

ДИСКУССИОННЫЕ СТАТЬИ, ЛЕКЦИИ, НОВЫЕ ТРЕНДЫ МЕДИЦИНСКОЙ НАУКИ DISCUSSION PAPERS, LECTURES, NEW TRENDS IN MEDICAL SCIENCE

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ И НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ НА ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА С САРКОПЕНИЧЕСКИМ ОЖИРЕНИЕМ

Плещёв И.Е.¹,
Николенко В.Н.^{2,3},
Ачкасов Е.Е.²,
Преображенский Я.И.¹,
Гридин Л.А.⁴,
Шкрёбко А.Н.¹,
Цоллер М.В.²

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

² ФГАОУ ВО Первый Московский
государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченова
Минздрава России (Сеченовский
Университет) (119991, г. Москва,
ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4,
Россия)

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

⁴ Московский центр проблем здоровья
при Правительстве Москвы (119049,
г. Москва, ул. Житная, 14, стр. 3, Россия)

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

РЕЗЮМЕ

Цель обзора. Проанализировать распространённость саркопенического ожирения среди людей пожилого и старческого возраста, оценить причины его возникновения, представить современные методы профилактики и физической реабилитации.

В данной обзорной статье обсуждаются самые последние данные о возрастных изменениях в состоянии жировой и мышечной ткани, а также об ограничении калорий и комплексах физических упражнений, которые оказывают положительное влияние на физические показатели пожилых людей с саркопеническим ожирением. Кроме того, выявлены и проанализированы потенциальные пробелы в рекомендациях по клинической практике, которые заслуживают внимания в будущих исследованиях.

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

Критерии включения и исключения. В обзор включались оригинальные результаты исследований (обзоры, метаанализы). Редакционные статьи, тезисы конференций, протоколы исследований были исключены. Выборка для исследования включала женщин и мужчин любой расы в возрасте ≥ 60 лет с диагнозом «саркопеническое ожирение» и сохранённой функцией локомоции. Также исключены статьи с участием госпитализированных пациентов. Исследования, не связанные с людьми, и исследования, в которых не сообщалось точных критериев вмешательства (например, питание, упражнения, продолжительность и т. д.), были исключены.

Поиск литературы был проведён в четырёх электронных базах данных: PubMed, Cochrane Library, Springer, Scopus, – за период с 2013 г. по 1 августа 2023 г. Ограничений на языковой уклон публикации введено не было.

Ключевые слова: саркопения, физическая активность, старение, ожирение, мышечная сила, мышечная масса тела, пожилой возраст, заболеваемость

Статья поступила: 12.09.2023
Статья принята: 27.05.2024
Статья опубликована: 15.07.2024

Для цитирования: Плещёв И.Е., Николенко В.Н., Ачкасов Е.Е., Преображенский Я.И., Гридин Л.А., Шкрёбко А.Н., Цоллер М.В. Влияние физических упражнений и нутритивной поддержки на пациентов пожилого и старческого возраста с саркопеническим ожирением. *Acta biomedica scientifica*. 2024; 9(3): 14-25. doi: 10.29413/ABS.2024-9.3.2

THE EFFECT OF EXERCISE AND NUTRITIONAL SUPPORT ON ELDERLY AND SENILE PATIENTS WITH SARCOPENIC OBESITY

Pleshchev I.E.¹,
Nikolenko V.N.^{2,3},
Achkasov E.E.²,
Preobrazhenskiy Ya.I.¹,
Gridin L.A.⁴,
Shkrebko A.N.¹,
Tsoller M.V.²

¹ Yaroslavl State Medical University
(Revolutsionnaya str. 5, Yaroslavl 150000,
Russian Federation)

² I.M. Sechenov First Moscow State
Medical University (Sechenov University)
(Bolshaya Pirogovskaya str. 2, build. 4,
Moscow 119991 Russian Federation)

³ Lomonosov Moscow State University
(Leninskie Gory 1, Moscow 119991,
Russian Federation)

⁴ Moscow Center for Health Problems
under the Government of Moscow
(Zhitnaya str. 14, build. 3., Moscow 119049,
Russian Federation)

Corresponding author:

Igor' E. Pleshchev,

e-mail: Doctor.pleshyov@gmail.com

ABSTRACT

The aim of the review. To analyze the prevalence of sarcopenic obesity among elderly and senile people, to assess its causes, and to present modern methods for its prevention and physical rehabilitation.

This review article discusses the most recent evidence on age-related changes in fat and muscle tissue, and on calorie restriction and exercise that have positive effect on physical performance in older people with sarcopenic obesity. In addition, potential gaps in clinical practice guidelines that merit attention in future research are identified and analyzed.

Search strategy. We used the following key words to define participation in the review: "sarcopenic obesity", "sarcopenia with obesity", "sarcopenia", "elderly/old age".

Inclusion and exclusion criteria. The review included original research results (reviews, meta-analyses). Editorials, proceeding of the conferences, and research protocols were excluded. The study sample included women and men of any race aged ≥ 60 years with a diagnosis of sarcopenic obesity and with preserved locomotion function. Articles involving hospital patients were also excluded. Non-human studies and studies that did not report precise intervention criteria (e. g., nutrition, exercise, duration, etc.) were excluded.

The literature search was conducted in four electronic databases: PubMed, Cochrane Library, Springer, Scopus, for the period from 2013 to August 1, 2023. There were no restrictions on the language of the publication.

Key words: sarcopenia, physical activity, aging, obesity, muscle strength, lean body mass, old age, morbidity

Received: 12.09.2023

Accepted: 27.05.2024

Published: 15.07.2024

For citation: Pleshchev I.E., Nikolenko V.N., Achkasov E.E., Preobrazhenskiy Ya.I., Gridin L.A., Shkrebko A.N., Tsoller M.V. The effect of exercise and nutritional support on elderly and senile patients with sarcopenic obesity. *Acta biomedica scientifica*. 2024; 9(3): 14-25. doi: 10.29413/ABS.2024-9.3.2

ВВЕДЕНИЕ

Число людей пожилого и старческого возраста растёт во всём мире. В 2017 г. число пожилых людей составляло 13 % мирового населения и, как ожидается, к 2030 г. возрастёт до 20 % населения, а к 2050 г. их численность достигнет 2,1 млрд человек [1]. Большинство хронических заболеваний обостряются с возрастом, что само по себе связано с глубокими изменениями состава тела, то есть с увеличением и перераспределением жировой массы и потерей мышечной и костной массы [2].

Среди наиболее распространённых состояний – ожирение, сложное, многофакторное и рецидивирующее заболевание, которое приобрело характер пандемии во всём мире [3]. В нескольких странах распространённость ожирения достигает 30–40 % населения, и ожидается дальнейший рост заболеваемости в течение следующих десятилетий [4]. Ожирение характеризуется чрезмерным накоплением белой жировой ткани не только в жировых отложениях, но и эктопически, что значительно снижает физическую функцию [2, 3]. Таким образом, неудивительно, что ожирение связано более чем с 200 медицинскими осложнениями и повышенным риском заболеваемости и смертности, являясь пятой по значимости причиной смерти во всём мире [3, 4]. Снижение мышечной массы и силы, известное как саркопения, очень распространено среди пожилых людей с ожирением (саркопеническое ожирение) и тесно связано со слабостью – состоянием нарушенного гомеостатического резерва и стрессоустойчивости, приводящим к повышенной уязвимости к неблагоприятным последствиям для здоровья [5]. Таким образом, саркопеническое ожирение тесно связано не только с кардиометаболическими дисфункциями, но и с физической инвалидностью [2].

Хотя мы явно наблюдаем значительное увеличение общей продолжительности жизни, хронические заболевания, связанные со старением, которые усугубляются ожирением, серьёзно ухудшают качество жизни в течение этих «приобретённых лет». Поэтому предпринимаются всё более активные усилия по выявлению эффективных стратегий, способных обуздать пандемию ожирения и помочь процессу здорового старения. Среди них были широко изучены меры по изменению образа жизни, включающие протоколы питания и физических упражнений [6]. В этом контексте важно подчеркнуть, что потеря веса, вызванная диетой, связана с потерей не только жира, но и мышечной и костной массы и может ещё больше усугубить возрастную саркопению и слабость у пожилых людей. Успешные подходы, способные индуцировать потерю жировой массы при сохранении мышечной и костной массы, имеют решающее значение для снижения кардиометаболических рисков, связанных со старением и ожирением, и в то же время для предотвращения или смягчения слабости [2, 7, 8].

Ожирение – это хроническое заболевание обмена веществ, характеризующееся увеличением запасов жира в организме, что, следовательно, повышает риск метаболических заболеваний, сердечно-сосудистых заболе-

ваний и смертности. Как и в случае саркопии, в настоящее время отсутствует консенсус относительно соответствующих пороговых значений для ожирения. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) использует индекс массы тела (ИМТ) для определения ожирения ($\geq 30 \text{ кг/м}^2$) и избыточного веса ($25\text{--}29,9 \text{ кг/м}^2$) [3]. Американская ассоциация клинической эндокринологии [9] рекомендует использовать пороговые значения содержания жира в организме для диагностики ожирения ($> 25\%$ у мужчин и $> 35\%$ у женщин). Количество жира в брюшной полости легко оценить с помощью окружности талии (ОТ), которая сильно коррелирует с содержанием жира внутри брюшной полости. ВОЗ также использовала пороговые значения ОТ ($\geq 102 \text{ см}$ для мужчин, $\geq 88 \text{ см}$ для женщин) в качестве суррогата висцерального жира. Более низкие пороговые значения для центрального ожирения требуются для различных этнических групп, включая азиатов (2, 8). Корейское общество по изучению ожирения (Korean Society for the Study of Obesity) определяет абдоминальное ожирение как $\text{ОТ} \geq 90 \text{ см}$ и $\geq 85 \text{ см}$ у мужчин и женщин соответственно, основываясь на результатах эпидемиологического исследования [10].

Саркопения – это преимущественно гериатрическое заболевание с постепенной потерей мышечной силы, массы скелетных мышц и мышечной функции. Официально термин был принят на заседании Европейской рабочей группы по саркопии у пожилых людей 2010 г. (EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People), а уже в сентябре 2016 г. саркопения вошла в международную классификацию болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) под кодом M62.84. В 2018 г. обновлённый консенсус EWGSOP-2 был направлен на повышение эффективности раннего выявления и лечения саркопии и её риска в клинической практике [11]. Группа приняла низкую мышечную силу в качестве основного фактора, определяющего саркопению, поскольку считается, что мышечная сила лучше, чем мышечная масса, при прогнозировании неблагоприятных исходов [11, 12]. EWGSOP-2 сфокусировалась на низкой мышечной силе (сила хвата) в качестве основного параметра саркопии (кистевая динамометрия); также использовалось низкое количество и качество мышц для подтверждения диагноза саркопии (двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА), биоимпедансный анализ (БИА), ультразвуковое исследование, и т. д.), а оценка степени тяжести саркопии опиралась на показатели физической работоспособности, основанные на серии тестов на физическое функционирование (SPPB, Short Physical Performance Battery) [5, 11].

Родственным расстройством является саркопеническое ожирение – термин, введённый Р.Н. Баумгартером, используемый при специфическом фенотипе низкой мышечной массы и высокого содержания жира в организме [13].

Саркопеническое ожирение (СО) – многофакторное заболевание, характеризующееся одновременным наличием саркопии и ожирения. Для пациентов СО представляет больший риск для здоровья, только саркопе-

ния или ожирение [2, 13]. Следовательно, изучение саркопенического ожирения и поиск эффективного лечения важны в связи с постоянным увеличением численности пожилого населения.

Саркопения и ожирение приводят к снижению физической работоспособности. Отличительным признаком саркопении является замедление скорости походки. Помимо более высокого риска падений [14], пожилые люди с ожирением имеют сниженную физическую работоспособность, что оценивается с помощью опросников для самооценки или тестов, таких как SPPB [13]. Считается, что саркопеническое ожирение оказывает синергетическое воздействие на ухудшение здоровья по сравнению только с саркопенией или ожирением. Оно вызывает больше проблем со здоровьем, чем саркопения или ожирение [15], и является основной причиной нарушений обмена веществ, инвалидности, сердечно-сосудистых заболеваний и смертности [16]. В настоящее время отсутствует общее определение, что затрудняет установление стандартизированной диагностики и ведения. Несмотря на достигнутый прогресс в определении саркопенического ожирения, в соответствии с недавним Консенсусом Европейского общества клинического питания и метаболизма (ESPEN, European Society for Clinical Nutrition and Metabolism) и Европейской ассоциации по борьбе с исследованием ожирения (EASO, European Association for the Study of Obesity) [17], обсуждение лечения этого состояния всё ещё открыто.

Саркопеническое ожирение является глобальным явлением в области здравоохранения, обусловленным как быстрым увеличением числа пожилых людей, так и эпидемией ожирения. Связанное со старением увеличение висцерального жира и уменьшение мышечной массы коррелируют с многочисленными неблагоприятными кардиометаболическими эффектами и способствуют ухудшению состояния здоровья [18]. Несколько биологических путей приводят к возрастному саркопеническому ожирению. Старение снижает скорость метаболизма в состоянии покоя и метаболическую адаптацию, включая адаптивный термогенез, сохраняя низкую мышечную массу и увеличивая жировые отложения [13]. Уменьшенная скорость метаболизма в состоянии покоя, физическая активность, объём митохондрий и окислительная способность с возрастом способствуют связанному со старением снижению мышечной массы и силы. Более того, связанные со старением изменения в распределении жира в организме включают потерю подкожного жира и накопление висцерального жира [19]. Также возрастные изменения, сопровождающиеся уменьшением минеральной плотности костной ткани, могут привести к развитию остесаркопенического ожирения – синдрома, основным критерием которого является ухудшение состояния костей и потеря мышечной массы вкуче с наличием саркопении и ожирения [10, 20].

Гормональные изменения, обусловленные полом, являются важным фактором, связанным с саркопеническим ожирением. У женщин снижение уровня эстрогена после менопаузы приводит к увеличению массы тела и жировой массы, а также к сдвигам в накоплении

жировых отложений – от подкожных до висцеральных [13, 18]. У пожилых мужчин общий уровень тестостерона снижается примерно на 1 % в год, причём более низкие уровни связаны с саркопенией, снижением мышечной силы, ухудшением физической работоспособности и повышенным риском падения [21].

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ И РИСК СМЕРТНОСТИ

По мере старения населения распространённость саркопенического ожирения возрастает, поскольку распространённость ожирения и саркопении также усиливается, особенно среди взрослых в возрасте 65 лет и старше [2]. Это связано со снижением физической активности и энергетических затрат, а также с увеличением массы тела [10, 13].

Исследование саркопенического ожирения в Южной Корее, включавшее здоровых добровольцев в возрасте 40–80 лет, выявило распространённость саркопенического ожирения в диапазоне от 0,8 % до 22,3 % у женщин и от 1,3 % до 15,4 % – у мужчин [22]. Данные, полученные от лиц в возрасте 18–90 лет в рамках голландского когортного исследования Lifelines, показали, что глобальная распространённость саркопенического ожирения составляет 1,4 % и 0,9 % у женщин и мужчин соответственно с увеличением распространённости в возрасте 50 лет и достигая 16,7 % в возрастной группе 80–89 лет [23]. Метаанализ, включающий 50 исследований с участием 86 285 человек, выявил глобальную распространённость саркопенического ожирения у взрослых в возрасте 60 лет, составляющую 11 % [24].

Во время исследования, проведённого с участием пожилых людей ($n = 4652$) в возрасте старше 60 лет, проведённом в рамках Третьего национального обследования состояния здоровья и питания (NHANES III, National Health and Nutrition Examination Survey), показатели распространённости саркопенического ожирения составили 18,1 % у женщин и 42,9 % у мужчин. В исследовании саркопении определялась с использованием полученных на основе показателей БИА с поправкой на пол [25]. Другое исследование, проведённое среди корейцев ($n = 2221$) в возрасте старше 60 лет, в котором использовались те же критерии СО, показало, что распространённость саркопенического ожирения составила 6,1 % и 7,3 % у мужчин и женщин соответственно [10]. Быстро растущая распространённость ожирения предполагает вероятное соответствующее увеличение саркопенического ожирения у лиц пожилого и старческого возраста.

Многочисленные исследования оценивали связь между саркопеническим ожирением и риском смертности. В NHANES III также был проведён анализ риска смертности у 4652 человек в возрасте 60 лет и старше с последующим наблюдением в течение 14 лет, где наблюдался значительно более высокий риск смертности от всех причин среди женщин с саркопеническим ожирением по сравнению с женщинами без ожирения или саркопении. Однако не наблюдалось статистиче-

ски значимой разницы с точки зрения риска смертности между мужчинами с СО и без него [25]. С другой стороны, в Британском региональном исследовании сердца изучался риск смертности среди 4107 мужчин в возрасте от 60 до 79 лет. В течение 11-летнего периода наблюдения мужчины с саркопеническим ожирением имели самый высокий риск смертности по сравнению с контрольными субъектами без ожирения и саркопении [26]. В шведском исследовании, включавшем 809 человек, оценивался риск смертности при саркопеническом ожирении. Женщины в возрасте 75 лет с СО имели более высокий риск 10-летней смертности по сравнению с женщинами без саркопении или ожирения. Среди мужчин в возрасте 75 лет наблюдалась аналогичная связь со смертностью, хотя она и не достигала статистической значимости [27]. Когортное исследование с использованием британского биобанка ($n = 452\,931$) показало значительно повышенный риск смертности у лиц с саркопеническим ожирением по сравнению с контрольными субъектами с предшествующими сердечно-сосудистыми заболеваниями [28]. Наконец, метаанализ 23 исследований, включавших 50 866 человек, показал, что саркопеническое ожирение было в значительной степени связано с более высоким риском смертности среди людей пожилого возраста. Анализ нескольких подгрупп показал, что этот более высокий риск смертности является значительным среди взрослых, проживающих самостоятельно (отдельно от родственников), и госпитализированных пациентов. Кроме того, это значение сохранялось в исследованиях, в которых использовались различные критерии для определения ожирения и саркопении [29].

Проведённое в США долгосрочное исследование 2309 пожилых американских мужчин японского происхождения в рамках Кардиологической программы Гонолулу (The Honolulu Heart Program) сообщало о значительно более высоком риске смертности в группе саркопении (определялось с использованием ДРА), чем в группе без саркопении и ожирения [30].

ДИАГНОСТИКА САРКОПЕНИЧЕСКОГО ОЖИРЕНИЯ

В связи с тем, что саркопеническое ожирение является субклиническим заболеванием, и не существует универсального консенсуса в отношении диагностических критериев и их внедрения в клиническую практику, то идентификация заболевания и диагноз зависят от суммы его составляющих, а именно ожирения и саркопении.

Недавно (в 2022 г.) ESPEN и EASO опубликовали совместное консенсусное заявление об определении и диагностических критериях саркопенического ожирения [31] (рис. 1). Предлагаемый диагностический процесс выглядит следующим образом: 1) скрининг пациентов по высокому ИМТ или увеличенной окружности талии и суррогатным параметрам саркопении; 2) диагностика пациентов путём тестирования мышечной функции с последующим анализом состава тела; 3) постановка

диагноза в случае положительного результата на саркопеническое ожирение [31]. На практике человек с положительным результатом скрининга на оба состояния должен рассмотреть возможность проведения диагностического обследования для подтверждения саркопенического ожирения, при котором в первую очередь оценивается снижение функции скелетных мышц, а затем измеряется изменённый состав тела, включая увеличение жировой массы и уменьшение мышечной массы. В будущем необходимо будет проверить эти диагностические критерии саркопенического ожирения и установить универсальные референтные значения в соответствии с методом измерения и этнической группой.

На сегодняшний день для саркопенического ожирения не существует кода МКБ, и рабочее определение/дифференциальный диагноз постоянно совершенствуются. Возраст является сильным фактором риска возникновения и тяжести саркопенического ожирения, но это заболевание характерно не только для людей пожилого старческого возраста [32]. Таким образом, диагностическое внимание уделяется проявлению симптомов, при этом возраст является компонентом управления рисками [33].

Современные определения саркопенического ожирения основаны на индивидуальных определениях саркопении и ожирения. Однако эти определения значительно различаются, что вызывает трудности в постановке точного диагноза, проведении эпидемиологических исследований и разработке стратегий лечения этого заболевания.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА ФИЗИЧЕСКУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Физические упражнения могут влиять на гормональный баланс, снижать окислительный стресс, индуцировать синтез митохондрий, изменять иммунологические и двигательные функции и улучшать окислительную способность мышц [34, 35]. Повышенный синтез мышечного белка при физической нагрузке повышает чувствительность мышц к действию инсулина и способствует анаболизму [6]. Саркопения связана со снижением синтеза мышечного белка, частично из-за снижения анаболической стимуляции (которая может быть результатом отсутствия регулярных физических упражнений). Аэробные упражнения, силовые тренировки и их комбинация увеличивают синтез мышечного белка у пожилых людей, несмотря на возрастное снижение анаболических сигналов [7, 10]. Аэробная активность может улучшить окислительную способность мышц, противодействуя негативному воздействию внутриклеточных липидов и ускоряя липолиз, что приводит к увеличению плотности капилляров. Синтез митохондрий в миоцитах усиливается для удовлетворения потребностей, связанных с увеличением плотности капилляров, что в свою очередь приводит к увеличению извлечения кислорода и метаболизму за счёт индукции кальциевых и метаболических сигнальных путей [34].



РИС. 1.

Диагностическая процедура для оценки саркопенического ожирения: SARC-F – Strength, Assistance with walking, Rising from a chair, Climbing stairs and Falls; СЗК – сила захвата кисти (динамометрия); ЖМ – жировая масса; АМСМ – абсолютная масса скелетных мышц

FIG. 1.

Diagnostic procedure for the assessment of sarcopenic obesity SARC-F – Strength, Assistance with walking, Rising from a chair, Climbing stairs and Falls; СЗК – strength of grip (handgrip test); ЖМ – fat mass; АМСМ – absolute skeletal muscle mass

Апоптоз миоцитов может быть отменен физической активностью, в то время как механизмы контроля качества клеток, включая аутофагию, митофагию и митохондриогенез, способствуют развитию саркопенического ожирения и могут быть потенциальными мишенями для терапии [36]. Снижение выработки цитокинов может привести к улучшению метаболизма глюкозы, чувствительности к инсулину и синтеза мышечного белка, что может замедлить прогрессирование саркопенического ожирения [2].

Упражнения с отягощениями увеличивают количество и размер быстро сокращающихся мышечных волокон (IIA и IIX), которые улучшают метаболизм глюкозы в мышцах и синтез мышечного белка [37]. Синтез мышечного белка также улучшается за счёт стимулированной питательными веществами вазодилатации и транспортировки питательных веществ к местным мышечным миофибриллам [7]. Длина мышечных пучков и жёсткость мышечных сухожилий, как сообщается, увеличились после силовых тренировок (жим ногами и разгибание) в течение 14 недель в группе мужчин и женщин в возрасте старше 65 лет [2]. Было также показано, что сило-

вые тренировки снижают уровни цитокинов, таких как резистин, лептин и IL-6 (REF142) [38].

ЛЕЧЕНИЕ САРКОПЕНИЧЕСКОГО ОЖИРЕНИЯ

Программы силовых, аэробных и комбинированных тренировок уменьшают жировые отложения и улучшают мышечную функцию у пожилых мужчин и женщин с саркопеническим ожирением [39, 40]. Примечательно, что тренировки с отягощениями сами по себе были эффективнее для улучшения работы мышц. Тренировка с отягощениями улучшает физические функции при одновременном снижении жировой массы у пожилых женщин с саркопеническим ожирением [40, 41]. Аналогичным образом изменение рациона питания, обеспечивающее адекватное и/или высокое потребление белка, предотвращает снижение мышечной массы и в некоторых случаях улучшает функцию мышц [42]. Ограничение в питании является золотым стандартом лечения ожирения первой линии и в определённой степени противодействует пагубному воздействию старения на функ-

цию скелетных мышц у млекопитающих [43]. Однако доказательств безопасности и эффективности ограничения питания у пациентов с саркопеническим ожирением крайне мало. В недавнем исследовании очень низкокалорийная диета улучшила мышечную работоспособность у пациентов с саркопеническим ожирением, хотя и в ущерб мышечной массе [44]. У пациентов, получавших очень низкокалорийную диету в сочетании с физическими упражнениями, наблюдалось аналогичное улучшение мышечной функции при сохранении мышечной массы, что указывает на синергетический эффект комбинированной терапии в лечении заболевания. Микроэлементы и минералы, такие как аминокислоты, витамин D, селен и магний, могут быть добавлены в рацион для устранения ранее существовавших недостатков или для установления супрафизиологических концентраций, вызывающих биологическую реакцию [45]. Приём сывороточного протеина в сочетании с физическими упражнениями улучшает мышечную функцию у взрослых с саркопеническим ожирением [46]. У мужчин заместительная терапия тестостероном может проводиться отдельно или в сочетании с диетой, физически-

ми упражнениями или витаминными добавками для восстановления баланса андрогенов. Применение у людей пожилого и старческого возраста несколько ограничено из-за высокого риска сердечно-сосудистых осложнений [47]. Аналогичным образом у женщин в постменопаузе заместительная терапия эстрогенами может применяться отдельно или в сочетании с изменением образа жизни с в целом положительными результатами по сохранению мышечной массы [48]. Совсем недавно терапия окситоцином была применена в качестве пробной терапии саркопенического ожирения с целью восстановления относительного снижения выработки окситоцина с возрастом. Интраназальный окситоцин хорошо переносится и улучшает мышечную массу у пожилых людей с саркопеническим ожирением [49]. Однако остаётся неясным, улучшает ли интраназальное введение окситоцина мышечную функцию и физические способности. Краткое описание преобладающих клинических вмешательств приведено в таблице 1. В совокупности варианты лечения являются недостаточными и осложняются противоположными потребностями, лежащими в основе саркопении и ожирения [33].

ТАБЛИЦА 1
КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ЛЕЧЕНИЯ
САРКОПЕНИЧЕСКОГО ОЖИРЕНИЯ

TABLE 1
CLINICAL TRIALS AIMED AT THE TREATMENT
OF SARCOPENIC OBESITY

Пол	Возраст, количество наблюдений	Протокол исследования	Продолжительность, частота	Результат	Автор, год публикации
Мужчины/женщины	50–70 лет, 24 наблюдения	ОНКД в сочетании с ИТ	6 недель, 30–35 мин, 2 дня в неделю	↑ КС ↓ ЖМ	Camajani E. et al. (2022)
Женщины	65–80 лет, 28 наблюдений	СТ с отягощением	10 недель, 35 минут, 3 дня в неделю	= SPPB = CMM ↑ мощность	Vasconcelos K.C. et al. (2016)
Женщины	≥ 60 лет, 26 наблюдений	СТ с СП	12 недель, 35–40 мин, 3 дня в неделю	↓ ЖМ ↑ ТМ	Nabuco H.C.G. et al. (2019)
Женщины	≥ 70 лет, 75 наблюдений	ЭМС и СП + витамин D	26 недель, 20 мин, 1 сеанс в неделю	↑ CMM ↓ ОТ = АД	Wittmann K. et al. (2016)
Мужчины	≥ 70 лет, 100 наблюдений	ЭМС и СП	16 недель, 14–20 мин, 2 сеанса в неделю	↑ КС ↓ ЖМ ↓ ИМТ	Kemmler W. et al. (2017)
Мужчины/женщины	65–75 лет, 60 наблюдений	СТ, АТ и КТр	8 недель, 40 минут, 3 раза в неделю	↑ CMM ↑ КС ↓ ЖМ	Chen H.T. et al. (2017)
Женщины	60–80 лет, 56 наблюдений	СТ с эластичной лентой	12 недель	↑ CMM ↑ SPPB	Liao C.D. et al. (2018)
Женщины	≥ 60 лет, 49 наблюдений	СТ с отягощением	16 недель, 40–45 мин, 2 дня в неделю	↑ SPPB ↑ скорость ходьбы	de Oliveira Silva A. et al. (2018)
Женщины	≥ 60 лет, 69 наблюдений	СТ с отягощением	24 недели, 40 минут, 3 дня в неделю	↑ ТМ ↑ КС = ЖМ	Gadelha A.B. et al. (2016)

Примечание. ↑ – увеличение; ↓ – уменьшение; = – без изменений; ОНКД – очень низкокалорийная кетогенная диета; ИТ – интервальная тренировка; КС – кистевая сила; ЖМ – жировая масса; СТ – силовые тренировки; SPPB – серия тестов на физическое функционирование (Short Physical Performance Battery); CMM – скелетно-мышечная масса; СП – сывороточный протеин; ТМ – тощая масса; ЭМС – электромиостимуляция всего тела; АД – артериальное давление; ОТ – окружность талии; ИМТ – индекс массы тела; АТ – аэробные тренировки; КТр – комбинированные тренировки (силовые и аэробные).

Подход к назначению физических упражнений при саркопеническом ожирении должен быть индивидуальным. Программа, включающая сочетание силовых и аэробных нагрузок, может быть более полезной, чем любое из этих вмешательств по отдельности [2, 50]. Для аэробных упражнений необходимо достичь примерно 65 % от пиковой частоты сердечных сокращений с целью повышения до максимально допустимого значения в 75 %. Тренировка с отягощениями должна быть сосредоточена только на одной-двух группах мышц, при этом начальные 8–12 повторений должны составлять примерно 65 % от максимального уровня силы, который человек мог бы развить за одно повторение. Прогресс должен быть направлен на использование 2–3 групп мышц и 75 % от максимальной интенсивности [2, 22].

В популяции с саркопеническим ожирением влияние силовых упражнений на состав тела и мышечную функцию не так однозначно. K.S. Vasconcelos и соавт. [51] показали, что 10-недельная программа упражнений с отягощениями не была эффективной для улучшения физических функций у пожилых женщин с саркопеническим ожирением по сравнению с контрольной группой, не занимавшейся физическими упражнениями: прирост в результатах теста SPPB составил $0,40 \pm 1,3$ балла ($p > 0,05$), сила увеличилась на $2,36 \pm 12,0$ Н/кг ($p > 0,05$), а мощность – на $15,87 \pm 13,8$ Вт/кг ($p < 0,05$). Возможно, такому результату способствовали небольшая выборка и короткая продолжительность лечения. Исследование A.B. Gadelha и соавт. [52] продемонстрировало улучшение как силы ($12,42 \pm 1,5$ Н/кг; $p < 0,001$), так и массы скелетных мышц ($0,29 \pm 0,4$ кг; $p < 0,001$) по сравнению с контрольной группой после 24 недель традиционных силовых тренировок. Показатели в упражнениях жим ногами и жим штанги лёжа увеличились на 78 % и 70 % соответственно. Кроме того, 12-недельное исследование изучало влияние упражнений с отягощением эластичной лентой на пожилых женщин с СО и показало, что масса скелетных мышц ($0,73$ кг; 95%-й доверительный интервал (95% ДИ): $0,08$ – $1,39$; $p < 0,05$) и физическая работоспособность ($8,58$ балла; 95% ДИ: $4,79$ – $12,36$; $p < 0,001$) были значительно улучшены по сравнению с группой, не занимавшейся физическими упражнениями [40]. Также в другом недавнем исследовании сообщалось, что 8 недель силовых упражнений у 60 пожилых людей с саркопеническим ожирением привели к незначительному увеличению массы скелетных мышц ($0,1$ кг; $p < 0,05$), уменьшилась жировая масса ($\approx 1,0$ кг; $p < 0,05$) и увеличилась сила хвата ($3,5$ Н/кг; $p < 0,05$) по сравнению с группой, не занимавшейся физическими упражнениями [38]. W. Kemmler и соавт. (Германия) провели исследование на мужчинах в возрасте ≥ 70 лет ($n = 100$) с применением электромиостимуляции всего тела (WB-EMS, whole-body electromyostimulation): потеря жировой массы составила 2,1 %, кистевая сила увеличилась на 6,3 % [53]. Годом раньше в Бразилии K. Wittmann и соавт., используя WB-EMS добились подобных результатов [54]. Преимущества лечения заключаются во временной эффективности и доступности для групп населения с высокой степенью слабости. Хотя электромиостимуляция

благоприятно улучшает состав тела и функцию мышц по сравнению с неинвазивным контролем [53, 54], размеры эффекта невелики и могут быть неэффективными у взрослых с более тяжёлым саркопеническим ожирением [32, 55].

В целом большинство упомянутых исследований показали, что силовые упражнения являются эффективной стратегией улучшения состава тела при саркопеническом ожирении и что они потенциально могут улучшить физическую работоспособность [46, 54, 56].

ПИТАНИЕ: ОГРАНИЧЕНИЕ КАЛОРИЙ И БЕЛКОВЫЕ ДОБАВКИ

Подходы к образу жизни, такие как ограничение потребления калорий и физические упражнения, считаются краеугольным камнем лечения саркопенического ожирения [15, 24]. Что касается питания, то оптимальный терапевтический подход при саркопеническом ожирении ещё предстоит определить из-за ограниченного числа проведённых клинических испытаний в данном направлении [31, 43, 57].

Действительно, снижение веса у пожилых людей, страдающих ожирением, остаётся спорным, поскольку это обоюдоострая стратегия, которая оказывает благотворное воздействие, снижая осложнения, связанные с ожирением, и потенциальные негативные последствия. В настоящее время пожилым людям с саркопеническим ожирением следует избегать потребления очень низких калорий, поскольку такая стратегия может поставить под угрозу общее состояние здоровья и приведёт к дефициту микроэлементов и электролитов в организме, что окажет вредное воздействие на массу скелетных мышц и снизит минеральную плотность костной ткани [13, 57].

В пилотном исследовании R. Sammarco и соавт. (Италия) участники с саркопеническим ожирением, проходившие программу снижения веса, дополненную диетой с высоким содержанием белка, показали улучшение мышечной силы, а опросник для оценки качества жизни пациента SF-36 (Short Form 36) показал значительное изменение общего состояния здоровья по прошествии 4 месяцев исследования [58].

Хотя точное количество килокалорий (ккал) в день ещё не определено, оно должно составлять менее 750 ккал в день [42]. Как правило, рекомендуется потребление высококачественных белков (1 – $1,2$ г/кг в день), особенно тех, которые содержат источники лейцина, и их можно употреблять одновременно с диетой с ограничением калорий [43, 44]. Однако при употреблении диет с высоким содержанием белка необходимо соблюдать осторожность из-за риска нарушения функции почек. Медицинское и диетическое управление важно для разработки программы питания, которая позволяет умеренно ограничивать калории при одновременной оптимизации потребления белка [42, 46].

Для минимизации риска снижения метаболизма костной ткани, вызванного потерей веса, необходимы

общепринятые стратегии минимизации влияния потери веса на метаболизм костной ткани, включая приём до 1200 мг дополнительного кальция в день и 800–1000 международных единиц (МЕ) витамина D3 в день [59]. Пероральный приём кальция следует сочетать с приёмом витамина D, чтобы снизить потенциальные риски, связанные с приёмом безрецептурных добавок [60]. Добавление витамина D пациентам с саркопеническим ожирением потенциально может улучшать мышечную функцию (25-гидроксивитамины D3 и 1,25-дигидроксивитамины D3 оказывают различное воздействие на функцию скелетных мышц человека и экспрессию генов) и уменьшать слабость проксимальных мышц за счёт действия метаболитов витамина D [61]. Дефицит витамина D связан с повышенным риском падений и переломов, а также со снижением мышечной массы и силы независимо от ожирения [62].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Физическая работоспособность снижается с возрастом, и это снижение более выражено у малоподвижных взрослых с саркопеническим ожирением. Физические упражнения и, в частности, прогрессивная тренировка с отягощениями, являются наиболее часто используемым методом тренировки у взрослых в возрасте 60–80 лет [46, 51, 63]. Следует отметить, что ни в одном из предыдущих исследований не изучались различия в назначении физических упражнений путём классификации участников по подгруппам в зависимости от возраста. Это ключевой аспект, который необходимо развивать в будущем.

Саркопеническое ожирение – это многоплановое заболевание с ограниченными возможностями лечения. Системная энергетическая нагрузка, обусловленная ожирением в контексте старения, служит патофизиологической причиной заболевания, увеличивая скорость потери мышечной массы [10, 15, 64]. С этой целью снижение энергетической нагрузки и улучшение функции мышц являются необходимыми компонентами успешного терапевтического вмешательства.

Отсутствие универсально используемого диагностического метода и критериев определения не позволяет чётко оценить распространённость, которая в настоящее время остаётся недооценённой [23, 24]. Таким образом, диагностика саркопенического ожирения представляет собой первоначальную проблему.

В целом наилучшим терапевтическим подходом к саркопеническому ожирению, имеющим на данный момент наиболее эффективные и достоверные данные, является изменение образа жизни, включающее в себя регулярные комбинированные аэробные упражнения и упражнения с отягощениями, с изменениями диеты, которые должны включать ограничение калорий с целью уменьшения жировой массы и увеличение потребления белка для роста мышечной массы и функциональных возможностей для улучшения качества жизни и снижения смертности [22, 52]. Большой интерес будут представлять более длительные исследования, оцени-

вающие влияние мультимодального подхода на саркопеническое ожирение и сердечно-сосудистые осложнения у пациентов.

Раннее выявление этого состояния остаётся важным, и следует рассмотреть возможность принятия адаптированных мер для снижения его распространённости и связанных с ним неблагоприятных исходов. Для улучшения неблагоприятного прогноза требуются новые терапевтические стратегии.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Nations U. World population prospects: The 2017 revisions, key findings and advance tables. *Working Paper No ESA/P/WP/248*. 2017. URL: <https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2017-revision> [date of access: 01.09.2023].
2. Batsis JA, Villareal DT. Sarcopenic obesity in older adults: An etiology, epidemiology and treatment strategies. *Nat Rev Endocrinol*. 2018; 14(9): 513-537. doi: 10.1038/s41574-018-0062-9
3. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, World Obesity Federation. Obesity: A chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev*. 2017; 18(7): 715-723. doi: 10.1111/obr.12551
4. Bluher M. Obesity: Global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol*. 2019; 15(5): 288-298. doi: 10.1038/s41574-019-0176-8
5. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: An undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: Prevalence, etiology, and consequences. International working group on sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2011; 12(4): 249-256. doi: 10.1016/j.jamda.2011.01.003
6. Colleluori G, Aguirre L, Phadnis U, Fowler K, Armamento-Villareal R, Sun Z, et al. Aerobic plus resistance exercise in obese older adults improves muscle protein synthesis and preserves myocellular quality despite weight loss. *Cell Metab*. 2019; 30(2): 261-273.e6. doi: 10.1016/j.cmet.2019.06.008
7. Cartee GD, Hepple RT, Bamman MM, Zierath JR. Exercise promotes healthy aging of skeletal muscle. *Cell Metab*. 2016; 23(6): 1034-1047. doi:10.1016/j.cmet.2016.05.007
8. Piccoli A, Cannata F, Strollo R, Pedone C, Leanza G, Russo F, et al. Sclerostin regulation, microarchitecture, and advanced glycation end-products in the bone of elderly women with type 2 diabetes. *J Bone Miner Res*. 2020; 35(12): 2415-2422. doi: 10.1002/jbmr.4153
9. Garvey WT, Mechanick JL, Brett EM, Garber AJ, Hurley DL, Jastreboff AM, et al. American Association of Clinical Endocrinologists and American College of Endocrinology comprehensive clinical practice guidelines for medical care of patients with obesity. *Endocr Pract*. 2016; 22(3): 1-203. doi: 10.4158/EP161365.GL
10. Roh E, Choi KM. Health consequences of sarcopenic obesity: A narrative review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020; 11: 332. doi: 10.3389/fendo.2020.00332
11. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: Revised European consensus on defi-

dition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019; 48(1): 16-31. doi: 10.1093/ageing/afz046

12. Плещёв И.Е., Ачкасов Е.Е., Николенько 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. [Pleshchev IE, Achkasov EE, Nikolenko VN, Shkrebo AN, Ivanova IV. Methods of physical rehabilitation of elderly people for the prevention and treatment of sarcopenia. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(2): 80-92. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2023-8.2.8

13. Ghiotto L, Muollo V, Tatangelo T, Schena F, Rossi AP. Exercise and physical performance in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022; 13: 913953. doi: 10.3389/fendo.2022.913953

14. Kong HH, Won CW, Kim W. Effect of sarcopenic obesity on deterioration of physical function in the elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2020; 89: 104065. doi: 10.1016/j.archger.2020.104065

15. Wannamethee SG, Atkins JL. Muscle loss and obesity: The health implications of sarcopenia and sarcopenic obesity. *Proc Nutr Soc*. 2015; 74(4): 405-412. doi: 10.1017/S002966511500169X

16. Choi KM. Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J Intern Med*. 2016; 31: 1054-1060. doi: 10.3904/kjim.2016.193

17. Donini LM, Busetto L, Bauer JM, Bischoff S, Boirie Y, Cederholm T, et al. Critical appraisal of definitions and diagnostic criteria for sarcopenic obesity based on a systematic review. *Clin Nutr*. 2020; 39(8): 2368-2388. doi: 10.1016/j.clnu.2019.11.024

18. Hong SH, Choi KM. Sarcopenic obesity, insulin resistance, and their implications in cardiovascular and metabolic consequences. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(2): 494. doi: 10.3390/ijms21020494

19. Mc Phee JS, French DP, Jackson D, Nazroo J, Pendleton N, Degens H. Physical activity in older age: Perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology*. 2016; 17: 567-580. doi: 10.1007/s10522-016-9641-0

20. Гриценко О.В., Груздева О.В., Чумакова Г.А., Барбараш О.Л. Лабораторные маркеры остеосаркопенического ожирения. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28(12): 5563. [Gritsenko OV, Gruzdeva OV, Chumakova GA, Barbarash OL. Laboratory markers of osteosarcopenic obesity. *Russian Journal of Cardiology*. 2023; 28(12): 5563. (In Russ.)]. doi: 10.15829/1560-4071-2023-5563

21. Colleluori G, Villareal DT. Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. *Exp Gerontol*. 2021; 155: 111561. doi: 10.1016/j.exger.2021.111561

22. Wei S, Nguyen TT, Zhang Y, Ryu D, Gariani K. Sarcopenic obesity: Epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023; 14: 1185221. doi: 10.3389/fendo.2023.1185221

23. Wagenaar CA, Dekker LH, Navis GJ. Prevalence of sarcopenic obesity and sarcopenic overweight in the general population: The lifelines cohort study. *Clin Nutr*. 2021; 40: 4422-4429. doi: 10.1016/j.clnu.2021.01.005

24. Gao Q, Mei F, Shang Y, Hu K, Chen F, Zhao L, et al. Global prevalence of sarcopenic obesity in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clin Nutr*. 2021; 40: 4633-4641. doi: 10.1016/j.clnu.2021.06.009

25. Batsis JA, Mackenzie TA, Lopez-Jimenez F, Bartels SJ. Sarcopenia, sarcopenic obesity, and functional impairments in older adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 1999-2004. *Nutr Res*. 2015; 35(12): 1031-1039. doi: 10.1016/j.nutres.2015.09.003

26. Atkins JL, Whincup PH, Morris RW, Lennon LT, Papacosta O, Wannamethee SG. Sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: A population-based cohort study of older men. *J Am Geriatr Soc*. 2014; 62(2): 253-260. doi: 10.1111/jgs.12652

27. von Berens A, Obilling SR, Nydahl M, Koochek A, Lissner L, Skoog I, et al. Sarcopenic obesity and associations with mortality in older women and men – A prospective observational study. *BMC Geriatr*. 2020; 20(1): 199. doi:10.1186/s12877-020-01578-9

28. Farmer RE, Mathur R, Schmidt AF, Bhaskaran K, Fatemifar G, Eastwood SV, et al. Associations between measures of sarcopenic obesity and risk of cardiovascular disease and mortality: A cohort study and Mendelian randomization analysis using the UK biobank. *J Am Heart Assoc*. 2019; 8(13): e011638. doi: 10.1161/JAHA.118.011638

29. Zhang X, Xie X, Dou Q, Liu C, Zhang W, Yang Y, et al. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality among adults over a broad range of different settings: An updated meta-analysis. *BMC Geriatr*. 2019; 19(1): 183. doi: 10.1186/s12877-019-1195-y

30. Sanada K, Chen R, Willcox B, Ohara T, Wen A, Takenaka C, et al. Association of sarcopenic obesity predicted by anthropometric measurements and 24-y all-cause mortality in elderly men: The Kuakini Honolulu Heart Program. *Nutrition*. 2018; 46: 97-102. doi: 10.1016/j.nut.2017.09.003

31. Donini LM, Busetto L, Bischoff SC, Cederholm T, Ballesteros-Pomar MD, Batsis JA, et al. Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. *Obes Facts*. 2022; 15(3): 321-335. doi: 10.1159/000521241

32. Poggogalle E, Lubrano C, Sergi G, Coin A, Gnessi L, Mariani S, et al. Sarcopenic obesity and metabolic syndrome in adult Caucasian subjects. *J Nutr Health Aging*. 2016; 20(9): 958-963. doi: 10.1007/s12603-015-0638-1

33. Axelrod CL, Dantas WS, Kirwan JP. Sarcopenic obesity: Emerging mechanisms and therapeutic potential. *Metabolism*. 2023; 146: 155639. doi: 10.1016/j.metabol.2023.155639

34. Leduc-Gaudet JP, Hussain SNA, Barreiro E, Gouspillou G. Mitochondrial dynamics and mitophagy in skeletal muscle health and aging. *Int J Mol Sci*. 2021; 22(15): 8179. doi: 10.3390/ijms22158179

35. Chen X, Ji Y, Liu R, Zhu X, Wang K, Yang X, et al. Mitochondrial dysfunction: Roles in skeletal muscle atrophy. *J Transl Med*. 2023; 72: 33-58. doi: 10.1186/s12967-023-04369-z

36. Mooren FC, Krüger K. Exercise, autophagy, and apoptosis. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015; 135: 407-422. doi: 10.1016/bs.pmbts.2015.07.023

37. Englund DA, Sharp RL, Selsby JT, Ganesan SS, Franke WD. Resistance training performed at distinct angular velocities elicits velocity-specific alterations in muscle strength and mobility status in older adults. *Exp Gerontol*. 2017; 91: 51-56. doi: 10.1016/j.exger.2017.02.072

38. Nikseresht M, Sadeghifard N, Agha-Alinejad H, Ebrahim K. Inflammatory markers and adipocytokine responses to exercise training and detraining in men who are obese. *J Strength Cond Res*. 2014; 28(12): 3399-3410. doi: 10.1519/JSC.0000000000000553

39. 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

40. Liao CD, Tsao JY, Lin LF, Huang SW, Ku JW, Chou LC, et al. Effects of elastic resistance exercise on body composition

and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(23): e7115. doi: 10.1097/MD.00000000000007115

41. Liao CD, Tsao JY, Huang SW, Ku JW, Hsiao DJ, Liou TH. Effects of elastic band exercise on lean mass and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: A randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2018; 8(1): 2317. doi: 10.1038/s41598-018-20677-7

42. Hanach NI, McCullough F, Avery A. The impact of dairy protein intake on muscle mass, muscle strength, and physical performance in middle-aged to older adults with or without existing sarcopenia: A systematic review and meta-analysis. *Adv Nutr*. 2019; 10(1): 59-69. doi: 10.1093/advances/nmy065

43. Xie WQ, Xiao WF, Tang K, Wu YX, Hu PW, Li YS, et al. Caloric restriction: Implications for sarcopenia and potential mechanisms. *Aging (Albany NY)*. 2020; 12(23): 24441-24452. doi: 10.18632/aging.103987

44. Camajani E, Feraco A, Proietti S, Basciani S, Barrea L, Armanni A, et al. Very low calorie ketogenic diet combined with physical interval training for preserving muscle mass during weight loss in sarcopenic obesity: A pilot study. *Front Nutr*. 2022; 9: 1076667. doi: 10.3389/fnut.2022.955024

45. Camajani E, Persichetti A, Watanabe M, Contini S, Vari M, Di Bernardo S, et al. Whey protein, L-leucine and vitamin D supplementation for preserving lean mass during a low-calorie diet in sarcopenic obese women. *Nutrients*. 2022; 14(9): 1884. doi: 10.3390/nu14091884

46. Nabuco HCG, Tomeleri CM, Fernandes RR, Sugihara Junior P, Cavalcante EF, Cunha PM, et al. Effect of whey protein supplementation combined with resistance training on body composition, muscular strength, functional capacity, and plasma-metabolism biomarkers in older women with sarcopenic obesity: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clin Nutr ESPEN*. 2019; 32: 88-95. doi: 10.1016/j.clnesp.2019.04.007

47. Gagliano-Jucá T, Basaria S. Testosterone replacement therapy and cardiovascular risk. *Nat Rev Cardiol*. 2019; 16(9): 555-574. doi: 10.1038/s41569-019-0211-4

48. Geraci A, Calvani R, Ferri E, Marzetti E, Arosio B, Cesari M. Sarcopenia and menopause: The role of estradiol. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2021; 12: 682012. doi: 10.3389/fendo.2021.682012

49. Espinoza SE, Lee JL, Wang CP, Ganapathy V, MacCarthy D, Pascucci C, et al. Intranasal oxytocin improves lean muscle mass and lowers LDL cholesterol in older adults with sarcopenic obesity: A pilot randomized controlled trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2021; 22(9): 1877-1882.e2. doi: 10.1016/j.jamda.2021.04.015

50. Shin MJ, Jeon YK, Kim IJ. Testosterone and sarcopenia. *World J Mens Health*. 2018; 36(3): 192-198. doi: 10.5534/wjmh.180001

51. 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

52. Gadelha AB, Paiva FM, Gauche R, de Oliveira RJ, Lima RM. Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2016; 65: 168-173. doi: 10.1016/j.archger.2016.03.017

53. Kemmler W, Weissenfels A, Teschler M, Willert S, Bennek M, Shojaa M, et al. Whole-body electromyostimulation

and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: The randomized controlled FranSO study. *Clin Interv Aging*. 2017; 12: 1503-1513. doi: 10.2147/CIA.S137987

54. Wittmann K, Sieber C, von Stengel S, Kohl M, Freiberger E, Jakob F, et al. Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: The randomized controlled FORMOSA-sarcopenic obesity study. *Clin Interv Aging*. 2016; 11: 1697-1706. doi: 10.2147/CIA.S116430

55. Kemmler W, Weissenfels A, Willert S, Shojaa M, von Stengel S, Filipovic A, et al. Efficacy and safety of low frequency whole-body electromyostimulation (WB-EMS) to improve health-related outcomes in non-athletic adults. A systematic review. *Front Physiol*. 2018; 9: 573. doi: 10.3389/fphys.2018.00573

56. de Oliveira Silva A, Dutra MT, de Moraes WMAM, Funghetto SS, Lopes de Farias D, Dos Santos PHF, et al. Resistance training-induced gains in muscle strength, body composition, and functional capacity are attenuated in elderly women with sarcopenic obesity. *Clin Interv Aging*. 2018; 13: 411-417. doi: 10.2147/CIA.S156174

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

58. Sammarco R, Marra M, Di Guglielmo ML, Naccarato M, Contaldo F, Poggiogalle E, et al. Evaluation of hypocaloric diet with protein supplementation in middle-aged sarcopenic obese women: A pilot study. *Obes Facts*. 2017; 10(3): 160-167. doi: 10.1159/000468153

59. Moyer VA. U.S. Preventive Services Task Force*. Vitamin D and calcium supplementation to prevent fractures in adults: U.S. Preventive Services Task Force recommendation statement. *Ann Intern Med*. 2013; 158(9): 691-696. doi: 10.7326/0003-4819-158-9-201305070-00603

60. Anderson JJ, Kruszka B, Delaney JA, He K, Burke GL, Alonso A, et al. Calcium intake from diet and supplements and the risk of coronary artery calcification and its progression among older adults: 10-year follow-up of the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *J Am Heart Assoc*. 2016; 5(10): e003815. doi: 10.1161/JAHA.116.003815

61. Malafarina V, Uriz-Otano F, Malafarina C, Martinez JA, Zulet MA. Effectiveness of nutritional supplementation on sarcopenia and recovery in hip fracture patients. A multi-centre randomized trial. *Maturitas*. 2017; 101: 42-50. doi: 10.1016/j.maturitas.2017.04.010

62. American Geriatrics Society Workgroup on Vitamin D Supplementation for Older Adults. Recommendations abstracted from the American Geriatrics Society Consensus Statement on vitamin D for prevention of falls and their consequences. *J Am Geriatr Soc*. 2014; 62(1): 147-152. doi: 10.1111/jgs.12631

63. Papa EV, Dong X, Hassan M. Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: A systematic review. *Clin Interv Aging*. 2017; 12: 955-961. doi: 10.2147/CIA.S104674

64. Liu C, Wong PY, Chung YL, Chow SK, Cheung WH, Law SW, et al. Deciphering the "obesity paradox" in the elderly: A systematic review and meta-analysis of sarcopenic obesity. *Obes Rev*. 2023; 24(2): e13534. doi: 10.1111/obr.13534

Сведения об авторах

Плещёв Игорь Евгеньевич – кандидат медицинских наук, 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>

Николёно Владимир Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАУ 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 имени 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 Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАУ 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>

Преображенский Ярослав Игоревич – студент 6-го курса лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: yasix23@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7622-2123>

Гридин Леонид Александрович – доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор, Московский центр проблем здоровья при Правительстве Москвы, e-mail: leonidgridin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4941-8876>

Шкрёбо Александр Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, 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>

Цоллер Марина Викторовна – студентка 3-го курса Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, ФГАУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), e-mail: marinatsoller@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3560-1450>

Information about the authors

Igor' E. Pleshev – Cand. Sc. (Med.), 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, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); Head of the Department of Normal and Topographic Anatomy, Faculty of Fundamental Medicine, 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, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), e-mail: 2215.g23@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9964-5199>

Yaroslav I. Preobrazhenskiy – 6th year Student at the Faculty of Medicine, Yaroslavl State Medical University, e-mail: yasix23@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7622-2123>

Leonid A. Gridin – Dr. Sc. (Med.), Professor, CEO, Moscow Center for Health Problems under the Government of Moscow, e-mail: leonidgridin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4941-8876>

Aleksandr N. Shkrebko – Dr. Sc. (Med.), Professor, 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>

Marina V. Tsoller – 3rd year student, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), e-mail: marinatsoller@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3560-1450>