



Современные аспекты стабилотрии и стабилотренинга в коррекции постуральных расстройств

И. М. Рудь, Е. А. Мельникова, М. А. Рассулова, А. Е. Гореликов

Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы

Цель обзора: обобщение современных теоретических и практических аспектов стабилотрии и стабилотренинга в реабилитации больных с постуральными расстройствами различного генеза.

Основные положения. Применение стабилотренинга с биологической обратной связью в реабилитации больных с постуральной неустойчивостью приводит к улучшению равновесия, психоэмоционального фона, когнитивных функций, к активизации механизмов нейропластичности, повышению комплаентности.

Заключение. Включение стабилотренинга с биологической обратной связью в комплексную программу реабилитации больных с постуральными расстройствами значительно повышает эффективность восстановительного лечения.

Ключевые слова: стабилотрия, стабилотренинг, биологическая обратная связь, реабилитация, постуральные расстройства.

Current Aspects of Stabilometry and Stability Training in the Treatment of Postural Disorders

I. M. Rud, E. A. Melnikova, M. A. Rassulova, A. E. Gorelikov

Moscow Applied Research Center for Medical Rehabilitation and Restorative and Sports Medicine, Moscow City Department of Health

Objective of the Review: To summarize current theoretical and practical issues in the use of stabilometry and stability training in rehabilitation of patients with postural disorders of various origin.

Key Points: As a part of rehabilitation for patients with postural instability, stability training using biofeedback improves balance, psychoemotional status, and cognitive functions, activates neuroplasticity mechanisms, and increases compliance.

Conclusion: The addition of stability training with biofeedback to comprehensive rehabilitation programs for patients with postural disorders significantly improves restorative treatment outcomes.

Keywords: stabilometry, stability training, biofeedback, rehabilitation, postural disorders.

Нарушение равновесия, или постурального баланса (постуральная неустойчивость), является одной из наиболее частых жалоб в неврологии и ортопедии. В настоящее время отмечается рост числа больных с нарушениями равновесия [1]. Частота встречаемости данных расстройств при патологии ЦНС колеблется от 40% до 100% в зависимости от нозологической формы заболевания и возраста больного [2, 3]. Соответствующий показатель при заболеваниях периферической нервной системы и последствиях травм опорно-двигательного аппарата, в частности после эндопротезирования крупных суставов нижних конечностей, в настоящее время недостаточно изучен.

Нарушение равновесия — кратковременная или постоянная неспособность к управлению положением тела в пространстве, проявляющаяся неустойчивой походкой, неожиданными падениями, покачиванием, нарушением координации [4]. Постуральная неустойчивость имеет высокую социальную значимость, так как большинство больных составляют лица трудоспособного возраста и этот дезадаптирующий симптомокомплекс значительно ухудшает качество их жизни, ограничивает профессиональную деятельность [5].

В осуществлении функции равновесия участвует сложная статокINETическая система, включающая афферентные

(вестибулярное, зрительное, проприоцептивное) и эфферентные звенья (нейровегетативное, мышечное) [6]. Первыми активируются рецепторы вестибулярного аппарата, нервные импульсы от которых поступают по нисходящим вестибулоspинальным трактам к мышцам туловища и конечностей, а также по вестибуломозжечковым связям в мозжечок. В ядра базальных ганглиев и мозжечка по восходящим путям проходят нервные импульсы от проприоцепторов, переключающиеся в таламусе на второй нейрон и проецируемые в теменную долю головного мозга, где и формируется схема тела.

В статокINETической системе одинаково важны все ее составные части, нельзя утверждать, что какому-либо одному анализатору или физиологическому механизму принадлежит исключительная роль. В настоящее время под статокINETической устойчивостью понимают способность человека сохранять стабильными функциональное состояние, пространственную ориентировку, функцию равновесия, профессиональную работоспособность за счет оптимальной регуляции всех физиологических функций при воздействии статокINETических раздражителей, возникающих в пространстве пассивно и активно [6]. А схожее по смыслу понятие «постуральный баланс» определяется как способность поддерживать, управлять общим центром массы (ОЦМ) тела

Гореликов Андрей Евгеньевич — врач — ортопед-травматолог филиала № 3 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ. 111674, г. Москва, ул. 2-я Вольская, д. 19. E-mail: winstonone@bk.ru

Мельникова Екатерина Александровна — д. м. н., руководитель отдела медицинской реабилитации больных с заболеваниями центральной и периферической нервной системы ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ. 105120, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. E-mail: melkaterina3@yandex.ru

Рассулова Марина Анатольевна — д. м. н., профессор, первый заместитель директора ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ. 105120, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53. E-mail: drassulovama@yandex.ru

Рудь Инесса Михайловна — заведующая филиалом № 3, врач-терапевт ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ. 111674, г. Москва, ул. 2-я Вольская, д. 19. E-mail: rudinessa@mail.ru



в целях предотвращения потери равновесия при статическом и динамическом положениях [7]. Таким образом, концепция единой статокинетической системы человека является методологической основой для оценки функции равновесия и координации движений.

Статокинетическая система обеспечивает равновесие тела в статике и динамике путем интеграции трех основных функций: сенсорной, моторной и трофической (энергетическое обеспечение движения). По сути органические или функциональные изменения в органах, осуществляющих любую из этих функций, безусловно приведут к нарушениям равновесия — клинически значимым или субклиническим (компенсированным). Как показывают результаты последних исследований, ведущим механизмом стойкой компенсации в таких случаях является активация когнитивного моторного контроля [4, 7].

Важным положением в концепции статокинетической системы следует считать подразделение ее реакций на физиологические, патофизиологические и патологические [8]. В естественных условиях физиологические реакции проявляются ощущением положения тела и его целенаправленным перемещением в пространстве. Патофизиологические реакции возникают при «конflikте» информационных афферентных потоков (например, в условиях искусственной депривации зрительного контроля при нагрузочных вестибулярных пробах). Патологические реакции являются симптомами органических и функциональных заболеваний центральной и периферической нервной системы и могут быть «локализованы» на различных иерархических уровнях.

Вертикальная поза для человека — одна из физиологических функций организма. Изучением механизмов регуляции поддержания позы человека занимались многие исследователи на протяжении 100 лет. основоположником теоретической базы современной постурологии является российский физиолог Н. А. Бернштейн, четко сформулировавший понятие обратной связи в физиологии

движений и три основных типа механизмов управления постуральным балансом:

- рефлекс — автоматические ответы нервной системы на изменяющиеся условия;
- синергии — классы движений с кинематическими характеристиками;
- стратегии — сложные движения, выполняемые бессознательно или осознанно для получения необходимого результата (табл.) [9–13].

Разобрав анатомо-функциональную модель статокинетической системы, важно отметить, что с биомеханической точки зрения тело человека представляет собой модель перевернутого маятника, устойчивость которого достигается за счет работы мышц [4]. Основная стойка здорового человека в проекции схематично представляет собой вертикаль, проходящую через ОЦМ тела, которая опускается от центра головы (отверстие ушной раковины), проходит на 1 см кпереди от 3–4-го поясничного позвонка через центр тазобедренного сустава, впереди коленного сустава и ложится на плоскость опоры на 4–5 см кпереди от линии внутренних лодыжек [14]. Тазобедренный и коленный суставы замыкаются пассивно, голеностопный сустав замыкается напряжением трехглавой мышцы голени — таким образом осуществляется контроль баланса тела в основной стойке. Все балансировочные движения происходят в пределах рабочей амплитуды голеностопного сустава, где основная роль принадлежит камбаловидной мышце. Такой физиологический тип поддержания баланса в основной стойке называют «голеностопной стратегией» [7]. При тяжелой патологии встречается аномальная «тазобедренная стратегия», когда баланс сохраняется благодаря резким амплитудным движениям в тазобедренных суставах.

Стабилометрия — метод регистрации положения и колебаний проекции ОЦМ тела на плоскость опоры с помощью стабилометрической платформы. Ее разновидность аппаратная стабилометрия — высокоинформативный метод диагностики постуральных нарушений [6, 15], применяемый

Таблица

Уровни построения движений и регуляций (по Н. А. Бернштейну) [8]

Уровни построения движений	Ведущие сенсорные коррекции (регуляции) уровня	Избирательные факторы, ведущие к распаду и деавтоматизации движений
Руброспинальный	от вестибулярного анализатора	<ul style="list-style-type: none"> • смещение головы и туловища; • изменение хваточной позы кисти и пальцев
Таламо-паллидарный (уровень синергий)	от проприоцепторов	<ul style="list-style-type: none"> • изменения рабочей позы; • экзогенно-навязанный ритм; • одновременное включение другой синергии
Пирамидно-стриарный (уровень пространственного поля)	синтез сенсорной информации от всех анализаторов с ведущей регуляцией от зрительного анализатора	<ul style="list-style-type: none"> • изменение масштабности и амплитуды движений; • изменение направления движения; • навязывание экзогенной метрики (тандемная ходьба); • поворот на 90–180 градусов, или зеркальный поворот движения; • отвлечение внимания; • нарушение зрительного контроля; • сильное утомление; • болевой синдром
Уровень предметных действий	синтез сенсорной информации от всех анализаторов	отсутствие взаимозаменяемости правой и левой руки
Высшие уровни	синтез сенсорной информации от всех анализаторов	избирательного сбивающего фактора не выявлено

в клинической практике более 20 лет и имеющий следующие преимущества:

- комфортность обследования, не требующего специальной подготовки;
- высокая чувствительность, позволяющая оценить реакцию на физические и психические воздействия;
- автоматический расчет основных параметров с возможностью динамического контроля;
- возможность разработки и контроля, в том числе самоконтроля при использовании биологической обратной связи (БОС), индивидуальной программы реабилитации. Развитие методов реабилитации больных с нарушениями равновесия, основанных на принципах БОС, позволяет проводить эффективное восстановительное лечение [16].

Таким образом, стабилотметрический диагностический метод может широко применяться в ортопедии, травматологии, неврологии, офтальмологии, реабилитации. Противопоказания немногочисленны и относительны: невозможность самостоятельно удерживать равновесие; выраженный когнитивный дефицит; визуальные (шумовые) помехи во время исследования.

Основными оцениваемыми параметрами являются:

1) ОЦМ тела — гипотетическая точка, находящаяся на 2–3 см впереди от таза (*promontorium*);

2) центр давления (ЦД) — точка, локализуемая на вертикальной проекции, или векторе реакции [16], опоры, являющаяся средней равнодействующей давления тела на опору в пределах площади опоры [14].

В соответствии с системой координат во фронтальной плоскости ЦД может смещаться вправо-влево, а в сагиттальной — вперед-назад. По изменению положения ЦД на платформе судят о колебаниях ОЦМ тела человека. Графически это может быть представлено в виде кривой, называемой статокинезиограммой (стабилограммой). Статокинезиограмма оценивается по площади, среднему радиусу отклонения, длине кривой и состоит из колебаний во фронтальной (стабилограмма X) и сагиттальной (стабилограмма Y) плоскостях. Ось X (фронтальная) проходит через межлодыжечную линию, ось Y (сагиттальная) — посередине между стопами [17].

Система координат [18] построена в соответствии с рекомендациями по стандартизации. Пересечение сагиттальной и фронтальной линий соответствует нулевой отметке. Положение ЦД впереди фронтальной (межлодыжечной) линии соответствует положительным значениям ЦД в передне-заднем направлении, т. е. в сагиттальной плоскости S–S, позади нее — отрицательным. Для фронтальной плоскости все положения ЦД справа от средней линии S–S будут иметь положительные значения, слева — отрицательные. Измерение абсолютного положения ЦД в данной системе координат производится в миллиметрах. Положение ЦД во фронтальной плоскости обозначается буквой F, в сагиттальной — S. Клинически симметричность основной стойки определяется по положению ЦД во фронтальной плоскости X.

Основные показатели, используемые в стабилотметрическом исследовании:

- положение ЦД в системе координат;
- девиация ЦД около среднего положения;
- средняя скорость движения ЦД;
- средняя площадь статокинезиограммы;
- показатели спектра частот [14].

Основные частоты колебаний ЦД определяют с помощью анализа спектра частот. Различные колебания ЦД разделя-

ют по частоте на два типа: медленные и высокочастотные. Частоты в полосе 0–0,3 Гц [18] являются базовыми и считаются медленными; в полосе 0,5–1,5 Гц определяются средние частоты, которые соответствуют сокращению больших групп мышц; колебания с частотой свыше 2 Гц относятся к высокочастотным колебаниям и встречаются в основном у больных с неврологической патологией [20]. Высокоамплитудные колебания являются низкочастотными, а низкоамплитудные — высокочастотными.

Стабилотренинг как основа восстановления постурального баланса. В компьютерном стабилотренинге используют целенаправленные движения, выполняемые в процессе игры. Движения дозируют и повторяют в соответствии с поставленными целями и задачами. Достижение поставленной цели осуществляется путем обучения больных перемещению и контролю ЦД (в основном с помощью зрительного обратного сигнала).

Процесс тренировки состоит из следующих шагов:

- получение информации (первичное стабилотметрическое тестирование больного);
- постановка цели (в игре);
- принятие решения;
- выработка стратегии достижения цели;
- повторное контролируемое выполнение упражнений при создании положительной мотивации;
- получение итоговой стабилотметрической информации [21].

В неврологии стабилотренинг применяют в основном при реабилитации больных с сосудистыми и дегенеративными заболеваниями ЦНС, черепно-мозговой травмой (ЧМТ) [21, 22].

Нарушение контроля вертикальной позы у больных с постинсультными гемипарезами обусловлено асимметрией сил опоры паретичной и непаретичной конечностей в связи с изменением временной последовательности [23] и неполным включением мышц, обеспечивающих позные реакции. Выявлена зависимость колебания ЦД от повреждения механизмов сенсорного контроля движений, а позной асимметрии — от патологии эфферентного звена [24, 25]. Установлены корреляции между средней скоростью движения ЦД и степенью нарушений глубокой чувствительности в дистальном отделе паретичной ноги, а также состоянием нейродинамики психических процессов.

В многочисленных исследованиях у больных с болезнью Паркинсона стабилотметрические тесты применяли в основном как дифференциально-диагностические [26, 27], ориентируясь на спектр частот колебаний ЦД. Механизмы постуральной неустойчивости при болезни Паркинсона некоторые авторы [28] связывают с центральными нарушениями программирования в премоторной зоне подготовительных установочных позных реакций, другие [29] — с наличием ригидности и временной задержкой корректирующих движений в голеностопном суставе. Наконец, существует точка зрения, что в реализации механизмов постуральной неустойчивости ведущая роль принадлежит недопаминергическим структурам, а включение стабилотренинга с БОС в комплексную реабилитацию таких больных приводит к улучшению равновесия и психоэмоционального фона за счет активизации когнитивных механизмов постурального контроля (где ведущее значение имеют холинергические структуры). Стабилотренинг позволяет формировать новые функциональные связи в ЦНС взамен утраченных в результате заболевания, что приводит к компенсаторному восполнению постурального контроля вследствие вовлечения

в процесс структур, находящихся на более высоких иерархических уровнях [30].

Применение стабилотренинга у больных со спиноцеребеллярными атаксиями, как правило, малоэффективно, что обусловлено особенностями патологического процесса [6]. У таких больных выявлено значительное увеличение средней скорости движения и амплитуды колебания ЦД во фронтальной плоскости, не являющееся результатом сенсорных нарушений. Чтобы предотвратить падение, больные увеличивают площадь опоры за счет большего расстояния между стопами. Показано, что характер использования позных стратегий у больных со спиноцеребеллярными атаксиями не нарушается [31], а патологические изменения реакции на внезапную потерю равновесия проявляются непропорциональным увеличением амплитуды и длительности сокращения различных групп позных мышц. В поддержании баланса у больных со спиноцеребеллярными атаксиями велика роль зрения. Амплитудные и частотные характеристики статокинезиограммы используют для дифференциальной диагностики различных вариантов наследственных атаксий [32, 33].

Стабилометрию и стабилотренинг активно применяют отечественные авторы при реабилитации больных с последствиями инсульта и ЧМТ. Показано, что у больных с ЧМТ колебания ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях на 50% выше, чем в контрольной группе лиц без ЧМТ [34]. Французскими авторами выделен «синдром последствия сотрясения головного мозга» в виде увеличения площади статокинезиограммы свыше 200 мм², что превышает норму на 95% [35].

Результаты стабилотриметрических исследований у больных в восстановительном периоде ишемического инсульта подтверждают положительное влияние стабилотренинга с использованием стабилотриметрической платформы с БОС на показатели статической устойчивости, что косвенно свидетельствует о высоком реабилитационном потенциале больных в отношении восстановления статико-локомоторных функций. Наиболее эффективен стабилотренинг в первые 3–6 месяцев от развития инсульта [37]. Отмечено, что у пациентов с инсультом полушарной локализации смещение ЦД происходит в противоположную от пареза сторону в связи с компенсаторной «гиперфункцией» ходоной конечности, при этом амплитудные и частотные характеристики статокинезиограммы часто остаются неизменными. У пациентов с инсультом в вертебробазиллярном бассейне увеличиваются амплитуда и частота колебаний ЦД, что, согласно данным литературы [2], является плохим прогностическим фактором и ограничивает восстановление постурального баланса. Имеются данные о том, что проведение стабилотренинга с БОС показано уже в острейшем периоде инсульта и приводит к снижению двигательного дефицита, более раннему началу самостоятельной ходьбы и восстановлению навыков самообслуживания. Кроме активации иерархической перестройки функциональных зон головного мозга, стабилотренинг повышает приверженность больных лечению и реабилитации и способствует повышению качества их жизни [37].

Для детализации этиопатогенетического варианта нарушений постурального баланса у больных с инсультом И. П. Ястребцевой предложено учитывать следующие стабилотриметрические показатели: скорость смещения ЦД, мощность спектра в диапазонах высоких частот и длину траектории ЦД в сагиттальной плоскости [36].

Выделены варианты нарушений равновесия:

I — афферентный (при преобладании в клинической картине сенсорной недостаточности);

II — эфферентный (при доминировании пирамидной и мозжечковой симптоматики);

III — интегративный (при превалировании когнитивных нарушений);

IV — психогенный (при преимущественном наличии аффективных расстройств, тяжесть которых коррелирует с показателями стабилотриметрии);

V — костно-суставной (при поражении опорно-двигательного аппарата);

VI — соматический (при дисфункции внутренних органов и систем) [36].

Предиктором положительного прогноза при афферентном варианте является смещение в остром периоде инсульта спектральных характеристик в диапазон высоких частот по сагиттальной плоскости; при эфферентном — нарастание площади эллипса и среднеквадратичного отклонения ЦД во фронтальной плоскости; при интегративном — увеличение аналогичного показателя в сагиттальной плоскости; при психогенном — возрастание средней скорости движения ЦД. Психогенные варианты постуральных расстройств обусловлены функциональным «рассогласованием» в ЦНС, постоянным самонаблюдением и контролем позы, что приводит к замене рефлекторных двигательных программ, направленных на поддержание равновесия и наблюдаемых в норме, на патологическое постоянное совершение больными активных движений. Применение стабилотренинга с БОС исправляет этот дисбаланс, активизируя рефлекторные механизмы, легко воспроизводимые на основании предшествующего двигательного опыта [36].

Что касается заболеваний периферической нервной системы, то самое частое патологическое состояние — диабетическая нейропатия — характеризуется увеличением скорости движения ЦД, его девиацией в обоих направлениях, выраженность которых коррелирует с тяжестью клинического состояния [38]. При применении стабилотренинга с БОС повышается постуральная устойчивость больных как при клинической, так и при стабилотриметрической оценке.

Многочисленные наблюдения показывают, что скелетно-мышечные и корешковые боли, сопровождающие поражение поясничного отдела позвоночника, способствуют развитию стойких биомеханических нарушений как при ходьбе, так и в основной стойке [39]. У больных с остеохондрозом снижается скорость шага, возрастает его частота, увеличиваются время периода опоры и продолжительность двойной опоры. При исследовании динамических взаимодействий конечностей с опорой обнаружено, что больные с рентгенологически подтвержденными дегенеративными изменениями в позвоночнике имеют хроническую перегрузку в суставах с развитием воспалительных и инволютивных изменений. Для деформирующих артрозов независимо от их этиологии характерны нарушения пропорции, нарастающие прямо пропорционально по мере прогрессирования заболевания: усиливается деформация суставных поверхностей, нарушается тонус капсульно-связочного аппарата, ухудшается кровообращение в области суставов. Все приведенные факторы ведут к увеличению нагрузки на хрящ, тем самым усугубляя дегенеративно-дистрофические изменения суставов [40]. Показано, что при травмах конечностей определяющими прогностическими признаками статокинетической устойчивости являются площадь и скорость движения ЦД. Стабилотренинг у больных с травмами нижних конечностей рекомендован как метод выбора в период восстановительного лечения [41].


Применение данного метода представляется перспективным и у больных с деформирующими артрозами нижних конечностей [42].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной спектр применения стабилметрических исследований при патологии центральной нервной системы (ЦНС) составляют такие состояния, как парезы, параличи, гиперкинезы, инсульты и их последствия, различные дегенеративно-дистрофические заболевания центральной и периферической нервной системы, болезнь Паркинсона, последствия черепно-мозговой травмы [43].

ЛИТЕРАТУРА

- Храпко Н. С. Классификация и клинико-патофизиологические аспекты периферических вестибулярных расстройств: Дисс. ... докт. мед. наук в форме научного доклада. Самара; 1993. 49 с. [Hrapko N.S. Klassifikatsiya i kliniko-patofiziologicheskie aspekty perifericheskikh vestibulyarnykh rasstrojstv. Diss. ... dokt. med. nauk v forme nauchnogo doklada. Samara; 1993. 49 s. (in Russian)]
- Кононова Е. А., Балунгов О. А., Ананьева Н. И., Ситник Л. И. Постуральные нарушения у пациентов с сосудистой патологией головного мозга. Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2004; 11: 14–8. [Kononova E.A., Balunov O.A., Anan'eva N.I., Sitnik L.I. Posturalnye narusheniya u pacientov s sosudistoj patologiej golovnogo mozga. Zhurn. nevrologii i psihiatrii im. S.S. Korsakova. 2004; 11: 14–8. (in Russian)]
- Яхно Н. Н., Штульман Д. Р., ред. Болезни нервной системы: руководство для врачей. Т. 1. М.: Медицина; 2001. 744 с. [Yahno N.N., Shtulman D.R., red. Bolezni nervnoj sistemy: rukovodstvo dlya vrachej. T. 1. M.: Medicina; 2001. 744 s. (in Russian)]
- Кадыков А. С., Черникова Л. А., Шахпаронова Н. В. Реабилитация неврологических больных. 3-е изд. М.: МЕДпресс-информ; 2014. 560 с. [Kadykov A.S., Chernikova L.A., Shahparonova N.V. Reabilitatsiya nevrologicheskikh bolnyh. 3-e izd. M.: MEDpress-inform; 2014. 560 s. (in Russian)]
- Аптикаева Н. В., Долгов А. М. Вестибулярное головокружение и атаксия в неотложной неврологии. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2013; 4: 34–8. [Aptikeeva N.V., Dolgov A.M. Vestibulyarnoe golovokruzhenie i ataksiya v neotlozhnoj nevrologii. Nevrologiya, nejropsihiatriya, psihosomatika. 2013; 4: 34–8. (in Russian)]
- Горожанкин А. В., Шоломов И. И. Исследования двигательных и координаторных расстройств методом видеостабилометрии. Мед. альманах. 2014; 3: 33. [Gorzhankin A.V., Sholomov I.I. Issledovaniya dvigatelnyh i koordinatoryh rasstrojstv metodom videostabilometrii. Med. almanah. 2014; 3: 33. (in Russian)]
- Horak F.B., Nashner L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. J. Neurophysiol. 1986; 55(6): 1369–81.
- Бернштейн Н. А. Физиология движений и активность. М.: Наука; 1990: 309–72. [Bernshtejn N.A. Fiziologiya dvizhenij i aktivnost'. M.: Nauka; 1990: 309–72. (in Russian)]
- Гурфинкель В. С., Коц Я. М., Шик М. Л. Регуляция позы человека. М.: Наука; 1965. 256 с. [Gurfinkel' V.S., Koc Ya.M., Shik M.L. Reguljatsiya pozy cheloveka. M.: Nauka; 1965. 256 s. (in Russian)]
- Goodworth A.D., Peterka R.J. Contribution of sensorimotor integration to spinal stabilization in humans. J. Neurophysiol. 2009; 102(1): 496–512.
- Hsu W.L., Scholz J.P., Schöner G., Jeka J.J., Kiemel T. Control and estimation of posture during quiet stance depends on multijoint coordination. J. Neurophysiol. 2007; 97(4): 3024–35.
- Jeka J., Kiemel T., Creath R., Horak F., Peterka R. Controlling human upright posture: velocity information is more accurate than position or acceleration. J. Neurophysiol. 2004; 92(4): 2368–79.
- Safavynia S.A., Ting L.H. Task-level feedback can explain temporal recruitment of spatially fixed muscle synergies throughout postural perturbations. J. Neurophysiol. 2012; 107(1): 159–77.
- Скворцов Д. В. Стабилометрическое исследование. М.: Маска; 2010. 176 с. [Skvorcov D.V. Stabilometricheskoe issledovanie. M.: Maska; 2010. 176 s. (in Russian)]
- Гаже П.-М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека. СПб.: изд-во СПбМАПО; 2008. 314 с. [Gazhe P.-M., Veber B. Posturologiya. Reguljatsiya i narusheniya ravnovesiya tela cheloveka. SPb.: izd-vo SPbMAPO; 2008. 314 s. (in Russian)]
- Мороз Т. П., Демин А. В. Возрастные особенности динамических компонентов постурального контроля у женщин 70–79 лет. Журн. мед.-биол. исследований. 2014; 4: 51–7. [Moroz T.P., Demin A.V. Vozrastnye osobennosti dinamicheskikh komponentov posturalnogo kontrolya u zhenshchin 70–79 let. Zhurn. med.-biol. issledovanij. 2014; 4: 51–7. (in Russian)]
- Winter D.A. A.B.C. of balance during standing and walking. Univ. of Waterloo press; 1995. 56 p.
- Gagey P.M., Weber B. Posturologie. Régulation et dérèglements de la station debout. Paris: Masson; 1995. 145 p.
- Bizzo G., Guillet M., Patat A., Gagey P.M. Specifications for building a vertical force platform designed for clinical stabilometry. Med. Biol. Eng. Comput. 1985; 23: 474–6.
- Кунельская Н. Л., Резакова Н. В., Гудкова А. А., Гехт А. Б. Метод биологической обратной связи в клинической практике. Журн. неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2014; 114 (8): 46–50. [Kunelskaya N.L., Rezakova N.V., Gudkova A.A., Gekht A.B. Metod biologicheskoy obratnoj svyazi v klinicheskoy praktike. Zhurn. nevrologii i psihiatrii im. S.S. Korsakova. 2014; 114(8): 46–50. (in Russian)]
- Сидякина И. В., Иванов В. В., Усманова Н. А., Шаповаленко Т. В., Лядов К. В. Стабилометрия с биологической обратной связью в реабилитации больных после инсульта в вертебрально-базиллярном бассейне. В сб.: Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы IV междунар. конгресса «Нейрореабилитация-2012». 2012; 1: 101. [Sidyakina I.V., Ivanov V.V., Usmanova N.A., Shapovalenko T.V., Lyadov K.V. Stabilometriya s biologicheskoy obratnoj svyazyu v reabilitatsii bolnyh posle insulta v vertebiralno-bazilyarnom bassejne. V sb.: Izbrannye voprosy nejroreabilitatsii: materially IV mezhdunar. kongressa "Nejroreabilitatsiya-2012". 2012; 1: 101. (in Russian)]
- Gandevia S.C. Proprioception, tensegrity, and motor control. J. Mot. Behav. 2014; 46(3): 199–201.
- Ахмадеева Л. Р., Миняева Э. Н., Ахметова Н. Р. Диагностика равновесия у пациентов после церебрального инсульта с использованием современных тестов. В сб.: Избранные вопросы нейрореабилитации: материалы IV междунар. конгресса «Нейрореабилитация-2012». 2012; 1: 10–1. [Ahmadeeva L.R., Minyazeva E.N., Ahmetova N.R. Diagnostika ravnovesiya u pacientov posle cerebralnogo insulta s ispolzovaniem sovremennyh testov. V sb.: Izbrannye voprosy nejroreabilitatsii: materially IV mezhdunar. kongressa "Nejroreabilitatsiya-2012". 2012; 1: 10–1. (in Russian)]
- Исакова Е. В., Романова М. В., Котов С. В. Дифференциальная диагностика симптома головокружения у больных церебральным инсультом. Рус. мед. журн. 2014; 22 (16): 1200–5. [Isakova E.V., Romanova M.V., Kotov S.V. Differencialnaya diagnostika simptoma golovokruzheniya u bolnyh cerebralnym insultom. Rus. med. zhurn. 2014; 22(16): 1200–5. (in Russian)]
- Di Fabio R.P., Badke M.B. Stance duration under sensory conflict conditions in patients with hemiplegia. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1991; 72(5): 292–5.

26. Schaefer K.P., Kukowski B., Sub K.J. *Psychiatry and Posturography. In: X Int. Symp. On Disorders of Posture and Gait. FRG: Munchen; 1990, Sept. 2–6: 361–4.*
27. Trenkwalder C., Paulus W., Krafczyk S., Hawken M., Oertel W.H., Brandt T. *Postural stability differentiates "lower body" from idiopathic parkinsonism. Acta Neurol. Scand. 1995; 91(6): 444–52.*
28. Lee M.Y., Wong M.K., Tang F.T., Cheng P.T., Chiou W.K., Lin P.S. *New quantitative and qualitative measures on functional mobility prediction for stroke patients. J. Med. Eng. Technol. 1998; 22(1): 14–24.*
29. Bloem B.R., Beckley D.J., van Hilten B.J., Roos R.A. *Clinimetrics of postural instability in Parkinson's disease. J. Neurol. 1998; 245(10): 669–73.*
30. Третьякова Н. А., Повереннова И. Е. *Состояние постральных функций при болезни Паркинсона по данным компьютерной стабилотрии. Саратовский науч.-мед. журн. 2011; 7(4): 874–9. [Tret'yakova N.A., Poverennova I.E. Sostoyaniye posturalnykh funktsiy pri bolezni Parkinsona po dannym kompyuternoy stabilometrii. Saratovskiy nauch.-med. zhurn. 2011; 7(4): 874–9. (in Russian)]*
31. Edouard P., Gasq D., Calmels P., Degache F. *Sensorimotor control deficiency in recurrent anterior shoulder instability assessed with a stabilometric force platform. J. Shoulder Elbow Surg. 2014; 23(3): 355–60.*
32. Жутиков Д. Л., Усачев В. И. *Стабилотрическая диагностика атаксий, обусловленных дисфункцией сенсорных входов постральной системы. Мануальная терапия. 2013; 3(51): 28–35. [Zhutikov D.L., Usachev V.I. Stabilometricheskaya diagnostika ataksij obuslovlennykh disfunktsiej sensornykh vhodov posturalnoy sistemy. Manualnaya terapiya. 2013; 3(51): 28–35. (in Russian)]*
33. Мареев О. В., Шоломов И. И., Горожанкин А. В., Монахова О. А. *Исследование функций равновесия методом видеостабилотрии у пациентов с атаксией. Саратовский науч.-мед. журн. 2013; 9(1): 92–7. [Mareev O.V., Sholomov I.I., Gorozhankin A.V., Monakhova J.A. Issledovanie funktsiy ravnovesiya metodom videostabilometrii u pacientov s ataksiej. Saratovskiy nauch.-med. zhurn. 2013; 9(1): 92–7. (in Russian)]*
34. Geurts A.C., Ribbers G.M., Knoop J.A., van Limbeek J. *Identification of static and dynamic postural instability following traumatic brain injury. Arch. Phys. Med. Rehabil. 1996; 77(7): 639–44.*
35. Rubin A.M., Woolley S.M., Dailey V.M., Goebel J.A. *Postural stability following mild head or whiplash injuries. Am. J. Otol. 1995; 16(2): 216–21.*
36. Ястребцева И. П. *Нарушения пострального баланса при церебральном инсульте: монография. Н. Новгород: Мадин; 2015. 384 с. [Yastrebtseva I.P. Narusheniya posturalnogo balansa pri cerebralnom insulte monografiya. N. Novgorod: Madin; 2015. 384 s. (in Russian)]*
37. Плишкина Е. А., Бейн Б. Н. *Влияние стабилотрического тренинга на постральную устойчивость больных в острейшем периоде ишемического инсульта. Вятский мед. вестн. 2016; 1(49): 25–9. [Plishkina E.A., Bejn B.N. Vliyanie stabilometricheskogo treninga na posturalnuyu ustojchivost' bolnykh v ostrejsheem periode ishemicheskogo insulta. Vyatskij med. vestn. 2016; 1(49): 25–9. (in Russian)]*
38. Попова Т. Е., Шнайдер Н. А. *Диагностика постральных нарушений у пациентов с сенсорными хроническими нейропатиями. Сиб. мед. обозрение. 2015; 3: 42–6. [Popova T.E., Shnajder N.A. Diagnostika posturalnykh narushenij u pacientov s sensornymi hronicheskimi nejropatijami. Sib. med. obozrenie. 2015; 3: 42–6. (in Russian)]*
39. Сковрцов Д. В., Иванова Г. Е., Поляев Б. А., Стаховская Л. В. *Диагностика и тестирование двигательной патологии инструментальными средствами. Вестн. восстанов. медицины. 2013; 5: 74–8. [Skvorcov D.V., Ivanova G.E., Polyayev B.A., Stahovskaya L.V. Diagnostika i testirovanie dvigatel'noj patologii instrumental'nymi sredstvami. Vestn. vosstanov. mediciny. 2013; 5: 74–8. (in Russian)]*
40. Киселев Д. А., Кубряк О. В. *Консервативное лечение нарушений опорной функции нижних конечностей в ортопедии и неврологии с использованием специализированного стабилотрического комплекса ST-150. М.: Маска; 2011. 68 с. [Kiselev D.A., Kubryak O.V. Konservativnoe lechenie narushenij opornoj funktsii nizhnih konechnostej v ortopedii i nevrologii s ispolzovaniem specializirovannogo stabilometricheskogo kompleksa ST-150. M.: Maska; 2011. 68 s. (in Russian)]*
41. Арьков В. В. *Биомеханический и физиологический контроль восстановления функции нижних конечностей у спортсменов, травмированных в процессе тренировок и соревнований: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. Москва, 2012. 42 с. [Arkov V.V. Biomekhanicheskij i fiziologicheskij kontrol vosstanovleniya funktsii nizhnih konechnostej u sportsmenov, travmirovannykh v processe trenirovok i sorevnovaniy: Avtoref. diss. ... dokt. med. nauk. Moskva, 2012. 42 s. (in Russian)]*
42. Demontis A., Trainito S., Del Felice A., Masiero S. *Favorable effect of rehabilitation on balance in ankylosing spondylitis: a quasi-randomized controlled clinical trial. Rheumatol. Int. 2016; 36(3): 333–9.*
43. Ястребцева И. П., Кочетков А. В., Николаева С. В. *Функциональное восстановление моторики после инсульта с позиций доказательной медицины. Доктор.Ру. 2016; 4(121): 26–29. [Yastrebtseva I.P., Kochetkov A.V., Nikolaeva S.V. Funktsional'noe vosstanovlenie motoriki posle insul'ta s pozitsii dokazatel'noi meditsiny. Doctor.Ru. 2016; 4(121): 26–29. (in Russian)]* 

Библиографическая ссылка:

Рудь И. М., Мельникова Е. А., Рассулова М. А., Гореликов А. Е. *Современные аспекты стабилотрии и стабилотренинга в коррекции постральных расстройств // Доктор.Ру. 2017. № 11(140). С. 51–56.*

Citation format for this article:

Rud I. M., Melnikova E. A., Rassulova M. A., Gorelikov A. E. *Current Aspects of Stabilometry and Stability Training in the Treatment of Postural Disorders. Doctor.Ru. 2017; 11(140): 51–56.*