

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования "Красноярский государственный медицинский  
университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого" Министерства  
здравоохранения Российской Федерации  
ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России



Кафедра физической и реабилитационной медицины с курсом ПО

Зав.кафедрой: ДМН, Доцент  
Можейко Елена Юрьевна

**Реферат**  
*«Особенности стабилотрии».*

Выполнила: Чекурина М.Г.  
Ординатор 2-го года специальности ЛФК и  
спортивная медицина

Проверил преподаватель: Зубрицкая Екатерина Михайловна  
Завуч, КМН, ассистент

Красноярск 2020г.

## Содержание

Определение метода.....	3
Применение в биомедицинских областях.....	3
Регистрируемые параметры и значимые показатели.....	5
Трактовка данных стабиллометрии и практическое применение.....	7
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	8

# Особенности стабилотметрии

## Определение метода

Дословно стабилотметрия означает «измерение стабильности» (от лат. «stabilis» — твёрдо стоящий на ногах), что подразумевает количественное исследование стабильности объекта с помощью технического устройства — стабилотметра. Чаще всего термин стабилотметрия применяется для обозначения инструментального исследования в биомедицинских областях.

Стабилотметром называют технически различные инструменты. Например, устройство для оценки прочности грунтовили устройство для измерения стабильности частоты. Также стабилотметром в широкой трактовке термина является платформа-динамометр. Такой прибор часто называют «стабилотплатформа», тем самым отличая специальный биомедицинский прибор от более общего определения «стабилотметр».

## Применение в биомедицинских областях

Стабилотметрическая система в биомедицинских областях — это устройство для регистрации колебаний проекции центра масс человека на плоскость опоры, трансформации сигнала и передачи в реальном времени данных измерений для расшифровки и анализа в обрабатывающий блок (компьютер), с целями получения объективной информации для диагностики и оценки состояний двигательной-координационной сферы, системы пространственной ориентации, а также с целью проведения восстановительного лечения, либо тренировок, либо специальных функциональных проб, где текущие данные о колебаниях проекции собственного центра масс человека преобразуются в какой-либо внешний сигнал для создания биологической обратной связи. Названия, часто используемые как синонимичные: стабилотанализатор, стабилотграф, постуротграф, силоизмерительная платформа, стабилотренажер, балансотренажер, силовая платформа, стабилотметрическая платформа, статокинезиотметр.

Вариант «статокинезиотметр» связан с синонимичным определением термина стабилотметрия — статокинезиотметрия. Известны иные варианты написания термина: статокинезотметрия, статокинезиметрия.

Ранее чаще использовался термин стабилотграфия, так как для регистрации сигналов использовался самописец (графический регистратор). Строго говоря, стабилотметрия — это один из методов измерения силы.

Для измерения сил в метрологии используют различные физические эффекты — такие, для которых характерны определённые зависимости между силой и другой величиной, например деформацией (относительной или

абсолютной), давлением, пьезоэлектричеством, магнитострикцией и другими. Единица силы ньютон (Н) относится к производным физическим величинам Международной системы единиц. Ньютон — это сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с<sup>2</sup> в направлении действия силы: 1 Н = 1 кг•м/с<sup>2</sup>. Традиционным способом измерения силы является применение упругой деформации пружинного элемента для определения веса — в пружинных весах. В пределах действия закона Гука наблюдается пропорциональная зависимость между силой F и деформацией ε или Δl:

$$F \sim \epsilon \sim \Delta l$$

Электрические методы измерений. Электрические методы измерений начинают свою историю в XIX веке, когда Беккерель применил дифференциальный гальванометр для сравнения электрических сопротивлений. На основе своих исследований он сформулировал известный закон зависимости сопротивления проводника от его длины и сечения. Затем эти работы были подхвачены Пуйе и описаны в последующих изданиях его «Основ экспериментальной физики», вышедших в 1827 году. Стефано Марианини в 1825 продемонстрировал независимость распределения электрического тока по всем проводникам, независимо от их природы. Это противоречило утверждению Вольты, который полагал, что если одна ветвь цепи образуется металлическим проводником, а остальные жидкими, то и весь ток должен проходить по металлическому проводнику. Араго и Пуйе популяризировали во Франции наблюдения Марианини. Иными словами, к 1840-м годам накопилась «критическая масса» знаний и технологий для масштабных инноваций, задавших «тон» как минимум на два будущих столетия. Например, сегодня одним из самых широко распространенных методов измерения силы является основанная на известном с середины XIX века «мостике Уитстона» тензорезисторная схема. Следует отметить, что первые открытия в электродинамике и опытные конструкции электротехники были использованы для создания первых аппаратов связи. Сам Чарльз Уитстон занимался в 1840 году изучением и усовершенствованием телеграфа. Он имел хорошую теоретическую подготовку — в частности, был знаком с законом Ома. Поэтому Уитстоном достаточно быстро был найден способ измерения сопротивления независимо от постоянства электродвижущей силы — в 1843 году опубликована статья с описанием знаменитого «мостика». На самом деле подобное устройство было описано ещё в 1833 году Гюнтером Кристи, а также независимо от него — в 1840 году Стефано Марианини. Оба они предлагали свой метод сведения к нулю, но теоретические объяснения, при которых не учитывался закон Ома, были несовершенны. Изобретение Уитстона как принципиальная схема дошло до наших дней практически без изменений.

### 3. Электрическое измерение силы

Современный резистор — пассивный элемент электрической цепи, в идеале характеризуемый только сопротивлением электрическому току. Иными словами, для идеального резистора в любой момент времени мгновенное

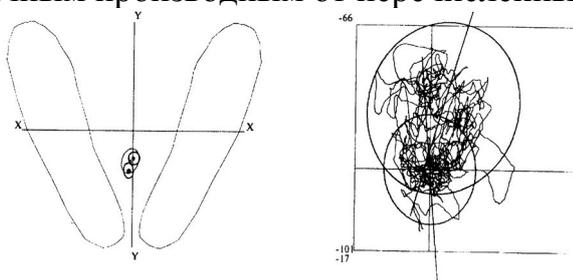
значение напряжения на резисторе пропорционально току, проходящему через него:

$$U(t) = R * I(t)$$

Реальные резисторы отличаются нелинейностью вольт-амперной характеристики, паразитными ёмкостью и индуктивностью. Тип резистора, у которого сопротивление электрическому току меняется в зависимости от деформации, получил сегодня широчайшее распространение как тензорезистор — первичный преобразователь при измерениях механических величин. В зависимости от выбранного метода и диапазона измерений деформируемый чувствительный элемент выполняют таким образом, чтобы деформация передавалась как растяжение или сжатие — изменение начальной длины элемента. Упругий элемент с приданными ему элементами, выполняющими функции преобразования (механическими, электрическими или др.), защитным корпусом и другими частями составляет преобразователь силы. Существуют различные типы преобразователей силы (резисторный, индуктивный, пьезоэлектрический, оптоэлектронный и др.), каждому из которых присущи свои достоинства и недостатки. В разных типах стабиллоплатформ (опоры для измерения силы — стабиллометрии), могут использоваться различные типы датчиков, а также различная схемотехника, что отличает измерительные качества устройств.

### Регистрируемые параметры и значимые показатели.

Стабиллометрическое исследование основывается на регистрации параметров колебаний проекции центра масс обследуемого человека на плоскость стабиллоплатформы. При этом регистрируются такие параметры, как, например: колебания проекции центра масс в саггитальной и фронтальной плоскостях (стабиллограмма), скорость колебаний и траектория (статокинезиограмма). Практически все основные показатели, используемые при трактовке результатов стабиллометрического исследования, можно свести к различным производным от перечисленных выше параметров.



Фиг. 1

Статокинезиограмма

История стабиллометрии. Современная стабиллометрия ведет начало из 60-х — 70-х годов XX века, как и многие другие ныне эксплуатируемые методы функциональной диагностики. Наиболее часто в связи с созданием метода стабиллометрии упоминают акад. РАН В. С. Гурфинкеля, возглавлявшего

Лабораторию регуляции движений и других физиологических систем в Институте проблем передачи информации. Суть метода заключается в регистрации колебаний тела (общего центра масс) стоящего человека.

Получаемые в процессе проведения стабилметрических тестов параметры очень чувствительны и обладают как диагностической, так и прогностической ценностью. Именно поэтому стабилметрия сегодня достаточно широко представлена в практической медицине разных стран. Особенно в США, Франции, Японии, Италии. В 1969 году было основано Международное общество постурологии. Основатели этого общества — исследователи, в основном, из Европы и Японии. С 1986 года общество существенно расширило свои ряды. Следствием этого является изменение названия, теперь это — Международное общество исследования положения тела и походки (International society for postural and gait research). Участники — это исследователи, занимающиеся различными аспектами движений человека: нейрофизиологи, инженеры, неврологи, отоларингологи, физиотерапевты и другие. Сформировалось несколько различных школ: европейская, американская, японская. Отличия касаются, например, принимаемых нормативов, условий проведения тестов, положения стоп в основной стойке и т. д. В наши дни регулярно проходят конференции и симпозиумы, издаются журнальные статьи, проводятся дискуссии. Однако, как отмечают известные исследователи, стабилметрия ещё не достигла своего полного потенциала как клинический инструмент. В этой связи, повышение доступности стабилметрических инструментов, ставшее возможным с появлением новых образцов техники, предоставляет отличные возможности для практических специалистов по внедрению новых методик, повышению эффективности диагностики в целом. Благодаря стабилметрии возможна большая объективизация состояний обследуемого, что особенно актуально для неврологии, ортопедии и травматологии, отоларингологии, стоматологии (ортодонтии) и других областей. Большой интерес стабилметрия представляет для спорта.

Стабилметрия — это инструментальный метод. Поэтому его история тесно связана с уровнем техники, технологичностью оборудования. Первые стабиллограммы, представляющие собой вычерченный на бумаге чернильным пером график продольных или поперечных отклонений общего центра масс тела человека от начальной точки, были малопригодны для изошренного анализа. Возможно поэтому, несмотря на эффективное применение по меркам 60-х — 70-х, метод стабилметрии не мог развиваться дальше в отсутствие эффективного математического анализа данных. Такая возможность появилась в конце XX века и начале XXI с появлением доступной компьютерной техники и программного обеспечения.

### **Трактовка данных стабилотрии и практическое применение.**

Поддержание вертикальной позы у человека осуществляется с использованием разномодальной афферентной информации: зрительной, соматосенсорной, вестибулярной. Центральная нервная система способна использовать дополнительные источники информации о положении тела; это приводит к увеличению устойчивости и уменьшению колебаний общего центра масс. Напротив, если источник афферентации перестает давать надежную информацию о положении тела, то система регуляции позы может игнорировать сигналы от такого источника, и его наличие перестает влиять на позы колебания. Иногда могут вноситься и возмущающие сигналы (например, при некоторых заболеваниях глаз, закрытие глаз приводит к повышению устойчивости). Возможность использования дополнительных источников информации или изменение приоритетов в выборе источников афферентации требует участия системы внутреннего представления — модели, учитывающей биомеханику тела и свойства ближайшего окружения.

**Неврология.** В неврологии стабилотрия используется в качестве элемента объективной диагностики при заболеваниях, связанных с нарушениями контроля равновесия. Существуют утвержденные государственные стандарты медицинской помощи по отдельным нозологиям, включающие стабилотрию. Важное значение стабилотрия имеет в качестве параметра биологической обратной связи в лечении и реабилитации неврологических пациентов (постинсультные состояния, рассеянный склероз, экстрапирамидные нарушения, головокружения и невротические расстройства, др.)

**Ортопедия и травматология.** Тесная связь этих медицинских дисциплин с изучением движений подразумевает широкое использование объективного инструментария (в том числе, стабилотрии) для надежной оценки состояния опорно-двигательного аппарата пациента. Например, при нарушениях осанки или после эндопротезирования коленных суставов.

**Оториноларингология.** Хотя при неподвижном стоянии (см. Стояние (действие)) вестибулярный аппарат практически не задействован, ЛОР-врачи активно используют стабилотрию для диагностики ряда специфических состояний<sup>[17]</sup>.

**Стоматология.** Установка брекетов, зубопротезирование и другие вмешательства в челюстно-лицевую систему могут значимо влиять на функцию равновесия, вплоть до невозможности пройти по прямой. Для

контроля успешности проведенных вмешательств (отсутствия каких-либо ухудшений контроля равновесия) используют стабилometriю.

Психиатрия и наркология. По данным стабилometriи проводится оценка действия ряда психотропных препаратов. В отличие от субъективного, ориентированного на «клиническое впечатление» подбора вида и доз препарата, вводит элементы объективного контроля. Тренинг с биологической обратной связью с использованием стабилometriи актуален в пограничной психиатрии, терапии аффективных расстройств.

Спорт. В спорте стабилometriя используется для функционального контроля (например, в стрелковых видах), а также в качестве инструмента селекции или тренировки с биологической обратной связью.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности. М.: ФиС, - 2015.
2. Мимокова И.В., Евдокимова Т.А. Лечебная физкультура: Новейший справочник. М., 2016.
3. Семенов А.И. Актуальные проблемы физической культуры и спорта. - М.: Знание, - 2015.
4. Трофимова Л.П. Содержание, методика и планирование комплексных занятий в группах здоровья. - Л. - 2015.