

САРКОПЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ

Плещёв И.Е.¹, Ачкасов Е.Е.², Николенко В.Н.^{2,3}, Шкрёбко А.Н.¹

¹Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России, Ярославль, e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com;

²Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский университет), Москва;

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

Население мира стремительно стареет. Этот процесс сопровождается определенными физиологическими изменениями. Одной из причин данных изменений является уменьшение мышечной массы и силы, что имеет место при саркопении. В настоящее время под термином «саркопения» подразумевается очень сложный гериатрический синдром, который снижает физические возможности людей пожилого возраста и увеличивает частоту травм и осложнений множества заболеваний, следствием чего является сокращение продолжительности жизни. Саркопения постепенно становится одним из основных гериатрических расстройств в связи с увеличением численности пожилого населения во всем мире. Проведен систематический обзор литературы, в котором рассмотрены основные аспекты эпидемиологии и патофизиологии саркопении. С учетом широкого спектра подходов к ее диагностике проанализированы критерии и факторы развития саркопении, позволяющие определить потерю мышечной массы, мышечной силы и физической работоспособности, а также общие риски развития саркопении среди людей пожилого возраста. Представлены данные наблюдений, подтверждающие прямую взаимосвязь между физической активностью и частотой проявления саркопении. Понимание многих факторов, влияющих на работу скелетных мышц, дает возможность сформировать системный подход к решению этой проблемы для определения стратегии профилактики и лечения саркопении.

Ключевые слова: физическая реабилитация, саркопения, качество жизни, EWGSOP, мышечная масса, пожилой возраст, лечебная физкультура.

SARCOPENIA: MODERN APPROACHES TO DIAGNOSTICS AND REHABILITATION

Pleshchev I.E.¹, Achkasov E.E.³, Nikolenko V.N.^{2,3}, Shkrebko A.N.¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yaroslavl State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Yaroslavl, e-mail: doctor.pleshyov@gmail.com;

²FSAEI HE I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow;

³Federal State Budget Educational Institution of Higher Education M.V.Lomonosov Moscow State University (Lomonosov MSU or MSU), Moscow

The world's population is rapidly aging. This process is accompanied by certain physiological changes. One of the reasons for these changes is a decrease in muscle mass and strength, which occurs with sarcopenia. Currently, the term «sarcopenia» refers to a very complex geriatric syndrome, which reduces the physical capabilities of elderly people and increases the frequency of injuries and complications of many diseases, resulting in a reduction in life expectancy. Sarcopenia is gradually becoming one of the main geriatric disorders due to the increasing duration of the elderly population worldwide. A systematic review of the literature has been conducted, which examines the main aspects of the epidemiology and pathophysiology of sarcopenia. Taking into account a wide range of approaches to its diagnosis, the criteria and factors of sarcopenia development are analyzed, allowing to determine the loss of muscle mass, muscle strength and physical performance, as well as the general risks of sarcopenia development among the elderly. Observational data confirming a direct relationship between physical activity and the frequency of sarcopenia are presented. Understanding many factors affecting the work of skeletal muscles makes it possible to form a systematic approach to solving this problem, to determine a strategy for the prevention and treatment of sarcopenia.

Keywords: physical rehabilitation, sarcopenia, quality of life, EWGSOP, muscle mass, old age, exercise therapy.

Значительным достижением современной медицины является изменение взглядов на тактику проведения физической реабилитации пожилых людей, страдающих саркопенией и имеющих статус пресаркопении. На протяжении последних 20 лет были получены

убедительные данные о положительном влиянии оптимального режима физической реабилитации при саркопении на различных этапах восстановления. Необходимо, чтобы этот режим, с одной стороны, предупреждал бы возникновение саркопении с ее отрицательными последствиями, а с другой – исключал малейший риск, связанный с прогрессированием заболевания [1].

Саркопения – это мышечное заболевание (мышечная недостаточность), характеризующееся утратой мышечной массы и мышечной силы с увеличением риска неблагоприятных событий, таких как нарушение подвижности, ухудшение качества жизни или смерти; саркопения распространена среди людей пожилого возраста [2]. Данные Центра контроля заболеваемости Соединенных Штатов Америки (США) относят саркопению к одному из пяти главных факторов увеличения риска заболеваемости и смертности у лиц пожилого и старческого возраста [3, 4].

Существует значительная вариабельность в распространенности саркопении. Недавнее исследование с использованием критериев EWGSOP пожилых людей (средний возраст 67 лет), проживающих в Великобритании, показало, что саркопенией страдают 4,6% мужчин и 7,9% женщин [5]. В Японии распространенность саркопении варьировалась от 2,5% до 28,0% у мужчин и от 2,3% до 11,7% у женщин (исследование проведено с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии) [6]. Распространенность предсаркопении и саркопении в Нидерландах (город Роттердам) составила 5,9% и 4,4% соответственно. С возрастом наблюдалось заметное увеличение распространенности саркопении у мужчин старше 70 лет, достигающее 22,1% после 80 лет. У женщин распространенность саркопении была ниже – 9,3% после 80 лет [7]. Согласно различным исследованиям по распространенности пресаркопении, известно, что данному состоянию также больше подвержены мужчины в возрасте от 60 лет, а женщины – после 80 лет [8]. Распространенность саркопении за рубежом на 10–15% меньше, чем в России [9].

Различают несколько видов саркопении (рис. 1). Главной причиной развития первичной (или возрастной) саркопении является ограничение движений по причине старости. При этом другие факторы, такие как сахарный диабет, нарушение метаболического ожирения, отсутствуют [10, 11]. Саркопения, которая развивается из-за нарушений питания или в связи с низкой физической активностью, в том числе и в ассоциации с другими заболеваниями, называется вторичной [12]. Часто встречаются пациенты, у которых определить вид саркопении (первичная или вторичная) не предоставляется возможным ввиду полиэтиологичности данного заболевания.

На рисунке 1 показано, что существует множество факторов, влияющих на уменьшение мышечной массы и/или силы у пожилых людей [13, 14].

Первичная саркопения	Возрастная саркопения	Исключены другие причины
Вторичная саркопения	Саркопения вследствие ограничения движения	Постельный режим Малоподвижный образ жизни Вынужденное положение тела Состояние невесомости
	Саркопения вследствие заболеваний	Хроническая сердечная недостаточность Дыхательная недостаточность Печеночная недостаточность Хроническая почечная недостаточность Заболевания ЦНС Воспалительные заболевания Онкологические заболевания Эндокринные заболевания
	Саркопения вследствие нарушения питания	Недостаточность потребления калорий и/или белка Мальабсорбция Желудочно-кишечные расстройства

Рис. 1. Классификация саркопении

Отсутствие физических нагрузок, строгий постельный режим, различные гормональные изменения, в том числе возрастные, несбалансированное питание, атеросклероз, ожирение, влияние воспалительных цитокинов с потерей двигательных нейронов являются основными причинами в механизме развития саркопении (рис. 2).



Рис. 2. Патогенез саркопении

Чем старше становится человек, тем активнее увеличивается объем абдоминального жира в его организме, одновременно происходит уменьшение количества и размера мышечных волокон. Подобный процесс называется «саркопеническое ожирение (СО)» [4, 15, 16].

Есть публикации, в которых рассматривается анализ критериев диагностики саркопенического ожирения, но отсутствует точный и достоверный метод для его определения [1, 14]. Разные авторы указывают на обоснованность использования индекса жировой и тощей массы (деления количества жировой массы на количество тощей массы) для выявления саркопенического ожирения [4, 17, 18]. В литературе имеется множество данных об использовании для диагностики: индекса массы тела (ИМТ), окружности талии (ОТ) и количества жировой массы (%) [18, 19].

Безусловно, саркопеническое ожирение – серьезное осложнение, приводящее к неблагоприятным последствиям для здоровья пациента. Поэтому на первый план выходят диагностика и эффективное лечение [20].

Дефицит витамина D также вызывает риск развития саркопении ввиду того, что рецепторы данного витамина находятся в мышечной ткани. Они способствуют синтезу белка, но их количество с возрастом постепенно уменьшается [4].

Питание рассматривается как один из наиболее важных, изменяемых факторов образа жизни, влияющих на весь процесс старения. Снижение количества потребляемой пищи и недостаточное качество питания, развивающиеся в силу ряда причин у стареющих людей, приводят к повышению риска развития и прогрессирования саркопении [21, 22].

Для определения предрасположенности пациента к саркопении используется широко известный опросник SARC-f [23]. Далее, чтобы поставить диагноз, необходимо провести оценку функциональной работоспособности, мышечной массы и силы пациента. Саркопения считается подтвержденной, если снижение мышечной силы происходит в сочетании с потерей мышечной массы и/или функциональной работоспособности [24].

Чтобы оценить степень саркопении, Европейская рабочая группа [10] (European Working Group on Sarcopenia in Older People:EWGSOP) предложила выделять 3 стадии: пресаркопения, саркопения и тяжелая саркопения (табл. 1).

Таблица 1

Стадии саркопении (EWGSOP, 2009)

Стадии саркопении	Мышечная масса	Мышечная сила	Мышечная функция
-------------------	----------------	---------------	------------------

Пресаркопения	↓	N	N
Саркопения	↓	↓	или ↓
Тяжелая саркопения	↓	↓	↓

В 2010 г. EWGSOP опубликовала определение саркопии, которое широко использовалось во всем мире; это определение способствовало прогрессу в выявлении и уходе за людьми, подверженными риску развития заболевания или страдающими саркопией. В начале 2018 г. Рабочая группа провела повторное заседание (EWGSOP2) с добавлением всех необходимых дополнений ввиду новых научных данных, накопленных за 10 лет. Обновлено и стандартизированы диагностические критерии, а также способы оценки мышечной массы, основанные на международной клинической практике [2].

За десятилетие, прошедшее с момента первоначальной работы EWGSOP, исследователи и клиницисты изучили многие аспекты саркопии. Группы экспертов по всему миру опубликовали дополнительные определения саркопии [25, 26], исследователи добились значительных успехов в понимании мышц и их роли в здоровье и болезнях [27, 28].

Исходя из рекомендаций EWGSOP2 [2] мышечную массу человека допустимо оценивать с использованием антропометрии, компьютерной томографии (КТ), биоимпедансного анализа (БИА), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и двухфотонной рентгеновской абсорбциометрии (ДРА). Самым простым и доступным, но и наименее точным методом является антропометрия [29, 30]. В разработанные формулы заносятся результаты измерения толщины кожных складок и окружностей человека (голень, бедра, плеча, предплечья), высчитывается коэффициент. Необходимо ввести погрешность на возрастные изменения, учитывающую снижение тургора кожи и перераспределение жировой массы [12].

Наиболее простым и распространенным методом оценки состава тела является биоимпедансный анализ. Он безопасен, неинвазивен и обеспечивает более точную оценку, чем антропометрические методы [31, 32]. Кроме того, способы измерения биоимпедансных показателей обладают многочисленными практическими преимуществами, которые способствовали их быстрому развитию: приборы портативны, безопасны и просты в работе; результаты получаются немедленно; измерения можно повторять так часто, как это необходимо. Благодаря методам биоимпеданса можно получить оценку жидкостей организма и состояния питания как в норме, так и при заболевании. Клиническая польза биоимпедансных методов была продемонстрирована в многочисленных исследованиях: в области питания [33], старения [34] или в процессах реабилитации [35], в дополнение к диагностике и последующему наблюдению.

Следовательно, использование биоимпедансного анализа в комбинации с антропометрическими показателями является в настоящее время самым доступным и безопасным методом оценки количества мышечной массы.

Измерение мышечной силы имеет решающее значение для оценки эффективности лечения саркопении. Самым доступным методом служит кистевая динамометрия (КДМ). Дефицит силы говорит о низкой физической активности пациента или прогрессировании заболевания [36, 37].

Необходимость в надежных измерениях результатов динамометрии верхней конечности имеет решающее значение, особенно для клинических испытаний, включая пациентов, не находящихся на амбулаторном лечении. Изменение силы и функции запястья может повлиять на способности верхних конечностей и, следовательно, на качество жизни этих пациентов. Заключение о снижении силы сжатия кисти можно сделать при результате менее 30 кг у мужчин и 20 кг у женщин (табл. 2). Разработаны нормативные показатели, учитывающие взаимосвязь между индексом массы тела и гендерной принадлежностью [8].

Таблица 2

Показатели кистевой динамометрии с учетом индекса массы тела

ИМТ (кг/м ²)	Результат динамометрии	ИМТ (кг/м ²)	Результат динамометрии (кг)
Мужчины		Женщины	
<24	>29	<23	>17
24,1–26	>25	23,1–26	>17,3
26,1–28	>30	26,1–29	>18
>28	>32	>29	>21

Физические методы лечения саркопении у больных пожилого возраста направлены на снижение процентного отношения жировой массы к мышечной массе тела, а также на повышение физической активности и, соответственно, на улучшение качества жизни [1, 11, 29].

С.М. Носков с соавт. в своей работе отмечают: «Наиболее эффективным способом борьбы с саркопенией могут служить силовые тренировки, которые, в отличие от аэробных, приводят к гипертрофии мышечных волокон и увеличению силы мышц» [38]. Данного мнения придерживаются и специалисты фитнес-индустрии, в связи с чем силовые тренировки входят в состав большинства фитнес-программ для наращивания объема мышечной массы. По их мнению, для этого необходимо во время тренировки как использовать силовые спортивные тренажеры, так и выполнять базовые упражнения для набора мышечной массы с сохранением среднего темпа их выполнения. В программу тренировки включают такие упражнения, как жим гантелей сидя, разведение рук с гантелями, тяга на высоком блоке, жим ногами в тренажере и т.д. [39].

Большое значение для пациентов пожилого возраста имеет методика И.А. Борщенко, который уделяет внимание изометрической гимнастике как более доступной и действенной форме укрепления мышц тела и увеличения их силы [40]. Основная роль в его комплексах упражнений отводится упражнениям на мышцы брюшного пресса и спины. Он также предлагает перед началом занятий проводить тестирование в виде упражнений для обнаружения проблем в суставах и разных отделах позвоночника, что поможет составить правильный курс тренировок.

Существует мнение, что силовые тренировки нужно проводить либо в тренажерном зале, либо в специально оборудованном зале лечебной физкультуры, хотя проведение тренировочных занятий на дому при правильном подходе и верном построении занятий тоже эффективно. Распространенными упражнениями являются приседания с собственным весом и отжимания от пола. Силовые тренировки со снарядами (гантелями, штангой) продолжительностью 15–20 мин достаточно эффективны для достижения положительной динамики и укрепления основных мышечных групп. Важно не забывать о технике выполнения упражнений и постепенном увеличении веса снаряда [38, 41].

Очень интересны исследования Американского колледжа спортивной медицины (ACSM), датированные 2009 г., в которых приводились конкретные рекомендации по проведению силовых тренировок [42]. Описаны оптимальные характеристики силовых программ, включающих использование концентрических, эксцентрических и изометрических мышечных действий, а также выполнение двусторонних (для сокращения мышц используются обе конечности) и односторонних упражнений. Кроме того, рекомендуется, чтобы в силовых программах чередовались упражнения для оптимизации сохранения интенсивности упражнений (упражнения на большие группы мышц перед упражнениями на малые группы мышц, упражнения с несколькими суставами перед упражнениями с одним суставом и упражнения с более высокой интенсивностью перед упражнениями с более низкой интенсивностью). Для начинающих (неподготовленных людей, не тренировавшихся в течение нескольких лет) рекомендуется, чтобы нагрузки состояли из 8–10 упражнений и соответствовали диапазону 8–12 повторений, скорость выполнения умеренная (1–2 секунды), период отдыха между подходами составлял 1–2 мин.

Очевидно, что занятия силовыми упражнениями оказывают оздоровительное воздействие на людей любого возраста, повышают силовые показатели и выносливость, делая мышечные волокна более объемными и сильными [43].

Программы реабилитации, применяемые при саркопении, основываются на особенностях заболевания, длительности его течения и причинах развития, которые требуют комплексного подхода к лечению [1, 39, 44]. Вовремя начатая реабилитация – это, в первую

очередь, профилактика дальнейшего развития заболеваний, возникающих в результате старения организма [8, 45]. Большая роль здесь отведена лечебной физической культуре (ЛФК), плаванию, ходьбе (в том числе и скандинавской), массажу [2, 22, 46], однако нет целостной, персонализированной восстановительной программы, основанной на научно доказанных и аргументированных выводах.

Многие авторы считают, что для повышения эффективности восстановительного лечения важны активное участие пациента в процессе реабилитации, а также корректное выполнение назначений врача и инструктора-методиста ЛФК [5, 6, 34, 47]. С целью повышения результативности в комплексное лечение добавляются физиотерапия, рефлексотерапия (иглорефлексотерапия) и остеопатия [44, 46].

Таким образом, исследованиями, проведенными как в нашей стране, так и за рубежом, доказано влияние физической активности на снижение рисков развития саркопении и прогрессирования имеющегося заболевания [25, 39, 48].

Заключение

Становится ясно, что диагноз саркопении иногда трудно подтвердить. Комплексные измерения, используемые в исследованиях, не всегда применимы в медицинских учреждениях. Физические упражнения остаются предпочтительным способом вмешательства для лечения саркопении, но реализовать программу упражнений может быть сложной задачей по многим причинам. Роль питания в профилактике и лечении саркопении менее ясна. Однако ведутся активные споры о том, какой уровень потребления белка является оптимальным, рекомендуется обеспечить адекватное потребление белка и восполнить потребление дефицитных питательных веществ и витаминов [49, 50].

Реабилитация пациентов пожилого и старческого возраста с саркопенией должна быть направлена на снижение процентного соотношения жировой массы к мышечной массе тела, а также на повышение физической активности и, соответственно, улучшение качества жизни пациентов.

Список литературы

1. Безденежный А.В., Сумин А.Н. Саркопения: распространенность, выявление и клиническое значение // Клиническая медицина. 2012. № 10. С.16-23.
2. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., Boirie Y., Bruyère O., Cederholm T., Cooper C., Landi F., Rolland Y., Sayer A. A., Schneider S.M., Sieber C.C., Topinkova E., Vandewoude M., Visser M., Zamboni M., Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2 (2019). Sarcopenia: revised European

consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019. vol. 48. no. 1. P. 16-31.

3. Калинин С.Ю., Тюзиков И.А., Ворслов Л.О., Тишова Ю.А. Саркопения: эпидемиология, этиопатогенез, клиника, диагностика, лечение // Эффективная фармакотерапия. 2015. № 27. С. 56-65.

4. Онучина Ю.С., Гурьева И. В. Взаимосвязь саркопии и сахарного диабета типа 2 // Эндокринология: Новости. Мнения. Обучение. 2018. № 4 (25). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimosvyaz-sarkopii-i-saharnogo-diabeta-tipa-2> (дата обращения: 18.01.2022).

5. Patel H.P, Syddall H.E, Jameson K., Robinson S., Denison H., Roberts H.C., Edwards M., Dennison E., Cooper C., Aihie Sayer A. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older people in the UK using the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition: findings from the Hertfordshire Cohort Study (HCS). *Age and ageing*. 2013. vol. 42. no. 3. P. 378–384.

6. Kim H., Hirano H., Edahiro A., Ohara Y., Watanabe Y., Kojima N., Kim M., Hosoi E., Yoshida Y., Yoshida H., Shinkai S. Sarcopenia: Prevalence and associated factors based on different suggested definitions in community-dwelling older adults. *Geriatrics & gerontology international*. 2016. vol. 16 (1). P. 110-122. DOI: 10.1111/ggi.12723.

7. Trajanoska K., Schoufour J. D., Darweesh S.K., Benz E., Medina-Gomez C., Alferink L.J., Lahousse L., Brusselle G., Stricker B., Darwish Murad S., Zillikens M.C., Uitterlinden A.G., Ikram M.A., Franco O.H., Rivadeneira F. Sarcopenia and Its Clinical Correlates in the General Population: The Rotterdam Study. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 2018. vol. 33. no. 7. P. 1209–1218.

8. Богат С.В. Распространенность саркопии у пациентов старших возрастных групп // Геронтология. 2014. № 3 (2). С. 305-310.

9. Bischoff-Ferrari H.A., Orav J.E., Kanis J.A., Rizzoli R., Schlögl M., Staehelin H.B., Willett W.C., Dawson-Hughes B. Comparative performance of current definitions of sarcopenia against the prospective incidence of falls among community-dwelling seniors age 65 and older. *Osteoporosis international: a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. 2015. vol. 26. no. 12. P. 2793–2802.

10. Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., Boirie Y., Cederholm T., Landi F., Martin F.C., Michel J.P., Rolland Y., Schneider S.M., Topinková E., Vandewoude M., Zamboni M., European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*. 2010. vol. 39. no. 4. P. 412-423.

11. Бочарова К.А., Герасименко А.В., Жабоева С.Л. К вопросу об ассоциации саркопении с основными гериатрическими синдромами // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15728> (дата обращения: 11.01.2022).
12. Онучина Ю.С. Влияние сахарного диабета 2 типа на клинические особенности и диагностические критерии саркопении у женщин старшего возраста: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2019. 133 с.
13. Levolger S., van Vugt J.L., de Bruin R.W., IJzermans J.N. Systematic review of sarcopenia in patients operated on for gastrointestinal and hepatopancreatobiliary malignancies. *The British journal of surgery*. 2015. vol. 102. no. 12. P. 1448-1458.
14. Тишова Ю.А. Саркопения и гипоксия // Вопросы диетологии. 2017. № 1. С. 74-75.
15. Медведев Н.В., Горшунова Н.К. Возраст-ассоциированная саркопения как маркер инволютивной хрупкости и предиктор миокардиальной дисфункции при старении // Российский семейный врач. 2013. Т. 17. № 3. С. 123-129.
16. Li Z., Heber D. Sarcopenic obesity in the elderly and strategies for weight management. *Nutrition reviews*. 2012. vol. 70. no. 1. P. 57-64.
17. Мазеркина Н.А. Саркопения, гормон роста и остеоартроз // Вопросы диетологии. 2017. Т. 7. № 1. С. 70-71.
18. Мисникова И.В., Ковалева Ю.А., Климина Н.А. Саркопеническое ожирение // Русский медицинский журнал. 2017. № 1. С. 24-29.
19. Мокрышева Н.Г., Крупинова Ю.А., Володичева В.Л., Мирная С.С., Мельниченко Г.А. Саркопения глазами эндокринолога // Ожирение и метаболизм. 2018. № 15 (3). С. 21-27. doi: 10.14341/omet9792.
20. Godziuk K., Prado C.M., Woodhouse L.J., Forhan M. The impact of sarcopenic obesity on knee and hip osteoarthritis: a scoping review. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018. vol. 19. no. 1. P. 271.
21. Iannone F., Montesanto A., Cione E., Crocco P., Caroleo M.C., Dato S., Rose G., Passarino G. Expression Patterns of Muscle-Specific miR-133b and miR-206 Correlate with Nutritional Status and Sarcopenia. *Nutrients*. 2020. vol. 12. no. 2:297. DOI: 10.3390/nu12020297.
22. Wakabayashi H., Sakuma K. Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: a combination of both rehabilitation and nutrition care management. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2014. vol. 5 no. 4. P. 269–277. DOI: 10.1007/s13539-014-0162-x.
23. Bauer J., Morley J.E., Schols A., Ferrucci L., Cruz-Jentoft A.J., Dent E., Baracos V.E., Crawford J.A., Doehner W., Heymsfield S.B., Jatoi A., Kalantar-Zadeh K., Lainscak M., Landi F., Laviano A., Mancuso M., Muscaritoli M., Prado C.M., Strasser F., von Haehling S., Anker, S.D.

“Sarcopenia: A Time for Action. An SCWD Position Paper.” *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*. 2019. vol. 10 (5). P. 956-961. DOI: 10.1002/jcsm.12483.

24. Bahat G., Tufan A., Tufan F., Kilic C., Akpınar T.S., Kose M., Erten N., Karan M.A., Cruz-Jentoft A.J. . Cut-off points to identify sarcopenia according to European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) definition. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2016. vol. 35. no. 6. P. 1557–1563.

25. Morley J.E., Abbatecola A.M., Argiles J.M., Baracos V., Bauer J., Bhasin S., Cederholm T., Coats A.J., Cummings S.R., Evans W.J., Fearon K., Ferrucci L., Fielding R.A., Guralnik J.M., Harris T.B., Inui A., Kalantar-Zadeh K., Kirwan B.A., Mantovani G., Muscaritoli M., Newman A.B., Rossi-Fanelli F., Rosano G.M., Roubenoff R., Schambelan M., Sokol G.H., Storer T.W., Vellas B., von Haehling S., Yeh S.S., Anker S.D. Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders Trialist Workshop. Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2011. vol. 12. no. 6. P. 403–409. DOI: 10.1016/j.jamda.2011.04.014.

26. Argilés J.M., Campos N., Lopez-Pedrosa J.M., Rueda R., Rodriguez-Mañas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016. vol. 17 no. 9. P. 789–796. DOI: 10.1016/j.jamda.2016.04.019.

27. Studenski S.A., Peters K.W., Alley D.E., Cawthon P.M., McLean R.R., Harris T.B., Ferrucci L., Guralnik J.M., Fragala M.S., Kenny A.M., Kiel D.P., Kritchevsky S.B., Shardell M.D., Dam T.T., Vassileva M.T. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*. 2014. vol. 69 no. 5. P. 547–558. DOI: 10.1093/gerona/glu01.

28. Frontera W.R., Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified tissue international*. 2015. vol. 96 no. 3. P. 183–195. DOI: 10.1007/s00223-014-9915-y.

29. Kukes V.G, Nikolenko V.N, Pavlov C.S, Zharikova T.S, Marinin V.F, Gridin L.A. The correlation of somatotype of person with the development and course of various diseases: results of Russian research. *Russian Open Medical Journal*. 2018. vol. 7. P. e0301. DOI: 10.15275/rusomj.2018.0301.

30. Batsis J.A., Singh S., Lopez-Jimenez F. Anthropometric measurements and survival in older americans: results from the third national health and nutrition examination survey. *The journal of nutrition, health & aging*. 2014. vol. 18. no. 2. P. 123-130.

31. Гудимов С.В., Шкрёбко А.Н., Осетров И.А., Плещев И.Е., Кузнецов М.А. Характеристика компонентного состава тела представителей игрового и циклического видов спорта // *Спортивная медицина: наука и практика*. 2021. № 11 (2). С. 45-51. DOI: 10.47529/2223-2524.2021.2.7.

32. Naranjo-Hernández D., Reina-Tosina J., Min M. Fundamentals, recent advances, and future challenges in bioimpedance devices for healthcare applications. *Journal of Sensors*. 2019. vol. 5. DOI: 10.1155/2019/9210258.
33. Ellegård L., Aldenbratt A., Svensson M.K., Lindberg C. Body composition in patients with primary neuromuscular disease assessed by dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and three different bioimpedance devices. *Clinical nutrition ESPEN*. 2019. vol. 29. P. 142–148. DOI: 10.1016/j.clnesp.2018.11.004.
34. Redondo-Del-Río M.P., Camina-Martín M.A., Moya-Gago L., de-la-Cruz-Marcos S., Malafarina V., de-Mateo-Silleras B. Vector bioimpedance detects situations of malnutrition not identified by the indicators commonly used in geriatric nutritional assessment: A pilot study. *Experimental gerontology*. 2015. vol. 85. P. 108–111. DOI: 10.1016/j.exger.2016.10.002.
35. Shin H.I., Kim D.K., Seo K.M., Kang S.H., Lee S.Y., Son, S. Relation Between Respiratory Muscle Strength and Skeletal Muscle Mass and Hand Grip Strength in the Healthy Elderly. *Annals of rehabilitation medicine*. 2017. vol. 41. no. 4. P. 686–692. DOI: 10.5535/arm.2017.41.4.686.
36. Decostre V., Canal A., Ollivier G., Ledoux I., Moraux A., Doppler V., Payan C.A., Hogrel J. Wrist flexion and extension torques measured by highly sensitive dynamometer in healthy subjects from 5 to 80 years. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015. vol. 16. no. 1:4. DOI: 10.1186/s12891-015-0458-9.
37. Меньшикова Т.Б., Жукова Е.В., Эристаева М.М. саркопения - новая нозология в оценке статуса опорно-двигательного аппарата и фактор риска развития первичного остеоартроза // Курортная медицина. 2013. № 4. С. 87-90.
38. Носков С.Н., Маргазин В.А., Носкова А.С. Парадокс ожирения: мышечная гипотеза и тактика физической реабилитации // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2010. № 6 (78). С. 53–60.
39. Бурмистров Д.А. Способ развития силовых качеств и увеличения мышечной массы для лиц разного возраста // Вестник спортивной науки. 2010. № 6. С. 47-50.
40. Борщенко И.А. Изометрическая гимнастика доктора Борщенко. Позвоночник и суставы. Полный курс упражнений. М.: Астель: Метафора, 2012. 349 с.
41. Polyzos S.A., Margioris A.N. Sarcopenic obesity. *Hormones (Athens)*. 2018. vol. 17. no. 3. P. 321–331.
42. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009. vol. 41. no. 3. P. 687–708.
43. Melov S., Tarnopolsky M.A., Beckman K., Felkey K., Hubbard A. Resistance exercise reverses aging in human skeletal muscle. *PLoS ONE*. 2007. vol. 2. no. 5. P. e465.

44. Andersen J.L. Muscle fiber type adaptation in the elderly human muscle. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2003. vol. 13. no. 1. P. 40–47.
45. Steffl M., Bohannon R.W., Sontakova L., Tufano J.J., Shiells K., Holmerova I. Relationship between sarcopenia and physical activity in older people: a systematic review and meta-analysis. *Clinical interventions in aging*. 2017. vol. 12. P. 835-845.
46. Шарова Л.В. Оздоровительные технологии: Учебник для студентов. М.: Астер Диджитал, 2015. 130 с.
47. Buttery A.K. Cardiac rehabilitation for frail older people. *Advances in experimental medicine and biology*. 2020. vol. 1216. P. 131-147.
48. Boirie Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *JNHA – The Journal of Nutrition, Health and Aging*. 2009. vol. 13. no. 8. P. 717- 723.
49. Sayer A.A. Sarcopenia the new geriatric giant: time to translate research findings into clinical practice. *Age and ageing*, 2014. vol. 43 no. 6. P. 736–737. DOI: 10.1093/ageing/afu118.
50. Sayer A.A. Sarcopenia. *BMJ (Clinical research ed.)*. 2010. vol. 341. P. c4097. DOI: 10.1136/bmj.c4097.