

## РОЛЬ И СПЕЦИФИКА ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ САРКОПЕНИИ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ

Плещёв И.Е.<sup>1</sup>,  
Ачкасов Е.Е.<sup>2</sup>,  
Николенко В.Н.<sup>2,3</sup>,  
Шкрёбко А.Н.<sup>1</sup>,  
Иванова И.В.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России (150000, г. Ярославль, ул. Революционная, 5, Россия)

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет) (119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Россия)

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (119991, г. Москва, Ленинские горы, 1, Россия)

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России (153012, Ивановская область, г. Иваново, Шереметевский просп., 8, Россия)

Автор, ответственный за переписку:  
Плещёв Игорь Евгеньевич,  
e-mail: Doctor.pleshyov@gmail.com

### РЕЗЮМЕ

**Цель обзора** – проанализировать распространённость саркопении в пожилой возрастной группе, причины её возникновения, представить современные методы профилактики и физической реабилитации.

Исследование сосредоточено на взаимосвязи между физической нагрузкой, тренировочными эффектами и физиологическими механизмами, а также на безопасности различных видов силовых, анаэробных и мультимодальных тренировок, которые оказывают положительное влияние во время профилактики и восстановительного лечения при саркопении. Включены обзоры литературы, метаанализы и оригинальные исследования, которые акцентированы на людях пожилого возраста в любых условиях проживания, с применением проверенных инструментов и методов оценки. Был проведён поиск литературы в четырёх электронных базах данных (PubMed, Cochrane Library, Scopus, Springer) за период с 2012 г. по 30 июня 2022 г. Ограничений на языковой уклон публикации введено не было.

**Стратегия поиска.** Ключевые слова, используемые для определения условий участия в обзоре: «пожилой/преклонный возраст», «саркопения» и саркопеническое ожирение.

Статьи включались, если они соответствовали следующим критериям – когорты со средним или медианным возрастом ≥ 60 лет и любым из следующих определений саркопении: Европейская рабочая группа по саркопении у пожилых людей (EWGSOP), Азиатская рабочая группа по саркопении (AWGS), Международная рабочая группа по саркопении (IWGS). Для обеспечения сопоставимости вмешательств в обзор включены исследования, которые осуществлялись не менее 8 недель, а распределение пациентов по дизайну исследования было рандомизированным. Также, исключены статьи с участием госпитализированных пациентов.

**Ключевые слова:** саркопения, физическая активность, реабилитация, саркопеническое ожирение, пожилой возраст, тренировки с отягощением, аэробные тренировки, лечебная физкультура, обзор литературы

Статья получена: 06.10.2022  
Статья принята: 29.03.2023  
Статья опубликована: 05.05.2023

**Для цитирования:** Плещёв И.Е., Ачкасов Е.Е., Николенко В.Н., Шкрёбко А.Н., Иванова И.В. Роль и специфика физических нагрузок при саркопении у пожилых людей. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(2): 80-92. doi: 10.29413/ABS.2023-8.2.8

## METHODS OF PHYSICAL REHABILITATION OF ELDERLY PEOPLE FOR THE PREVENTION AND TREATMENT OF SARCOPENIA

Pleshchev I.E.<sup>1</sup>,  
Achkasov E.E.<sup>2</sup>,  
Nikolenko V.N.<sup>2,3</sup>,  
Shkrebko A.N.<sup>1</sup>,  
Ivanova I.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Yaroslavl State Medical University  
(Revolutsionnaya str. 5, Yaroslavl 150000,  
Russian Federation)

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical  
University (Trubetskaya str. 8, build. 2,  
Moscow 119991, Russian Federation)

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University  
(Leninskie Gory 1, Moscow 119991,  
Russian Federation)

<sup>4</sup> Ivanovo State Medical Academy  
(Sheremetyevskiy Ave. 8, Ivanovo 153012,  
Russian Federation)

Corresponding author:

Igor' E. Pleshchev,

e-mail: Doctor.pleshyov@gmail.com

### ABSTRACT

**The aim of the review** is to analyze the prevalence of sarcopenia in the elderly age group, the causes of its occurrence, and to present modern methods of prevention and physical rehabilitation.

The study focuses on the relationship between exercise, training effects and physiological mechanisms, as well as the safety of various types of strength, anaerobic and multimodal training, which have a positive impact during the prevention and rehabilitation treatment of sarcopenia. Literature reviews, meta-analyses, and original studies are included that focus on older people in all settings, using validated assessment tools and methods. A literature search was conducted in four electronic databases – PubMed, Cochrane Library, Scopus, Springer, for the period from 2012 to June 30, 2022. There were no restrictions on the language bias of the publication.

**Search strategy.** The keywords used to define the terms of participation in the review are "older/advanced age", "sarcopenia" and "sarcopenic obesity".

Articles were included if they met the following criteria – cohorts with mean or median age  $\geq 60$  years and any of the following definitions of sarcopenia: European Working Group on Sarcopenia in the Elderly (EWGSOP), Asian Working Group on Sarcopenia (AWGS), International Working Group on Sarcopenia (IWGS). To ensure comparability of interventions, the review included studies that were conducted for at least 8 weeks, and the distribution of patients by study design was randomized. Also, articles involving hospitalized patients are excluded.

**Key words:** sarcopenia, physical activity, rehabilitation, sarcopenic obesity, older adult, resistance training, aerobic exercise, exercise therapy, systematic review

Received: 06.10.2022

Accepted: 29.03.2023

Published: 05.05.2023

**For citation:** Pleshchev I.E., Achkasov E.E., Nikolenko V.N., Shkrebko A.N., Ivanova I.V. Methods of physical rehabilitation of elderly people for the prevention and treatment of sarcopenia. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(2): 80-92. doi: 10.29413/ABS.2023-8.2.8

Значительное увеличение продолжительности жизни и снижение показателей рождаемости приводят к увеличению численности людей пожилого и старческого возраста во всём мире. Из-за снижения функциональных возможностей здоровье и благополучие пожилых людей находится в центре внимания исследований, связанных со старением [1].

Саркопения – это преимущественно гериатрическое заболевание с постепенной потерей массы скелетных мышц и потерей мышечной функции [2], впервые описанное Розенбергом [3]. В сентябре 2016 г. саркопения вошла в Международную классификацию болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) под кодом М 62.84. В МКБ-11, вышедшей в 2019 г., этот термин пока не добавлен. Саркопения – одна из ведущих проблем со здоровьем у пожилых людей, она увеличивает риск инвалидности, падений, а также травм, связанных с падениями, госпитализацией, ограничением самостоятельности и смертностью. Факторы риска развития саркопии включают возраст, пол, уровень физической активности и наличие хронических заболеваний [4]. В настоящее время существует несколько определений саркопии, единого мнения по которым нет, поэтому её распространённость может сильно варьироваться в зависимости от обследованного населения (различия в поле, возрасте, этнической принадлежности), условий жизни (госпитализация, дома престарелых), а также инструментов и методов оценки [5]. Хотя и существуют противоречивые мнения о диагнозе саркопии, мышечная сила, мышечная масса и физическое функционирование являются её основными диагностическими показателями [6, 7]. В частности, по оценкам японских врачей, число людей в возрасте 65 лет и старше увеличилось до 28,4 % в 2019 г., что является самым высоким показателем в мире [1]. Численность людей с саркопией в городе Измир (Турция) в возрасте старше 65 лет составляет 5,2 % [8], в Бразилии – 4,5 % [9]. В Китае (КНР) она составляет 12,3 % у мужчин и 7,6 % у женщин, а в Южной Корее данный показатель составил 6,3–21,8 % у мужчин и 4,10–22,1 % у женщин [10]. В России распространённость саркопии достигает 22,1 % [11].

В течение длительного промежутка времени исследования саркопии не достигали большого прогресса, только в 2010 г. Европейская рабочая группа по саркопии у пожилых людей (EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People) впервые предложила клиническое определение саркопии [2]. Для постановки диагноза саркопии необходимо было снижение как массы, так и функции скелетных мышц человека (мышечная сила и/или работоспособность). В 2011 г. [12] Международная рабочая группа по саркопии (IWGS, International Working Group for Sarcopenia) представила аналогичное определение саркопии, уделяя особое внимание оценке физических функций, включая способность вставать со стула или тест на темп. В 2014 г. [10] Азиатская рабочая группа по саркопии (AWGS, Asian Working Group for Sarcopenia) и Фонд Национального института здравоохранения (FNIH, The Foundation for the National Institutes of Health) также представили

своё экспертное заключение по саркопии. В 2018 г. EWGSOP, основываясь на результатах фундаментальных и клинических исследований саркопии за последние годы, провела второе заседание и обновила свой консенсус [13]. Категории саркопии остались неизменными: «первичная» саркопения (или связанная с возрастом), когда не видно никакой другой конкретной причины, и «вторичная», когда очевидны причинные факторы, отличные от старения (или в дополнение к нему). EWGSOP2 определяет саркопию как мышечное заболевание (мышечная недостаточность), при этом низкая мышечная сила вытесняет роль низкой мышечной массы в качестве основного фактора. Кроме того, в EWGSOP2 недавно были определены подкатегории саркопии как острой и хронической: саркопения, длящаяся менее 6 месяцев, считается острым заболеванием, а когда продолжительность заболевания более шести месяцев, уже переходит в хроническое. В 2019 г. AWGS также обновила свой консенсус по саркопии [14]. Определение саркопии, данное EWGSOP2, в настоящее время более широко используется как в практической клинической работе, так и в научно-исследовательском направлении.

В настоящее время среди учёных ещё ведутся дискуссии, связанные с отсутствием однозначного решения по поводу первичной (возраст-ассоциированной) саркопии; является ли она заболеванием или вариантом нормы, спутником старения человека [4, 6, 10].

Саркопения – многофакторное заболевание [13], причём основными из выявленных факторов являются низкий уровень физической активности в сочетании с малоподвижным образом жизни, нарушение питания и сопутствующие заболевания, которые часто сопровождают старение и выступают как предпосылки к саркопии, старческой астении, ожирению и хроническим заболеваниям [15], способствующим снижению мышечной массы, снижению потребления калорий и белков, изменению метаболизма мышц, окислительному стрессу и дегенерации нервно-мышечных соединений [16].

Саркопения – одна из основных причин инвалидности у пожилых людей. Примерно 50 % массы скелетных мышц (1–2 % мышечной массы в год) теряется в возрасте от 50 до 80 лет [10, 13]. Другими словами, саркопения является одним из наиболее важных факторов, снижающих качество жизни пожилых людей, и связана с заболеваемостью и смертностью.

## СИЛОВЫЕ ТРЕНИРОВКИ

Современные клинические рекомендации, включают силовые тренировки (RT, resistance training) в качестве основной стратегии лечения саркопии [17]. Во время RT пациенты тренируются с постепенно возрастающей нагрузкой с использованием тренажёров с отягощениями, свободных весов и упражнений с собственным весом [18]. Программы RT улучшают мышечную силу, массу и физическую работоспособность у людей пожилого возраста [19]. Доказано, что силовые тренировки как признанное средство лечения мышечной атрофии сокра-

щают время пребывания в стационаре, увеличивая показатели кистевой динамометрии и площадь поперечного сечения мышц у пожилых людей [20]. Хотя физические упражнения не могут полностью предотвратить старение нервно-мышечной системы, силовые тренировки обладают большим потенциалом для смягчения возрастных изменений [21]. Но несмотря на это в клинической практике при реабилитации пациентов с саркопенией программы RT обычно не применяются [22].

Распространены тренировочные программы, которые привлекли внимание специалистов, в качестве меры борьбы с саркопенией (табл. 1), изучена их безопасность и положительный результат для коррекции данного состояния у пожилых людей.

Очевидно, что силовые тренировки с высокой нагрузкой (H-RT, high-load resistance training) вызывает гипертрофию мышц у пожилых людей [23], но, из-за сопутствующих заболеваний, таких как заболевания опорно-двигательного аппарата, ишемическая болезнь сердца, диабет, тренировки нужно проводить с осторожностью и под постоянным медицинским контролем [24]. Кроме того, известно, что H-RT из-за высоких нагрузок вызывает боль в суставах, в таком случае пациенту рекомендуются тренировки с отягощениями низкой и умеренной нагрузки [1].

Таким образом, хотя данный вид силовых тренировок является полезным методом для защиты от последствий саркопении, число пожилых людей, которые смогут их выполнять, весьма ограничено.

Силовые тренировки с умеренной нагрузкой (M-RT, resistance training moderate load) обычно отличаются от H-RT более щадящим весом снаряда (до 75 % от 1ПМ)

и идентичной частотой занятий [25]. К примеру, в университете Wake Forest в течение 10 недель проводился эксперимент на участниках в возрасте  $\geq 60$  лет с чередованием интенсивности тренировок в диапазоне 50–75 % от 1ПМ, в результате обнаружено стойкое увеличение объёма мышечной ткани, силовых показателей и выносливости у большинства участников независимо от пола [26]. Исследование, проведённое K.S. Vasconcelos и соавт. (Бразилия), с участием 31 женщины в возрасте от 65 до 80 лет с саркопеническим ожирением (двунаправленное патогенное взаимодействие между накоплением висцерального жира в организме и потерей массы, силы и функции скелетных мышц), доказало статистически значимое увеличение силы мышц-разгибателей коленного сустава и силы четырёхглавой мышцы бедра после 10-недельной программы силовых упражнений с 60-минутными занятиями 2 раза в неделю, но, по мнению авторов, эффективность тренировок для набора мышечной массы оказалась незначительной [27].

В качестве практического применения предлагается начинать проводить силовую тренировку у пожилых и ослабленных людей с выполнения 8–10 повторений в серии с таким весом, с которым они могли бы выполнить минимум 20 максимальных повторений, и не более 4–6 повторений в серии с весом, с которым они могли бы выполнить 15 повторений [21]. Поскольку саркопения затрагивает мышцы всего тела [13], рекомендуется выполнять комплексные тренировки с участием всех мышечных групп [18].

В настоящее время существует много научных доказательств того, что тренировки с отягощениями и низкой нагрузкой, ограничивающие кровоток при помощи эла-

**ТАБЛИЦА 1**  
**ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЖДОГО ТИПА СИЛОВЫХ ТРЕНИРОВОК ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ МАССЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ У ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ**

**TABLE 1**  
**CHARACTERISTICS OF EACH TYPE OF STRENGTH TRAINING FOR INCREASING SKELETAL MUSCLE MASS IN THE ELDERLY**

| Силовые тренировки | Особенности тренировочного процесса |                          |                |  |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------|--|
|                    | Нагрузка, % от 1ПМ                  | Частота занятий в неделю | Сеты и повторы | Автор (год публикации)   |
| H-RT               | 70–85 % от 1ПМ                      | 2–3                      | 1–3 × 8–15     | Fragala M.S. et al. (2019)   |
| L-BFR              | 10–50 % от 1ПМ                      | 2–3                      | 1–4 × 15–30    | Thiebaud R.S. et al. (2013)<br>Yasuda T. et al. (2017)<br>Cook S.B. et al. (2017)<br>Centner C. et al. (2019)<br>Rodrigo-Mallorca D. et al. (2021) |
| L-ST               | 30–50 % от 1ПМ                      | 2–7                      | 1–3 × 5–15     | Watanabe Y. et al. (2014)<br>Kanda K. et al. (2018)<br>Takenami E. et al. (2019)   |
| L-FAIL             | 20 % от 1ПМ                         | 3                        | 1 × 80–100     | Van Roie E. et al. (2013)  |
| M-RT               | 50–75 % от 1ПМ                      | 2–4                      | 3 × 8–12       | Michel J.M. et al. (2022)<br>Vasconcelos K.S. et al. (2016)  |

**Примечание.** 1ПМ – одно повторение с максимально возможным весом; H-RT – силовая тренировка с высокой нагрузкой; L-BFR – тренировки с отягощениями и низкой нагрузкой, ограничивающие кровоток при помощи эластичного манжетного ремня; L-FAIL – упражнение с низкой нагрузкой на сопротивление до волевой усталости; L-ST – тренировки с отягощением и низкой или умеренной нагрузкой, без ограничения кровотока; RT-ML – силовые тренировки с умеренной нагрузкой.

стичного манжетного ремня (low-load resistance training with blood flow restriction by an elastic designed cuff belt, L-BFR), известного также как «тренировка Каатцу» [28, 29], применяются в качестве меры противодействия саркопении у пожилых людей. В обзорах, посвящённых пожилым людям, сообщалось, что L-BFR может вызывать аналогичный прирост мышечной массы по сравнению с H-RT, но оказывает меньшее влияние на мышечную силу [30]. В Университете Seirei Christopher (Япония) было проведено исследование по безопасности L-BFR, описаны симптомы подкожных кровотечений, онемений и головокружений у испытуемых, но никаких серьёзных нарушений не наблюдалось [28]. Несмотря на благоприятное влияние методики на скелетные мышцы, существуют некоторые серьёзные опасения по поводу использования L-BFR у лиц с сердечно-сосудистыми и эндокринными заболеваниями [31]. Рекомендуется использовать L-BFR в соответствии с текущими рекомендациями и под постоянным медицинским контролем [32, 33].

Данный метод может быть вполне эффективным в предотвращении саркопении у пожилых людей, которые по состоянию здоровья могут выполнять силовые тренировки только с низкой нагрузкой.

Популярна методика тренировок с отягощением и низкой или умеренной нагрузкой, но уже без ограничения кровотока (L-ST, low-load resistance training with relatively slow movement and tonic force generation), характеризующаяся относительно медленным движением, которое ограничивает мышечный кровоток и создаёт тонизирующую силу (3 секунды при нисходящем или восходящем движении без расслабления или паузы). Во время тренировки увеличивается внутримышечное давление в мышцах верхних и нижних конечностей, подавляя как приток, так и отток крови из мышцы [34]. Доказано устойчивое увеличение силы при максимальной нагрузке в 40–50 % от 1ПМ [35, 36]. Кроме того, L-ST (разгибание колена, 30 % 1ПМ, два раза в неделю в течение 12 недель) приводило к увеличению силы и гипертрофии мышц четырёхглавой мышцы у пожилых людей, увеличивая мышечную силу и размер мышц не только у молодых, но и у пожилых [35]. Также, S. Usui и соавт. сообщили, что тренировки с применением L-ST увеличили мышечную силу и массу скелетных мышц, но оказали очень незначительное влияние на выработку энергии во время динамических взрывных упражнений [37].

Таким образом, тренировки с применением L-ST являются доступной альтернативой, а также эффективным способом для увеличения размера и силы мышц у людей пожилого возраста.

Очень похожей на L-ST по технике выполнения и максимальному весу снаряда является метод тренировок до волевого срыва (L-FAIL, low-load resistance exercise to volitional fatigue), где тренировочный подход завершается только после того, как человек не может технически правильно выполнить упражнение со снарядом весом 20–30 % от 1ПМ [38]. Данную технику ещё называют «тренировка до отказа».

Аналогично наблюдениям L-BFR, стимуляция синтеза мышечного белка при L-FAIL будет происходить неза-

висимо от физических нагрузок, при условии, что упражнения с сопротивлением выполнялись до волевой усталости [39]. В исследовании, проведённом R. Ogasawara и соавт., сообщалось, что L-FAIL индуцируют увеличение мышц, сопоставимое тому, которое вызывается обычной H-RT у здоровых молодых людей [40].

Большинство исследований с использованием L-FAIL были проведены с участием людей молодого и среднего возраста, а исследования с участием пожилых очень ограничены. В своём исследовании E. Van Roie и соавт. проводили тренировки с пожилыми людьми и выяснили, что L-FAIL (20 % от 1ПМ, 80–100 повторений, один подход) вызывает гипертрофию мышц, сравнимую с H-RT (80 % 1RM, 10–15 повторений, два подхода) [41]. В более позднем исследовании на 56 пожилых людях (68,0 ± 5,0 года), распределённых на тренировки по жиму ног с разной нагрузкой (80 %, 40 % и 20 % от 1ПМ), E. Van Roie и соавт. получили результат, доказывающий, что через 24 недели детренированности мышечный объём возвращается к исходному уровню, независимо от нагрузок в упражнении [42].

Нами не были найдены результаты исследований, в которых обсуждается влияние L-ST и L-FAIL на риск падения или обострения остеоартрита у пожилых людей, а безопасность и побочные эффекты этих методов тренировок недостаточно изучены.

Поскольку методы тренировок, основанных на L-FAIL, предполагают большее количество повторений, они требуют высокого уровня мотивации в течение более длительного периода времени, чем другие тренировочные программы.

## АЭРОБНЫЕ ТРЕНИРОВКИ

Аэробные (кардио) тренировки повышают аэробную выносливость, снижают систолическое и пульсовое артериальное давление и уровень липидов в сыворотке крови [43], что приводит к повышению выносливости сердечно-сосудистой системы [44] и являются ещё одной важной формой физической активности (табл. 2).

Исследование, проведённое M.P. Harber и соавт., выявило, что в течение 12 недель тренировок на велоэргометре аэробные упражнения вызывают гипертрофию скелетных мышц и возрастную адаптацию функции миофибрилл у пожилых мужчин (средний возраст – 74,3 года). Аэробная способность после тренировок была выше на 13,3 %, а объём четырёхглавой мышцы, определённый на MPT, стал на 6,1 % больше ( $p < 0,05$ ) [45]. Также, в Университете Фессалии (Греция) Z. Vori и соавт. пришли к выводу, что 12 недель аэробных тренировок влияют на усиление митохондриального биогенеза, то есть увеличивается численность митохондриальных копий в клетках скелетных мышц для обеспечения выработки большего объёма АТФ на фоне повышенной потребности тканей в энергии при физических нагрузках у пожилых испытуемых [46].

L.F. Ferreira и соавт. в своём исследовании (115 женщин в возрасте 60 лет и старше) пришли к выводу, что аэробные тренировки не приносят никакого стати-

**ТАБЛИЦА 2**  
**ВЛИЯНИЕ АЭРОБНЫХ УПРАЖНЕНИЙ НА ЛЮДЕЙ**  
**ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА**

**TABLE 2**  
**THE EFFECT OF AEROBIC EXERCISE ON THE ELDERLY**

| Пол             | Возраст, лет | Протокол тренировок                                      | Результат                                       | Автор (год публикации)                             |
|-----------------|--------------|--|---|--|
| Мужчины/женщины | 74 ± 3       | Велоэргометр, 20–45 мин, 3–4 дня в неделю, 12 недель     | ↑ размер мышц<br>↑ выносливость<br>↑ МБ         | Harber M.P. et al. (2012)<br>Bori Z. et al. (2012) |
| Мужчины/женщины | 65–75        | Танец, 60 мин, 2–3 дня в неделю, 8 недель                | ↑ размер мышц<br>↑ сила мышц разгибателей спины | Chen H.T. et al. (2017)                            |
| Мужчины/женщины | ≤ 65         | Аэробные упражнения, 60 мин, 3 раза в неделю, 26 недель  | ↓ жировая масса<br>↑ ФР<br>= сила               | Villareal D.T. et al. (2017)                       |
| Мужчины/женщины | 69,9 ± 5     | Скандинавская ходьба, 60 мин, 2 раза в неделю, 12 недель | ↑ выносливость<br>↓ жировая масса               | Morat T. et al. (2017)                             |

**Примечание.** ↑ – увеличение; ↓ – уменьшение; «=» – без изменений; ФР – физическая работоспособность; МБ – митохондриальный биоэнергетизм

стически значимого эффекта, в отличие от тренировок с отягощением [47]. С другой стороны, исследование Н.Т. Chen и соавт., проведённое в медицинском университете г. Тайбэй (Тайвань), доказало увеличение мышечной массы и снижение общей жировой массы у пациентов с саркопенией в возрасте 65–75 лет после курса аэробных тренировок, но также подтверждено, что эффект от тренировок у группы, занимающейся по силовому протоколу, был статистически значимо выше [48].

Т. Morat и соавт. изучали влияние скандинавской ходьбы на пожилых мужчин и женщин, в результате уровень холестерина снизился на 12 %, повысилась выносливость и скорость преодоления дистанции (1-я неделя – 5,45 км/ч, 12-я неделя – 6,51 км/ч) [49].

При должном подходе аэробные упражнения улучшают мышечную гипертрофию и силу у людей пожилого возраста.

### МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЕ ТРЕНИРОВКИ

В настоящее время предпочтение отдаётся комплексным, мультимодальным (комбинированным) формам физических упражнений. Причиной тому является несоответствие стандартных форм лечебной физкультуры критериям терапевтической физической нагрузки при возрастной саркопении [50]. Мультимодальные упражнения включают в себя сочетание силовых тренировок, езды на велосипеде, аэробных тренировок, тренировок на равновесие и других видов деятельности (табл. 3). Кроме того, в дополнение к этому эффекту комбинация аэробных и силовых упражнений также может способствовать потере жировой массы, что имеет большое значение при саркопеническом ожирении [51].

Пока нет общего мнения относительно продолжительности и частоты мультимодальных тренировок для пожилых людей. Если L.Y. Zhu и соавт. [52] применяли протоколы продолжительностью 40–50 минут 3 раза в неделю, то L.Z. Wang и соавт. считают, что 20 минут

2 раза в неделю вполне достаточно для получения положительного эффекта [53].

D.T. Villareal и соавт. в своём исследовании (160 участников, ≤ 65 лет) проводили сравнение силовых, аэробных и комбинированных тренировок и пришли к выводу, что максимальная сила статистически значимо увеличилась в силовой и комбинированной группах (увеличение на 19 и 18 % соответственно; аэробная – 4 %). Время, необходимое для прохождения полосы препятствий, сократилось больше в комбинированной группе, чем в аэробной группе (13 и 7 % соответственно). Скорость ходьбы увеличилась больше в комбинированной группе (прирост 14 %), чем в аэробной группе (9 %) [45].

Y.Q. Zhu и соавт. в своём параллельном исследовании [54] применяли гимнастику тай-чи в комбинации с ВИТ, доказав пользу данного метода для пожилых людей с саркопенией (увеличение кистевой динамометрии – на 2,4 ± 0,43 %, силы мышц квадрицепса – на 15,0 ± 3,2 %). M.Y. Lee и соавт. сообщали, что 12 недель комбинированных тренировок (силовые упражнения и активный отдых) улучшили навыки ходьбы и равновесия, а также изокинетические функции мышц [55]. Многие специалисты выявили важное влияние мультимодальных программ на все показатели саркопении у пожилых людей [56], сделав основной акцент на стойкое увеличение мышечной силы и физической функциональности [57–59].

Проведено много исследований, связанных с высоким уровнем показателей после курсов с применением высокоинтенсивных интервальных тренировок (HIIT, high-intensity interval training), которые обеспечивают интенсивные циклы, чередующиеся с периодами пониженной интенсивности для реабилитации, обеспечивая физиологический эффект за меньшее время, в отличие от упражнений, выполняемых в обычном режиме [60]. Исследования выявили, что по сравнению с аэробными упражнениями HIIT показали аналогичные или даже более высокие эффекты в улучшении мышечной силы, повышении физической работоспособности и увеличении мышечной массы пожилых людей [61].

**ТАБЛИЦА 3**  
**РАЗНОВИДНОСТИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ**  
**УПРАЖНЕНИЙ**

**TABLE 3**  
**VARIETIES OF MULTIMODAL SETS OF EXERCISES**

| Метод тренировок | Продолжительность и частота тренировок в неделю                            | Результат   | Автор (год публикации)  |
|------------------|--|---|---|
| АУ + СУ          | 20–50 мин, 3–7 раз в неделю, 3–6 месяцев                                   | ↑ тощая масса<br>↓ масса тела<br>↓ SPPB-тест      | Gudlaugsson J. et al. (2013)<br>Jung W.S. et al. (2019)<br>Zhu L.Y. et al. (2019) |
| СУ + АО          | 80 мин (СУ – 20 мин, АО – 60 мин),<br>3 раза в неделю, 12 недель           | ↑ SPPB-тест<br>↑ выносливость                     | Li Z. et al. (2020)   |
| АУ + СУ + ТГ     | 60 мин, 1–8-я неделя – 3 раза в неделю,<br>9–24-я неделя – 2 раза в неделю | ↑ SPPB-тест<br>↑ скорость ходьбы<br>↑ тощая масса | Liu C.K. et al. (2014)  |
| СУ + УБК         | 50–60 мин, 2 раза в неделю, 12 недель                                      | ↑ мышечная масса<br>↑ скорость ходьбы<br>↑ сила   | Kim H. et al. (2013)  |
| Тай-чи + ПФУ     | 20 мин, 5 раз в неделю, 8 недель   | ↑ мышечная масса<br>↑ кистевая динамометрия       | Zhu Y.Q. et al. (2019)  |
| ВИТ              | 5–10 мин, 3 раза в неделю, 2–4 месяца                                      | ↑ сила<br>↑ выносливость                          | Hooshmandi Z. et al. (2021)   |

**Примечание.** ↑ – увеличение; ↓ – уменьшение; АУ – аэробные упражнения; СУ – силовые упражнения; АО – активный отдых; ТГ – тренировка на гибкость; УБК – упражнения на баланс и координацию; ПФУ – пассивные физические упражнения; SPPB-тест – серия тестов на физическое функционирование; ВИТ – высокоинтенсивные интервальные тренировки.

Результаты исследований, связанных с пользой ВИТ для пациентов с саркопенией, появились относительно недавно, к примеру, в Ширазском университете (Иран) Z. Hooshmandi и соавт. проведено исследование на женщинах пожилого возраста с саркопенией, где использовался протокол ВИТ. Исследование показало значительное снижение процентного содержания жира в организме, увеличение силы хвата (динамометрия) и аппендикулярной скелетной мышечной массы ( $p < 0,001$ ) в экспериментальной группе по сравнению с группой контроля [62]. В своих публикациях G. Panayiotou и соавт. сообщали, что, когда с людьми пожилого возраста провели два сеанса НИТ (ВИТ), они показали, что данная возрастная группа, вполне может участвовать в различных физических нагрузках, даже высокоинтенсивного характера, без длительной адаптации и негативного влияния на мышечную функцию [63]. Полученный результат имеет важное значение, поскольку данные тренировки могут вызывать укрепляющие здоровье эффекты, которые могут улучшить качество жизни у пожилых людей.

Таким образом, НИТ может стать многообещающим способом в борьбе с возрастной потерей мышечной массы и мышечной функции. Однако стоит отметить, что польза ВИТ для пациентов с саркопенией пока не до конца изучена, что объясняется высокой нагрузкой и сомнительной безопасностью.

Мультимодальные тренировки являются эффективным средством борьбы со старческой саркопенией, сочетая различные виды программ, они пластичны и позволяют учесть индивидуальные особенности конкретного человека.

## ПАССИВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Обосновано использование пассивных физических упражнений, в случае, когда пациентам с саркопенией нет возможности заниматься физическими упражнениями. Было показано, что вибрационная терапия всего тела (WBV, whole-body vibration) у пожилых людей значительно улучшает различные физические показатели, включая изометрическую силу ног, динамическую силу колена, количество повторов в приседании и высоту прыжков [64]. Улучшение показателей изокинетического тестирования у пожилых людей при разгибании колена достигается при средней частоте 40 Гц в течение 360 секунд [65]. В дополнение к этому 12-недельный курс WBV у пожилых людей с саркопенией в возрасте  $\geq 65$  лет (3 раза в неделю по 60 секунд, 10 повторений) может улучшить массу скелетных мышц, физическую форму, а также качество жизни [66].

Вибрационная терапия может быть перспективной стратегией для улучшения мышечной силы, физической работоспособности и индекса массы скелетных мышц у пожилых людей с саркопенией [66]. Однако S. Wu и соавт. (Китай), после проведенного метаанализа (7 исследований с участием 223 человек), считают, что длительное применение WBV не рекомендуется, поскольку могут возникнуть побочные эффекты, такие как преждевременный износ и дегенерация тканей, которые образуют соединения позвонков, а факт повышения уровня сывороточного тестостерона и гормона роста не имеет твердой доказательной базы. Авторы настаивают на необходимости проведения более тщательных исследований с большим объемом выборки для дальнейшего изучения и подтверждения преи-

муществ вибрационной терапии для людей пожилого и старческого возраста [67].

Результаты обзоров литературы также бывают противоречивы. К примеру, L. Vlietstra и соавт. [68] обнаружили, что упражнения могут значительно улучшить мышечную массу пожилых людей с саркопенией, в то время как W. Вао и соавт. [69] этого не обнаружили.

Саркопения – это заболевание, поражающее почти исключительно пожилое население и не допускающее дискриминации по гендерному признаку, так как в равной мере подвержены и мужчины и женщины. Полученные данные свидетельствуют о том, что физические упражнения играют важную роль в лечении и профилактике саркопении, эффективно улучшая мышечную функцию и физическую работоспособность у пожилых людей [4, 14]. Настоятельно рекомендуется проводить тренировки в группах, под постоянным контролем специалиста и/или медицинского работника. Особенно это важно при применении силовых программ с высокой нагрузкой и интенсивностью, в связи с частым наличием хронических заболеваний и коморбидных состояний у людей пожилого и старческого возраста [13, 70].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Всё большее число учёных осознают клиническую важность саркопении. Несмотря на впечатляющий прогресс в науке и технике, эффективные методы лечения саркопении по-прежнему отсутствуют, а патофизиологическая специфика возрастной потери мышечной массы продолжает изучаться.

В настоящее время, учитывая результаты многих исследований и тот факт, что при должном медицинском наблюдении и самоконтроле физическими нагрузками можно продолжать заниматься в течение всей жизни, силовые тренировки с низкой/умеренной нагрузкой и мультимодальные (комплексные) тренировки рассматриваются как особенно эффективная контрмера саркопении.

Основываясь на результатах представленных исследований, важно определить метод тренировок, который подходит для конкретного человека, и предотвратить саркопению как можно раньше.

### Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

### Выражение признательности

Авторы выражают благодарность и глубокую признательность Кузнецовой Екатерине Борисовне (кафедра иностранных языков ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России) за помощь в переводе метаданных статьи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Yasuda T. Selected methods of resistance training for prevention and treatment of sarcopenia. *Cells*. 2022; 11(9): 1389. doi: 10.3390/cells11091389
2. Traub J, Bergheim I, Eibisberger M, Stadlbauer V. Sarcopenia and liver cirrhosis-comparison of the European Working Group on Sarcopenia Criteria 2010 and 2019. *Nutrients*. 2020; 12(2): 547. doi: 10.3390/nu12020547
3. Williams GR, Rier HN, McDonald A, Shachar SS. Sarcopenia and aging in cancer. *J Geriatr Oncol*. 2019; 10(3): 374-377. doi: 10.1016/j.jgo.2018.10.009
4. Yedigaryan L, Gatti M, Marini V, Maraldi T, Sampaolesi M. Shared and divergent epigenetic mechanisms in cachexia and sarcopenia. *Cells*. 2022; 11(15): 2293. doi: 10.3390/cells11152293
5. Beudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: Assessment and management. *BMC geriatrics*. 2016; 16(1): 170. doi: 10.1186/s12877-016-0349-4
6. Saeki C, Takano K, Oikawa T, Aoki Y, Kanai T, Takakura K, et al. Comparative assessment of sarcopenia using the JSH, AWGS, and EWGSOP2 criteria and the relationship between sarcopenia, osteoporosis, and osteosarcopenia in patients with liver cirrhosis. *BMC musculoskeletal disorders*. 2019; 20(1): 615. doi: 10.1186/s12891-019-2983-4
7. Плещёв И.Е., Ачкасов Е.Е., Николенко В.Н., Шкрёбко А.Н. Саркопения: современные подходы к диагностике и реабилитации. *Современные проблемы науки и образования*. 2022; 1: 66. doi: 10.17513/spno.31443
8. Simsek H, Meseri R, Sahin S, Kilavuz A, Bicakli DH, Uyar M, et al. Prevalence of sarcopenia and related factors in community-dwelling elderly individuals. *Saudi Med J*. 2019; 40(6): 568-574. doi: 10.15537/smj.2019.6.23917
9. Alexandre T, Duarte Y, Santos J, Lebrão ML. Prevalence and associated factors of sarcopenia, dynapenia, and sarcodynepenia in community-dwelling elderly in São Paulo – SABE Study. *Rev Bras Epidemiol*. 2019; 21(02): e180009. doi: 10.1590/1980-549720180009.supl.2
10. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014; 15(2): 95-101. doi: 10.1016/j.jamda.2013.11.025
11. Бочарова К.А., Рукавишников С.А., Осипов К.В., Шадрин К.А., Одегнал А.А. Курносенко В.Ю. Саркопения в системе долговременного ухода. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2021; 2: 12-26. doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-12-26
12. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing*. 2014; 43(6): 748-759. doi: 10.1093/ageing/afu115
13. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(4): 601. doi: 10.1093/ageing/afz046
14. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020; 21(3): 300e2-307.e2. doi: 10.1016/j.jamda.2019.12.012
15. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Woodhouse L, Rodríguez-Mañas L, Fried LP, et al. Physical frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for identification and management. *J Nutr Health Aging*. 2019; 23(9): 771-787. doi: 10.1007/s12603-019-1273-z

16. Tournadre A, Vial G, Capel F, Soubrier M, Boirie Y. Sarcopenia. *Joint Bone Spine*. 2019; 86(3): 309-314. doi: 10.1016/j.jbspin.2018.08.001
17. Hurst C, Robinson SM, Witham MD, Dodds RM, Granic A, Buckland C, et al. Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: Prescription and delivery. *Age Ageing*. 2022; 51(2): afac003. doi: 10.1093/ageing/afac003
18. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Arai H, Kritchevsky SB, Guralnik J, et al. International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, diagnosis and management. *J Nutr Health Aging*. 2018; 22(10): 1148-1161. doi: 10.1007/s12603-018-1139-9
19. Grgic J, Garofolini A, Orazem J, Sabol F, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med*. 2020; 50(11): 1983-1999. doi: 10.1007/s40279-020-01331-7
20. Papadopoulou SK. Sarcopenia: A contemporary health problem among older adult populations. *Nutrients*. 2020; 12(5): 1293. doi: 10.3390/nu12051293
21. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015; 45(12): 1693-1720. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9
22. Offord NJ, Clegg A, Turner G, Dodds RM, Sayer AA, Witham MD. Current practice in the diagnosis and management of sarcopenia and frailty – results from a UK-wide survey. *J Frailty Sarcopenia Falls*. 2019; 4(3): 71-77. doi: 10.22540/JFSF-04-071
23. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*. 2019; 33(8): 2019-2052. doi: 10.1519/JSC.0000000000003230
24. Papa EV, Dong X, Hassan M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: Current perspectives on resistance training. *J Nat Sci*. 2017; 3(1): e272.
25. Law TD, Clark LA, Clark BC. Resistance exercise to prevent and manage sarcopenia and dynapenia. *Annu Rev Gerontol Geriatr*. 2016; 36(1): 205-228. doi: 10.1891/0198-8794.36.205
26. Michel JM, Lievense KK, Norton SC, Costa JV, Alphin KH, Bailey LA, et al. The effects of graded protein intake in conjunction with progressive resistance training on skeletal muscle outcomes in older adults: A preliminary trial. *Nutrients*. 2022; 14(13): 2739. doi: 10.3390/nu14132739
27. Vasconcelos KS, Dias JM, Araújo MC, Pinheiro AC, Moreira BS, Dias RC. Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2016; 20(5): 432-440. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0174
28. Yasuda T, Meguro M, Sato Y, Nakajima T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2017; 13(1): 1-9. doi: 10.3806/ijktr.13.1
29. Thiebaud RS, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Kim D, Abe T, et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013; 33(5): 344-352. doi: 10.1111/cpf.12033
30. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2019; 49(1): 95-108. doi: 10.1007/s40279-018-0994-1
31. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol*. 2017; 99: 138-145. doi: 10.1016/j.exger.2017.10.004
32. Nascimento DDC, Rolnick N, Neto IVS, Severin R, Beal FLR. A useful blood flow restriction training risk stratification for exercise and rehabilitation. *Front Physiol*. 2022; 13: 808622. doi: 10.3389/fphys.2022.808622
33. Rodrigo-Mallorca D, Loaiza-Betancur AF, Monteagudo P, Blasco-Lafarga C, Chulvi-Medrano I. Resistance training with blood flow restriction compared to traditional resistance training on strength and muscle mass in non-active older adults: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(21): 11441. doi: 10.3390/ijerph182111441
34. Kanda K, Yoda T, Suzuki H, et al. Effects of low-intensity bodyweight training with slow movement on motor function in frail elderly patients: A prospective observational study. *Environ Health Prev Med*. 2018; 23(1): 4. doi: 10.1186/s12199-018-0693-4
35. Watanabe Y, Madarame H, Ogasawara R, Nakazato K, Ishii N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014; 34(6): 463-470. doi: 10.1111/cpf.12117
36. Takenami E, Iwamoto S, Shiraishi N, Kato A, Watanabe Y, Yamada Y, et al. Effects of low-intensity resistance training on muscular function and glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *J Diabetes Investig*. 2019; 10(2): 331-338. doi: 10.1111/jdi.12926
37. Usui S, Maeo S, Tayashiki K, Nakatani M, Kanehisa H. Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. *Int J Sports Med*. 2016; 37(4): 305-312. doi: 10.1055/s-0035-1564255
38. Terada K, Kikuchi N, Burt D, Voisin S, Nakazato K. Low-load resistance training to volitional failure induces muscle hypertrophy similar to volume-matched, velocity fatigue. *J Strength Cond Res*. 2022; 36(6): 1576-1581. doi: 10.1519/JSC.0000000000003690
39. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Silva-Batista C, Barros TS, Aihara AY, Brendon H, et al. Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *J Strength Cond Res*. 2022; 36(2): 346-351. doi: 10.1519/JSC.0000000000003454
40. Ogasawara R, Loenneke JO, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *Int J Clin Med*. 2013; 4(2): 114-121. doi: 10.4236/ijcm.2013.42022
41. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W, Boonen S, Bautmans I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol*. 2013; 48(11): 1351-1361. doi: 10.1016/j.exger.2013.08.010
42. Van Roie E, Walker S, Van Driessche S, Baggen R, Coudyzer W, Bautmans I, et al. Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Exp Gerontol*. 2017; 98: 30-37. doi: 10.1016/j.exger.2017.07.017
43. Pieczyńska A, Zasadzka E, Trzmiel T, Pyda M, Pawlaczyk M. The effect of a mixed circuit of aerobic and resistance training on body composition in older adults-retrospective study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11): 5608. doi: 10.3390/ijerph18115608

44. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med.* 2017; 376(20): 1943-1955. doi: 10.1056/NEJMoa1616338
45. Harber MP, Konopka AR, Udem MK, Hinkley JM, Minchev K, Kaminsky LA, et al. Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. *J Appl Physiol (1985).* 2012; 113(9): 1495-1504. doi: 10.1152/jappphysiol.00786.2012
46. Bori Z, Zhao Z, Koltai E, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Douroudos II, et al. The effects of aging, physical training and a single bout of exercise on mitochondrial protein expression in human skeletal muscle. *Exp Gerontol.* 2012; 47(6): 417-424. doi: 10.1016/j.exger.2012.03.004
47. Ferreira LF, de Oliveira AR, Schiefelbein ML, Garcia E, Telles da Rosa LH. Aerobic training does not decrease the prevalence of sarcopenia in older women: Cross-sectional study. *Ageing Int.* 2022; 47(1). doi: 10.1007/s12126-022-09485-7
48. Chen HT, Chung YC, Chen YJ, Ho SY, Wu HJ. Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. *J Am Geriatr Soc.* 2017; 65(4): 827-832. doi: 10.1111/jgs.14722
49. Morat T, Krueger J, Gaedtke A, Preuss M, Latsch J, Preedel HG. Effects of 12 weeks of Nordic Walking and XCO Walking training on the endurance capacity of older adults. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2017; 14: 16. doi: 10.1186/s11556-017-0186-2
50. Li Z, Cui M, Yu K, Zhang XW, Li CW, Nie XD, et al. Effects of nutrition supplementation and physical exercise on muscle mass, muscle strength and fat mass among sarcopenic elderly: A randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2021; 46(5): 494-500. doi: 10.1139/apnm-2020-0643
51. Trouwborst I, Verreijen A, Memelink R, Massanet P, Boirie Y, Weijts P, et al. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. *Nutrients.* 2018; 10(5): 605. doi: 10.3390/nu10050605
52. Zhu LY, Chan R, Kwok T, Cheng KC, Ha A, Woo J. Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia: A randomized controlled trial. *Age Ageing.* 2019; 48(2): 220-228. doi: 10.1093/ageing/afy179
53. Wang LZ, Guo YB, Lou JH. Effects of home exercise on sarcopenia obesity for aging people. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice.* 2019; 25(1): 90-96. doi: 10.3969/j.issn.1006-9771.2019.01.012
54. Zhu YQ, Peng N, Zhou M, Liu PP, Qi XL, Wang N, et al. Tai Chi and whole-body vibrating therapy in sarcopenic men in advanced old age: A clinical randomized controlled trial. *Eur J Ageing.* 2019; 16(3): 273-282. doi: 10.1007/s10433-019-00498-x
55. Lee MY, Jung WS, Lee MG. Effects of a 12-week circuit training on fall-related fitness in elderly women with sarcopenia. *Korean Journal of Sports Science.* 2017; 26(5): 1123-1135. doi: 10.35159/kjss.2017.10.26.5.1123
56. Gudlaugsson J, Aspelund T, Gudnason V, Olafsdottir AS, Jonsson PV, Arngrimsson SA, et al. The effects of 6 months' multimodal training on functional performance, strength, endurance, and body mass index of older individuals. Are the benefits of training similar among women and men? *Laeknabladid.* 2013; 99(7-8): 331-337. doi: 10.17992/lbl.2013.0708.504
57. Liu CK, Leng X, Hsu FC, Kritchevsky SB, Ding J, Earnest CP, et al. The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: The Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging.* 2014; 18(1): 59-64. doi: 10.1007/s12603-013-0369-0
58. Jung WS, Kim YY, Park HY. Circuit training improvements in Korean women with sarcopenia. *Percept Mot Skills.* 2019; 126(5): 828-842. doi: 10.1177/0031512519860637
59. Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N, Kim M, et al. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2013; 13(2): 458-465. doi: 10.1111/j.1447-0594.2012.00923.x
60. Sian TS, Inns TB, Gates A, Doleman B, Bass JJ, Atherton PJ, et al. Equipment-free, unsupervised high intensity interval training elicits significant improvements in the physiological resilience of older adults. *BMC Geriatr.* 2022; 22(1): 529. doi: 10.1186/s12877-022-03208-y
61. Liu QQ, Xie WQ, Luo YX, Li YD, Huang WH, Wu YX, et al. High intensity interval training: A potential method for treating sarcopenia. *Clin Interv Aging.* 2022; 17: 857-872. doi: 10.2147/CIA.S366245
62. Hooshmandi Z, Daryanoosh F, Nemati J, Jalli R. Effect of high-intensity interval resistance training on appendicular skeletal muscle mass index measured by bioelectric impedance analysis in sarcopenic elderly women. *Women's Health Bulletin.* 2021; 8(4): 211-219. doi: 10.30476/WHB.2021.90850.1120
63. Panayiotou G, Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Deli CK, Fotopoulou N, et al. No adverse effects of statins on muscle function and health-related parameters in the elderly: An exercise study. *Scand J Med Sci Sports.* 2013; 23(5): 556-567. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01437.x
64. Beaudart C, Reginster JY, Sloman J, Buckinx F, Locquet M, Bruyère O. Prevalence of sarcopenia: The impact of different diagnostic cut-off limits. *J Musculoskeletal Neuronal Interact.* 2014; 14(4): 425-431.
65. Wei N, Pang MY, Ng SS, Ng GY. Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2017; 17(10): 1412-1420. doi: 10.1111/ggi.12878
66. Chang SF, Lin PC, Yang RS, Yang RJ. The preliminary effect of whole-body vibration intervention on improving the skeletal muscle mass index, physical fitness, and quality of life among older people with sarcopenia. *BMC Geriatr.* 2018; 18(1): 17. doi: 10.1186/s12877-018-0712-8
67. Wu S, Ning HT, Xiao SM, Hu MY, Wu XY, Deng HW, et al. Effects of vibration therapy on muscle mass, muscle strength and physical function in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2020; 17: 14. doi: 10.1186/s11556-020-00247-5
68. Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australas J Ageing.* 2018; 37(3): 169-183. doi: 10.1111/ajag.12521
69. Bao W, Sun Y, Zhang T, Zou L, Wu X, Wang D, et al. Exercise programs for muscle mass, muscle strength and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Dis.* 2020; 11(4): 863-873. doi: 10.14336/AD.2019.1012
70. Wang H, Huang WY, Zhao Y. Efficacy of exercise on muscle function and physical performance in older adults with sarcopenia: An updated systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022; 19(13): 8212. doi: 10.3390/ijerph19138212

## REFERENCES

1. Yasuda T. Selected methods of resistance training for prevention and treatment of sarcopenia. *Cells*. 2022; 11(9): 1389. doi: 10.3390/cells11091389
2. Traub J, Berghem I, Eibisberger M, Stadlbauer V. Sarcopenia and liver cirrhosis-comparison of the European Working Group on Sarcopenia Criteria 2010 and 2019. *Nutrients*. 2020; 12(2): 547. doi: 10.3390/nu12020547
3. Williams GR, Rier HN, McDonald A, Shachar SS. Sarcopenia and aging in cancer. *J Geriatr Oncol*. 2019; 10(3): 374-377. doi: 10.1016/j.jgo.2018.10.009
4. Yedigaryan L, Gatti M, Marini V, Maraldi T, Sampaolesi M. Shared and divergent epigenetic mechanisms in cachexia and sarcopenia. *Cells*. 2022; 11(15): 2293. doi: 10.3390/cells11152293
5. Beaudart C, McCloskey E, Bruyère O, Cesari M, Rolland Y, Rizzoli R, et al. Sarcopenia in daily practice: Assessment and management. *BMC geriatrics*. 2016; 16(1): 170. doi: 10.1186/s12877-016-0349-4
6. Saeki C, Takano K, Oikawa T, Aoki Y, Kanai T, Takakura K, et al. Comparative assessment of sarcopenia using the JSH, AWGS, and EWGSOP2 criteria and the relationship between sarcopenia, osteoporosis, and osteosarcopenia in patients with liver cirrhosis. *BMC musculoskeletal disorders*. 2019; 20(1): 615. doi: 10.1186/s12891-019-2983-4
7. Pleshchev IE, Achkasov EE, Nikolenko VN, Shkrebko AN. Sarcopenia: Modern approaches to diagnostics and rehabilitation. *Modern Problems of Science and Education*. 2022; 1: 66. (In Russ.). doi: 10.17513/spno.31443
8. Simsek H, Meseri R, Sahin S, Kilavuz A, Bicakli DH, Uyar M, et al. Prevalence of sarcopenia and related factors in community-dwelling elderly individuals. *Saudi Med J*. 2019; 40(6): 568-574. doi: 10.15537/smj.2019.6.23917
9. Alexandre T, Duarte Y, Santos J, Lebrão ML. Prevalence and associated factors of sarcopenia, dynapenia, and sarcodynepenia in community-dwelling elderly in São Paulo – SABE Study. *Rev Bras Epidemiol*. 2019; 21(02): e180009. doi: 10.1590/1980-549720180009.supl.2
10. Chen LK, Liu LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: Consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2014; 15(2): 95-101. doi: 10.1016/j.jamda.2013.11.025
11. Bocharova KA, Rukavishnikova SA, Osipov KV, Shadrin KA, Odegnal AA, Kurnosenko VJu. Sarcopenia in the long-term care system. *Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2021; 2: 12-26. (In Russ.). doi: 10.24412/2312-2935-2021-2-12-26
12. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: A systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). *Age Ageing*. 2014; 43(6): 748-759. doi: 10.1093/ageing/afu115
13. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(4): 601. doi: 10.1093/ageing/afz046
14. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, et al. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc*. 2020; 21(3): 300e2-307.e2. doi: 10.1016/j.jamda.2019.12.012
15. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Woodhouse L, Rodríguez-Mañas L, Fried LP, et al. Physical frailty: ICFSR International Clinical Practice Guidelines for identification and management. *J Nutr Health Aging*. 2019; 23(9): 771-787. doi: 10.1007/s12603-019-1273-z
16. Tournadre A, Vial G, Capel F, Soubrier M, Boirie Y. Sarcopenia. *Joint Bone Spine*. 2019; 86(3): 309-314. doi: 10.1016/j.jbspin.2018.08.001
17. Hurst C, Robinson SM, Witham MD, Dodds RM, Granic A, Buckland C, et al. Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: Prescription and delivery. *Age Ageing*. 2022; 51(2): afac003. doi: 10.1093/ageing/afac003
18. Dent E, Morley JE, Cruz-Jentoft AJ, Arai H, Kritchevsky SB, Guralnik J, et al. International Clinical Practice Guidelines for Sarcopenia (ICFSR): Screening, diagnosis and management. *J Nutr Health Aging*. 2018; 22(10): 1148-1161. doi: 10.1007/s12603-018-1139-9
19. Grgic J, Garofolini A, Orazem J, Sabol F, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Med*. 2020; 50(11): 1983-1999. doi: 10.1007/s40279-020-01331-7
20. Papadopoulou SK. Sarcopenia: A contemporary health problem among older adult populations. *Nutrients*. 2020; 12(5): 1293. doi: 10.3390/nu12051293
21. Borde R, Hortobágyi T, Granacher U. Dose-response relationships of resistance training in healthy old adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2015; 45(12): 1693-1720. doi: 10.1007/s40279-015-0385-9
22. Offord NJ, Clegg A, Turner G, Dodds RM, Sayer AA, Witham MD. Current practice in the diagnosis and management of sarcopenia and frailty – results from a UK-wide survey. *J Frailty Sarcopenia Falls*. 2019; 4(3): 71-77. doi: 10.22540/JFSF-04-071
23. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, et al. Resistance training for older adults: Position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*. 2019; 33(8): 2019-2052. doi: 10.1519/JSC.0000000000003230
24. Papa EV, Dong X, Hassan M. Skeletal muscle function deficits in the elderly: Current perspectives on resistance training. *J Nat Sci*. 2017; 3(1): e272.
25. Law TD, Clark LA, Clark BC. Resistance exercise to prevent and manage sarcopenia and dynapenia. *Annu Rev Gerontol Geriatr*. 2016; 36(1): 205-228. doi: 10.1891/0198-8794.36.205
26. Michel JM, Lievens KK, Norton SC, Costa JV, Alphin KH, Bailey LA, et al. The effects of graded protein intake in conjunction with progressive resistance training on skeletal muscle outcomes in older adults: A preliminary trial. *Nutrients*. 2022; 14(13): 2739. doi: 10.3390/nu14132739
27. Vasconcelos KS, Dias JM, Araújo MC, Pinheiro AC, Moreira BS, Dias RC. Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2016; 20(5): 432-440. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0174
28. Yasuda T, Meguro M, Sato Y, Nakajima T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research*. 2017; 13(1): 1-9. doi: 10.3806/ijktr.13.1
29. Thiebaud RS, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Kim D, Abe T, et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body

mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013; 33(5): 344-352. doi: 10.1111/cpf.12033

30. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2019; 49(1): 95-108. doi: 10.1007/s40279-018-0994-1

31. Cook SB, LaRoche DP, Villa MR, Barile H, Manini TM. Blood flow restricted resistance training in older adults at risk of mobility limitations. *Exp Gerontol*. 2017; 99: 138-145. doi: 10.1016/j.exger.2017.10.004

32. Nascimento DDC, Rolnick N, Neto IVS, Severin R, Beal FLR. A useful blood flow restriction training risk stratification for exercise and rehabilitation. *Front Physiol*. 2022; 13: 808622. doi: 10.3389/fphys.2022.808622

33. Rodrigo-Mallorca D, Loaiza-Betancur AF, Monteagudo P, Blasco-Lafarga C, Chulvi-Medrano I. Resistance training with blood flow restriction compared to traditional resistance training on strength and muscle mass in non-active older adults: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(21): 11441. doi: 10.3390/ijerph182111441

34. Kanda K, Yoda T, Suzuki H, et al. Effects of low-intensity bodyweight training with slow movement on motor function in frail elderly patients: A prospective observational study. *Environ Health Prev Med*. 2018; 23(1): 4. doi: 10.1186/s12199-018-0693-4

35. Watanabe Y, Madarame H, Ogasawara R, Nakazato K, Ishii N. Effect of very low-intensity resistance training with slow movement on muscle size and strength in healthy older adults. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2014; 34(6): 463-470. doi: 10.1111/cpf.12117

36. Takenami E, Iwamoto S, Shiraishi N, Kato A, Watanabe Y, Yamada Y, et al. Effects of low-intensity resistance training on muscular function and glycemic control in older adults with type 2 diabetes. *J Diabetes Investig*. 2019; 10(2): 331-338. doi: 10.1111/jdi.12926

37. Usui S, Maeo S, Tayashiki K, Nakatani M, Kanehisa H. Low-load slow movement squat training increases muscle size and strength but not power. *Int J Sports Med*. 2016; 37(4): 305-312. doi: 10.1055/s-0035-1564255

38. Terada K, Kikuchi N, Burt D, Voisin S, Nakazato K. Low-load resistance training to volitional failure induces muscle hypertrophy similar to volume-matched, velocity fatigue. *J Strength Cond Res*. 2022; 36(6): 1576-1581. doi: 10.1519/JSC.0000000000003690

39. Lasevicius T, Schoenfeld BJ, Silva-Batista C, Barros TS, Aihara AY, Brendon H, et al. Muscle failure promotes greater muscle hypertrophy in low-load but not in high-load resistance training. *J Strength Cond Res*. 2022; 36(2): 346-351. doi: 10.1519/JSC.0000000000003454

40. Ogasawara R, Loenneke JO, Thiebaud RS, Abe T. Low-load bench press training to fatigue results in muscle hypertrophy similar to high-load bench press training. *Int J Clin Med*. 2013; 4(2): 114-121. doi: 10.4236/ijcm.2013.42022

41. Van Roie E, Delecluse C, Coudyzer W, Boonen S, Bautmans I. Strength training at high versus low external resistance in older adults: effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Exp Gerontol*. 2013; 48(11): 1351-1361. doi: 10.1016/j.exger.2013.08.010

42. Van Roie E, Walker S, Van Driessche S, Baggen R, Coudyzer W, Bautmans I, et al. Training load does not affect detraining's effect on muscle volume, muscle strength and functional capacity among older adults. *Exp Gerontol*. 2017; 98: 30-37. doi: 10.1016/j.exger.2017.07.017

43. Pieczyńska A, Zasadzka E, Trzmiel T, Pyda M, Pawlaczyk M. The effect of a mixed circuit of aerobic and resistance training on body composition in older adults-retrospective study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(11): 5608. doi: 10.3390/ijerph18115608

44. Villareal DT, Aguirre L, Gurney AB, Waters DL, Sinacore DR, Colombo E, et al. Aerobic or resistance exercise, or both, in dieting obese older adults. *N Engl J Med*. 2017; 376(20): 1943-1955. doi: 10.1056/NEJMoa1616338

45. Harber MP, Konopka AR, Undem MK, Hinkley JM, Minchev K, Kaminsky LA, et al. Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. *J Appl Physiol (1985)*. 2012; 113(9): 1495-1504. doi: 10.1152/jappphysiol.00786.2012

46. Bori Z, Zhao Z, Koltai E, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Douroudos II, et al. The effects of aging, physical training and a single bout of exercise on mitochondrial protein expression in human skeletal muscle. *Exp Gerontol*. 2012; 47(6): 417-424. doi: 10.1016/j.exger.2012.03.004

47. Ferreira LF, de Oliveira AR, Schiefelbein ML, Garcia E, Telles da Rosa LH. Aerobic training does not decrease the prevalence of sarcopenia in older women: Cross-sectional study. *Ageing Int*. 2022; 47(1). doi: 10.1007/s12126-022-09485-7

48. Chen HT, Chung YC, Chen YJ, Ho SY, Wu HJ. Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. *J Am Geriatr Soc*. 2017; 65(4): 827-832. doi: 10.1111/jgs.14722

49. Morat T, Krueger J, Gaedtke A, Preuss M, Latsch J, Preedel HG. Effects of 12 weeks of Nordic Walking and XCO Walking training on the endurance capacity of older adults. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2017; 14: 16. doi: 10.1186/s11556-017-0186-2

50. Li Z, Cui M, Yu K, Zhang XW, Li CW, Nie XD, et al. Effects of nutrition supplementation and physical exercise on muscle mass, muscle strength and fat mass among sarcopenic elderly: A randomized controlled trial. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2021; 46(5): 494-500. doi: 10.1139/apnm-2020-0643

51. Trouwborst I, Verreijen A, Memelink R, Massanet P, Boirie Y, Weijts P, et al. Exercise and nutrition strategies to counteract sarcopenic obesity. *Nutrients*. 2018; 10(5): 605. doi: 10.3390/nu10050605

52. Zhu LY, Chan R, Kwok T, Cheng KC, Ha A, Woo J. Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older Chinese people with sarcopenia: A randomized controlled trial. *Age Ageing*. 2019; 48(2): 220-228. doi: 10.1093/ageing/afy179

53. Wang LZ, Guo YB, Lou JH. Effects of home exercise on sarcopenia obesity for aging people. *Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice*. 2019; 25(1): 90-96. doi: 10.3969/j.issn.1006-9771.2019.01.012

54. Zhu YQ, Peng N, Zhou M, Liu PP, Qi XL, Wang N, et al. Tai Chi and whole-body vibrating therapy in sarcopenic men in advanced old age: A clinical randomized controlled trial. *Eur J Ageing*. 2019; 16(3): 273-282. doi: 10.1007/s10433-019-00498-x

55. Lee MY, Jung WS, Lee MG. Effects of a 12-week circuit training on fall-related fitness in elderly women with sarcopenia. *Korean Journal of Sports Science*. 2017; 26(5): 1123-1135. doi: 10.35159/kjss.2017.10.26.5.1123

56. Gudlaugsson J, Aspelund T, Gudnason V, Olafsdottir AS, Jonsson PV, Arngrimsson SA, et al. The effects of 6 months' multimodal training on functional performance, strength, endurance, and body mass index of older individuals. Are the benefits of train-

ing similar among women and men? *Laeknabladid*. 2013; 99(7-8): 331-337. doi: 10.17992/ibl.2013.0708.504

57. Liu CK, Leng X, Hsu FC, Kritchevsky SB, Ding J, Earnest CP, et al. The impact of sarcopenia on a physical activity intervention: The Lifestyle Interventions and Independence for Elders Pilot study (LIFE-P). *J Nutr Health Aging*. 2014; 18(1): 59-64. doi: 10.1007/s12603-013-0369-0

58. Jung WS, Kim YY, Park HY. Circuit training improvements in Korean women with sarcopenia. *Percept Mot Skills*. 2019; 126(5): 828-842. doi: 10.1177/0031512519860637

59. Kim H, Suzuki T, Saito K, Yoshida H, Kojima N, Kim M, et al. Effects of exercise and tea catechins on muscle mass, strength and walking ability in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*. 2013; 13(2): 458-465. doi: 10.1111/j.1447-0594.2012.00923.x

60. Sian TS, Inns TB, Gates A, Doleman B, Bass JJ, Atherton PJ, et al. Equipment-free, unsupervised high intensity interval training elicits significant improvements in the physiological resilience of older adults. *BMC Geriatr*. 2022; 22(1): 529. doi: 10.1186/s12877-022-03208-y

61. Liu QQ, Xie WQ, Luo YX, Li YD, Huang WH, Wu YX, et al. High intensity interval training: A potential method for treating sarcopenia. *Clin Interv Aging*. 2022; 17: 857-872. doi: 10.2147/CIA.S366245

62. Hooshmandi Z, Daryanoosh F, Nemati J, Jalli R. Effect of high-intensity interval resistance training on appendicular skeletal muscle mass index measured by bioelectric impedance analysis in sarcopenic elderly women. *Women's Health Bulletin*. 2021; 8(4): 211-219. doi: 10.30476/WHB.2021.90850.1120

63. Panayiotou G, Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Deli CK, Fotopoulou N, et al. No adverse effects of statins on muscle function and health-related parameters in the elderly: An exercise study. *Scand J Med Sci Sports*. 2013; 23(5): 556-567. doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01437.x

64. Beudart C, Reginster JY, Slomian J, Buckinx F, Locquet M, Bruyère O. Prevalence of sarcopenia: The impact of different diagnostic cut-off limits. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 2014; 14(4): 425-431.

65. Wei N, Pang MY, Ng SS, Ng GY. Optimal frequency/time combination of whole-body vibration training for improving muscle size and strength of people with age-related muscle loss (sarcopenia): A randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int*. 2017; 17(10): 1412-1420. doi: 10.1111/ggi.12878

66. Chang SF, Lin PC, Yang RS, Yang RJ. The preliminary effect of whole-body vibration intervention on improving the skeletal muscle mass index, physical fitness, and quality of life among older people with sarcopenia. *BMC Geriatr*. 2018; 18(1): 17. doi: 10.1186/s12877-018-0712-8

67. Wu S, Ning HT, Xiao SM, Hu MY, Wu XY, Deng HW, et al. Effects of vibration therapy on muscle mass, muscle strength and physical function in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Eur Rev Aging Phys Act*. 2020; 17: 14. doi: 10.1186/s11556-020-00247-5

68. Vlietstra L, Hendrickx W, Waters DL. Exercise interventions in healthy older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Australas J Ageing*. 2018; 37(3): 169-183. doi: 10.1111/ajag.12521

69. Bao W, Sun Y, Zhang T, Zou L, Wu X, Wang D, et al. Exercise programs for muscle mass, muscle strength and physical performance in older adults with sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Aging Dis*. 2020; 11(4): 863-873. doi: 10.14336/AD.2019.1012

70. Wang H, Huang WY, Zhao Y. Efficacy of exercise on muscle function and physical performance in older adults with sarcopenia: An updated systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022; 19(13): 8212. doi: 10.3390/ijerph19138212

#### Сведения об авторах

**Плещёв Игорь Евгеньевич** – старший преподаватель кафедры физической культуры и спорта, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1737-7328>

**Николенко Владимир Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет); заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», e-mail: vn.nikolenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

**Ачкасов Евгений Евгеньевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и медицинской реабилитации, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), e-mail: 2215.g23@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

**Шкрёбко Александр Николаевич** – доктор медицинских наук, профессор, проректор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: anshkrebko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0234-0768>

**Иванова Инна Викторовна** – доктор медицинских наук, доцент, и. о. ректора, профессор кафедры поликлинической педиатрии, ФГБОУ ВО «Ивановская государственная медицинская академия» Минздрава России, e-mail: alasel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3553-4470>

#### Information about the authors

**Igor E. Pleshev** – Senior Lecturer at the Department of Physical Culture and Sports, Yaroslavl State Medical University, e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1737-7328>

**Vladimir N. Nikolenko** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Human Anatomy and Histology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Head of the Department of Normal and Topographic Anatomy, Fundamental Medicine Faculty, Lomonosov Moscow State University, e-mail: vn.nikolenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9532-9957>

**Evgeny E. Achkasov** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), e-mail: 2215.g23@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

**Aleksandr N. Shkrebko** – Dr. Sc. (Med.), Professor, Vice-Rector, Head of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Yaroslavl State Medical University, e-mail: anshkrebko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0234-0768>

**Inna V. Ivanova** – Dr. Sc. (Med.), Docent, Acting Rector, Professor at the Department of Polyclinic Pediatrics, Ivanovo State Medical Academy, e-mail: alasel@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3553-4470>