

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab624442>

Согласованность оценки постурального баланса методом статической стабилотрии и шкальных техник у пожилых людей: наблюдательное исследование

Ю.П. Зверев¹, Т.В. Буйлова¹, А.А. Туличев², Н.В. Иосько¹¹ Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия;² Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В клинической практике для оценки постуральной устойчивости и риска падений параллельно используются как клинические шкалы, так и инструментальные методы. В литературе имеются противоречивые данные о сопоставимости оценок постурального баланса, полученных при использовании шкальных техник и стабилотрии, в частности у пожилых пациентов.

Цель исследования — изучение согласованности оценки постурального баланса методом статической стабилотрии и шкальных техник у пожилых людей.

Материалы и методы. Проведено пилотное наблюдательное нерандомизированное одноцентровое исследование. Объектом исследования являлись 39 женщин в возрасте 60–75 лет, не имеющих заболеваний и состояний, оказывающих существенное влияние на систему постурального контроля. Постуральный баланс оценивали с помощью клинических шкал и тестов (тест «Встань и иди» с регистрацией времени, тест «Встань и иди» с регистрацией времени с двойным заданием, шкала баланса Берга, тестовая система оценки баланса, сокращённая версия; шкала «Ориентированная на выполнение задания оценка мобильности», шкала эффективности падений и базовых пространственных, пространственно-временных и спектральных параметров статической стабилотрии. Стабилотрическое исследование проводили на постурологическом комплексе «Биокинект». Применяли корреляционный анализ между данными шкальных техник и стабилотрии.

Результаты. Корреляционный анализ показал как наличие корреляции между одними параметрами стабилотрии и данными шкальных техник, так и полное отсутствие значимой корреляции между другими. Однако даже при наличии статистически значимой корреляции связь между параметрами не превышала умеренного или среднего уровня (максимальная величина коэффициента корреляции — 0,685, $p < 0,01$). Наибольшее количество статистической взаимосвязи с параметрами стабилотрии показали тест «Встань иди» с регистрацией времени (коррелирует с 11 параметрами из 21) и шкала эффективности падений (10 параметров), а наименьшее — Mini-BESTest (5 параметров). Значения стабилотрического параметра — скорость перемещения общего центра давления — продемонстрировали статистически значимую корреляцию с наибольшим количеством клинических инструментов (4 из 6).

Заключение. Исследование показало низкую согласованность между базовыми показателями статической стабилотрии и шкальными техниками у людей пожилого возраста. Результаты более простых шкальных клинических инструментов для исследования постурального баланса лучше коррелировали с данными стабилотрии, чем более сложные и многокомпонентные, поскольку суммарный показатель последних является обобщённой оценкой не только постуральной стабильности, но и других элементов сложного двигательного поведения, связанного с постуральным балансом. По нашему мнению, простым шкальным техникам и заданиям следует отдавать предпочтение при оценке базовой постуральной стабильности и риска падений пожилых людей.

Ключевые слова: постуральный контроль; стабилотрия; клинические шкалы; пожилые люди.

Как цитировать:

Зверев Ю.П., Буйлова Т.В., Туличев А.А., Иосько Н.В. Согласованность оценки постурального баланса методом статической стабилотрии и шкальных техник у пожилых людей: наблюдательное исследование // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2024. Т. 6, № 1. С. 27–38. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab624442>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab624442>

Consistency in the assessment of postural balance using static stabilometry and scale techniques in older individuals: An observational study

Yury P. Zverev¹, Tatyana V. Builova¹, Alexander A. Tulichev², Natalya V. Iosko¹¹ Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia;² Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: In clinical practice, both clinical scales and instrumental methods are used in parallel to assess postural stability and the risk of falls. Literature data on the comparability of postural balance estimates obtained using scale techniques and stabilometry, particularly in older patients, are conflicting.

AIM: to analyze the consistency in the assessment of postural balance by static stabilometry and scale techniques in older patients.

MATERIALS AND METHODS: A pilot observational, nonrandomized, single-center study was conducted. The study participants were 39 women aged 60–75 years who did not have diseases or conditions that significantly affected the postural control system. Postural balance was assessed using clinical scales and tests (timed up and go test, classic and a double task; Berg balance scale; Mini-BESTest, balance evaluation systems test; performance-oriented mobility assessment; and falls efficacy scale) and basic spatial, spatiotemporal, and spectral parameters of static stabilometry. A stabilometric study was conducted at the posturological complex Biokinect. Correlation analysis of the data of the scale techniques and stabilometry was performed.

RESULTS: The correlation analysis showed both the correlation between some parameters of stabilogram and scale techniques and the complete absence of a significant correlation between others. However, even in the presence of a statistically significant correlation, the relationship between the parameters did not exceed the moderate or average level (maximum value of the correlation coefficient, 0.685, $p < 0.01$). The largest correlation was found between the stabilometric parameters and the timed up and go test (correlated with 11 out of 21 parameters) and the falls efficacy scale (10 parameters), and the smallest was found with the Mini-BESTest (5 parameters). The values of the stabilometric parameter (speed of movement of the center of pressure) demonstrated a statistically significant correlation with most of the clinical instruments (4 out of 6).

CONCLUSION: This study showed low consistency between the basic parameters of static stabilometry and scale techniques in older people. The results of simpler scale techniques for the assessment of postural balance correlated better with stabilometry data than with more complex and multicomponent ones because the total indicator of the latter is a generalized assessment of postural stability and other elements of complex motor behavior associated with postural balance. Therefore, simple scale techniques and tasks should be preferred when assessing the basic postural stability and risk of falls in older people.

Keywords: postural control; stabilometry; clinical scales; the elderly.

To cite this article:

Zverev YuP, Builova TV, Tulichev AA, Iosko NV. Consistency in the assessment of postural balance using static stabilometry and scale techniques in older individuals: An observational study. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2024;6(1):27–38. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab624442>

Список сокращений

ОЦД — общий центр давления

BBS (Berg Balance Scale) — шкала баланса Берга

CTSIB (Clinical test of sensory interaction in balance) — клинический тест сенсорной интеграции для баланса

DGI (Dynamic Gait Index) — динамический индекс походки

FES (Fall Efficacy Scale) — шкала эффективности падений

Mini-BESTest (Balance Evaluation Systems Test) — тестовая система оценки баланса, сокращённая версия RMI (Rivermead Mobility Index) — индекс мобильности Ривермид

POMA (Performance Oriented Mobility Assessment) — шкала «Ориентированная на выполнение задания оценка мобильности»

TUG (Timed Up and Go Test) — тест «Встань и иди» с регистрацией времени

ОБОСНОВАНИЕ

Постуральная устойчивость является важной детерминантой функциональной мобильности человека и способности выполнять активности повседневной жизни [1]. Доказана важная роль постуральной стабильности в снижении риска падений и травматизации [2, 3]. С возрастом происходят изменения в системе постурального контроля, ограничивающие постуральную устойчивость человека, которые усугубляются возрастассоциированными заболеваниями [4].

Для оценки постуральной стабильности и функциональной мобильности пациентов применяют различные методы: клинические исследования, клинические шкалы и тесты, инструментальные методы (статическая и динамическая постурография, или стабилотметрия) с применением стабилотметрических или пододинамометрических платформ или инерциальных сенсоров [2, 5, 6].

Применение клинических шкал и тестов является простым, доступным, быстрым и стандартизированным способом оценки постуральной устойчивости и функциональной мобильности [5]. Используются как статические, так и динамические тесты с нагрузкой или без нагрузки. Условно все шкальные техники и тесты можно разделить на простые и комбинированные [7]. Простые тесты и шкалы включают одно или несколько заданий, оценивающих один компонент постурального контроля. Примером является проба Ромберга для исследования статического постурального баланса в условиях суженной базы опоры в положении стоя. В комбинированных (многокомпонентных) тестах и шкалах применяются несколько заданий и оцениваются несколько компонентов системы постурального контроля, а также риск падений, функциональная мобильность, ходьба и др. Наиболее распространёнными многокомпонентными клиническими инструментами являются шкала баланса Берга (Berg Balance Scale, BBS), клинический тест сенсорной интеграции для баланса (Clinical Test of Sensory Interaction on Balance, CTSIB), тестовая система оценки баланса, сокращённая версия (Balance Evaluation Systems Test, Mini-BESTest), шкала «Ориентированная на выполнение задания оценка мобильности» (Performance Oriented Mobility Assessment,

POMA), динамический индекс походки (Dynamic Gait Index, DGI), тест «Встань и иди» с регистрацией времени (Timed Up and Go Test, TUG), шкала эффективности падений (Fall Efficacy Scale, FES), индекс мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index, RMI), функциональная классификация способности передвигаться (Functional Ambulation Classification) и др.

Постурография является количественным методом оценки постуральной устойчивости с помощью стабилотметрической платформы, регистрирующей положение и колебания проекции общего центра тяжести тела на плоскость опоры [8]. Основные преимущества стабилотрии включают немногочисленность и относительность противопоказаний; высокую чувствительность и возможность оценить реакцию на различные возмущающие воздействия; простоту и комфортность обследования; отсутствие необходимости в специальной подготовке и обучении пациента; автоматический расчёт основных параметров; возможность использования биологической обратной связи [8]. Стабилотметрические исследования широко используются для оценки степени постуральной нестабильности у людей разного возраста и состояния здоровья как для раннего выявления лиц с высоким риском нарушения постурального баланса и падений, так и с целью мониторинга эффективности лечебных и реабилитационных мероприятий [9].

Современное постурографическое оборудование и программное обеспечение позволяют регистрировать и рассчитывать сотни параметров. Такое обилие показателей существенно затрудняет анализ полученных данных и их клиническое применение. Именно поэтому были выделены базовые стабилотметрические параметры: абсолютное положение общего центра давления (ОЦД), девиации ОЦД, средняя скорость перемещения ОЦД, средняя площадь статокинезиограммы, а также показатели спектра частот [8, 10]. В клинической практике выделяют стабилотметрический симптомокомплекс неспецифической нестабильности основной стойки, наблюдаемый при различных патологических и физиологических состояниях, и дополнительные симптомы, характерные для определённого заболевания. Симптомокомплекс неспецифической постуральной нестабильности включает увеличение амплитуды колебаний

ОЦД, увеличение скорости движения ОЦД и смещение частоты колебаний ОЦД в низкочастотную часть спектра [10]. Дополнительные симптомы детализуют характер постуральной нестабильности и могут включать смещение ОЦД в одной или двух плоскостях, изменение соотношений амплитуды колебаний, появление в спектре колебаний частот, не свойственных нормальному балансу [10].

В клинической практике для оценки постуральной устойчивости и риска падений параллельно используются как клинические шкалы, так и инструментальные методы. В литературе имеются противоречивые данные о сопоставимости результатов этих исследований у людей разного возраста или разных нозологических групп. Так, у пациентов, перенёсших мозговой инсульт, корреляция различной силы была найдена только между несколькими клиническими и стабилметрическими параметрами [11]. Различные исследования согласованности результатов клинического тестирования постурального баланса и стабилметрии у пациентов с болезнью Паркинсона показали как полное отсутствие корреляции, так и наличие корреляции от слабой до сильной, или корреляция была обнаружена только для динамической стабилметрии [12–15]. Аналогичные результаты были получены для людей пожилого и старческого возраста. Например, валидизация русскоязычной версии «Шкалы баланса Берга» показала отсутствие корреляции между показателями стабилметрии (в частности, показателями положения и девиации ОЦД) и общим баллом шкалы у людей разных возрастных групп [16]. В исследовании К.О. Berg и соавт. [17] обнаружена низкая корреляция между клиническими тестами («Шкала баланса Берга» и «Шкала Тинетти») и показателями статической и динамической стабилметрии. Другое исследование показало наличие значимой корреляции между постурологически установленным риском падений пожилых людей и клиническими шкалами («Шкала баланса Берга» и тест «Встань и иди» с регистрацией времени) [18].

D. Régnou и соавт. [19] предположили, что низкая согласованность между клиническими шкалами/тестами и стабилметрией может быть результатом неполной валидизации клинических инструментов оценки баланса, в частности отсутствия исследований их сопоставимости с инструментальными методами. По мнению авторов, классические шкалы не могут рассматриваться в качестве золотого стандарта в оценке постурального баланса, каким они считались несколько десятилетий назад.

Цель исследования. Учитывая актуальность раннего выявления постуральной нестабильности у пожилых людей с помощью доступных методов, целью исследования было изучение согласованности оценки постурального баланса методом статической стабилметрии и шкальных техник.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Обсервационное нерандомизированное одноцентровое пилотное.

Критерии соответствия

Критерии включения: женщины 60–75 лет; отсутствие подтверждённого диагноза остеопороза и заболевания или состояния, мешающего выполнить протокол исследования; наличие добровольного информированного согласия на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Критерии невключения: мужской пол; возраст моложе 60 и старше 75 лет; подтверждённый диагноз остеопороза; заболевания или состояния, мешающие выполнить протокол исследования; отсутствие добровольного информированного согласия на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Условия проведения

Исследование проводилось на базе постурологической лаборатории Высшей школы реабилитации и здоровья человека Института клинической медицины ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского» (Нижний Новгород).

Продолжительность исследования

Исследование проведено одноэтапно. Продолжительность исследования составила 3 месяца — с октября по декабрь 2022 года.

Описание медицинского вмешательства

Всем пациентам было проведено комплексное обследование, включавшее геронтологический и неврологический осмотр и дополнительные методы исследования, антропометрия и динамометрия. Сбор анамнеза осуществляли с помощью структурированного многоаспектного опросника, включающего информацию о заболеваниях, травмах и патологических состояниях; историю падений; информацию о постоянно принимаемых медикаментах; уровень физической активности; жалобы, трудности и ограничения при стоянии и передвижении.

Статическая стабилметрия. Стабилметрическое исследование проводили на постурологическом комплексе «Биокинект» (вариант 3, профессиональный) с использованием программного обеспечения «Стабилметрия Неврокор». Применяли стандартные протоколы стабилметрического исследования, в том числе пробу Ромберга с открытыми и закрытыми глазами. Статическую стабилметрию осуществляли в основной стойке с европейской установкой стоп пациента. Регистрировали и анализировали следующие параметры: площадь статокинезиограммы (S90; мм²); отношение длины статокинезиограммы к её площади (LFS90; 1/мм); скорость перемещения ОЦД (V; мм/с); среднее положение ОЦД в сагиттальной (Y; мм) и фронтальной (X; мм) плоскостях; среднеквадратическое отклонение ОЦД в сагиттальной (y; мм) и фронтальной (x; мм) плоскостях; коэффициент Ромберга (QR; %); уровень 60% мощности спектра по вертикальной (Zf60; Гц), сагиттальной (Yf60; Гц) и фронтальной (Xf60; Гц) составляющим. Данные параметры

используются в подавляющем большинстве клинических исследований и считаются информативными и достаточными для базовой оценки поструральной устойчивости [10].

Абсолютное положение ОЦД и его девиация около среднего положения в системе координат, включающей стопы пациента, показывает фундаментальную характеристику поструральной устойчивости — смещение нагрузки от нормального положения во фронтальной и сагиттальной плоскостях [8, 10, 20]. Величина среднего квадратичного отклонения от среднего положения ОЦД характеризует колебания ОЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях и, как и положение центра давления, является показателем поструральной стабильности. Коэффициент Ромберга оценивает роль зрительной и проприоцептивной сенсорных систем в контроле пострурального баланса. Коэффициент является отношением площади статокинезиограммы в положениях с закрытыми и открытыми глазами. В положении с закрытыми глазами происходит увеличение колебаний ОЦД и площади статокинезиограммы. В этих условиях значение коэффициента Ромберга превышает 100%. Площадь статокинезиограммы (S) — это показатель, характеризующий поверхность, занимаемую статокинезиограммой. При математической обработке программа рассчитывает S как площадь эллипса, занимающего 90% статокинезиограммы. По сути, данный показатель оценивает эффективность работы системы пострурального контроля. Коэффициент LFS является отношением длины пути статокинезиограммы на единицу площади. Скорость перемещения центра давления определяется величиной и частотой его девиаций и возрастает при их увеличении. Спектральные показатели включают полученные методом математической обработки амплитудные и частотные характеристики колебаний центра давления. Различают низко-, средне- и высокочастотные колебания [8]. Низкочастотные (0–0,3 Гц) колебания отражают базовые установочные и корректировочные движения ОЦД, среднечастотные колебания (0,5–1,5 Гц) — сокращения больших мышечных групп. Высокочастотные колебания с частотой выше 2 Гц редко встречаются у здоровых людей. Комбинированный частотный показатель — уровень 60% мощности спектра в сагиттальной, вертикальной или фронтальной плоскостях — оценивает преобладающие в плоскости частотные колебания.

Клинические тесты и шкалы на поструральный баланс. Для оценки пострурального баланса применяли следующие клинические тесты и шкалы: классический тест «Встань и иди» с регистрацией времени (TUG) и его модификацию с двойным заданием; шкалу баланса Берга (BBS); тестовую систему оценки баланса, сокращённую версию (Mini-BESTest), шкалу «Ориентированная на выполнение задания оценка мобильности» (POMA), шкалу эффективности падений (FES).

Тест «Встань и иди» с регистрацией времени включает компоненты, которые пациент должен выполнить самостоятельно: вставание с кресла, прохождение дистанции 3 м, разворот, прохождение дистанции обратно к креслу,

усаживание в кресло [21]. Результат тестирования оценивается в секундах. Т.М. Steffen и соавт. [22] приводят следующие возрастно-половые значения теста для пожилых людей: мужчины и женщины в возрасте 60–69 лет — 4–12 секунд, 70–79 лет — 3–15 секунд (мужчины) и 5–13 секунд (женщины). Время более 14 секунд может свидетельствовать о высоком риске падений у пациента. В тесте «Встань и иди» с регистрацией времени с двойным заданием в качестве второго задания использовали обратный счёт.

Шкала баланса Берга (BBS) является одним из наиболее широко используемых инструментов в клинической, реабилитационной и исследовательской практике. Шкала включает 14 рутинных действий повседневной жизни, оценивающих поструральный баланс, а также мобильность и риск падений [23]. Максимальное количество баллов равно 56. В исследовании Т.М. Steffen и соавт. [22] представлены следующие нормативные значения BBS для пожилых людей: возраст 60–69 лет — 55 ± 1 балл (мужчины) и 55 ± 2 (женщины); 70–79 лет — 54 ± 3 балла (мужчины) и 53 ± 4 (женщины). Величина BBS в пределах 41–56 баллов свидетельствует о хорошей функции пострурального контроля и низком риске падений, 20–40 баллов — о среднем риске падений, 0–19 баллов — о необходимости пользования креслом-каталкой, высоком риске падений.

Mini-BESTest — это сокращённая версия тестовой системы оценки баланса (BESTest) [24]. Тест включает 14 заданий на оценку проактивного и реактивного пострурального баланса, динамической ходьбы и сенсорной интеграции. Mini-BESTest — один из самых распространённых инструментов, применяемых у взрослых пациентов с нарушением пострурального контроля. Максимальное количество баллов — 28. Общий балл шкалы менее 16–20 свидетельствует о высоком риске падений [25].

Шкала POMA, или шкала Тинетти [26], включает 16 заданий на равновесие и ходьбу. Максимальный балл — 28. При общем балле менее 19 риск падений оценивается как высокий, при 19–24 — как средний, при 25–28 — как низкий.

Шкала эффективности падений [27] оценивает степень страха падения при выполнении каждодневных бытовых действий. Шкала включает 10 вопросов, ответы на которые оцениваются от 10 (высокий страх) до 0 (отсутствие страха). Пациенты, которые избегают каких-то занятий из-за страха падения, имеют более высокие баллы по шкале FES.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом (выписка из протокола № 4/22 заседания комитета по этике Высшей школы реабилитации и здоровья человека Национального исследовательского Нижегородского государственного университета имени Н.И. Лобачевского от 02.09.2022).

Статистический анализ

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием программной системы

STATISTICA for Windows. Использовали методы описательной статистики. Для оценки взаимосвязи между показателями статической стабиллометрии и результатами клинических тестов и шкал использовали коэффициенты корреляции Пирсона и Спирмена в зависимости от типа измерительной шкалы и характера распределения данных. Оценку силы статистической связи производили по шкале Чеддока: более 0,9 — очень сильная статистическая связь, 0,9–0,7 — сильная, 0,69–0,5 — средняя, 0,49–0,3 — умеренная, менее 0,3 — слабая; менее 0,1 — связь практически отсутствует [28].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В выборку вошли 39 женщин в возрасте от 60 до 75 (средний возраст $66,5 \pm 5,9$) лет. Средняя продолжительность постменопаузы составляла $18,2 \pm 6,2$ года.

Основные результаты исследования

Результаты клинического тестирования представлены в табл. 1. Среднегрупповые значения соответствовали норме, однако имелся существенный индивидуальный разброс, что отражалось в величине среднеквадратичных отклонений. Согласно полученным данным клинических тестов и шкал, большинство пациентов (77%) имели хороший уровень функциональной мобильности и постуральной устойчивости и низкий риск падений, но испытывали трудности с выполнением отдельных заданий, 17,9% — средний риск падений и только 5,1% — высокий.

В табл. 2 приведены среднегрупповые значения параметров статической стабиллометрии. Обнаружены статистически значимые различия между среднегрупповыми значениями 6 параметров в положении с открытыми и закрытыми глазами (y , x , LFS90, V , $Yf60$, $Xf60$). В условиях зрительной депривации наблюдалось увеличение девиации ОЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях,

Таблица 1. Среднегрупповые значения данных клинических шкал и тестов на постуральный баланс в группе женщин 60–75 лет ($n=39$)
Table 1. The mean clinical scales and test values in women aged 60–75 years ($n=39$)

Клинические шкалы	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение
Шкала эффективности падений, балл	14,1	4,8
Шкала баланса Берга, балл	50,2	9,8
Mini-BESTest, балл	22,5	4,8
Встань и иди с регистрацией времени, сек	8,6	3,6
Встань и иди с регистрацией времени с двойным заданием, сек	11,9	4,2
Шкала РОМА, балл	21,3	7,2

Таблица 2. Среднегрупповые значения и среднеквадратичные отклонения данных статической стабиллометрии в группе женщин 60–75 лет ($n=39$)

Table 2. Mean values and standard deviations of static stabilometry data in women aged 60–75 years ($n=39$)

Показатель	Глаза открыты	Глаза закрыты	p
Среднее положение ОЦД в сагиттальной плоскости, Y , мм	-28,5 (10,4)	-22,5 (8,9)	0,078
Среднеквадратичное отклонение ОЦД в сагиттальной плоскости, y , мм	5,25 (1,2)	6,15 (1,6)	0,046
Среднее положение ОЦД во фронтальной плоскости, X , мм	-2,25 (9,6)	-6,77 (10,2)	0,062
Среднеквадратичное отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, x , мм	6,23 (1,2)	4,41 (1,3)	0,048
Площадь статокинезиограммы, S90, мм ²	96,2 (72,3)	123,8 (58,2)	0,141
Отношение длины статокинезиограммы к её площади, LFS90, 1/мм	5,92 (4,6)	5,66 (2,4)	0,047
Скорость ОЦД, V , мм/с	18,8 (2,2)	21,9 (3,4)	0,000
Коэффициент Ромберга, QR	-	213,3 (138,8)	-
Уровень 60% мощности спектра по вертикальной составляющей, Zf60, Гц	7,1 (0,6)	9,99 (0,72)	0,876
Уровень 60% мощности спектра по сагиттальной составляющей, Yf60, Гц	0,22 (0,16)	0,43 (0,11)	0,008
Уровень 60% мощности спектра по фронтальной составляющей, Xf60, Гц	0,26 (0,15)	0,37 (0,25)	0,013

Примечание. ОЦД — общий центр давления.

Note. ОЦД — common centre of pressure.

снижалось отношение длины статокинезиограммы к её площади, повышалась скорость отклонений ОЦД, отмечалось смещение 60% мощности спектра по сагиттальной и фронтальной составляющей в сторону среднечастотных значений. Выполнение проб с закрытыми глазами не оказывало статистически значимого влияния на среднегрупповые значения 4 параметров (Y, X, S90 и Zf60). Данный факт можно объяснить существенной дисперсией значений данных параметров в выборке.

Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 3. Анализ показал как наличие от умеренной до средней статистически значимой корреляции между одними параметрами стабиллограммы и данными шкальных техник, так и полное отсутствие значимой корреляции

между другими. Всего оценивали корреляцию между данными клинических шкальных техник и 11 параметрами стабиллограммы: 7 пространственных (Y, X, y, x, S90, LFS90, QR), 1 пространственно-временной (V) и 3 спектральных (Zf60, Yf60, Xf60). Все параметры регистрировались с открытыми и закрытыми глазами. Также рассчитывалась корреляция значений стабиллометрического коэффициента Ромберга с данными шкал и тестов.

Наибольшее количество статистически значимых корреляций с параметрами стабиллограммы показали тест «Встань и иди» с регистрацией времени (коррелирует с 11 параметрами из 21) и шкала эффективности падений (10 параметров), а наименьшее — Mini-BESTest (5 параметров) и шкала баланса Берга (6 параметров).

Таблица 3. Значения коэффициентов корреляции между данными клинических шкал и тестов и параметрами статической стабиллометрии в группе женщин 60–75 лет ($n=39$)

Table 3. Correlation coefficients between clinical scale and test data and parameters of static stabilometry in women aged 60–75 years ($n=39$)

Параметр стабиллограммы	Проба	Шкала / Тест					
		FES	BBS	Mini-BESTest	TUG	TUG с двойным заданием	РОМА
Среднее положение ОЦД в сагиттальной плоскости, Y, мм	ГО	0,649**	0,039	-0,335*	0,109	0,029	-0,017
	ГЗ	0,685**	0,099	-0,345*	0,093	0,031	-0,033
Среднеквадратическое отклонение ОЦД в сагиттальной плоскости, y, мм	ГО	-0,029	0,011	-0,009	0,348*	0,434**	0,042
	ГЗ	0,063	0,141	0,072	0,382*	0,137	-0,053
Среднее положение ОЦД во фронтальной плоскости, X, мм	ГО	0,446**	-0,025	0,153	-0,071	-0,071	-0,341*
	ГЗ	0,551**	-0,043	0,136	0,091	-0,051	-0,336*
Среднеквадратическое отклонение ОЦД во фронтальной плоскости, x, мм	ГО	0,179	-0,097	-0,089	0,203	0,141	0,013
	ГЗ	0,322*	0,021	-0,148	0,346*	0,058	-0,127
Площадь статокинезиограммы, S90, мм ²	ГО	0,164	-0,061	-0,011	-0,016	0,329*	-0,016
	ГЗ	0,331*	-0,372*	-0,047	0,449**	0,003	-0,022
Отношение длины статокинезиограммы к её площади, LFS90, 1/мм	ГО	0,386*	-0,148	-0,110	0,143	0,156	-0,036
	ГЗ	0,0207	0,009	-0,337*	0,480**	0,165	-0,251
Скорость ОЦД, V, мм/с	ГО	0,395*	-0,359*	-0,119	-0,041	0,332*	-0,439**
	ГЗ	0,328*	-0,478*	-0,110	0,371*	0,188	-0,336*
Коэффициент Ромберга, QR		0,177	-0,375*	-0,116	0,419**	0,344*	-0,341*
Уровень 60% мощности спектра по вертикальной составляющей, Zf60, Гц	ГО	0,138	-0,341*	-0,126	0,379*	0,329*	-0,082
	ГЗ	0,007	-0,362*	-0,349*	0,421**	0,483**	0,158
Уровень 60% мощности спектра по сагиттальной составляющей, Yf60, Гц	ГО	-0,161	-0,028	0,067	0,206	0,324*	0,191
	ГЗ	0,329*	0,047	-0,165	0,329*	-0,111	-0,339*
Уровень 60% мощности спектра по фронтальной составляющей, Xf60, Гц	ГО	0,044	-0,257	-0,005	0,424**	0,004	-0,355*
	ГЗ	-0,039	0,116	-0,348*	-0,085	0,041	0,081

Примечание. * Статистически значимо при $p < 0,05$; ** статистически значимо при $p < 0,01$. ОЦД — общий центр давления; ГО/ГЗ — проба с открытыми/закрытыми глазами.

Note. * Statistically significant at $p < 0,05$; ** statistically significant at $p < 0,01$. ОЦД — common centre of pressure; ГО/ГЗ — open/closed eyes test.

Значения пространственно-временного параметра V продемонстрировали статистически значимую корреляцию с 4 клиническими инструментами из 6 в положении как с открытыми, так и закрытыми глазами. Чем больше была скорость отклонения ОЦД, тем худшими были значения клинических инструментов.

Из спектральных показателей стабиллограммы наибольшую корреляцию показал $Zf60$. Его величины, полученные при регистрации с открытыми глазами, коррелировали со значениями 3 клинических инструментов, а при закрытых глазах — с 4. Худшую корреляцию с данными клинического тестирования продемонстрировал показатель $Xf60$.

Расчётный пространственный показатель — стабиллометрический коэффициент Ромберга, соотносящий площадь статокинезиограммы при закрытых и открытых глазах, — коррелировал с 4 шкалами из 6. Значения пространственного показателя $S90$ при открытых глазах коррелировали только с тестом «Встань и иди» с регистрацией времени с двойным заданием, а при закрытых глазах — с 3 клиническими шкалами. Параметры U и X коррелировали с 2 клиническими инструментами как при открытых, так и закрытых глазах. Наименьшая корреляция отмечалась у параметров u и x .

Следует подчеркнуть, что в большинстве случаев, даже при наличии статистически значимого коэффициента корреляции, связь между параметрами не превышала умеренного или среднего уровня.

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

В настоящем исследовании проводилась статическая стабиллометрия и применялось 6 клинических шкал и тестов для оценки постурального баланса и функциональной мобильности женщин в возрасте 60–75 лет. Проводился корреляционный анализ результатов шкальных техник и значений 11 пространственных, пространственно-временных и спектральных стабиллометрических параметров, который выявил низкую согласованность между двумя типами данных: статистически значимая корреляция между результатами стабиллометрии и клинических шкальных техник или отсутствовала, или её сила не превышала среднего уровня при наличии статистически значимой связи между отдельными стабиллометрическими параметрами и шкалами.

Обсуждение основного результата исследования

Полученный в настоящем исследовании результат об отсутствии существенной согласованности данных статической стабиллометрии и клинических шкальных техник у пожилых людей согласуется с рядом предыдущих исследований [16–19]. Можно выделить несколько факторов, объясняющих данный результат.

Во-первых, шкальные техники и статическая стабиллометрия измеряют различные аспекты сложной и многокомпонентной системы постурального контроля и постуральной стабильности, т.е. имеют общий объект исследования (постуральный баланс), но различные предметы исследования. При существенной гетерогенности шкальных техник они имеют сходный обобщённый предмет исследования — функциональный аспект постуральной стабильности и мобильности, а также элементы сложного двигательного поведения, связанного с постуральной устойчивостью [2]. Например, шкала РОМА оценивает как функцию равновесия, так и ходьбу, а Mini-BESTest включает задания на реактивный и проактивный постуральный контроль, сенсорную ориентацию и динамическую ходьбу. Основным предметом стабиллометрических исследований отличен от шкальных техник. Им являются пространственные, пространственно-временные и спектральные характеристики положения и колебаний общего центра тяжести [8, 10, 12]. Постуральные колебания можно рассматривать как обобщённый показатель состояния и функционирования системы постурального контроля, хотя они и не позволяют выявить причину постуральной нестабильности, поскольку не являются специфичными [2].

Во-вторых, большинство клинических тестов на постуральный баланс включают задания на проактивный постуральный контроль, который менее вовлечён в статические стабиллометрические исследования [12, 14]. Кроме того, между стабиллометрией и клиническими тестами и шкалами имеются существенные различия в степени сложности и характере возмущающих воздействий [12, 29].

В-третьих, оценка постуральной устойчивости с помощью клинических инструментов не исключает субъективности как в проведении теста, так и в подсчёте и трактовке результатов [2, 6, 12]. Постурография же обеспечивает количественные объективные измерения.

В-четвёртых, отличия в протоколах, программном обеспечении и методиках проведения инструментальных методов исследования постуральной устойчивости могут влиять на сопоставимость различных исследований и, соответственно, вариабельность выводов о согласованности данных статической стабиллометрии и шкальных техник. Например, было показано, что отсутствие унифицированности таких компонентов стабиллометрических исследований, как длительность пробы и количество повторений, длительность пауз между пробами, установка стоп, регистрируемые стабиллометрические параметры, может объяснить противоречивость их заключений [12, 13, 30].

Исследование выявило гетерогенность в согласованности данных различных измерительных шкал и параметров статической стабиллометрии: одни шкалы имели более высокую согласованность со стабиллометрией, чем другие. Корректным является и обратное — гетерогенность параметров стабиллометрии в плане их согласованности с клиническими шкалами. Например, в настоящем исследовании наибольшую согласованность показали

простые шкалы и задания — шкала эффективности падений, оценивающая страх падений при выполнении различных бытовых действий, и тест «Встань и иди» с регистрацией времени, оценивающий в основном динамический баланс. Более сложные и многокомпонентные тесты и задания, оценивающие кроме статического баланса реактивный и проактивный поструральный баланс, функцию ходьбы или поструральную стабильность при выполнении двойного задания, согласовывались с меньшим количеством стабилметрических параметров. Относительно параметров статической стабильности, скорость колебаний ОЦД, входящая в общий (неспецифический) комплекс нестабильности основной стойки, статистически значимо коррелировала с большинством использованных в исследовании шкальных техник. Другой параметр общего комплекса нестабильности — среднеквадратичное отклонение ОЦД в двух плоскостях — имел более низкую согласованность с клиническими шкалами и техниками. По нашему мнению, выявленные различия ещё раз подчёркивают важность учёта сложности, многокомпонентности, динамичности и пластичности системы пострурального контроля при сопоставлении результатов её оценки. Выводы о поструральной стабильности/нестабильности, сделанные на основе анализа отдельного показателя или группы показателей, полученных с помощью инструментальных или шкальных техник, могут иметь существенные различия или низкую согласованность.

Известна важная роль зрительной сенсорной системы в поструральном балансе, особенно реактивном и проактивном. Визуальная депривация уменьшает поструральную стабильность даже у молодых людей. С возрастом зависимость от зрительного анализатора для контроля поструральной стабильности возрастает, происходит так называемый сенсорный сдвиг (переоценка) с вестибулярной и проприоцептивной систем на зрительную [17, 21]. В связи с этим обнаруженное в настоящем исследовании ухудшение ряда стабилметрических параметров (y , x , LFS90, V, Yf60) в положении с закрытыми глазами и высокие значения стабилметрического коэффициента Ромберга являются ожидаемыми. Усложнение условий проведения стабилметрии при закрытых глазах также увеличило согласованность между её параметрами и клиническими шкалами. В частности результаты 4 из 6 применяемых в исследовании шкал (BBS, POMA, TUG, TUG с двойным заданием) статистически значимо коррелировали со значениями стабилметрического коэффициента Ромберга. Кроме того, при закрытых глазах увеличилось и количество коррелируемых с клиническими шкалами показателей стабильности.

Ограничения исследования

К ограничениям данного пилотного исследования можно отнести небольшой объём выборки и отсутствие рандомизации. Решением является проведение дальнейших более масштабных исследований. Представляет интерес изучение соответствия оценки поструральной стабильности

с помощью шкальных техник и данных не только статической, но и динамической стабилметрии. Кроме того, малый объём выборки не позволил провести сравнительный анализ согласованности данных шкальных техник и стабилметрии у пациентов пожилого возраста с разным риском падений. Последующее исследование планируется с учётом ограничений настоящего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало низкую согласованность между базовыми пространственно-временными, пространственными и спектральными показателями статической стабилметрии и шкальными техниками на поструральный баланс у людей пожилого возраста. Результаты более простых шкальных клинических инструментов для исследования пострурального баланса лучше коррелировали с данными стабилметрии, чем более сложных и многокомпонентных, поскольку суммарный показатель последних является обобщённой оценкой не только поструральной стабильности, но и других элементов сложного двигательного поведения, связанного с поструральным балансом. Таким образом, по нашему мнению, простым шкальным техникам и заданиям следует отдавать предпочтение при оценке базовой поструральной стабильности и риска падений у пожилых людей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследовательская работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Ю.П. Зверев — разработка дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи, утверждение рукописи для публикации; Т.В. Буйлова — разработка дизайна исследования, научная редакция текста рукописи, проверка содержания, формулирование заключения, утверждение рукописи для публикации; А.А. Туличев — подбор литературных источников, анализ публикаций по тематике статьи, сбор и оформление данных, статистический анализ, написание текста рукописи, утверждение рукописи для публикации; Н.В. Иосько — форматирование и оформление данных, участие в написании текста статьи, форматирование статьи, утверждение рукописи для публикации. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contributions. Yu.P. Zverev — development of research design, analysis and interpretation of data; review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript, approval of the manuscript for publication; T.V. Builova — development of research design, scientific revision of the text of the manuscript, verification of the content, formulation of the conclusion; approval of

the manuscript for publication; A.A. Tulichev — selection of literary sources, analysis of publications on the subject of the article, collection and processing of data, statistical analysis, writing the text of the manuscript, approval of the manuscript for publication; N.V. Iosko — processing and formatting data, participation in the writing the text of the article, approval of the manuscript for publication.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Montero-Odasso M., van der Velde N., Martin F.C., et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: A global initiative // *Age Ageing*. 2022. Vol. 51, N 9. P. afac205. EDN: FDAISF doi: 10.1093/ageing/afac205
2. Mancini M., Horak F.B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits // *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010. Vol. 46, N 2. P. 239-248.
3. Carrasco C., Tomas-Carus P., Bravo J., et al. Understanding fall risk factors in community-dwelling older adults: A cross-sectional study // *Int J Older People Nurs*. 2020. Vol. 15, N 1. P. e12294. doi: 10.1111/opn.12294
4. Riis J., Eika F., Blomkvist A.W., et al. Lifespan data on postural balance in multiple standing positions // *Gait Posture*. 2020. Vol. 76. P. 68-73. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.11.004
5. Иванова Г.Е., Скворцов Д.В., Климов Л.В. Оценка постральной функции в клинической практике // *Вестник восстановительной медицины*. 2014. № 1. С. 19-25. EDN: SPLBTF
6. Скворцова В.И., Иванова Г.И., Скворцов Д.В., Климов Л.В. Оценка постральной функции в клинической практике // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2013. № 6. С. 8-15. EDN: QBWZYV
7. Буйлова Т.В., Зверев Ю.П., Иосько Н.В. Постуральный контроль: теоретические основы, нарушения, оценка. Нижний Новгород: ЦветМир, 2021. 100 с.
8. Гаже П.М., Вебер Б. Постурология. Регуляция и нарушения равновесия тела человека. Санкт-Петербург: Издательский дом СПбМАПО, 2008. 314 с.
9. Сафонова Ю.А., Емельянов В.Д. Анализ стабилметрических показателей у людей старше 65 лет // *Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета*. 2017. Т. 9, № 1. С. 89-95. EDN: YLDZPL doi: 10.17816/mechnikov20179189-95
10. Скворцов Д.В. Стабилметрическое исследование: краткое руководство. Москва: Мера-ТСП, 2010. 171 с.
11. Sawacha Z., Carraro E., Contessa P., et al. Relationship between clinical and instrumental balance assessments in chronic post-stroke hemiparesis subjects // *J NeuroEngineering Rehabil*. 2013. Vol. 10. P. 95. EDN: SQQJUR doi: 10.1186/1743-0003-10-95
12. Sebastia-Amat S., Tortosa-Martínez J., Pueo B. The use of the static posturography to assess balance performance in a Parkinson's disease population // *Int J Environ Res Public Health*. 2023. Vol. 20, N 2. P. 981. doi: 10.3390/ijerph20020981
13. Kamieniarz A., Michalska J., Brachman A., et al. Posturographic procedure assessing balance disorders in Parkinson's disease: A systematic review // *Clin Interv Aging*. 2018. Vol. 13. P. 2301-2316. doi: 10.2147/CIA.S180894
14. Souza C.O., Voos M.C., Barbosa A.F., et al. Relationship between posturography, clinical balance and executive function in Parkinson's disease // *J Mot Behav*. 2018. Vol. 51, N 2. P. 212-221. doi: 10.1080/00222895.2018.1458279
15. Johnson L., James I., Rodrigues J., et al. Clinical and posturographic correlates of falling in Parkinson's disease // *Mov Disord*. 2013. Vol. 28, N 9. P. 1250-1256. doi: 10.1002/mds.25449
16. Супонева Н.А., Юсупова Д.Г., Зимин А.А., и др. Валидация шкалы баланса Берга в России // *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2021. Т. 13, № 3. С. 12-18. EDN: YTDIRL doi: 10.14412/2074-2711-2021-3-12-18
17. Berg K.O., Maki B.E., Williams J.I., et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population // *Arch Phys Med Rehabil*. 1992. Vol. 73, N 11. P. 1073-1080.
18. Alkan H., Yildiz N., Sarsan A., Akkaya N. The relationship between posturographic fall risk and clinical balance tests among community-dwelling older adults // *Turkish J Geriatrics*. 2014. Vol. 17, N 3. P. 242-248.
19. Pérennou D., Decavel P., Manckoundia P., et al. [Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders] (In French) // *Ann Readapt Med Phys*. 2005. Vol. 48, N 6. P. 317-335. doi: 10.1016/j.annrmp.2005.04.009
20. Кубряк О.В., Мезенчук А.И. Стабилметрия за 2 минуты. Интерактивное методическое пособие. Москва: Мера-ТСП, 2022. 44 с.
21. Rehabilitation Measures Database. Rehab Measures: Timed Up and Go [интернет]. Режим доступа: <http://www.rehabmeasures.org>. Дата обращения: 01.12.2023.
22. Steffen T.M., Hacker T.A., Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community dwelling elderly people: Six-minute walk test, Berg balance scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds // *Phys Ther*. 2002. Vol. 82, N 2. P. 128-137. EDN: EEALVR doi: 10.1093/ptj/82.2.128
23. Berg K., Wood-Dauphine S., Williams J.I., Gayton D. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument // *Physiotherapy Canada*. 1989. Vol. 46, N 6. P. 304-311. doi: 10.3138/ptc.41.6.304
24. Franchignoni F., Horak F., Godi M., et al. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: The mini-BESTest // *J Rehabil Med*. 2010. Vol. 42, N 4. P. 323-331. doi: 10.2340/16501977-0537
25. Rehab Measures: Mini Balance Evaluation Systems Test [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/mini-balance-evaluation-systems-test>. Дата обращения: 20.11.2023.
26. Tinetti M.E. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients // *J Am Geriatr Soc*. 1986. Vol. 34, N 2. P. 119-126. doi: 10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x
27. Tinetti M.E., Richman D., Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling // *J Gerontol*. 1990. Vol. 45, N 6. P. 239-243. EDN: HJBTAD doi: 10.1093/geronj/45.6.p239
28. Hopkins W.G., Marshall S.W., Batterham A.M., Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise

science // *Med Sci Sport Exerc.* 2009. Vol. 41, N 1. P. 3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278

29. Browne J., O'Hare N., O'Hare G., et al. Clinical assessment of the quantitative posturography system // *Physiotherapy.* 2002. Vol. 88, N 4. P. 217-223. doi: 10.1016/S0031-9406(05)60413-0

REFERENCES

1. Montero-Odasso M, van der Velde N, Martin FC, et al. World guidelines for falls prevention and management for older adults: A global initiative. *Age Ageing.* 2022;51(9):afac205. EDN: FDAISF doi: 10.1093/ageing/afac205

2. Mancini M, Horak FB. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010;46(2):239-248.

3. Carrasco C, Tomas-Carus P, Bravo J, et al. Understanding fall risk factors in community-dwelling older adults: A cross-sectional study. *Int J Older People Nurs.* 2020;15(1):e12294. doi: 10.1111/opn.12294

4. Riis J, Eika F, Blomkvist AW, et al. Lifespan data on postural balance in multiple standing positions. *Gait Posture.* 2020;76:68-73. doi: 10.1016/j.gaitpost.2019.11.004

5. Ivanova GE, Skvortsov DV, Klimov LV. Postural function evaluation in clinical practice. *Bulletin of rehabilitation medicine.* 2014;(1):19-25. EDN: SPLBTF

6. Skvortsova VI, Ivanova GI, Skvortsov DV, Klimov LV. The assessment of postural function in clinical practice. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina.* 2013;(6):8-15. EDN: QBWZYV

7. Builova TV, Zverev YP, Iosko NV. *Postural control: Theoretical foundations, disorders, assessment.* Nizhny Novgorod: TsvetMir; 2021. 100 p. (In Russ).

8. Gazhe PM, Veber B. *Posturology. Regulation and disorders of human body equilibrium.* Saint Petersburg: Publishing House St. Petersburg Medical Academy of Postgraduate Education; 2008. 314 p. (In Russ).

9. Safonova YuA, Emelyanov VD. Analysis of stabilometry by people over 65 years. *Herald of the Northwestern State Medical University n.a. I.I. Mechnikov.* 2017;9(1):89-95. EDN: YLDZPL doi: 10.17816/mechnikov20179189-95

10. Skvortsov DV. *Stabilometric assessment.* Moscow: Mera-TCP; 2010. 171 p. (In Russ).

11. Sawacha Z, Carraro E., Contessa P, et al. Relationship between clinical and instrumental balance assessments in chronic post-stroke hemiparesis subjects. *J NeuroEngineering Rehabil.* 2013;10:95. EDN: SQQJUR doi: 10.1186/1743-0003-10-95

12. Sebastia-Amat S, Tortosa-Martínez J, Pueo B. The use of the static posturography to assess balance performance in a Parkinson's disease population. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(2):981. doi: 10.3390/ijerph20020981

13. Kamieniarz A, Michalska J, Brachman A, et al. Posturographic procedure assessing balance disorders in Parkinson's disease: A systematic review. *Clin Interv Aging.* 2018;13:2301-2316. doi: 10.2147/CIA.S180894

14. Souza CO, Voos MC, Barbosa AF, et al. Relationship between posturography, clinical balance and executive function in Parkinson's disease. *J Mot Behav.* 2018;51(2):212-221. doi: 10.1080/00222895.2018.1458279

15. Johnson L, James I, Rodrigues J, et al. Clinical and posturographic correlates of falling in Parkinson's

30. Kamieniarz A., Michalska J., Marszałek W., et al. Detection of postural control in early Parkinson's disease: Clinical testings. Modulation of center of pressure // *PLoS One.* 2021. Vol. 16, N 1. P. e0245353. doi: 10.1371/journal.pone.0245353

disease. *Mov Disord.* 2013;28(9):1250-1256. EDN: YDIRL doi: 10.1002/mds.25449

16. Suponeva NA, Yusupova DG, Zimin AA, et al. Validation of a Russian version of the Berg balance scale. *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics.* 2021;13(3):12-18. EDN: YDIRL doi: 10.14412/2074-2711-2021-3-12-18

17. Berg KO, Maki BE, Williams JI, et al. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992;73(11):1073-1080.

18. Alkan H, Yildiz N, Sarsan A, Akkaya N. The relationship between posturographic fall risk and clinical balance tests among community-dwelling older adults. *Turkish J Geriatrics.* 2014;17(3):242-248.

19. Pérennou D, Decavel P, Manckoundia P, et al. [Evaluation of balance in neurologic and geriatric disorders]. (In French). *Ann Readapt Med Phys.* 2005;48(6):317-335. doi: 10.1016/j.annrmp.2005.04.009

20. Kubriak OV, Mezenchuk AI. *Stablometry in 2 minutes.* Interactive methodological guide. Moscow: Mera-TCP; 2022. 44 p. (In Russ).

21. Rehabilitation Measures Database. Rehab Measures: Timed Up and Go [Internet]. Available from: <http://www.rehabmeasures.org>. Accessed: 01.12.2023.

22. Steffan T. Age- and gender-related test performance in community dwelling elderly people: Six-minute walk test, Berg balance scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther.* 2002;82(2):128-137. EDN: EEALVR doi: 10.1093/ptj/82.2.128

23. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams JI, Gayton D. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada.* 1989;46(6):304-311. doi: 10.3138/ptc.41.6.304

24. Franchignoni F, Horak F, Godi M, et al. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *J Rehabil Med.* 2010;42(4):323-331. doi: 10.2340/16501977-0537

25. Rehab Measures: Mini Balance Evaluation Systems Test [Internet]. Available from: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/mini-balance-evaluation-systems-test>. Accessed: 20.11.2023.

26. Tinetti ME. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 1986;34(2):119-126. doi: 10.1111/j.1532-5415.1986.tb05480.x

27. Tinetti ME, Richman D, Powell L. Falls efficacy as a measure of fear of falling. *J Gerontol.* 1990;45(6):239-243. EDN: HJBTAD doi: 10.1093/geronj/45.6.p239

28. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sport Exerc.* 2009;41(1):3-13. doi: 10.1249/MSS.0b013e31818cb278

29. Browne J, O'Hare N, O'Hare G, et al. Clinical assessment of the quantitative posturography system. *Physiotherapy.* 2002;88(4): 217-223. doi: 10.1016/S0031-9406(05)60413-0

30. Kamieniarz A, Michalska J, Marszałek W, et al. Detection of postural control in early Parkinson's disease: Clinical testings. Modulation of center of pressure. *PLoS One.* 2021;16(1):e0245353. doi: 10.1371/journal.pone.0245353

ОБ АВТОРАХ

* **Зверев Юрий Павлович**, канд. мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 603950, Нижний Новгород, пр-т Гагарина, д. 23;
ORCID: 0000-0003-4477-748X;
eLibrary SPIN: 1793-4555;
e-mail: yzverev@yahoo.com

Буйлова Татьяна Валентиновна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-0282-7207;
eLibrary SPIN: 6062-2584;
e-mail: tvbuilova@list.ru

Туличев Александр Алексеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-3157-2218;
eLibrary SPIN: 9647-5272;
e-mail: mr.tulichev@mail.ru

Иосько Наталья Валерьевна;
ORCID: 0009-0002-3234-1363;
e-mail: ionava1979@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Yury P. Zverev**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor;
address: 23 Gagarin avenue, 603600 Nizhny Novgorod, Russia;
ORCID: 0000-0003-4477-748X;
eLibrary SPIN: 1793-4555;
e-mail: yzverev@yahoo.com

Tatyana V. Builova, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-0282-7207;
eLibrary SPIN: 6062-2584;
e-mail: tvbuilova@list.ru

Alexander A. Tulichev, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-3157-2218;
eLibrary SPIN: 9647-5272;
e-mail: mr.tulichev@mail.ru

Natalya V. Iosko;
ORCID: 0009-0002-3234-1363;
e-mail: ionava1979@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author