DOI: https://doi.org/10.17816/RFD642045 EDN: LFRNBE

# Значимость диагностических компонентов саркопении, отражающих состояние скелетных мышц и неблагоприятные исходы у людей пожилого и старческого возраста

Ю.А. Сафонова

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

## АННОТАЦИЯ

***Обоснование.*** Существуют разные подходы к оценке мышечной массы и функции скелетных мышц, представленные международными группами, вызывающие вопрос о том, какой из диагностических показателей в большей степени отражает количество и качество мышц и способствует развитию неблагоприятных исходов.

***Цель*** — оценить диагностическую точность компонентов саркопении и выявить их связь с неблагоприятными исходами у людей пожилого и старческого возраста.

***Материалы и методы.*** В исследование включены 230 человек в возрасте 65 лет и старше: 70 мужчин и 160 женщин, обратившихся за консультативной помощью в медицинское учреждение Санкт-Петербурга. Медиана возраста пациентов — 75 (68–79) лет. Саркопению диагностировали по критериям Европейской рабочей группы по изучению саркопении 2-го пересмотра (2018). Мышечная масса рассчитана по индексу аппендикулярной мышечной массы с помощью двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, мышечная сила измерена с помощью кистевого динамометра, физическая работоспособность определена с использованием Краткой батареи тестов физического функционирования (SPPB). Коморбидность изучали по шкале Charlson, а качество жизни, связанное со здоровьем, — по валидированному на русский язык опроснику Sarcopenia Quality of Life.

***Результаты.*** Риск саркопении увеличивался у людей со слабой мышечной силой (отношение шансов 8,491; 95% доверительный интервал 4,432–16,320), низкой физической работоспособностью по данным Краткой батареи тестов физического функционирования (SPPB) за счет нарушения сохранения равновесия (отношение шансов 2,145 и 95% доверительный интервал 1,452–3,168) и теста «Встань и иди» (отношение шансов 2,083; 95% доверительный интервал 1,284–3,378). Слабая мышечная сила и низкая мышечная масса были ассоциированы с падениями, коморбидностью и качеством жизни, связанным со здоровьем ($p$ <0,05), а низкая физическая работоспособность — со всеми изучаемыми неблагоприятными исходами у людей в возрасте 65 лет и старше ($p$ <0,05).

***Заключение.*** Высокая значимость в диагностике саркопении принадлежит кистевой динамометрии и тесту на сохранение равновесия. Все диагностические компоненты саркопении были ассоциированы с падениями, тяжелой коморбидностью и снижением качества жизни, связанного со здоровьем, у людей в возрасте 65 лет и старше, а низкий общий балл по Краткой батарее тестов физического функционирования (SPPB) повышал риск переломов разной локализации.

**Ключевые слова:** пожилой возраст; мышечная масса; кистевая динамометрия; физическая работоспособность; функция скелетных мышц; саркопения; падения; переломы; коморбидность; качество жизни.

**Как цитировать**

Сафонова Ю.А. Значимость диагностических компонентов саркопении, отражающих состояние скелетных мышц и неблагоприятные исходы у людей пожилого и старческого возраста // Российский семейный врач. 2025. Т. 29. № 1. С. 17–26. DOI: 10.17816/RFD642045 EDN: LFRNBE

**Рукопись получена:** 19.11.2024 **Рукопись одобрена:** 09.01.2025 **Опубликована online:** 24.03.2025

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2025

DOI: https://doi.org/10.17816/RFD642045 EDN: LFRNBE

# Importance of Skeletal Muscle-Related Diagnostic Components of Sarcopenia and Adverse Outcomes in Geriatric Patients

Yuliya A. Safonova

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

## ABSTRACT

***BACKGROUND:*** International groups propose different approaches to assess muscle mass and skeletal muscle function, raising the question of which diagnostic parameter best reflects muscle quantity and quality and contributes to adverse outcomes.

***AIM:*** The aim of the study was to evaluate diagnostic accuracy of sarcopenia components and identify their association with adverse outcomes in geriatric patients.

***METHODS:*** The study included 230 subjects aged ⩾ 65 years, 70 men and 160 women, who presented for a consultation at a healthcare organization in Saint Petersburg, Russia. The median age of the patients was 75 (68–79) years. Sarcopenia was diagnosed using the European Working Group on Sarcopenia in Older People criteria, 2nd edition (2018). Muscle mass was calculated using the Appendicular Muscle Mass Index based on dual-energy X-ray absorptiometry. Muscle strength was measured using a hand dynamometer, and physical performance was assessed using the Short Physical Performance Battery. Comorbidities were assessed using the Charlson Comorbidity Index. Health-related quality of life was assessed using the validated Russian version of the Sarcopenia Quality of Life questionnaire.

***RESULTS:*** The higher risk of sarcopenia was reported in subjects with low muscle strength (odds ratio: 8.491; 95% confidence interval: 4.432, 16.320), low physical performance as measured by the Short Physical Performance Battery due to impaired balance (odds ratio: 2.145; 95% confidence interval: 1.452, 3.168) and by the Timed Up and Go Test (odds ratio: 2.083; 95% confidence interval: 1.284, 3.378). Low muscle strength and low muscle mass were associated with falls, comorbidities, and health-related quality of life ($p < 0.05$). Low physical performance was associated with all adverse outcomes assessed in subjects aged ⩾ 65 years ($p < 0.05$).

***CONCLUSION:*** Hand dynamometry and balance testing are important diagnostic tools for sarcopenia. All diagnostic components of sarcopenia were associated with falls, severe comorbidities, and reduced health-related quality of life in subjects aged ⩾ 65 years. A low total score on the Short Physical Performance Battery increased the risk of fractures at multiple sites.

**Keywords:** old age; muscle mass; hand dynamometry; physical performance; skeletal muscle function; sarcopenia; falls; fractures; comorbidity; quality of life.

**To cite this article**

Safonova YuA. Importance of Skeletal Muscle-Related Diagnostic Components of Sarcopenia and Adverse Outcomes in Geriatric Patients. *Russian Family Doctor.* 2025;29(1):17–26. DOI: 10.17816/RFD642045 EDN: LFRNBE

**Submitted:** 19.11.2024 **Accepted:** 09.01.2025 **Published online:** 24.03.2025

ECO • VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2025

## ОБОСНОВАНИЕ

В исследованиях, посвященных изучению саркопении, показано, что заболевание ассоциировано не только с возрастом людей, но и с нарушением функционального статуса, связанного с потерей автономности и независимости, снижением качества жизни и повышением смертности от всех причин [1]. В связи с тем, что вклад саркопении в ухудшение здоровья населения стал очевиден, в 2010 г. была организована Европейская рабочая группа по изучению саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP). Она разработала клиническое определение и сформировала диагностические критерии заболевания, обновив свои рекомендации в 2018 г [1, 2]. В дальнейшем изучением саркопении стали заниматься другие международные рабочие группы: Интернациональная рабочая группа по изучению саркопении (International Working Group on Sarcopenia, IWGS), Фонд Национального института здоровья [Foundation of National Institutes of Health (FNIH) Sarcopenia], Азиатская группа по изучению саркопении (Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS) [3–5]. В последние годы появились еще две экспертные группы, представившие свои позиции в отношении диагностики саркопении: консорциум определений и результатов саркопении (Sarcopenia Definition on Outcome Consortium, SDOC, 2019) и инициатива глобального лидерства в саркопении (Global Leadership Initiative in Sarcopenia, GLIS, 2020) [6, 7].

Несмотря на многообразие международных групп, изучающих саркопению, их объединяет то, что все они, за исключением SDOC, рекомендуют измерять мышечную массу — один из важных диагностических критериев заболевания. В то же время есть различия, связанные с оценкой функции скелетных мышц, состоящей из измерения мышечной силы и физической работоспособности. Одни эксперты для диагностики саркопении предлагают измерять только мышечную силу (FNIH, SDOC, GLIS), другие — оценивать физическую работоспособность (IWGS), а EWGSOP и AWGS советуют применять оба компонента. При этом только EWGSOP оценивает физическую работоспособность по результатам Краткой батареи тестов физического функционирования (КБТФФ, Short Physical Performance Battery, SPPB), позволяющей измерить скорость ходьбы, силу мышц нижних конечностей, а также способность поддерживать равновесие [1].

С учетом разных подходов для оценки мышечной массы и функции скелетных мышц, представленных международными группами, возникает вопрос о том, какой из диагностических показателей в большей степени отражает состояние мышц и способствует развитию неблагоприятных исходов.

**Цель** — оценить диагностическую точность компонентов саркопении и выявить их связь с неблагоприятными исходами у людей пожилого и старческого возраста.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В одномоментное исследование вошли 272 человек, обратившихся за консультативной помощью в медицинское учреждение Санкт-Петербурга. Критериями включения были возраст 65 лет и старше и наличие добровольного информированного согласия на участие в исследование.

Критерии невключения:

- хронические заболевания с выраженной органной недостаточностью или функциональными нарушениями в стадии декомпенсации;
- любые клинически значимые нарушения или заболевания, затруднявшие передвижение и самообслуживание, в том числе переломы костей нижних конечностей в течение 6 мес. до начала исследования;
- потребность в посторонней помощи или прием лекарственных препаратов, влияющих на функцию скелетных мышц и повышающих риск падений.

Методом сплошного отбора сформирована группа людей ($n$=230), продолживших участие, 15,4% пациентов в соответствии с критериями невключения выбыли из исследования.

Саркопению диагностировали по критериям EWGSOP2 (2018). Мышечную силу измеряли с помощью кистевого динамометра Jamar-00105 (Sammons Preston Inc., США), показатели при наличии саркопении должны были быть менее 16 кг для женщин и 27 кг для мужчин [1]. Мышечную массу у пожилых людей измеряли на аппарате двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии HOLOGIC Explorer QDR S/N 90787 Version 12.6.1:3 с последующим расчетом индекса аппендикулярной мышечной массы путем деления суммарной мышечной массы скелетных мышц верхних и нижних конечностей в килограммах на квадрат роста пациента. При снижении индекса аппендикулярной мышечной массы до уровня менее 5,5 кг/м$^2$ для женщин и менее 7,0 кг/м$^2$ для мужчин подтверждали наличие саркопении [1]. Физическую работоспособность оценивали с помощью КБТФФ (SPPB), состоящей из трех основных компонентов: сохранения и удержания равновесия, обычной скорости ходьбы, а также силы нижних конечностей по результатам теста «Вставание со стула», при этом нарушение физической работоспособности определяли при снижении общего результата до уровня менее 9 баллов [1]. Дополнительно физическую работоспособность изучали по результатам теста «Встань и иди», где низкие значения соответствовали затрачиваемому времени более 20 с [1]. Определяли количество падений и переломов различной локализации за 12 мес. до начала исследования. Коморбидность оценивали по шкале Charlson, а качество жизни, связанное со здоровьем, — по опроснику Sarcopenia Quality of Life (SarQoL) на русском языке [8]. Работа была частью темы научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы № АААА-А19-119021190150-6

DOI: https://doi.org/10.17816/RFD642045

«Разработка методов комплексной терапии заболеваний костно-мышечной системы».

Полученные результаты обработаны с использованием программы Statistica for Windows (версия 10, лицензия № BXXR310F964808FA-V). Гипотезу о нормальном распределении изучаемых показателей проверяли с помощью критерия Шапиро–Уилка. Количественные данные представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей. Качественные показатели изложены в виде абсолютных и относительных частот. Для оценки межгрупповых различий применяли тест Манна–Уитни. Корреляцию между непараметрическими переменными определяли с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена (*r*). Для многофакторного анализа использованы метод логистической регрессии и робастный регрессионный анализ с расчетом по Хуберу. Диагностическую точность анализировали путем оценки чувствительности и специфичности, прогностической ценности положительного и отрицательного результатов, ROC-анализа с оценкой площади под ROC-кривой. Критерием статистической значимости считали уровень $p$ <0,05.

**Таблица 1.** Социально-демографическая характеристика обследуемой выборки людей 65 лет и старше

**Table 1.** Social and demographic characteristics of the study population of subjects aged ⩾ 65 years

| Показатель | Значение |
|---|---|
| Возраст, медиана, 25-й и 75-й процентили, лет | 75 (68–79) |
| • 65–74 года, *n* (%) | 112 (48,7) |
| • 75–84 года, *n* (%) | 101 (43,9) |
| • 85 лет и старше, *n* (%) | 17 (7,4) |
| Женщины, *n* (%) | 160 (69,6) |
| Мужчины, *n* (%) | 70 (30,4) |
| Индекс массы тела, медиана, 25-й и 75-й процентили, кг/м$^2$ | 25,6 (23,7–30,2) |
| • недостаточный, *n* (%) | 51 (22,2) |
| • нормальный, *n* (%) | 66 (28,7) |
| • избыточный, *n* (%) | 57 (24,8) |
| • ожирение, *n* (%) | 56 (24,3) |
| Образование | |
| • начальное, *n* (%) | 13 (5,7) |
| • среднее, *n* (%) | 98 (42,6) |
| • высшее, *n* (%) | 119 (51,7) |
| Проживание | |
| • в семье, *n* (%) | 128 (55,7) |
| • одинокое, *n* (%) | 102 (44,3) |
| Статус курения | |
| • некурящие, *n* (%) | 219 (95,2) |
| • курильщики на момент исследования, *n* (%) | 11 (4,8) |
| Социальный статус | |
| • работающие, *n* (%) | 126 (11,3) |
| • неработающие на момент исследования, *n* (%) | 204 (88,7) |
| Наличие группы инвалидности, *n* (%) | 176 (76,5) |

# РЕЗУЛЬТАТЫ

В одномоментное исследование включены 230 человек 65 лет и старше (70 мужчин и 160 женщин), медиана возраста обследуемых составила 75 (68–79) лет. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Выборка состояла преимущественно из лиц в возрасте 65–84 (92,6%) лет, высшее образование получили 51,7% обследованных, 44,3% пациентов проживали одиноко в своих квартирах. О наличии инвалидности сообщили 76,5% участников.

В изучаемой группе пациентов саркопения выявлена в 28,7% случаев, из них в возрасте 65–74 года она диагностирована у 19,6% обследованных, в возрасте 75–84 лет — у 34,7%, в 85 лет и старше — у 52,9%. Проанализированы диагностические компоненты саркопении у пациентов с разными индексами аппендикулярной мышечной массы (табл. 2).

У обследуемых мышечная сила, оцененная с помощью кистевого динамометра, в среднем составила 17 (14–21) кг. Слабая мышечная сила выявлена в 61,7% случаев, при этом у лиц с низкой мышечной массой она встречалась чаще, чем у лиц с сохраненной массой скелетных мышц (в 95,5 и 51,6% случаев соответственно; $p$ <0,0001). Низкую физическую работоспособность по результатам КБТФФ (SPPB) наблюдали у 30% людей, однако среди лиц с низкой мышечной массой она выявлена у 43,5%, а с нормальной массой — лишь у 24,2% пожилых людей ($p$=0,0035). Анализ компонентов теста показал, что скорость ходьбы и время, затрачиваемое на выполнение теста «Вставание со стула», не различались в группах людей с разной мышечной массой. Вместе с тем у людей с низкой массой скелетных мышц, наихудшие результаты теста на сохранение равновесия встречались чаще, чем у лиц с сохраненной мышечной массой (в 37,9 и 15,9% соответственно; $p$ <0,001). Время, затрачиваемое на выполнение теста «Встань и иди», в среднем составило 15,69 (12,78–18,85) с. Лица с низкой мышечной массой выполняли задание дольше, чем обследованные с сохраненной массой скелетных мышц ($p$=0,005).

Проанализирована связь между показателями мышечной массы и функцией скелетных мышц с использованием непараметрической ранговой корреляции Спирмена. Анализ позволил выявить умеренную корреляцию между кистевой динамометрией, результатами по КБТФФ ($r$=0,509; $p$ <0,0001) и тестом «Встань и иди» ($r$=–0,448; $p$ <0,0001), слабую корреляционную связь между мышечной массой и кистевой динамометрией ($r$=0,313; $p$ <0,0001), а также очень слабую связь между мышечной массой, результатами по КБТФФ ($r$=0,018; $p$=0,0148) и теста «Встань и иди» ($r$=–0,038; $p$ <0,0001). Кроме того, установлены взаимосвязи функциональных тестов.

**Таблица 2.** Сравнительная оценка диагностических компонентов саркопении в изучаемой выборке пациентов с разными индексами аппендикулярной мышечной массы

**Table 2.** Comparison of diagnostic components of sarcopenia in the study population of subjects with various appendicular muscle mass indices

| Показатель | Индекс аппендикулярной мышечной массы | | Значение *p* |
|---|---|---|---|
| | низкий (*n*=66) | нормальный (*n*=164) | |
| Кистевая динамометрия, кг | 15 (12–18) | 19 (15–22) | *p* <0,0001 |
| Общий балл по Краткой батарее тестов физического функционирования (Short Physical Performance Battery), баллов | 7 (4–10) | 8 (7–10) | *p*=0,031 |
| Скорость ходьбы, м/с | 0,68 (0,55–0,79) | 0,71 (0,57–0,79) | *p*=0,31 |
| Тест «Тандем», баллов | 1 (0–1) | 3 (2–4) | *p* <0,001 |
| Тест «Вставание со стула», с | 15,94 (13,72–21,75) | 15,75 (13,38–20,65) | *p*=0,82 |
| Тест «Встань и иди», с | 18,12 (15,51–20,34) | 12,75 (9,81–14,66) | *p*=0,005 |

*Примечание.* Данные представлены в виде медианы 25-го и 75-го процентилей.
*Note.* Data are presented as median, 25th and 75th percentiles.

**Таблица 3.** Значимость диагностических компонентов саркопении у людей в возрасте 65 лет и старше с использованием многофакторного логистического регрессионного анализа

**Table 3.** Importance of diagnostic components of sarcopenia in people aged ⩾ 65 years using multivariate logistic regression analysis

| Переменные в уравнении | Регрессионный коэффициент *b* | Отношение шансов Exp (*b*) | 95% доверительный интервал для Exp (*b*) | Значение *p* |
|---|---|---|---|---|
| Кистевая динамометрия | 3,693 | 8,491 | 4,432–16,320 | 0,0001 |
| Краткая батарея тестов физического функционирования (Short Physical Performance Battery) | 2,329 | 2, 264 | 1,493–3,425 | 0,0011 |
| Скорость ходьбы | 0,693 | 1,227 | 0,722–2,061 | 0,4451 |
| Тест «Вставание со стула» | 0,664 | 1,184 | 0,777–1,799 | 0,4522 |
| Тест на сохранение равновесия | 1,664 | 2,145 | 1,452–3,168 | 0,0010 |
| Тест «Встань и иди» | 2,642 | 2,083 | 1,284–3,378 | 0,0140 |

В дальнейшем проведен логистический регрессионный анализ с определением степени значимости диагностических компонентов саркопении с использованием многофакторного логистического регрессионного анализа (табл. 3).

Установлено, что риск саркопении увеличивался у людей с низкими значениями кистевой динамометрии [отношение шансов (ОШ) 8,491; 95% доверительный интервал (ДИ) 4,432–16,320], результатов по КБТФФ (SPPB) за счет нарушения сохранения равновесия (ОШ 2,145; 95% ДИ 1,452–3,168) и теста «Встань и иди» (ОШ 2,083; 95% ДИ 1,284–3,378).

После поправки на возраст и пол пациентов, кистевая динамометрия (ОШ 8,29; 95% ДИ 4,106–15,198), тесты на сохранение равновесия (ОШ 2,046; 95% ДИ 1,175–2,978) и тест «Встань и иди» (ОШ 1,849; 95% ДИ 1,193–2,988) продолжали быть значимыми для диагностики саркопении.

Чтобы получить более объективные результаты проведено количественное сравнение площади под ROC-кривой с установлением доверительного интервала для каждого диагностического компонента с определением их чувствительности, специфичности, а также прогностической ценности положительного и отрицательного значения (табл. 4).

Установлено, что наиболее значимыми для диагностики саркопении были кистевая динамометрия (с чувствительностью 95,6% и специфичностью 69,4%) и КБТФФ (SPPB) за счет теста на сохранение равновесия (с чувствительностью 84,7% и специфичностью 58,4%). В меньшей степени был значим тест «Встань и иди» (с чувствительностью 72,1% и специфичностью 53,3%).

В последующем была проанализирована взаимосвязь между диагностическими компонентами саркопении и неблагоприятными исходами заболевания с использованием робастного регрессионного анализа с расчетом по Хуберу (табл. 5) и логистического регрессионного анализа с поправкой на возраст и пол.

Установлено, что риск падений был выше у лиц с низкими результатами кистевой динамометрии (ОШ 2,000; 95% ДИ 1,443–2,770), КБТФФ (ОШ 1,389; 95% ДИ 1,007–1,916), теста «Встань и иди» (ОШ 1,902; 95% ДИ 1,339–2,701) и низкой мышечной массой (ОШ 1,358; 95% ДИ 1,247–2,386). Переломы разной локализации были ассоциированы с низким общим баллом комплекса

**Таблица 4.** Диагностическая ценность компонентов саркопении
**Table 4.** Diagnostic value of sarcopenia components

| Показатель | Площадь под ROC-кривой | Чувствительность, % | Специфичность, % | ПЦ$^+$, % | ПЦ$^-$, % |
|---|---|---|---|---|---|
| Динамометрия | 0,841 (0,777–0,904) | 95,6 (82–99) | 69,4 (54–79) | 25,68 (8–42) | 91,2 (85–98) |
| Краткая батарея тестов физического функционирования (Short Physical Performance Battery) | 0,692 (0,604–0,781) | 74,2 (52–87) | 52,2 (41–69) | 45,33 (26–68) | 69,8 (54–81) |
| Тест на сохранение равновесия | 0,704 (0,597–0,811) | 84,7 (69–91) | 58,4 (51–88) | 35,64 (18–51) | 89,1 (75–92) |
| Тест «Встань и иди» | 0,677 (0,588–0,766) | 72,1 (58–84) | 53,3 (44–70) | 40,64 (26–59) | 79,6 (65–89) |
| Скорость ходьбы | 0,606 (0,422–0,602) | 56,2 (38–73) | 69,4 (49–81) | 49,75 (38–64) | 79,5 (62–91) |
| Тест «Вставание со стула» | 0,553 (0,440–0,616) | 54,9 (34–69) | 72,1 (56–86) | 55,21 (36–79) | 49,3 (28–64) |

*Примечание*. Данные представлены в виде среднего значения и 95% доверительного интервала. ПЦ$^+$ — прогностическая ценность положительного значения; ПЦ$^-$ — прогностическая ценность отрицательного значения.
*Note*. Data are expressed as mean and 95% confidence interval.

**Таблица 5.** Связь между кистевой динамометрией, аппендикулярной мышечной массой, результатами функциональных тестов и неблагоприятными исходами саркопении у людей в возрасте 65 лет и старше, полученная при робастном регрессионном анализе с расчетом по Хуберу

**Table 5.** Associations between hand dynamometry, appendicular muscle mass index, functional test results, and adverse outcomes of sarcopenia in subjects aged ⩾ 65 years using robust regression analysis with Huber estimation procedure

| Показатель | Регрессионный коэффициент *b* | 95% доверительный интервал | | Значение *p* |
|---|---|---|---|---|
| | | нижняя граница | верхняя граница | |
| Кистевая динамометрия | | | | |
| • падения | 0,189 | 0,060 | 0,312 | 0,004 |
| • переломы | 0,094 | –0,036 | 0,221 | 0,157 |
| • коморбидность, индекс Charlson, балл | –0,274 | –0,392 | –0,148 | <0,0001 |
| • качество жизни по SarQoL, баллов | 0,176 | 0,046 | 0,299 | 0,006 |
| Индекс аппендикулярной мышечной массы | | | | |
| • падения | 0,783 | 0,719 | 0,835 | <0,0001 |
| • переломы | –0,089 | –0,216 | 0,042 | 0,181 |
| • коморбидность, индекс Charlson, балл | –0,234 | –0,402 | –0,146 | <0,0001 |
| • качество жизни по SarQoL, баллов | 0,128 | 0,003 | 0,354 | 0,038 |
| Краткая батарея тестов физического функционирования (Short Physical Performance Battery) | | | | |
| • падения | 0,131 | 0,257 | 0,001 | 0,047 |
| • переломы | 0,231 | 0,103 | 0,352 | 0,0004 |
| • коморбидность, индекс Charlson, балл | –0,316 | –0,431 | –0,192 | <0,0001 |
| • качество жизни по SarQoL, баллов | –0,235 | –0,355 | –0,107 | 0,0001 |
| Тест «Встань и иди» | | | | |
| • падения | –0,316 | –0,431 | –0,192 | <0,0001 |
| • переломы | –0,015 | –0,175 | 0,328 | 0,052 |
| • коморбидность, индекс Charlson, балл | 0,205 | 0,078 | 0,341 | 0,0015 |
| • качество жизни по SarQoL, баллов | –0,135 | –0,276 | –0,004 | 0,045 |

*Примечание*. SarQoL — Sarcopenia Quality of Life.

функциональных тестов (ОШ 2,011; 95% ДИ 1,538–2,753). Тяжелую коморбидность наблюдали у пациентов с результатами ниже референсных значений кистевой динамометрии (ОШ 1,457; 95% ДИ 1,217–1,973), мышечной массы (ОШ 1,297; 95% ДИ 1,085–1,967), КБТФФ (ОШ 1,389; 95% ДИ 1,007–1,916) и теста «Встань и иди» (ОШ 1,284; 95% ДИ 1,096–1,785). Качество жизни было хуже у пациентов с низкими результатами кистевой динамометрии в 1,9 раза (ОШ 1,857; 95% ДИ 1,426–2,592), мышечной массы в 1,4 раза (ОШ 1,416; 95% ДИ 1,281–1,843), КБТФФ

в 1,4 раза (ОШ 1,356; 95% ДИ 1,208–1,859) и теста «Встань и иди» в 1,2 раза (ОШ 1,187; 95% ДИ 1,009–1,716).

Таким образом, в исследовании выявлена высока чувствительность методов кистевой динамометрии и теста на сохранение равновесия — компонента КБТФФ (SPPB) в диагностике саркопении. Все инструменты для выявления саркопении были ассоциированы с падениями, тяжелой коморбидностью и снижением качества жизни, связанного со здоровьем, у людей в возрасте 65 лет и старше, а низкий общий балл по КБТФФ повышал риск переломов разной локализации.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно консенсусу различных международных групп оценку мышечной массы считают наиболее важным этапом в диагностике саркопении. В то же время обследование пациентов начинают с измерения мышечной силы — главного детерминанта заболевания и предиктора неблагоприятных исходов, связанных с увеличением функциональных ограничений, снижением качества жизни и повышением смертности от всех причин [1]. В настоящей работе показано, что наиболее значимым диагностическим компонентом саркопении являлась мышечная сила, ее низкие значения повышали риск развития заболевания у людей пожилого возраста в 8,5 раза ($p$=0,0001). Выявлены умеренные корреляционные связи между кистевой динамометрией и мышечной массой ($r$=0,313; $p$ <0,0001), а также результатами КБТФФ (SPPB; $r$=0,509; $p$ <0,0001) и теста «Встань и иди» ($r$=–0,448; $p$ <0,0001). Причем связь с физическим функционированием оказалась значимой за счет компонента КБТФФ — теста на сохранение равновесия. Аналогичные результаты получены в работе J. Chew и соавт., где наблюдали выраженную корреляцию между силой и объемом мышц как у пожилых, так и у молодых людей ($p$ <0,05). Кроме того, определена связь между мышечной силой, массой скелетных мышц и сохранением равновесия у людей пожилого возраста ($p$ <0,05) [9]. В метаанализе 28 исследований обнаружена умеренная корреляция между мышечной силой и мышечной массой, измеренной по толщине мышц ($r$=0,43; $p$ <0,001) и площади поперечного сечения ($r$=–0,67, $p$ <0,001), при ультразвуковом исследовании мышечной ткани [10].

В других работах установлена связь только между мышечной силой и физической работоспособностью. В одной работе отмечена слабая корреляция между кистевой динамометрией и результатами по SPPB ($r$=0,26; $p$=0,001) [11], а в систематическом обзоре в 10 из 23 исследований показана выраженная взаимосвязь между кистевой динамометрией и функциональными тестами SPPB и «Встань и иди» [12].

В настоящем исследовании также выявлена очень слабая корреляция между мышечной массой и физической работоспособностью по результатам КБТФФ (SPPB) ($r$=0,018; $p$=0,0148) и теста «Встань и иди» ($r$=–0,038; $p$ <0,0001). Однако в систематическом обзоре (2023) в 9 исследованиях продемонстрированы связи от слабой до умеренной между мышечной массой и физической работоспособностью, но в 10 работах эта зависимость не найдена [12]. В метаанализе (2024) ни в одном из исследований не выявлено связи между толщиной мышц и скоростью ходьбы ($p$=0,78), но отмечена очень слабая зависимость с тестами «Вставание со стула» ($r$=–0,15; $p$ <0,001) и «Встань и иди» ($r$=–0,16; $p$=0,006) [10], а в работе T. Kristiana и соавт. связь между мышечной массой и результатами SPPB полностью отсутствовала ($p$=0,517) [11].

Кроме того, в настоящем исследовании низкие значения динамометрии и мышечной массы были предикторами падений у пациентов с саркопенией, а недостаточная физическая работоспособность по результатам SPPB тестов — и переломов разной локализации ($p$ <0,05). В нескольких российских исследованиях показано, что у пожилых людей с падениями средние значения мышечной силы были ниже, чем у лиц без падений ($p$ <0,001) [13, 14]. Связь между мышечной силой и падениями продемонстрирована в двух метаанализах. В одном из них, с 34 лонгитюдными исследованиями, низкая мышечная сила была прогностическим фактором нарушения мобильности (ОШ 1,78; 95% ДИ 1,28–2,48) [15], в другом метаанализе, с 42 проспективными когортными исследованиями, низкая мышечная сила была ассоциирована не только с падениями, но и с переломами [16].

В зарубежной литературе представлены разные точки зрения на взаимосвязь между физической работоспособностью, падениями и переломами. В одних из них выявлена связь только с SPPB. Так, в проспективном исследовании показано, что низкие значения многокомпонентного теста способствовали повышению риска падений у пожилых людей через 12 мес. (ОШ 0,91 и 95% ДИ (0,87–0,96) и 24 мес. (ОШ 0,93 и 95% ДИ (0,88–0,97) наблюдения. Однако при поправке на возраст и пол значимыми оказались только результаты, полученные через 12 мес. ($p$ <0,01) [17]. В поперечном исследовании N. Veronese и соавт. установлено, что низкий общий балл по SPPB ассоциирован с падениями у пожилых женщин (ОШ 2,03; 95% ДИ 1,28–3,22) [18]. Еще в одном исследовании анализировали взаимосвязь компонентов SPPB с переломами. Оказалось, что частота переломов проксимального отдела бедренной кости была выше у лиц с низким общим баллом по SPPB ($p$ <0,001) и ее составляющим: скорости ходьбы ($p$=0,001), сохранению равновесия ($p$ <0,001) и тесту «Вставание со стула» ($p$ <0,001) [19].

В других работах установлена взаимосвязь между падениями, переломами и результатами теста «Встань и иди». Например, в исследовании G. Kojima и соавт. логистический регрессионный анализ с поправкой на возраст, пол, сопутствующие заболевания и прием лекарственных препаратов показал, что у людей,

дольше выполнявших тест «Встань и иди», вероятность падений была в 3,94 раза (95% ДИ 1,69–9,21) выше [20]. В другом проспективном исследовании (*n*=1 070 320) пожилые люди, затратившие больше времени на выполнение теста «Встань и иди» продемонстрировали более высокий риск переломов любой локализации (ОШ 1,08; 95% ДИ 1,06–1,10), а также компрессионных переломов тел позвонков (ОШ 1,14; 95% ДИ 1,11–1,16), переломов проксимального отдела бедренной кости (ОШ 1,21; 95% ДИ 1,13–1,29) и других периферических переломов (ОШ 1,02; 95% ДИ 1,00–1,05) [21].

В то же время в ряде работ связь между падениями, переломами и физической работоспособностью не найдена. Так, в одном исследовании снижение общего балла по SPPB не было ассоциировано с более высоким риском падений ($p$ >0,05) [22]. В другой работе как общий балл по SPPB, так и количество баллов по каждому из ее компонентов не были связаны с падениями и переломами [23]. В метаанализе 10 исследований логистический регрессионный анализ показал, что тест «Встань и иди» не является значимым предиктором падений (ОШ 1,01 и 95% ДИ 1,00–1,02; $p$=0,05) [24], а в систематическом обзоре 50 исследований установлено, что ни SPPB тесты, ни тест «Встань и иди» не обладают высоким уровнем доказательств для диагностики саркопении [25].

При саркопении наблюдают множественные сопутствующие патологии, приводящие к снижению качества жизни людей пожилого возраста [26]. В настоящем исследовании установлено, что слабая мышечная сила, низкая мышечная масса и недостаточная физическая работоспособность ассоциированы с тяжелой коморбидностью по индексу Charlson и низким качеством жизни, связанным со здоровьем, у пациентов с саркопенией, оцененным с помощью специфического опросника SarQoL ($p$ <0,05). Эти результаты согласуются с данными других авторов. В одних исследованиях изучена связь между диагностическими компонентами саркопении и коморбидностью. Так, в исследовании M. Amasene и соавт. показано, что слабая мышечная сила и низкая ее производительность по результатам SPPB связаны с высокой коморбидностью по индексу Charlson как у мужчин ($p$ <0,005), так у женщин ($p$ <0,001) [27]. В работе Д.П. Курмаева и соавт. установлена корреляция между индексом коморбидности Charlson, мышечной силой ($r$=–0,131; $p$=0,050) и компонентами многофункционального теста: тестом «Вставание со стула» ($r$=0,183; $p$=0,006) и скоростью ходьбы ($r$=–0,310; $p$ <0,001) [28]. Еще в одном исследовании у пожилых пациентов выявлена слабая корреляция между индексом коморбидности Charlson и мышечной силой ($r$=–0,22; $p$= 0,000), а также мышечной массой ($r$=–0,14; $p$=0,000) [29].

В других исследованиях проведены ассоциации между функцией скелетных мышц и качеством жизни, связанным со здоровьем. Так, в одном лонгитюдном исследовании показано, что слабая мышечная сила и низкая физическая работоспособность связаны с худшим качеством жизни, оцененным по опроснику European quality of life 5 dimensions (EQ-5D) у пожилых людей ($p$ <0,001) [30]. В другом проспективном исследовании через 2 года наблюдения при слабой мышечной силе выявлена тенденция к прогнозированию низкого качества жизни по опроснику EQ-5D (ОШ 2,1 и 95% ДИ 0,9–4,9) [9]. Следует отметить, что в этих исследованиях качество жизни изучали с помощью общего опросника EQ-5D, не в полной мере отражающего состояние здоровья пациентов с саркопенией.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследования показали, что высокая значимость в диагностике саркопении принадлежит кистевой динамометрии и тесту на сохранение равновесия. Все диагностические компоненты саркопении были ассоциированы с падениями, тяжелой коморбидностью и снижением качества жизни, связанного со здоровьем у людей в возрасте 65 лет и старше, а низкий общий балл по КБТФФ (SPPB) повышал риск переломов разной локализации.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** *Ю.А. Сафонова* — разработка концепции, проведение исследования, формальный анализ, написание, пересмотр и редактирование рукописи. Автор одобрила рукопись (версию для публикации), а также согласилась нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой части рукописи.

**Этический комитет.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом Научно-исследовательского института ревматологии им. В.А. Насоновой (№ 18 от 19.09.2019). Все участники исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

**Источники финансирования.** Отсутствуют.

**Раскрытие интересов.** Автор заявляет об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** При создании настоящей работы автор не использовала ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

**Доступ к данным.** Все данные, полученные в настоящем исследовании, доступны в статье.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два внутренних рецензента из состава редакционной коллегии.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** *Yu.A. Safonova:* conceptualization, investigation, formal analysis, writing the draft, review and editing. The author approved the version of the manuscript to be published, and agreed to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of it are appropriately reviewed and resolved.

**Ethics approval:** The study was approved by the local ethics committee of the V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology (No. 18 dated September 19, 2019). Written informed consent was voluntarily obtained from all participants prior to be included in the study.

**Funding sources:** No funding.

**Disclosure of interests:** The author declare no commercial or non-commercial relationship, activity, or interest with any third party in the past three years that could be affected by the content of the article.

**Statement of originality:** No previously published information (text, illustrations, or data) was used in this work.

**Data availability statement:** All study data are available in the article.

**Generative AI:** No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this paper.

**Provenance and peer-review:** This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two members of the editorial board.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

**1.** Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169

**2.** Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010;39(4):412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034

**3.** Chen L-K, Liu L-K, Woo Md J, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus Report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15:95–101. doi: 10.1016/j.jamda.2013.11.025

**4.** Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12:249–256. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003

**5.** Studenski SA, Peters KW, Alley DE, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(5):547–558. doi: 10.1093/gerona/glu010

**6.** Bhasin S, Travison TG, Manini TM, et al. Sarcopenia definition: the position statements of the sarcopenia definition and outcomes consortium. *J Am Geriatr Soc.* 2020;68(7):1410–1418. doi: 10.1111/jgs.16372

**7.** Cawthon PM, Visser M, Arai H, et al. Defining terms commonly used in sarcopenia research: a glossary proposed by the Global Leadership in Sarcopenia (GLIS) Steering Committee. *Eur Geriatr Med.* 2022;13(6):1239–1244. doi: 10.1007/s41999-022-00706-5

**8.** Safonova YuA, Lesnyak OM, Baranova IA, et al. Russian translation and validation of SarQoL® – quality of life questionnaire for patients with sarcopenia. *Rheumatology Science and Practice*. 2019;57(1):38–45. EDN: XUIKKL doi: 10.14412/1995-4484-2019-38-45

**9.** Chew J, Yeo A, Yew S, et al. Muscle strength definitions matter: Prevalence of sarcopenia and predictive validity for adverse outcomes using the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2) criteria. *J Nutr Health Aging.* 2020;24(6):614–618. doi: 10.1007/s12603-020-1371-y

**10.** Yuan H, Kim MK. Exploring the relationship between ultrasound parameters and muscle strength in older adults: a meta-analysis of sarcopenia-related exercise performance. *Front Med (Lausanne).* 2024;11:1429530. doi: 10.3389/fmed.2024.1429530

**11.** Kristiana T, Widajanti N, Satyawati R. Association between muscle mass and muscle strength with physical performance in elderly in Surabaya. *Surabaya Phys Med Rehabil J.* 2020;2(1):24–34. doi: 10.20473/spmrj.v2i1.2020.24-34

**12.** Riviati N, Indra B. Relationship between muscle mass and muscle strength with physical performance in older adults: A systematic review. *SAGE Open Med.* 2023;11:20503121231214650. doi: 10.1177/20503121231214650

**13.** Safonova YuA. Sarcopenia risk factor for falls and fractures. *The Clinician*. 2019;13(3–4):22–28. EDN: VNYVVJ doi: 10.17650/1818-8338-2019-13-3-4-22-28

**14.** Vorobyeva NM, Khovasova NO, Tkacheva ON, et al. Falls and fractures in subjects over 65 years old and their associations with geriatric syndromes: Russian epidemiological study EVKALIPT. *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2021;(2):219–229. EDN: GOUPRT doi: 10.37586/2686-8636-2-2021-209-219

**15.** Rijk JM, Roos PR, Deckx L, et al. Prognostic value of handgrip strength in people aged 60 years and older: A systematic review and meta-analysis. *Geriatr Gerontol Int*. 2016;169(1):5–20. doi: 10.1111/ggi.12508

**16.** Wu Y, Wang W, Liu T, Zhang D. Association of grip strength with risk of all-cause mortality, cardiovascular diseases, and cancer in community-dwelling populations: a meta-analysis of prospective cohort studies. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(6):551. doi: 10.1016/j.jamda.2017.03.011

**17.** Freiberger E, Fabbietti P, Corsonello A, et al. Short physical performance battery is not associated with falls and injurious falls in older persons: longitudinal data of the SCOPE project. *Eur Geriatr Med.* 2024;15(3):831–842. doi: 10.1007/s41999-024-00941-y

**18.** Veronese N, Bolzetta F, Toffanello ED, et al. Association between short physical performance battery and falls in older people: the Progetto Veneto Anziani Study. *Rejuvenation Res.* 2014;17(3):276–284. doi: 10.1089/rej.2013.1491

**19.** Zhong BX, Zhong HL, Zhou GQ, et al. Physical performance and risk of hip fracture in community-dwelling elderly people in China: A 4-year longitudinal cohort study. *Maturitas.* 2021;146:26–33. doi: 10.1016/j.maturitas.2021.01.003

**20.** Kojima G, Masud T, Kendrick D, et al. Does the timed up and go test predict future falls among British community-dwelling older people? Prospective cohort study nested within a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2015;15:38. doi: 10.1186/s12877-015-0039-7

**21.** Jeong S-M, Shin DW, Han K, et al. Timed up-and-go test is a useful predictor of fracture incidence. *Bone.* 2019;127:474–481. doi: 10.1016/j.bone.2019.07.018
**22.** Turusheva AV, Bogdanova TA, Frolova EV, et al. Epidemiology of falls in St. Petersburg (based on research by the Department of Family Medicine). *Russian Journal of Geriatric Medicine.* 2022;(2(10)):106–114. EDN: XVMBOO doi: 10.37586/2686-8636-2-2022-106-114
**23.** Li W, Rao Z, Fu Y, et al. Value of the short physical performance battery (SPPB) in predicting fall and fall-induced injury among old Chinese adults. *BMC Geriatr.* 2023;23(1):574. doi: 10.1186/s12877-023-04290-6
**24.** Barry E, Galvin R, Keogh C, et al. Is the timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.* 2014;14:14. doi: 10.1186/1471-2318-14-14
**25.** Exter SH, Koenders N, Wees P, et al. A systematic review of the psychometric properties of physical performance tests for sarcopenia in community-dwelling older adults. *Age Ageing.* 2024;53(6):113. doi: 10.1093/ageing/afae113
**26.** Gong G, Wan W, Zhang X, et al. Correlation between the Charlson comorbidity index and skeletal muscle mass/physical performance in hospitalized older people potentially suffering from sarcopenia. *BMC Geriatr.* 2019;19(1):367. doi: 10.1186/s12877-019-1395-5
**27.** Amasene M, Medrano M, Echeverria I, et al. Malnutrition and poor physical function are associated with higher comorbidity index in hospitalized older adults. *Front Nutr.* 2022;9:920485. doi: 10.3389/fnut.2022.920485
**28.** Kurmaev DP, Bulgakova SV, Zakharova NO. Parameters of functional activity in elderly and senile women with polymorbidity and risk of sarcopenia. *Science and Innovations in Medicine.* 2021;6(3):33–37. EDN: WDWWZJ doi: 10.35693/2500-1388-2021-6-3-33-37
**29.** Xia W, Luo K, Gu Z, et al. Correlational analysis of sarcopenia and multimorbidity among older inpatients. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25(1):309. doi: 10.1186/s12891-024-07412-2
**30.** Petnehazy N, Barnes HN, Newman AB, et al. Muscle mass, strength, power and physical performance and their association with quality of life in older adults, the Study of Muscle, Mobility and Aging (SOMMA). *medRxiv* [Preprint]. 2023;2023:10.31.23297845. doi: 10.1101/2023.10.31.23297845

## ОБ АВТОРЕ

**Сафонова Юлия Александровна**, д-р мед. наук, доцент;
адрес: Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41;
ORCID: 0000-0003-2923-9712;
eLibrary SPIN: 9690-6636;
e-mail: jula_safonova@mail.ru

## AUTHOR INFO

**Yuliya A. Safonova**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
address: 41 Kirochnaya St., Saint Petersburg, 191015, Russia;
ORCID: 0000-0003-2923-9712;
eLibrary SPIN: 9690-6636;
e-mail: jula_safonova@mail.ru