях, отличных по длительности. При проведении же серии одинаковых тестов — **равных по длительности** тестирования — информативная ценность показателей L и V **не различима**.

Приведем более сложный пример. Показатель **площади** статокинезиограммы (S), определяемый как площадь эллипса⁹, содержащего внутри себя 90% или 95% всех точек статокинезиограммы, обычно вычисляется примерно так же, как это предлагается в учебниках по аналитической геометрии¹⁶. Смысл использования этого параметра в стабилметрическом исследовании 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** (рис. 15). Соответственно, для точек, характеризующих положения центра давления (статокинезиограммы), также можно провести кривую второго порядка (эллипс), которая отграничит площадь рассеяния этих

точек (рис. 16) — аналогично примеру про рыбака в лодке. Отсев слишком отличающихся от среднего значения 5% или же 10% точек, позволяет уменьшить эллипс — тогда эта кривая второго порядка будет охватывать **наиболее часто встречающиеся** значения координат центра давления (рис. 16). Другим показателем, характеризующим рассеяние точек стабิโลграммы $X(t)$ и $Y(t)$ 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) выгодно 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 сразу одним значением.

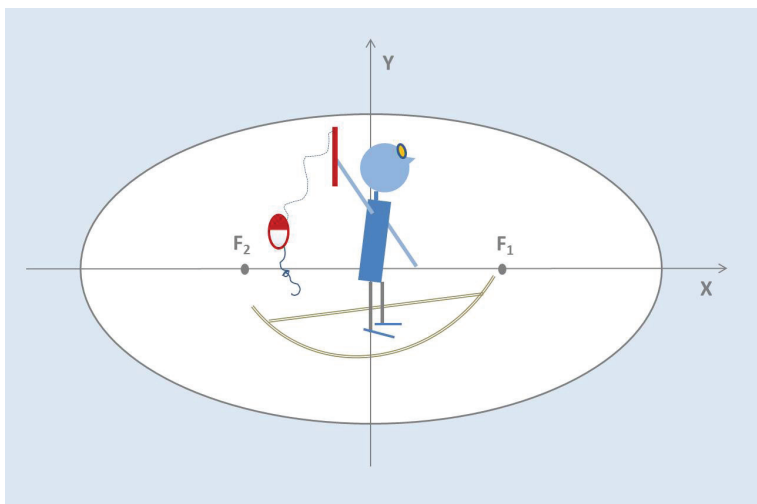


Рис. 15.

Пример аналогии. Ограниченная длина лески позволяет рыбаку, переходя с носа лодки, забрасывать удочку на площади, описываемой эллипсом.

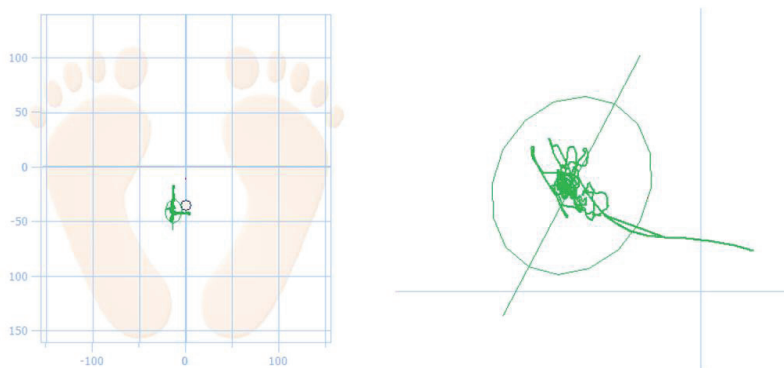


Рис. 16.

Эллипс, описывающий площадь статокинезиограммы.

Для удобства восприятия и в качестве меры, позволяющей **систематизировать** часто вычисляемые индексы стабилόμεтрического обследования, можно классифицировать эти показатели по методам их получения, что, как видно из примеров выше, может быть полезным при выборе. Такая **условная классификация показателей** представлена в таблице 3.

Нами был предложен **новый показатель** для стабилόμεтрического исследования, отражающий меру **энергозатрат** испытуемого на перемещение центра давления в плоскости платформы (механической работы). Для вычисления этого показателя (обозначен индексами E_i или A в разных версиях программного обеспечения для ST-150) используется значения так называемой «**мгновенной**» скорости, рассчитываемой как скорость элементарного смещения центра давления между двумя соседними точками статокинезиограммы, и на основе этих данных **рассчитываются суммарные энергозатраты, связанные с этими элементарными смещениями**, определяемые как **сумма приращений**

Таб. 3.
Условная классификация распространенных показателей стабиллометрического исследования по методам их получения

№№	ГРУППА ПОКАЗАТЕЛЕЙ	ОПИСАНИЕ (ПРИМЕРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ)*	ПРИМЕРЫ ОБОЗНАЧЕНИЙ*
1	Стандартные статистические показатели	<ul style="list-style-type: none"> • среднее значение положения центра давления относительно условного центра координат по оси • минимальное значение, соответственно • максимальное значение, соответственно • стандартное квадратическое отклонение • дисперсия • коэффициент ковариации 	<p>~X; ~Y</p> <p>Min X; Min Y Max X; Max Y SqDX; SqDY DX; DY CovXY</p>
2	Показатели спектрального состава стабиллограмм	<ul style="list-style-type: none"> • основная частота колебаний • уровень 60% мощности спектра 	<p>FX; FY F60X; F60Y</p>
3	Показатели, характеризующие параметры статокинезиограммы	<ul style="list-style-type: none"> • площадь статокинезиограммы — площадь эллипса, куда с 90% вероятностью входят все точки измерения в системе координат • длина статокинезиограммы — длина кривой, соединяющей все точки измерения в системе координат • среднее направление плоскости колебаний, угол • средняя скорость перемещения центра давления 	<p>S</p> <p>L</p> <p>∠</p> <p>V</p>
4	Специальные показатели	<ul style="list-style-type: none"> • индекс энергозатрат • коэффициенты, характеризующие сопоставление показателей из различных групп (см. пояснения в тексте). 	<p>E или A</p> <p>LFS; Коэффициент Ромберга и т.п.</p>

**Иногда используются различные способы и алгоритмы расчетов и обозначения в образцах техники и программноного обеспечения различных производителей*

кинетической энергии тела обследуемого, вычисленных при каждом элементарном перемещении центра давления, с частотой дискретизации, обеспечивающей требуемую **точность** измерений. **По степени изменения энергозатрат** на поддержание или изменение заданной позы, можно однозначно **судить** о динамике состояния испытуемого вследствие воздействия на него лечебных или иных факторов^{xii}. Рассчитывается этот показатель в **Джоулях** (единица измерения работы и энергии в **Международной системе единиц**^{xiii}) и позволяет естественным образом охарактеризовать **физическую сущность** наблюдаемого процесса.

Если снова прибегнуть к **аналогии** для объяснения достоинств предложенного показателя, например, в сравнении с показателем длины (**L**) статокинезиограммы или средней скорости (**V**), можно использовать уже упоминавшийся в примере про площадь статокинезиограммы образ. Так, рыбак забрасывает свою удочку с лодки, размахиваясь то сильнее, то слабее — поплавок 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» составил 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

^{xii} Заявка на патент РФ №2011111142

^{xiii} The International Bureau of Weights and Measures: www.bipm.org

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 энергозатраты во втором случае будут на 25% выше, чем в первом. То есть, **показатель энергозатрат E_i более точно характеризует исследуемый процесс, чем показатели L и V .**

Проиллюстрируем **информативность** показателя E_i на примере ранее проведенного нами исследования⁴ влияния привычного сеанса курения на стабильность позы здоровых молодых добровольцев. В течение 10 дней каждый из 6 испытуемых перед курением проходил тест типа «мишень» — итого 10 индивидуальных измерений; и также соответствующие 10 измерений после курения. Таким образом, для каждого испытуемого были сформированы два набора показателей — до и после курения. С помощью критерия Вилкоксона определяли статистическую значимость различий индивидуальных показателей до и после курения. Для сравнения одновременно с показателем энергозатрат рассчитывался показатель разброса — то есть площади статокинезиограммы. На рис. 17 представлены ассимптоматические значения для соответствующих парных выборок показателей (10 значений площади «до» и 10 «после»; 10 значений энергозатрат «до» и 10 «после» для каждого испытуемого).

Как видно из рис. 17, для показателя энергозатрат значимость отличий «до» и «после» очень высока ($p < 0.01$) у всех испытуемых, тогда как отличия для показателя площади оказались значимыми только у 2 испытуемых при $p < 0.05$. То есть, применение показателя площади в данном случае оказалось малоинформативным. Тогда как показатель энергозатрат достоверно возрос после курения.

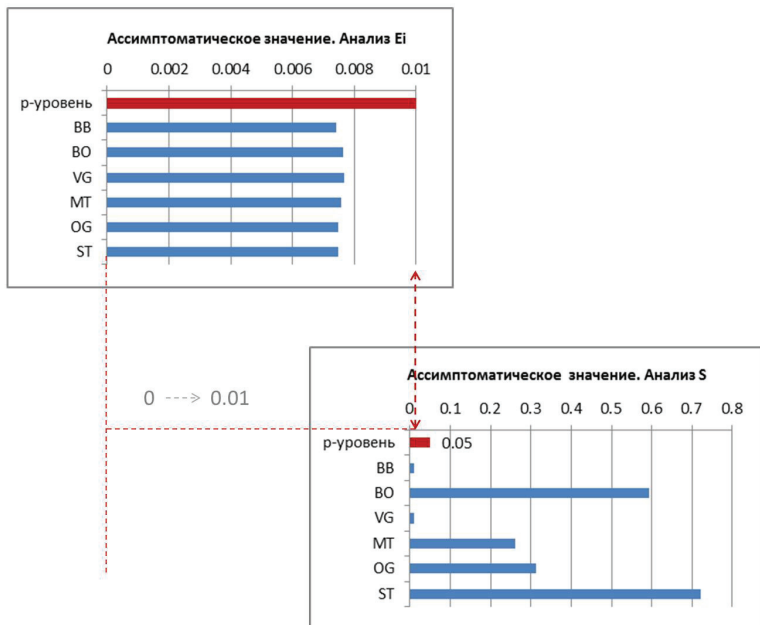


Рис. 17.

Статистическая значимость изменений показателей площади стадокинезиограммы (*S*) и энергозатрат (*Ei*) при попарном индивидуальном сравнении двух связанных выборок по 10 измерений в каждой с применением критерия Вилкоксона у 6 здоровых молодых добровольцев (отмечены буквами) до и после курения. Пояснения в тексте.

Кроме общепринятых «стабилометрических» показателей, для оценки результата в тестах типа «мишень» дополнительно используются автоматически вычисляемые характеристики степени выполнения инструкции такие, как:

- **число набранных баллов**— обозначается словом «баллы» или буквой *N* и соответствует времени удержания испытуемым метки центра давления в заданной области;

- **«точность прицеливания»** — в базовых вариантах программного обеспечения для ST-150 обозначается буквой **R**, выражается в **миллиметрах** и представляет собой среднее за время исследования отклонение метки центра давления от центра «мишени».

Дополнение показателями *R* и *N*, оценки эффективности энергозатрат испытуемого позволяет получить **лаконичную** оценку результата тестов типа «мишень». Например, можно сказать, что такой-то пациент после успешного курса реабилитации значительно улучшил точность выполнения инструкции в тесте типа «мишень» (показатель *R* уменьшился таким-то образом, число баллов возросло настолько) при общем повышении эффективности затраченных усилий на поддержание заданной позы (показатель *E_i* уменьшился так-то).

*В разных типах программного обеспечения могут использоваться **разные** алгоритмы подсчета показателей *R* и *N*. Возможные различия в оценках результата выполнения инструкции, связанные с применением разных методов таких оценок, следует учитывать при сравнении собственных результатов с результатами других специалистов. Для **ясности** рекомендуется при обсуждении и сравнении собственных результатов исследований с результатами, полученными другими специалистами на аналогичном оборудовании указывать **методику** расчета показателя или **полное название** (версию) применявшегося для тестирования программного обеспечения^{xiv}.*

^{xiv} Пример фирменной кодировки версии программного обеспечения Stabip/WinPatientExpert — 4.Z1112e.jiggle. Это название одной из версий программы. Название версии можно вывести в результаты тестирования, выбрав опцию в соответствующем меню.

Для корректного анализа результатов проведенных стабилметрических исследований требуется определиться с выбором адекватных для той или иной задачи группы **показателей**. Теоретически, в каждом показателе в той или иной мере отражена целостная активность испытуемого, однако на практике следует определить **наиболее подходящие** наборы показателей, по возможности **минимизируя их общее число** для каждой области анализа. Эта задача может быть решена путем конкретизации цели исследования и соответствующего ей выбора анализируемых показателей, например из следующих групп:

- показатели, характеризующие **опорную функцию** испытуемого;
- показатели, характеризующие **результативность** деятельности.

Отдельно отметим, что результативность деятельности тесно связана с параметрами **внимания**. В свою очередь, к характеристикам внимания обычно относят: **избирательность, объем, распределение, устойчивость, переключение**^{xv}. В ряду **критериев**¹⁷ внимания кроме **внешних реакций** (моторных, позно-тонических, вегетативных) указывают «**продуктивный**» **критерий**, который характеризует не столько само состояние внимания, сколько его **результат**. Очевидно, что мы можем легко оценить состояние внимания по «продуктивности» как результату выполнения инструкции — для, этого требуется проанализировать значения показателей ***N, R и E_i*** в совокупности.

^{xv} Например, Данилова Н.Н. Психофизиология. М.: Аспект Пресс, 2002. с. 58-59.

Таб. 4.

Пример выбора совокупности показателей для выделенных областей анализа. Пояснение в тексте.

ОБЛАСТЬ АНАЛИЗА	ПОКАЗАТЕЛИ	ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ	КРАТКОЕ ОБЪЯСНЕНИЕ ВЫБОРА
1. Опорная функция и функция равновесия	$\sim X$ $\sim Y$ S Ei	Рекомендован визуальный анализ стабิโลграмм и спектральный анализ	$\sim X$ $\sim Y$ S Ei характеристики позной асимметрии мера разброса значений координат центра давления вдоль каждой оси энергетическая оценка нестабильности
2. Продуктивность	N R Ei	Рекомендован визуальный анализ стабิโลграмм и спектральный анализ	Показатели оцениваются в совокупности, при этом позитивным результатом считается минимизация энергозатрат при одновременном росте значения N и стремлении к нулю значения R

Пример конкретного применения предложенного в таб. 4 подхода есть в следующем разделе. При анализе данных следует помнить о такой **важной** для данного типа тестов части, как **инструкция**. Стандартно, испытываемому предлагается достичь **максимально хорошего результата**, соответствующего максимально точному удержанию метки в заданной зоне. Команда такого типа обычно подается программным обеспечением для ST-150 автоматически (визуально или голосом), но возможно изменить инструкцию, задав собственный (нестандартный) вариант. В этом случае оценка результатов будет проводиться в соответствии с **новой целью**, которая может не совпадать со стандартной.

Важный вопрос, связанный с трактовкой результатов тестов — **вопрос о нормах**. Каким должен быть тот или иной показатель «в норме», существует ли диапазон «нормальных» значений — это обычный вопрос практикующих специалистов, осваивающих стабилومترическую технику.

Учитывая **высокую вариабельность** данных стабилотри, наиболее надежным подходом является **внутрииндивидуальный анализ** — сравнение показателей одного и того же испытуемого в динамике. На сегодняшний день это представляется **наиболее обоснованным** подходом.

Взвешенным решением также представляется **сравнение тенденций**, сравнение **относительных** изменений при межиндивидуальном анализе.

Также мы полагаем, что **возможно** создать **нормативы** для **некоторых** стабилотрических показателей — более надежные, чем существуют в настоящее время, например, *Normes 85*^{xvi}. **Необходимыми условиями** для создания таких нормативов являются следующие.

- 1. Разумный выбор показателей** — вероятно, не для всех из ныне применяющихся индексов возможно получить корректные нормы. Это связано с информационной значимостью показателя и степенью его подверженности случайным воздействиям. В этой связи, по нашим наблюдениям, весьма перспективной является разработка нормативов для показателя энергозатрат и количественных оценок «результативности» в тестах с постановкой конкретной цели.

^{xvi} Pierre-Marie Gagey, Rene Gentas... Normes 85. Paris, 1988

2. **Стандартизация методов проведения исследований и метрологическая обеспеченность измерений** (см. раздел «Стабилометрическое оборудование»).
3. **Стандартизация методов расчета показателей**
4. **Типизация испытуемых** — введение обоснованных способов группирования испытуемых. Например, пациенты в период после инсульта с такими-то характеристиками, спортсмены такой-то квалификации, женщины такого-то роста с таким-то типом строения тела, пожилые лица после эндопротезирования правого тазобедренного сустава, и т.д.. Понятно, что индивидуальные стратегии поддержания равновесия и, соответственно, «нормативы» будут различны для разных категорий испытуемых.
5. **Накопление достаточного** для надежных выводов **экспериментального материала**, соответствующего п. п.1—4.

Таким образом, процесс создания общепринятых нормативов для стабилотрии представляет собой **сложный процесс**, требующий согласованных действий многих людей и достижения консенсуса внутри профессиональных групп. В обозримое время, вероятно, следует ожидать появления обоснованных норм, например, для узкопрофильной группы лиц, по физически обоснованному (с ясным физическим смыслом) показателю стабилотрического исследования.

Программное обеспечение и подготовка заключений

Существуют **разные версии программного обеспечения** для стабилметрического оборудования семейства ST-150. Различия определяются целями, универсализмом или специализацией, другими факторами. Расчет показателей **стандартный** во всех версиях.

На произвольном примере рассмотрим особенности проведения штатного теста типа «мишень» в стандартной для медицинских стабилметрических систем ST-150 программе **Stabip**^{xvii} (рис. 18), а также прокомментируем результаты, рассмотрим вариант заключения по итогам тестирования. Подробные рекомендации по работе с этой и иными программами приводятся в соответствующих руководствах к программному обеспечению, доступных пользователям. Поэтому здесь ограничимся **основными моментами**, дающими представления о практической работе. При проведении тестов типа «мишень» возможно использовать различные рабочие экраны для оператора и испытуемого, как на схеме, представленной на рис. 2, или дублировать изображения. Вид экрана для испытуемого в программе Stabip представлен на рис. 1. Варианты «мишеней» в других вариантах программ — на рис. 3. Стандартные настройки

^{xvii} Разработано фирмой БИОСОФТ-М (Москва) по техническому заданию группы МЕРА, производителя стабилметрических систем ST-150. Представляет собой программный модуль для стабилметрических исследований, интегрированный с полифункциональной программой ведения картотек, архивирования, выписки протоколов и др. — WinPatientExpert. В описаниях называется Stabip или Stabip/WinPatientExpert. Подробнее: www.biomera.ru

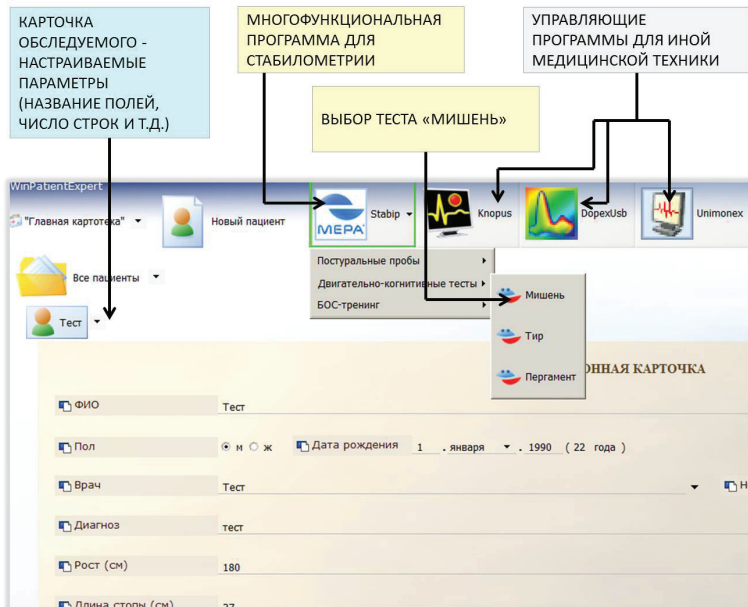


Рис. 18.

Фрагмент карточки обследуемого и выбор теста «мишень» в программе

INFORMATION ONLY

программе Stabip/WinPatientExpert. Результаты тестирования записываются непосредственно в электронную карту обследуемого. Там же, выбрав нужное исследование, можно открыть для детального рассмотрения результаты такого-то теста — рис. 19.

Например, получены данные, как на рис. 19. Открыты графические изображения ко второму из двух последовательных исследований. Хорошо видно, что центр давления в течение всего исследования был практически постоянен. Испытуемый успешно выполнял инструкцию. В этой связи, цифровые

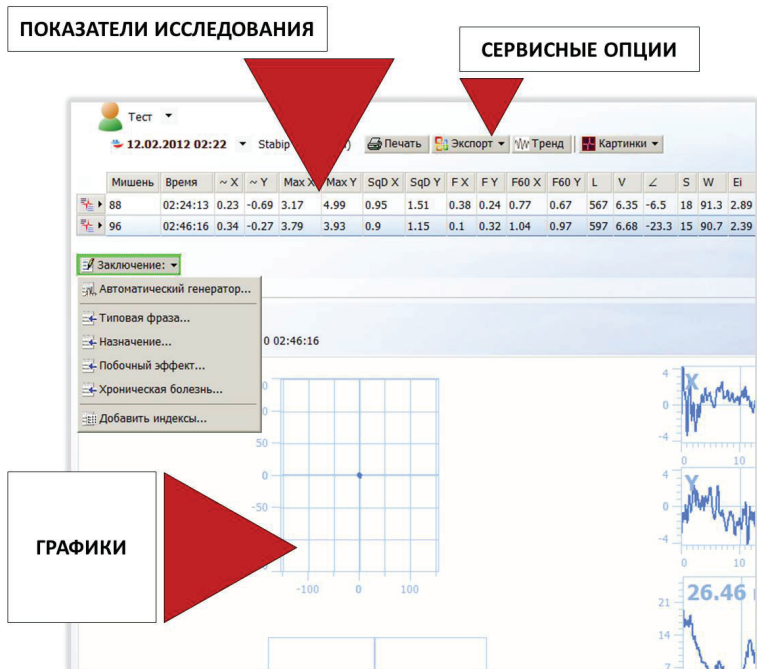


Рис. 19.

Вывод результатов теста в программе Stabip (набор выводимых на экран показателей определяется произвольно).

показатели **количественно** иллюстрируют данный вывод. Даже если из всего списка расчетных показателей **выберем всего два, а именно**, показатель Ei и показатель N (число баллов). По их значениям $Ei = 2.39$ Дж и $N = 96$ можно сделать однозначный вывод о высокой продуктивности, поскольку испытуемый хорошо справился с тестом — показал высокий результат при высокоэффективной стратегии удержания центра тяжести в заданной зоне.

Несколько раз приходилось встречаться с вопросом, нормально ли то, что если тестировать одного и того же испытуемого два раза подряд в одинаковых условиях, программа «выдаёт» разные значения показателей. Очевидно, что двух совершенно одинаковых исследований здесь не может быть, и функциональное состояние человека также лабильно. Иными словами, показатели, рассчитываемые программой, адекватно отражают ситуационное (меняющееся во времени) состояние испытуемого, так же как и общее (связанное с конституцией человека, наличием заболевания, тренированностью и т.д.). Данное обстоятельство также связано с определением **диапазонов** нормальных значений и **сравнительным анализом** результатов — внутрииндивидуальным или межиндивидуальным (см. о нормах выше).

Стандартное программное обеспечение позволяет выводить результаты тестов в виде печатных форм — примеры на рис. 20 и рис. 21.

При необходимости применения **расширенного или специального описания** результатов теста выводы и заключения могут быть внесены в **печатную форму** непосредственно в программе управления стабилметрическим исследованием, или же напечатаны отдельно — в любой произвольной форме.

Предположим, что у молодого здорового испытуемого (установленного на платформу в свободной симметричной стойке) проведен тест типа «мишень» — получен протокол (рис. 21). Примем к условиям характеристики самого теста — например, для тестирования применялся один из вариантов программного обеспечения МЭРА с максимально возможным для набора числом баллов $N=92$ за тест длительностью 60 секунд, с меняющейся чувствительностью платформы (повышение чувствительности — увеличение трудности задачи по мере набора баллов). Из полученных показателей выбраны необходимые данные

Заключение:

Оценка результата:
96 баллов - отлично, по группе ЛОР-2 "выше среднего" (средний показатель: 67 +/- 8 баллов)

Оценка эффективности достижения результата:
Эффективная низкозатратная стратегия (2.39 Дж)

Характеристика позы:
Устойчивая, симметричная. Правша.

Инструктаж перед проведением теста:
Стандартный.

Рекомендации:
Нет.

Врач: Тест _____

Рис. 20.

Условный пример подготовки варианта заключения (фрагмент) для вывода на печать в программе Stabip/WinPatientExpert по данным, приведенным на рис. 19. Возможны произвольные настройки размера шрифта, числа и названий пунктов, наличия или отсутствия графиков в структуре заключения и др.

Возраст	Раса/пол	ПРОТОКОЛ № 15		Стр. 1
30 лет	Муж	дата исследования: 19.02.2010		
ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ КОД	120	08.02.08		

Параметр	Измеренное значение	Дополнительные сведения
Частота дыхания	16.10	
Частота пульса	67.20	
Частота дыхания/мин	1.6	
Частота пульса/мин	1.84	
Частота дыхания/сек	0.268	
Частота пульса/сек	1.115	
Частота дыхания/мин/сек	7.24	
Частота пульса/мин/сек	1.8	
Частота дыхания/мин/сек	0.27	
Частота пульса/мин/сек	0.28	
Частота дыхания/мин/сек	1.01	
Частота пульса/мин/сек	1.07	
Частота дыхания/мин/сек	3.45	
Частота пульса/мин/сек	3.4	
Частота дыхания/мин/сек	0.4	
Частота пульса/мин/сек	0.21	

Метрические параметры	Среднее значение	Среднее значение по группе	Среднее значение по группе (стандартное отклонение)	Среднее значение по группе (стандартное отклонение)	Среднее значение по группе (стандартное отклонение)	Среднее значение по группе (стандартное отклонение)
Среднее значение	10	14	11.6	14	14	14

Число измерений: 2

Классификация СВД: _____

Скорость нормирования СВД: _____

Сигналы органов: _____

Сигналы органов: _____

ПРИМЕЧАНИЕ:

- X,Y (min) - средние показатели центра данных (СД) относительно фронтальной (FD) и сагиттальной (SD) плоскостей.
- Y, Y (max) - диапазон СД относительно среднего показателя во фронтальной (FD) или сагиттальной (SD) плоскости.
- Y (min) - диапазон спонтанной активности.
- Y (max) - диапазон спонтанной активности.
- Y (min) - диапазон активности относительно СД.
- Y (max) - диапазон активности относительно СД.
- Y (min) - диапазон активности относительно фронтальной (FD) и сагиттальной (SD) плоскостей.
- Y (max) - диапазон активности относительно фронтальной (FD) и сагиттальной (SD) плоскостей.

Рис. 21.

Пример протокола исследования для теста «мишень» в одном из вариантов программного обеспечения МЕРА.

и распределены по группам — отбор и группировка из примера выше — таб. 4. Для удобства частично воспроизведем предыдущую таблицу (форму), заменив графы с описанием показателей на полученные значения и их трактовку — таб. 5.

Таб. 5.

Произвольный пример отбора, структурирования
и трактовки результатов — в свободной форме.

ОБЛАСТЬ АНАЛИЗА	ПОКАЗАТЕЛИ	ЗНАЧЕНИЕ	ТРАКТОВКА ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КОММЕНТАРИИ
1. Опорная функция	<i>S</i>	41. мм ²	Устойчивая поза, с малым диапазоном отклонений и эффективной моделью поддержания равновесия.
	<i>~X</i> <i>~Y</i>	-0.18 мм -0.31 мм	
	<i>Ei</i>	2.5 Дж	
2. Продуктивность	<i>N</i>	84	Продуктивность внимания 91% (84 из 92). Среднее отклонение метки от результативной цели: 2.2 мм <i>Есть возможность оценить продуктивность внимания по степени достижения результата или по степени расхождения с результатом — как более удобно.</i> Значения ряда показателей сами являются числовыми характеристиками такого критерия внимания как «внешние, позные реакции». Удобным является показатель энергозатрат, однозначно отражающий суммарную двигательную стратегию — однако в данном случае условием адекватной характеристики по энергозатратам (или другим показателям) является успешное выполнение инструкции. Площадь может также использоваться для иллюстрации «размаха» (адаптации позы) движений центра тяжести.
	<i>R</i>	2.2 мм	
	<i>A (Ei)</i>	2.5 Дж	
	<i>S</i>	41 мм ²	

При подготовке заключений обязательно **следует учитывать, кто обследуемый** и идет ли речь только о тесте типа «мишень» или о комплексном обследовании. Какова была **методика** (подробно описать установку и т.д. — см. раздел о процедуре

теста). От этого зависят **составные части** заключения — *описание, интерпретация, выводы и рекомендации*. Если проводится **комплексное** обследование, к которому в строгом смысле слова можно отнести, например, **любой визит к врачу**, где пациента осматривают, выслушивают, опрашивают, измеряют температуру и т.д. (проводят комплекс мероприятий), то следует учитывать при подготовке заключения **все известные специалисту данные**. Например, **сравните, как изменился бы смысл заключений**, обсуждаемых в данном разделе, со всеми значениями приведенных там показателей, если бы, например, было известно:

- *обследуемый — это практически здоровый молодой мужчина 23 лет;*
- *обследуемый — это мужчина 82 лет после санаторного лечения;*
- *обследуемый — это женщина 29 лет, мастер спорта по тяжелой атлетике, после операции на коленном суставе;*
- *обследуемый — это цирковой артист 38 лет, выполнявший тест с непрозрачной повязкой на правом глазе и стоя на одной ноге;*

и так далее.

В общем случае, для тестов типа «мишень» применимы **общие рекомендации** к подготовке заключения о стабилметрическом исследовании. Например, описание результатов любого теста, предусматривающего **стандартную установку** обследуемого (так называемые «европейская» или «американская» стойки), может включать следующие характеристики:

1) данные о преимущественной позиции центра давления относительно расчетного центра;

здесь необходимо учитывать, что для тестов типа «мишень» среднее положение центра давления определяется относительно

начала системы координат, совмещенной с центром мишени, и, характеризует физическую способность исследуемого точно выполнить инструкцию, а не асимметричность его позы, обусловленную той или иной причиной. В этом заключается принципиальное отличие статического теста с биологической обратной связью от внешне похожего теста без обратной связи.

2) данные, характеризующие раскачивания тела;

это может быть, например, площадь статокинезиограммы, стандартное квадратичное отклонение по осям, др. — пример: «...отсутствие значительных отклонений центра давления от основной позиции — площадь статокинезиограммы составила ... мм²...»

3) данные, указывающие на степень усилий обследуемого при выполнении теста (оценка эффективности двигательной стратегии);

пример: «...введение препарата X-ин в дозе 10 мг при выполнении повторного теста через 15 минут значительно увеличило усилия испытуемого для выполнения задания на уровне продуктивности внимания $\geq 64\%$ (до введения) — затраты механической энергии на удержание центра давления в заданной зоне возросли с 4,5 Дж до 87 Дж...»

Если необходимо, в описание добавляются **другие показатели**, наиболее тесно соотносящиеся с наблюдаемой ситуацией — например, спектральные характеристики при наличии тремора у пациента.

Выбор подходящего варианта программного обеспечения, его индивидуальной настройки (например, «скрытия» неиспользуемых индексов), также как и форма подачи заключения, другие «пользовательские» приемы в высокой степени зависят от **целей и условий работы**.

Фактор обучения в тесте типа «мишень»

Важным аспектом, связанным с валидным применением тестов типа «мишень» является **тренируемость** (обучение) испытуемых. Поскольку здесь используется **биологическая обратная связь** по опорной реакции, идентичная той, что применяется для реабилитационных тренировок, то возникают **вопросы**: влияет ли обучение на результаты теста типа «мишень» при неоднократном тестировании испытуемого? Как использовать возможное влияние обучения на практике?

Обучение двигательному навыку обычно характеризуется умеренным наращиванием мастерства на начальном этапе тренировок, ускорением к середине, постепенному снижению и выходу на «плато» — стабилизацию навыка^{xviii}. Достижение результатов выше такого «плато» является актуальной проблемой спорта высоких достижений. То есть, достигнув определенного высокого уровня, чрезвычайно трудно ещё больше превысить его, добиться рекорда. Тест типа «мишень» достаточно прост — его выполнение умеющим **стоять** испытуемым (или умевшим стоять до болезни, и теперь находящимся на стадии обучения стоянию пациентами) **не предполагает труднопознаваемых задач**, как например, при освоении акробатических движений. **Простота двигательной задачи** (*активное стояние*) позволяет испытуемому максимально **быстро достичь своего «плато»** мастерства в слежении за меткой о центре тяжести.

^{xviii} В занимательной форме изложено, например, Н. А. Бернштейном в книге «О ловкости и её развитии».

По нашим наблюдениям, у практически здоровых испытуемых для выхода на стабильный уровень результатов требуется **пройти тест 1—2 раза**. Поэтому в методику проведения тестов типа «мишень» рекомендовано включать **пробное тестирование**. Учитывая быстроту проведения теста, можно использовать два последовательных измерения за один визит. При **адекватном инструктаже** — четком объяснении испытуемому как надо ставить стопы на платформу, что будет происходить, как надо следить за меткой, в чем будет заключаться задача теста — обычно достаточно одного пробного подхода или только самого инструктажа для достижения индивидуального «плато».

Возможное повышение эффективности активного стояния при многократных пробах и необходимость подробного инструктирования испытуемых перед тестом также можно проиллюстрировать цитатой из *Н.А. Бернштейна*: «Повторения осваиваемого вида движения или действия нужны для того, чтобы раз за разом (и каждый раз все удачнее) решать поставленную перед собою двигательную задачу и этим путем доискиваться до наилучших способов этого решения. Повторные решения этой задачи нужны еще потому, что в естественных условиях никогда ни внешние обстоятельства не бывают два раза подряд в точности одинаковыми, ни сам ход решения двигательной задачи не может повториться два раза подряд абсолютно одинаковым образом. Поэтому необходимо набраться опыта по всему разнообразию видоизменений самой задачи и ее внешней обстановки, и прежде всего по всему разнообразию тех впечатлений, с помощью которых совершаются сенсорные коррекции данного движения»¹⁸.

В упоминаемом выше исследовании влияния привычного курения на параметры позы у молодых здоровых добровольцев в тесте «мишень», были получены графики изменения

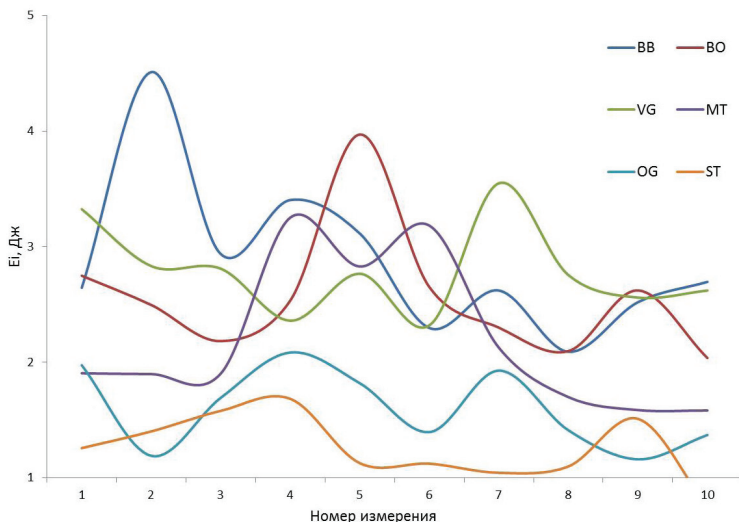


Рис. 22.

Динамика показателя E_i (энергозатраты, Дж) у 6 здоровых испытуемых в течение 10 ежедневных исследований в тесте типа «мишень» (до курения).

энергозатрат испытуемых при последовательных ежедневных тестах. Все участники в данном тесте набирали не менее 90% возможных баллов при каждом тестировании. То есть, стабильно хорошо. При этом динамика механических энергозатрат у них (рис. 22) также указывала на наличие у испытуемых определенного индивидуального диапазона. В свою очередь, **возможное** повышение мастерства активного стояния в данном тесте **не оказывало влияния на результат** исследования (стабильно ~90%), поскольку тест проводился «до» и «после» привычного курения — то есть, если бы на результатах тестов конкретного испытуемого сказывался результат тренировки, то он бы сказывался как до воздействия, так и после воздействия (курения).

Подобный **методический прием** может быть полезен, когда необходимо **исключить возможное влияние** обучения.

В свою очередь, тестирование того, **как быстро происходит обучение**, например, при реабилитации у постинсультных пациентов, которых специально **обучают устойчивому стоянию**, представляет собой очевидный **практический интерес**. Здесь, наоборот, влияние обучения будет выраженным при успешном восстановлении — показатели будут улучшаться до выхода на возможное для таких пациентов «плато». Отметим, что **когнитивные возможности, наличие воли** (например, желание обучиться — восстановить двигательный навык) имеют важное значение в процессе реабилитации, прогнозе эффективности терапии у пациентов с нарушением равновесия.¹⁹

Совместно с А.А. Гусевой и С.Д. Чистовым нами исследовалась **динамика обучения** при проведении серий тестов типа «мишень» в группе здоровых добровольцев^{xix}. Целью была проверка, как влияет число последовательно проводимых 1—2 раза в неделю тестов (максимально до 10 измерений за время наблюдения) на достигаемый испытуемым результат. Простым методом оценки влияния обучения на выполнение данного теста является **сравнение индивидуальных результатов в динамике**. Отметим, что только у 6 добровольцев из 21 различие в числе набранных баллов (независимо от увеличения или уменьшения), набранных **при первом и втором тестах**, превысило 20% (от 23 до 34%), что, на наш взгляд, не являлось критическим значением. Иными словами, на наш взгляд, не было явных различий, указывающих здесь на превалирующую роль обучения, так как у этих же испытуемых наблюдалась достаточно выраженная по сравнению с другими участниками

^{xix} Публикация по материалам исследования готовится к выходу в журнале «Российская оториноларингология» в 2012 году.

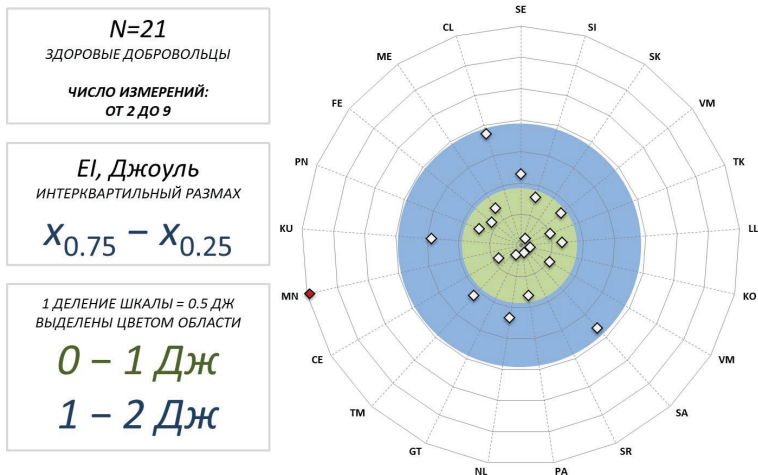


Рис. 23.

Вероятностная характеристика разброса показателя Ei у здоровых испытуемых (отмечены латинскими буквами на диаграмме) при проведении серии последовательных тестов с биологической обратной связью (визуальной) по опорной реакции. Пояснения в тексте.

вариабельность числа набранных баллов — при общем достаточно старательном выполнении инструкции. То есть, результаты тестов (в баллах), полагаем, **соответствовали способностям, мотивации, состоянию испытуемых на момент проведения проб** — без кардинальных изменений в последовательных пробах. При условии, что число набранных всеми участниками баллов считалось **адекватным для них** (соответствовало их обычным возможностям), для оценки различий между результатами разных проб анализировался разброс значений Ei (рис. 23). В случае сильного влияния обучения (выраженного роста тренированности от теста к тесту), вероятно, можно было бы наблюдать значительную вариабельность, разброс результатов.

Однако за единственным исключением (доброволец MN — на рис. 23 значение выделено), наблюдалась высокая плотность значений показателя разброса (интерквартильный размах^{xx}). Мы полагаем, что такая плотность результатов обусловлена простотой процедуры — обучение происходит быстро и дальнейшие результаты зависят в большей степени от реальных возможностей испытуемого.

^{xx} Непараметрический аналог дисперсии.

Тест типа «мишень» для клинической практики

Поскольку статический тест с биологической обратной связью по опорной реакции является **инструментом**, то специалисту следует, прежде всего, определиться, **для чего** планируется применять этот инструмент. То есть, какие **конкретные диагностические задачи** ставит врач. Очевидно, что такие задачи тесно связаны со **спецификой** работы — областью медицины, наличием того или иного медицинского оборудования и т.д. Например, тесты типа «мишень» могут использоваться для объективизации субъективных оценок устойчивости пациента, или для оценки дозирования препарата, или для мониторинга состояния во время лечения или реабилитации, исследования и прогноза риска падений в такой-то группе и т.д. В качестве примера рассмотрим несколько **ситуаций** — в виде кратких описаний, в которых коснемся обстоятельств и условий возможного применения тестов типа «мишень».

1

В лор-отделение поступил пациент А., 42 года. Верифицированный основной диагноз — болезнь Меньера. Какой-либо патологии опорно-двигательного аппарата не отмечено. Пациент нормально развит. Перед поступлением в клинику у пациента развился приступ системного головокружения с тошнотой, рвотой и ухудшением слуха. В течение стационарного лечения проводился мониторинг состояния пациента с применением теста типа «мишень» (рис. 24).

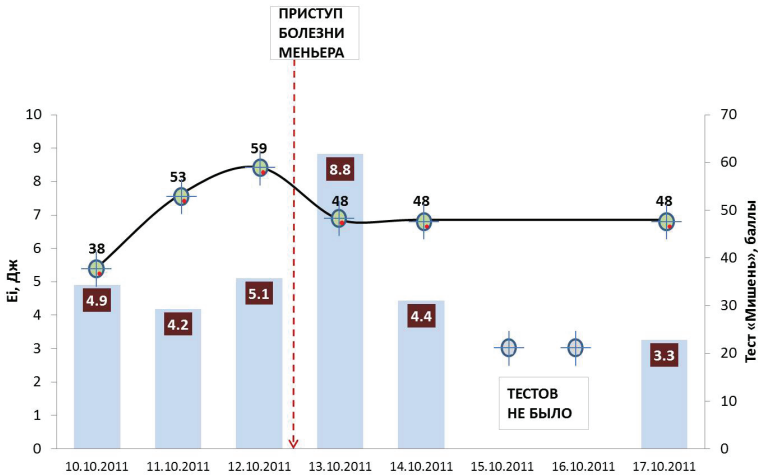


Рис. 24.

Динамика показателей теста типа «мишень» у пациента Л. (врач — А.А. Гусева, каф. оториноларинг. лечебн. факульт. РНИМУ; ГКБ №1 г. Москвы). Пояснения в тексте.

При достаточно хорошем выполнении инструкции пациентом наиболее информативным показателем оказался индекс затрат механической энергии — E_i . Наблюдалось возрастание этого показателя непосредственно после купирования приступа и снижение к окончанию лечения — на фоне применения стандартной фармакотерапии и вестибулярной реабилитации. Таким образом, применение данной пробы в клинике позволило зафиксировать объективную динамику состояния функции равновесия у пациента с болезнью Меньера.

2

В отделении постинсультной реабилитации оценивают динамику состояния пациентов по их способности стоять и ходить.

Для этого специалисты отделения применяют шкалу Тинетти, шкалу «Функциональные категории ходьбы» и другие^{xxi}. Недостатком шкал и опросников является доля субъективности, присутствующая в оценках. Конкретной задачей для врачей отделения являлось повышение объективности оценки состояния пациентов для надежного подтверждения перспективной методики реабилитации, разрабатываемой под руководством заведующего отделением. В этой связи, в схему реабилитационной диагностики ввели тест типа «мишень». Кроме количественных индивидуальных характеристик состояния пациентов (см. раздел «Показатели и трактовка результатов») врачи получили другую полезную информацию — обратили внимание на взаимосвязь субъективных показателей (данные шкал) и результатов стабилметрического исследования у своих пациентов. Например, было отмечено, что показатель эффективности двигательной стратегии при выполнении теста «мишень» (механические энергозатраты) повышен или понижен в зависимости от того, к какой категории ходьбы был отнесен пациент. При этом такая зависимость была более заметной у пациентов опытных врачей и очень слабой или практически отсутствовала для пациентов, оценку состояния которых проводил молодой врач Д. После изучения и обсуждения этого обстоятельства внутри отделения, было установлено, что применение шкал и опросников врачом Д. не было достаточно компетентным. В результате было принято решение об отправке его на дополнительную подготовку.

3

Пациент С. 28 лет, ранее проходивший лечение от наркотической зависимости в частной клинике, поступил в неврологическое отделение в связи с болями в правой ноге, обусловленными

^{xxi} Например: Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. Под ред. А.Н. Беловой и О.Н. Щепетовой. М.: Антидор, 2002

межпозвонковой грыжей пояснично-крестцового отдела позвоночника. Лечащий врач не установил факт проводившегося лечения от наркотической зависимости и самого факта склонности пациента к наркомании. Однако в серии последовательных тестов типа «мишень» было отмечено, что результаты теста ухудшаются (худший результат в последующих тестах, повышение энергозатрат), тогда как болевой синдром был успешно купирован, лечение оценивалось как успешное. При выяснении причин было выявлено, что пациент самостоятельно принимал психотропный препарат, что проявилось в динамике результатов теста «мишень».

4

Пациентка Н. 30 лет была направлена на вестибулологическое исследование в связи с длительными жалобами на сильное головокружение, препятствующее свободному передвижению. Могла ходить только с мужем, так как боялась упасть. Лучевая диагностика не выявила какой-либо патологии. При этом пациентка уверенно прошла в лаборатории тест «мишень», с первого раза показав отличный результат. В результате была направлена на консультацию к психиатру, который диагностировал аффективное расстройство — жалобы были обусловлены именно данным нарушением.

Как правило, стабилметрическая система (тестирование на стабилоплатформе) **не является единственным доступным источником** сведений о состоянии пациента. Поэтому следует **использовать всю возможную информацию**, касающуюся лечения. Применение тестов типа «мишень» хорошо **сочетается** с иными методами диагностики, дополняя их. Также тесты типа «мишень» могут сочетаться с другими стабилметрическими методиками.

В клинической практике тесты типа «мишень» могут применяться в качестве **методики для медицинского**

стабилометрического оборудования везде, где есть **прямое или косвенное** указание на **необходимость** такого оборудования, или на необходимость инструментальной диагностики функции равновесия, диагностики нарушений движения, нейрофункционального обследования и т.д.. Из прямых указаний, есть, например, пункт «стабилометрическая плафторма» в стандарте оснащения наркологического отделения^{xxii} и др.

Тесты типа «мишень» могут быть полезны, например, для:

- функциональной диагностики;
- реабилитационной диагностики;
- мониторинга состояния;
- клинических исследований.

При этом **простота применения тестов**, на наш взгляд, в ряде случаев не требует от врача наличия специализации «функциональная диагностика». Так же, как, например, проверка рефлексов, аускультация, применение психометрических шкал, или реабилитационных шкал и опросников не требует такой специализации — достаточно основной специальности.

Возможная классификация применения тестов типа «мишень» в клинической практике представлена в таб. 7.

Полезным представляется применение тестов типа «мишень» в **отраслевой медицине** — в клиниках профболезней и диспансерах. Например, актуальные темы: вибрационная болезнь, интоксикации, специфическая освещенность (туннели), перелеты и и. д.

^{xxii} Приложение N 6 к Порядку оказания наркологической помощи населению Российской Федерации, утв. прик. МЗиСР РФ от 09.04.2010 г. N 225ан «Стандарт оснащения наркологического отделения, диспансера, наркологической больницы, наркологического центра (с изменениями от 15 марта 2011 г.)»..

Таб. 7.

Возможности применения теста типа «мишень»
в некоторых клинических областях (вариант).

№№	ОБЛАСТЬ	ВОЗМОЖНАЯ ЦЕЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ
1	ЛОР	Инструментальная оценка функции равновесия в комплексном вестибулологическом обследовании
		Мониторинг состояний пациентов с вестибулопатиями
		Реабилитационная диагностика
2	НЕВРОЛОГИЯ	Инструментальная оценка устойчивости (в качестве аналога/дополнения анкетных методов и прямого наблюдения)
		Реабилитационная диагностика
		Мониторинг состояний
		Дифференциальная диагностика
3	НАРКОЛОГИЯ	Выявление факта употребления психоактивных веществ
		Оценка степени интоксикаций
		Мониторинг состояний
		Реабилитационная диагностика
4	ПСИХИАТРИЯ	Мониторинг состояний
		Оценка воздействия психотропных препаратов (подбор дозировок)
5	ОФТАЛЬМОЛОГИЯ	Реабилитационная диагностика
6	ТЕРАПИЯ (профпатология, лечебная физкультура, восстановительная медицина и др.)	Мониторинг состояний
		Реабилитационная диагностика
7	ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ	Мониторинг стостояний
		Реабилитационная диагностика

Тест типа «мишень» для психологических исследований

Актуальность **двигательно-когнитивных тестов** данного типа для **практической психологии** связана с отсутствием или малой распространенностью **объективных методов** исследования в данной сфере. В этой связи, тесты типа «мишень» представляют специалистам-психологам хорошие возможности для получения **количественных** инструментальных оценок результативного действия. По сути, для практической психологии это является простым и доступным способом **нейрофункциональных** исследований.

Тест типа «мишень» для спорта

Тесты данного типа могут быть актуальны:

- для мониторинга **функциональных состояний** в сфере оздоровительного спорта;
- для мониторинга функциональных состояний в **спорте** высоких достижений;
- при **лечении и реабилитации** спортсменов (см. раздел «для клинической практики»);
- для объективизации состояний в **тренировочном процессе** (например, для оценки технического совершенства стойки стрелка и т.д. — может требовать применения специальных платформ, нестандартных вариантов программного обеспечения и дополнительного оснащения).

Стабилометрическое оборудование

Измерительная часть стабилметрической системы представлена **силоизмерительной платформой**, состоящей из **опорной поверхности, электронного преобразователя сигналов и датчиков силы**.

Общая компоновка стабиллоплатформ серии ST-150 представлена на рис. 27.

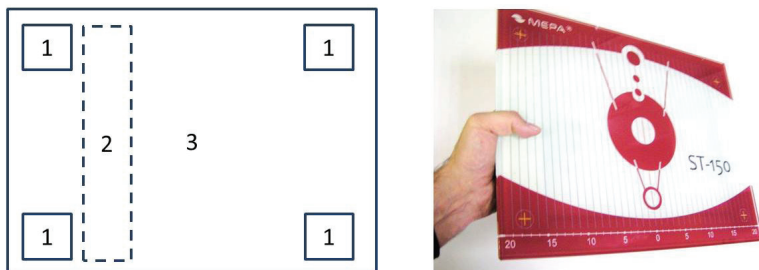


Рис. 27.

Компоновка и общий вид стандартной стабиллоплатформы ST-150: 1 — датчики силы; 2 — электронный преобразователь сигнала; 3 — опорная поверхность

Принцип действия стабилметрического устройства основан на **измерении вертикальных сил**, прилагаемых к силоизмерительным датчикам и возникающих в результате размещения исследуемого объекта на опорной поверхности платформы, вычисления **массы** объекта и **координат** точки приложения равнодействующей силы, действующей со стороны объекта



Рис. 28.

Обязательная сертификация для стабилметрических устройств в РФ

на опорную поверхность платформы общего центра давления. Цифровой сигнал от стабилметрической платформы поступает в компьютер, где специальная программа по данным измерения анализирует изменение координат центра давления человека на опорную поверхность за время исследования.

Результатом измерений, проводимых с использованием стабилметрической платформы, является **совокупность значений координат центра давления** исследуемого объекта. Эти координаты определяются в процессе исследования по измеренным величинам нагрузок, приложенных к каждому из тензодатчиков платформы. Точность вычисления координат центра давления при этом зависит от погрешности измерений нагрузок на тензодатчики платформы и используемого метода расчёта значения каждой координаты. Результаты измерений, проведённых в диагностических целях, должны трактоваться

однозначно, и их погрешность строго нормируется. В противном случае невозможно гарантировать валидность и сопоставимость результатов измерений, выполненных с помощью различных типов или даже одинаковых образцов стабилометрических платформ. Федеральный закон РФ №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» относит осуществление деятельности в области здравоохранения к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и устанавливает обязательные требования к выполнению работ и (или) оказанию услуг по обеспечению единства измерений. А это означает, что любая диагностическая медицинская техника подлежит **метрологической аттестации.**

Примеры применения стандартной стабилотрассы ST-150 размером 310x415 мм в лечебно-профилактических учреждениях представлены на рис. 29.

Следует отметить, что, несмотря на постоянные усилия государственной метрологической службы, не всегда метрологическим аспектам при сертификации медицинского оборудования уделяется должное внимание — это является также одной из причин трудностей в разработке нормативной базы



Рис. 29.

Стабилометрические системы в сосудистом центре (слева) и в центре реабилитации вследствие детского церебрального паралича (справа).

для стабилотрии (отсутствии развитых стандартов). Например, стабилотформа ST-150 «Стабилотренажер» является **первым** в стране устройством данного вида, для которого было выдано **Свидетельство об утверждении типа средств измерений** (RU. С.28.004. А №41201). Пояснение того, каким требованиям на сегодняшний день должно соответствовать стабилотметрическое оборудование в РФ, представлено на рис. 28.

На сегодняшний день разработано специальное оборудование и создана инфраструктура для метрологической поверки средств измерения такого типа (стабилотформа)¹ на территории России.

Сетевые системы в оценке функции равновесия

Высокий интерес сегодня в медицине есть к **сетевым приборам и технологиям**. Важным моментом является система **организации** работы в сети. В современных информационных системах, в том числе медико-биологической направленности, важным элементом является использование **в различной степени распределенной модели** сетевого взаимодействия *клиент—сервер*. Для систем удаленной оценки состояния человека имеет значение также **градация измерительных устройств и доступа к управлению** согласно **роли и компетенции пользователей** — их **категоризации**. На наш взгляд³, можно выделить несколько категорий пользователей:

- 1) **клиент** (пациент, спортсмен, обследуемый работник);
- 2) **контролер** (медицинский персонал, выполняющий обследование);
- 3) **пользователь** (специалист, использующий в своей работе данные информационной системы);
- 4) **эксперт** (наиболее подготовленный специалист, анализирующий результаты измерений для других пользователей).

Соответственно, режим эксплуатации системы может предусматривать как включение всех категорий пользователей, так и «многокатегорийность» пользователя, или только коммуникации «клиент — эксперт».

В этой связи, возможно построение различных вариантов архитектуры сетевых систем (рис. 30), рассчитанных в большей

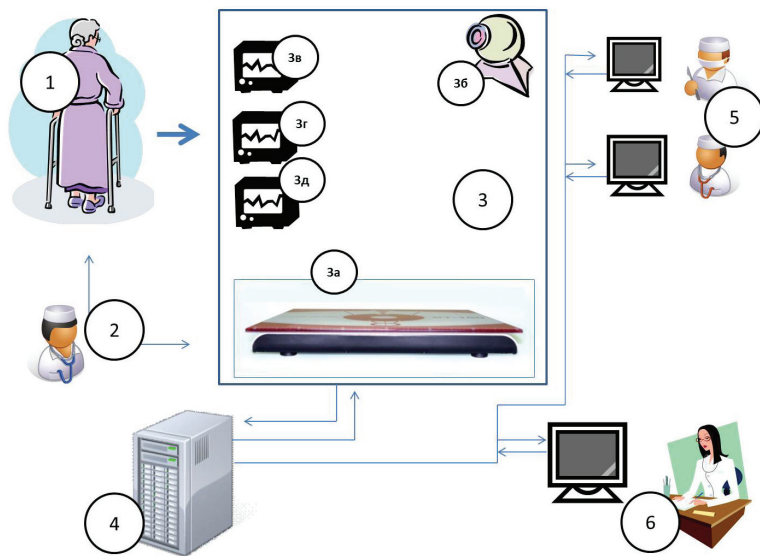


Рис. 30.

Клиент (например, пациент с двигательной патологией) — 1; контролер (например, медсестра) — 2; периферическая часть сетевой медицинской информационно-измерительной системы — 3, в том числе: 3а — стабилоплатформа; 3б — вебкамера; 3в, 3г, 3д — другие измерительные устройства (например, электрокардиограф, электроэнцефалограф, электромиограф); сервер — 4; пользователи (например, лечащие врачи разных специальностей) — 5; эксперт — 6. Источник: Гроховский С.С., Кубряк О.В., Филатов И.А.

Архитектура сетевых медицинских систем для оценки функции равновесия (стабилометрия) и комплексной оценки состояния человека. Информационно-измерительные и управляющие системы. №12. Т. 9. 2011

степени на ту или иную категорию пользователей. Обоснованность выбора распределенной, центрально-распределенной или централизованной архитектуры зависит от постановки целей. В общем смысле, для сетевой системы, основанной на анализе

функции равновесия человека, основными целями, как мы полагаем, могут быть следующие:

- **удаленная диагностика** двигательной патологии (например, в ортопедии, неврологии и т.д.)
- удаленная **оценка эффективности лечения и восстановления**, реабилитации (например, восстановление после эндопротезирования тазобедренных или коленных суставов, постинстультная реабилитация и др.)
- **функциональный контроль** двигательного-координационной сферы (например, в спорте, в предсменном контроле, при диспансеризации и т.д.)

Учитывая, что система может предусматривать также проведение и удаленное управление тренингами с биологической обратной связью с использованием стабилотрии^{xxiii}, включение дополнительных средств измерения (полиграфические комплексы) и другие особенности, варианты архитектуры могут быть еще расширены.

Реализация подобной схемы для **разных категорий пользователей** может означать, например, следующее:

- система **домашнего** медико-биологического периодического или постоянного мониторинга (например, для связи пациента с лечащим врачом);
- система **внутрибольничного** обмена медико-биологическими данными, позволяющая добиваться высокой концентрации диагностических мощностей для одного пациента, без создания дополнительной нагрузки на обслуживающий персонал за счет одновременности

^{xxiii} Например, рекомендации таких тренингов в Приказе МЗиСР от 22 августа 2005 г. № 534 «О мерах по совершенствованию организации нейрореабилитационной помощи больным с последствиями инсульта и черепно-мозговой травмы»

обследования различными методами, а также позволяющая интенсифицировать отдачу от диагностических данных за счет их большей доступности для специалистов;

- система **межбольничного** обмена медико-биологическими данными, позволяющая донести возможности высокотехнологичной медицинской помощи в учреждения, которые не имеют в штате врачей определенной специальности;
- **региональная** система мониторинга пациентов, находящихся на льготном обеспечении, для объективизации назначений фармакотерапии, процесса реабилитации и т.д. (оценка эффективности лечения);
- **другое.**

Внедрение сетевых систем, вероятно, будет способствовать расширению возможностей для пациента за счет появления новых форм организации лечебного процесса, включая привлечение наиболее компетентных специалистов из других регионов или из-за рубежа.

Заключение

Стабилометрия как метод предоставляет **простой, неинвазивный, быстрый и недорогой** способ **количественной** оценки функции равновесия. Очевидно, что объективность, доказательность в медицине значимо повысили общий уровень здравоохранения — хотя бы за счет отбора наиболее эффективных технологий лечения. В этой связи, требование **объективного** контроля в такой «привычной» сфере как **равновесие** тела человека, также является велением времени. Надеемся, что предлагаемые тесты типа «мишень» (статические двигательно-когнитивные тесты с биологической обратной связью по опорной реакции) послужат этой цели.

Авторы:

Кубряк Олег Витальевич

Старший научный сотрудник, НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН, к. б. н.

Гроховский Сергей Семенович

Руководитель группы разработчиков стабилометрических систем МЭРА

Ссылки

- 1 Гроховский С.С., Кубряк О.В. Метрологическое обеспечение измерений в исследованиях функции равновесия человека. Мир Измерений, №11, 2011. с.37—38
- 2 Свидетельство об утверждении типа средств измерений №41201
- 3 Гроховский С.С., Кубряк О.В., Филатов И.А. Архитектура сетевых медицинских систем для оценки функции равновесия (стабилометрия) и комплексной оценки состояния человека. Информационно-измерительные и управляющие системы. №12. Т. 9. 2011. с. 68—74.
- 4 Кубряк О.В., Гроховский С.С. Постуральный тест с биологической обратной связью в оценке влияния привычного сеанса курения на показатели баланса у здоровых добровольцев. Наркология, №9, 2011. с. 59—63
- 5 Покровский В.М., Коротько Г.Ф. и др. Физиология человека. В 2-х томах. / Под. ред. В.М. Покровский, Г.Ф. Коротько. М.: Медицина, 2003. 656 с.
- 6 Коржуев П.А. Эволюция, гравитация, невесомость. М.: Наука. 1971. 152 с.
- 7 Циолковский К.Э. Биология карликов и великанов. Сб.: «Путь к звездам». М., Изд-во АН СССР. 1961. с. 311.
- 8 Николаи Е.Л. Теоретическая механика. Часть I. Статика. Кинематика (издание двадцатое). М.: ГИФМЛ. 1962. 260 с.
- 9 Скворцов Д.В. Стабилометрическое исследование. М.: Ма-ска. 2010. 176 с.

- 10 Horak F.B., Nashner L.M. Central Programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configuration. *J. Neurophysiol*, 1986. N55. P.1369—1381.
- 11 Печенкова Е.В., Фаликман М.В. Стратегия как метасредство решения перцептивной задачи в условиях быстрой смены информации и повышенной «умственной загрузки». Актуальные проблемы истории психологии на рубеже тысячелетий. М.: Изд-во МГСУ, 2002. Ч.2. С.98—106
- 12 Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М.: Медицина. 1968. с. 194—262
- 13 Бернштейн Н.К. Физиология движений и активность. М.: Наука. 1990. с. 373—410
- 14 Баркер Р. и соавт. Наглядная неврология (пер. с англ. Г.Н. Левицкого) / Р. Баркер, С. Бараззи, М. Нил; под ред. В.И. Скворцовой. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. 136 с
- 15 Основы сенсорной физиологии. / Под ред. Р. Шмидта. М.: Мир, 1984. 287 с
- 16 Маркушевич А.И. Замечательные кривые. Популярные лекции по математике. Государственное издательство технико-теоретической литературы. М., Л.: 1952. 30 с.
- 17 Гиппенрейтер Ю.Б. Деятельность и внимание. / А.Н. Леонтьев и современная психология. / Под ред. А.В. Запорожца и др. Москва: МГУ. 1983. с. 165—177
- 18 Н.А. Бернштейн. О ловкости и её развитии. М.: Физкультура и спорт, 1991. 288 с.
- 19 Лучихин Л.А., Ганичкина И.Я., Доронина О.М. Критерии прогнозирования эффективности вестибулоадаптивной терапии у больных с расстройством равновесия. Вестник оториноларингологии, №6, 2004. С. 32—33.

Научно-методическое издание

КУБРЯК О.В., ГРОХОВСКИЙ С.С.

**ПРАКТИЧЕСКАЯ СТАБИЛОМЕТРИЯ.
СТАТИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛЬНО-КОГНИТИВНЫЕ**

ТЕСТЫ

СВ

С разрешения владельцев авторских прав книга добавлена на сайт www.biomera.ru для свободного распространения. Ссылка на источник цитирования при использовании материалов книги обязательна!

===

Любые отзывы
обна

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

Макетирование — *Александр Кудрявцев*

Издание подготовлено группой компаний «Мера».

Сдано в набор 15.03.2012.

Гарнитура «Арно».

Формат 84x108/32. Бумага мелованная.

Тираж 500 экземпляров. Заказ 133.

Отпечатано в ООО «ИПЦ „Маска“»

Москва, Научный проезд, 20.

Тел. (495) 510-32-98

www.maska.su, info@maska.su