



Саркопения в процессе старения: эпидемиология, патофизиология, новые подходы профилактики и лечения (обзор литературы)

Нуриля Шериева*

Кандидат медицинских наук, ассистент
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0009-0008-1890-2084>

Мурат Гарипов

Аспирант
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0009-0000-5930-2810>

Сымбат Каипова

Аспирант
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0009-0000-1961-9119>

Мира Арстанбекова

Кандидат медицинских наук, доцент
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0000-0002-3054-9569>

Диана Смаилова

Кандидат медицинских наук, ассистент
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0000-0003-2151-7052>

Сагынали Маматов

Доктор медицинских наук, профессор
Кыргызская государственная медицинская академия имени И.К. Ахунбаева
720020, ул. Ахунбаева, 92, г. Бишкек, Кыргызская Республика
<https://orcid.org/0000-0001-8540-3252>

Аннотация. Саркопения – это гериатрическое заболевание, характеризующееся прогрессирующей потерей массы скелетных мышц и ухудшением мышечной функции, представляет собой растущую, часто не диагностированную проблему здравоохранения. Ее распространенность среди пожилого населения в значительной степени считается вариабельной, поскольку она колеблется от 5 % до 50 % в зависимости от пола, возраста, патологических состояний, а также диагностических критериев. Диагноз саркопении подтверждается наличием низкой мышечной массы в сочетании с низкой мышечной силой или низкой физической работоспособностью. Единого подхода к лечению или оценке не существует, что еще больше затрудняет диагностику саркопении. Варианты лечения саркопении включают немедикаментозные и медикаментозные подходы. Немедикаментозные подходы включают силовые тренировки и адекватное питание. Из этих двух подходов силовые тренировки являются стандартным немедикаментозным

Suggested Citation:

Sherieva N, Garipov M, Kaipova S, Arstanbekova M, Smailova D, Mamatov S. Sarcopenia in aging: Epidemiology, pathophysiology, and new approaches to prevention and treatment (literature review). Eurasian Health J. 2025;17(4):168-185. DOI: 10.54890/1694-8882-2025-4-168

*Corresponding author



методом лечения саркопении, подтвержденным значительными положительными результатами. Некоторые диетические подходы, такие как адекватное потребление белка, витамина D, антиоксидантов и длинноцепочечных полиненасыщенных жирных кислот, также показали положительный эффект в борьбе с саркопенией. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA, США) не одобрило ни одного конкретного лекарственного препарата для лечения саркопении. Будущие исследования должны быть сосредоточены на биологическом механизме саркопении и улучшенных диагностических подходах, таких как биомаркеры для раннего выявления, разработка стабильно эффективных методов лечения и создание чувствительных показателей для прогнозирования ответа на лечение саркопении

Ключевые слова: саркопения; определение; диагностика; лечение; профилактика

Введение

Под старением обычно понимают прогрессирующее снижение функций организма в пожилом возрасте. Старение имеет нечеткое начало и крайне вариабельное развитие у разных людей. Как и во всех сохранившихся образцах человеческой культуры, неизбежный конец жизни стал сильным стимулом для поиска мер по его отсрочке. Хотя и был достигнут существенный прогресс в увеличении средней ожидаемой продолжительности жизни, омоложение (или сохранение молодости) по-прежнему остается скорее концепцией, чем реальностью [1-3].

Увеличение продолжительности жизни среди тех, кто считается долгожителями, не так впечатляет по сравнению с увеличением продолжительности жизни тех, кто ранее умирал в более молодом возрасте. Последнее достижение стало возможным благодаря улучшению условий жизни и предотвращению, а также борьбе с основными угрозами здоровью до современности, такими как плохое питание и инфекционные заболевания. Во всех постиндустриальных странах, а теперь и в развивающихся странах, это привело к резкому изменению возрастного состава населения [3]. Таким образом, акцент сместился с продолжительности жизни на продолжительность здоровой жизни, чтобы продлить годы, в течение которых пожилые люди могут оставаться независимыми, участвовать в жизни общества и вносить в него свой вклад, вместо того чтобы испытывать ухудшение качества жизни и потреблять ресурсы из-за плохого здоровья.

Для решения этих задач Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) недавно классифицировала возрастные расстройства как заболевания [2], что призвано подготовить почву для разработки рациональных мер по замедлению или даже прекращению возрастного ухудшения здоровья. Среди этих состояний выделяется саркопения, которая характеризуется прогрессирующим снижением массы и силы скелетных мышц. Хотя традиционно ее связывали с преклонным возрастом, недавние данные свидетельствуют о том, что она может развиваться уже в среднем возрасте, до 60 лет [3].

В условиях старения населения саркопения стала значимым мышечным расстройством, характеризующимся прогрессирующей потерей мышечной массы, силы и функции. Хроническое воспаление, окислительный стресс и митохондриальная дисфункция способствуют развитию саркопении и помогают объяснить ее связь с сопутствующими заболеваниями, такими как диабет 2 типа, ожирение и нейродегенеративные заболевания [4]. Считается, что саркопения включает в себя несколько патофизиологических процессов, таких как денервация, митохондриальная дисфункция, а также воспалительные и гормональные изменения, которые могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья, включая падения, функциональное снижение, слабость и смертность из-за снижения мышечной массы [5]. Представленный обзор посвящен проблеме саркопении, то есть снижению мышечной функции и массы, характерной черте фенотипа стареющего человека. Авторы выбрали саркопению, потому что это факультативный процесс, происходящий также у здоровых стареющих людей, но ускоряемый сопутствующими заболеваниями, госпитализацией и малоподвижным образом жизни. Цель исследования заключалась в представлении данных у пожилых людей, ее эпидемиологию, патофизиологические механизмы, профилактику и методы лечения.

Материалы и методы

Стратегия поиска литературы началась с составления списка ключевых поисковых терминов: пожилые люди, саркопения, мышечная масса, хрупкость и связанных ключевых слов для соответствующих статей на английском языке. Поиски проводились в базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, а также ручной поиск исследований, опубликованных с января 2015 года по декабрь 2024 года. Отдельный поиск дополнительной литературы был проведен с помощью Google. После стандартизированной оценки в этом обзоре были рассмотрены только исследования, которые точно определили саркопению у пожилых людей. Из всего списка для написания обзора были выбраны двадцать порядка

пятьдесят источников, в которых сообщалось о саркопении у лиц в возрасте 65 лет и старше.

Общие сведения

Саркопения происходит от греческих слов «*sarx*» (плоть, тело) и «*penia*» (утрата, бедность), дословно означая «потерю мышечной массы», и описывает возрастную прогрессирующую потерю мышечной массы и силы. Термин «саркопения» был впервые введен I.H. Rosenberg в 1989 году для описания возрастного снижения массы и силы скелетных мышц [4]. В 2000 году ВОЗ признала саркопению серьезной угрозой независимости и фактором риска множественных заболеваний, связанных с преклонным возрастом, и обратила на нее внимание, поскольку она может быть скорректирована с помощью рациональных изменений образа жизни. Саркопения является заболеванием с кодом МКБ-10-СМ (M62.84). Позже саркопения стала краеугольным камнем клинической концепции «хрупкости», введенной для более широкого определения уязвимости пожилых людей [1].

Саркопения характеризуется прогрессирующим снижением массы и силы скелетных мышц. Несмотря на то, что ранее данная патология преимущественно рассматривалась как характерная для пожилого возраста, современные исследования свидетельствуют о возможности её развития до 60 лет [3]. К распространенным сопутствующим заболеваниям, связанным с более высокой распространенностью саркопении, относятся сахарный диабет (СД), сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), сердечная недостаточность (СН), когнитивные нарушения (ЛН) и болезнь Альцгеймера (БА). Факторы образа жизни – физическая активность, режим сна и состояние питания – также играют важную роль. Кроме того, такие факторы окружающей среды, как континент или страна проживания, различия между городом и сельской местностью, а также условия проживания (например, в общине или в учреждениях), могут дополнительно способствовать вариативности распространенности. Саркопения способствует неблагоприятным исходам у пожилых людей, включая функциональное снижение, увеличение потребности в уходе и смертность. Многие из этих связанных факторов риска представляют собой модифицируемые мишени для вмешательства, предоставляя возможности для снижения бремени заболевания и улучшения результатов лечения пациентов [2].

Эпидемиология саркопении

Теоретически, распространенность саркопении на разных континентах зависит от различных факторов, включая этническую принадлежность, уровень физической активности, пищевые привычки, экономический статус и распространенность

определенных заболеваний [1]. Кроме того, региональные различия в выборе диагностических критериев могут способствовать расхождениям в сообщаемых показателях распространенности в литературе. В Европе проведено второе по величине количество исследований распространенности саркопении [6]. В этих исследованиях сообщаемая распространенность варьировалась от 1 % (95 % доверительный интервал (ДИ): 1 %, обновленные критерии Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (EWGSOP2)) до 33 % (данные только одного исследования, критерии Азиатской рабочей группы по саркопении (AWGS2014)). Хотя объединенная распространенность, основанная на критериях EWGSOP2, низка и составляет 1 %, эта оценка получена только на основе двух исследований. В отличие от этого, распространенность, основанная на критериях AWGS 2014, высока и составляет 33 %, но это основано только на данных одного исследования. Поэтому эти крайние значения требуют дальнейших исследований, чтобы определить, точно ли они отражают истинную распространенность. В европейских исследованиях наиболее часто используются три диагностических критерия: первые диагностические критерии EWGSOP1 (распространенность 22 %, 95 % ДИ: 19-26 %), определение мышечной массы (распространенность 29 %, 95 % ДИ: 22-37 %) и критерии Фонда Национальных институтов здравоохранения (FNIH) (распространенность 11 %, 95 % ДИ: 5-17 %).

В Азии проведено наибольшее количество исследований, сообщающих о распространенности саркопении [6], при этом оценки распространенности варьируются от 9 % (данные только одного исследования, критерии EWGSOP2) до 27 % (95 % ДИ: 20-33 %, определение по мышечной массе). В отличие от Европы, в большинстве азиатских исследований используются критерии AWGS2014 (распространенность 15 %, 95 % ДИ: 12-17 %), за которыми следуют определение по мышечной массе (распространенность 27 %, 95 % ДИ: 20-33 %), критерии EWGSOP1 (распространенность 21 %, 95 % ДИ: 14-29 %) и критерии FNIH (распространенность 10 %, 95 % ДИ: 7-12 %). Поскольку данных из Азии и Европы много, было проведено сравнение между двумя регионами по критериям, которые использовались как минимум в пяти исследованиях. Результаты показали, что совокупная распространенность схожа между Азией и Европой при применении одних и тех же диагностических критериев. Сравнительные показатели распространенности для каждого критерия, следующие: EWGSOP1: 22 % (Европа) против 21 % (Азия); FNIH: 11 % (Европа) против 10 % (Азия); и определения мышечной массы: 29 % (Европа) против 27 % (Азия). Всемирная организация здравоохранения заявляет, что саркопенией страдает 50 миллионов человек, и

прогнозирует, что это число достигнет 200 миллионов в течение следующих 40 лет [2].

Распространенность саркопении в Кыргызской Республике еще не изучалась. Но следует отметить, что предпринимаются активные шаги по изучению распространенности основных гериатрических синдромов, включая синдром падения у подопечных социального стационарного учреждения, которые раньше носили название дом интернат для престарелых [7,8]. В ходе исследования был определен гериатрический статус у 206 пациентов этих домов. Симптомы старческой астении разной степени были обнаружены у $95,6 \pm 1,4$ % пациентов ($n = 197$), а у остальных $4,4 \pm 1,4$ % исследуемых ($n = 9$) астения не выявлена. Нарушение общей двигательной активности наблюдалось у 41 ($74,50 \pm 5,77$ %) пациента. Но более выраженными оказались нарушения параметров устойчивости, которые были выявлены у 51 ($92,70 \pm 8,13$ %), и параметров ходьбы – у 48 ($87,30 \pm 6,82$ %) пациентов. Изучение распространенности саркопении у пациентов в возрасте 65 лет и старше, в стране уже началось и набран определенный материал исследования, которые скоро будут опубликованы.

Патофизиологические механизмы саркопении

Поскольку саркопения по своей сути является возрастным состоянием, понимание того, как старение изменяет мышечный гомеостаз, имеет важное значение для выяснения ее механизмов. Старение выступает в качестве биологического фона, на котором происходят эти структурные и метаболические изменения. Старение нарушает баланс между анаболическими и катаболическими путями, что приводит к структурным изменениям, таким как уменьшение размера и количества волокон типа II, увеличение жировой инфильтрации и уменьшение количества сателлитных клеток, которые отвечают за замену и восстановление поврежденных мышечных волокон [1]. Это снижение обусловлено изменениями в системных сигнальных путях, включая трансформирующий фактор роста бета (TGF- β) и миогенин, которые регулируют дифференцировку и активацию сателлитных клеток. Другие факторы, способствующие этим изменениям, включают дисфункцию нервно-мышечного соединения, потерю двигательных единиц, хроническое воспаление и резистентность к инсулину [3].

Саркопения также напрямую снижает качество жизни, поскольку тесно связана с хроническими заболеваниями, такими как сахарный диабет 2 типа (СД2) и ожирение. Большая часть населения в какой-то момент своей жизни подвержена риску развития саркопении [4]. К пациентам, у которых может развиваться саркопения, относятся пожилые люди, люди с недостаточным весом и люди с другими хроническими заболеваниями. Более того,

люди с СД2 более подвержены этому заболеванию, поскольку оно может усугубить метаболические нарушения и снизить эффективность лечения [5]. Саркопения развивается по различным причинам и может быть охарактеризована как первичная или вторичная. Первичная саркопения в основном связана с возрастом, тогда как на вторичную саркопению влияют факторы риска, связанные с потерей мышечной массы, такие как саркопеническое ожирение, рак, недоедание и ревматические заболевания [6]. Также важно подчеркнуть факторы риска первичной саркопении как факторы, способствующие развитию вторичной саркопении, поскольку малоподвижный образ жизни и физическая неактивность являются триггерами этого состояния, даже в раннем возрасте [9].

Эти совокупные факторы показывают, что старение не только вызывает саркопению, но и способствует более широкому системному ухудшению, затрагивающему различные физиологические системы, выходящие за рамки скелетных мышц. Эта связь устанавливает биологический континуум между старением мышц и более широкими дегенеративными процессами. Таким образом, было замечено, что гормональные изменения, связанные со старением, вызывают потерю мышечной массы, при этом андрогены играют решающую роль в поддержании клеточной метаболической активности, подавляя катаболические процессы и оказывая противовоспалительное действие на периферические ткани [10]. Следовательно, низкий уровень тестостерона связан с патофизиологией и прогрессированием возрастных заболеваний, таких как саркопения, что делает заместительную гормональную терапию одним из основных методов лечения различных патологий [11].

Всё больше данных свидетельствует о том, что механизмы, приводящие к атрофии мышц при саркопении, такие как хроническое воспаление, митохондриальная дисфункция и гормональный дисбаланс, также участвуют в нейродегенеративных процессах. Таким образом, ось «мышца-мозг» стала критически важным направлением в геронтологии, связывающим функциональное снижение с когнитивным снижением. С другой стороны, известно, что старение по-прежнему является решающим фактором в развитии деменции, которая напрямую связана с инвалидностью и смертностью [12]. Другие факторы, такие как генетические, социально-экономические и экологические факторы, а также физическая активность и сбалансированное питание, являются ключевыми детерминантами когнитивных нарушений [1,13]. Геронтология предлагает молекулярные объяснения патофизиологии саркопении, старческой немощности и когнитивного снижения, охватывающие несколько возрастных процессов. Исследования показывают,

что мышечная масса может служить регулируемым биомаркером в профилактике деменции. Другими словами, нейродегенеративные изменения, как правило, возникают с возрастом и связаны с прогрессирующей и распространенной потерей скелетных мышц, известной как саркопения [14]. Болезнь Паркинсона (БП), двигательное расстройство, характеризующееся гибелью дофаминергических нейронов, также, как показано, является изменением, связанным с нарушением функции мышц [15]. Таким образом, исследования показали распространенность саркопии более чем у 50 % больных БП, что связано с более тяжелым прогрессированием, большей двигательной недостаточностью и высокой частотой падений, а также влияет на немоторные симптомы [16]. Саркопения и нейродегенеративные заболевания представляют собой серьезную социально-экономическую проблему, приводя к высоким затратам на здравоохранение, потере функциональной независимости и снижению производительности труда, что значительно ухудшает качество жизни. Они перегружают

государственные системы здравоохранения, усугубляя социальное неравенство.

Диагностика и оценка

Согласно существующему определению и критериям классификации, установленным Европейской рабочей группой по саркопии у пожилых людей, саркопии нельзя оценить с помощью одного параметра. Для всесторонней оценки саркопии по трем ключевым параметрам – мышечной массе, мышечной силе и мышечной функции – необходим структурированный процесс оценки с использованием соответствующих технологических инструментов. Как показано в Таблице 1, наличие низкой мышечной силы указывает на потенциальный риск саркопии. Саркопения может быть диагностирована, когда низкая мышечная сила сопровождается уменьшением мышечной массы или качества. Тяжелая саркопения подтверждается при наличии всех трех факторов: снижения мышечной силы, уменьшения мышечной массы или качества и функциональных нарушений [9].

Таблица 1. Диагностические критерии саркопии по EWGSOP2

Критерии выполнены	Вероятная саркопения	Подтвержденная саркопения	Тяжелая саркопения
Низкая мышечная сила	Да	Да	Да
Низкая мышечная масса или низкое качество мышц	Нет	Да	Да
Дисфункция скелетных мышц	Нет	Нет	Да

Источник: систематизировано авторами

Оценка массы и качества скелетных мышц. R.N. Baumgartner *et al.* [10] предложил оценивать массу скелетных мышц путем деления массы скелетных мышц конечностей на квадрат роста ($\text{кг}/\text{м}^2$). Согласно этому критерию, саркопения считается диагностированной, если значение ниже $7,26 \text{ кг}/\text{м}^2$ для мужчин и $5,45 \text{ кг}/\text{м}^2$ для женщин. Для измерения массы скелетных мышц требуются специализированные методы, включая двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (DXA),

биоимпедансный анализ (БИА), компьютерную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) [11]. Среди этих методов БИА является наиболее распространенным благодаря своей удобности и экономичности. Хотя DXA, КТ и МРТ обеспечивают более точные оценки, они связаны с более высокими затратами и ограниченной доступностью, что делает их менее широко применимыми в рутинных обследованиях. Сравнение этих методов представлено в Таблице 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ технологий оценки массы и качества скелетных мышц

Технологии	Преимущества	Ограничения
Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия	Оценивает состав всего тела и отдельных его сегментов. Высокая воспроизводимость и точность. Неинвазивный и безопасный метод.	Высокая стоимость. Непортативный. Не позволяет оценить содержание внутримышечного жира.
Биоэлектрический импедансный анализ	Недорогой. Портативный и удобный в использовании. Обеспечивает быстрое измерение.	Более низкая точность. Зависит от множества факторов (уровень гидратации, осанка и т. д.).
Компьютерная томография	Золотой стандарт для количественной оценки мышечной массы. Определяет количество внутримышечного жира.	Облучение. Сложная операция. Высокая стоимость оборудования.

Таблица 2. Продолжение

Технологии	Преимущества	Ограничения
Магнитно-резонансная томография	Высокая точность анализа качества мышц. Возможность визуализации всего тела.	Чрезвычайно высокая стоимость. Длительный срок службы. Ограниченная доступность.

Источник: создано авторами

Оценка силы скелетных мышц. Сила хвата является фундаментальным показателем для оценки мышечной функции и общей физической работоспособности, особенно у пожилых людей. Ее можно измерить с помощью ручного динамометра. Недавнее обзорное исследование R. Vaishya *et al.* [12] показало, что пороговые значения силы хвата, как правило, ниже у азиатов, женщин, людей с низким уровнем образования и малоподвижных групп населения. Низкая сила хвата связана с повышенным риском различных заболеваний, включая диабет 2 типа, сердечно-сосудистые заболевания, инсульт, хроническую болезнь почек, заболевания печени, некоторые виды рака, саркопению и переломы костей. Кроме того, снижение силы хвата коррелирует с более высокими показателями госпитализации, худшим питанием, повышенной общей смертностью и более низким качеством жизни. Однако общепринятого порогового значения для определения низкой силы хвата не существует. Европейское общество клинического питания и метаболизма (ESPEN) первоначально установило диагностические пороговые значения саркопении на уровне < 30 кг для мужчин и < 20 кг для женщин, основываясь на массе и функции скелетных мышц [13]. Недавно эти пороговые значения были пересмотрены и установлены на уровне < 27 кг для мужчин и < 16 кг для женщин [17].

Оценка функции скелетных мышц. Функцию скелетных мышц можно оценить с помощью краткой батареи тестов физической работоспособности (SPPB), которая включает тесты на вставание из положения сидя, равновесие и ходьбу, позволяющие косвенно оценить уровень физической активности с помощью системы баллов. Исследования пациентов, находящихся на гемодиализе, показали, что SPPB является ценным инструментом стратификации риска, поскольку более низкие баллы SPPB значительно связаны с более высокой общей смертностью, общей госпитализацией и риском госпитализации, связанной с сердечно-сосудистыми заболеваниями [18]. Систематический обзор, проведенный S. Bhasin *et al.* [19], анализирующий 13 официальных заявлений по оценке саркопении, показал, что как абсолютная сила хвата, так и относительная сила хвата с поправкой на вес являются ключевыми показателями снижения мышечной активности. У пожилых людей, проживающих в сообществе, снижение силы хвата и скорости походки независимо предсказывают падения, сообщаемые

самими пациентами ограничения активности, переломы бедра и смертность. Скорость ходьбы < 0,8 м/с в четырехметровом тесте ходьбы была предложена в качестве критерия нарушения мышечной функции [20]. Четырехметровый тест ходьбы (4MWT) – это общепринятая в мире стандартизированная оценка скорости ходьбы для оценки функции мышц нижних конечностей, официально одобренная EWGSOP2. Участники идут в своем обычном темпе по прямой 4-метровой дорожке, при этом отсчет времени начинается после первого шага, чтобы исключить любые эффекты ускорения. Согласно этому консенсусному руководству, скорость ходьбы менее 0,8 м/с служит диагностическим критерием саркопенической дисфункции скелетных мышц [9].

Профилактика и лечение саркопении

Исследование S. Cacciatore *et al.* [21] показало, что как пищевые добавки, так и физические упражнения играют значительную роль в профилактике и улучшении состояния при саркопении. Силовые тренировки в сочетании с пищевыми добавками могут эффективно улучшить физическую функцию и увеличить силу скелетных мышц у людей с саркопенией. Важно отметить, что эти методы не только эффективны, но и экономически выгодны и практичны, что делает их пригодными для клинического применения [22].

Возможность включения физических упражнений и диетических вмешательств в повседневную жизнь хорошо задокументирована [23]. Физические упражнения, особенно силовые тренировки, представляют собой простой и доступный вид вмешательства с минимальными логистическими требованиями, что позволяет адаптировать его к потребностям различных пациентов. Эта форма упражнений требует минимального оборудования и может выполняться дома или в общественных центрах, что делает ее легкодоступной для пожилых людей [24]. Пищевые добавки, особенно прием незаменимых аминокислот и β -гидрокси- β -метилбутирата (НМВ), также могут быть легко включены в ежедневный рацион питания. Эти вмешательства не только просты в применении, но и высокоэффективны, что обеспечивает долгосрочное соблюдение, имеющее решающее значение для поддержания мышечной массы и функции у пожилых людей [14].

Сочетание физических упражнений и пищевых добавок продемонстрировало синергетический

эффект: исследование M. Yamada *et al.* [25] показало, что такое комбинированное вмешательство обеспечивает лучшие результаты в улучшении состояния при саркопении, чем любой из подходов по отдельности. Кроме того, эти вмешательства могут значительно снизить долгосрочную нагрузку на системы здравоохранения, откладывая наступление инвалидности и улучшая общее состояние здоровья пожилых людей, позволяя им сохранять большую независимость и качество жизни по мере старения [15].

Силовые тренировки широко признаны наиболее эффективным методом увеличения мышечной массы и силы у пожилых людей [26]. В работе S. Toselli *et al.* [16] было показано, что высокоинтенсивные силовые тренировки более эффективны, чем тренировки средней или низкой интенсивности, в повышении силы скелетных мышц у пожилых людей. Однако работа ученых R. Nilwik *et al.* [27] показала, что снижение мышечной массы, связанное с саркопенией, в первую очередь обусловлено атрофией мышечных волокон II типа. C. Lim *et al.* [28] Было установлено, что тренировки с умеренной и низкой интенсивностью замедляют атрофию мышечных волокон II типа, а также увеличивают экспрессию митохондриальных белков и ремоделирование, тем самым улучшая метаболизм скелетных мышц.

Хотя многочисленные исследования подтвердили эффективность и механизмы силовых тренировок в борьбе с саркопенией, не существует стандартизированного порогового значения интенсивности силовых тренировок. Определение оптимальных параметров силовых тренировок остается ключевым направлением будущих исследований в области профилактики саркопении. Аэробные упражнения, такие как бег трусцой и плавание, также доказали свою эффективность в профилактике и лечении саркопении. Хотя аэробные упражнения не приводят к значительному увеличению мышечной массы, они улучшают функцию митохондрий, способствуют синтезу белка, уменьшают воспаление и снижают уровень окислительного стресса [29], что в совокупности способствует усилению синтеза мышечного белка. Было показано, что сочетание аэробных упражнений и силовых тренировок улучшает состав тела, силу и функцию скелетных мышц. Хотя результаты исследований этого комбинированного подхода не всегда согласуются, он потенциально полезен для людей с саркопенией [30]. P.T. Wen *et al.* [31] в своей работе выяснили, что различные виды упражнений способствуют улучшению мышечной силы. Поэтому пожилым людям рекомендуется заниматься интенсивными силовыми тренировками в небольших объемах в сочетании с аэробными тренировками. Такой подход стимулирует мышечные волокна

II типа в ответ на физические нагрузки и увеличивает плотность митохондрий в скелетных мышцах, тем самым замедляя снижение мышечной массы и предотвращая саркопению.

Вмешательство в области питания

Недостаточное потребление питательных веществ считается потенциальным фактором, способствующим развитию саркопении [32]. Исследования питательных веществ, связанных с саркопенией, в основном сосредоточены на белках, витаминах, антиоксидантах и длинноцепочных полиненасыщенных жирных кислотах [33]. Как EWGSOP, так и Международная рабочая группа по саркопении (IWGS) рекомендуют добавки незаменимых аминокислот, в частности лейцина и его природного метаболита β -гидрокси- β -метилбутирата (HMB), для усиления анаболизма белка в скелетных мышцах [34]. Витамины также играют роль в профилактике и лечении саркопении. Исследования показывают, что дефицит витамина D у пожилых людей связан с нарушением функции скелетных мышц нижних конечностей. Уровень витамина D в сыворотке крови отрицательно коррелирует с провоспалительным цитокином IL-6 [33]. Дефицит витамина B1 может привести к двигательным и сенсорным нарушениям, атрофии скелетных мышц, нарушениям координации и дисфункции нижних конечностей, что приводит к нарушениям походки [35]. Витамины C и E обладают антиоксидантными свойствами, которые нейтрализуют свободные радикалы и уменьшают повреждение скелетных мышц, вызванное окислительным стрессом. Тяжелый дефицит витамина C связан с усталостью и слабостью [35]. Помимо антиоксидантного действия, витамин E способствует синтезу белка, улучшает кровоснабжение и доставку питательных веществ к скелетным мышцам, а также повышает качество мышечной ткани [36].

Минералы также необходимы для профилактики и лечения саркопении, особенно калий, магний, селен, кальций и цинк [37]. Ионы калия помогают поддерживать возбудимость нейронов и скелетных мышц, а их сильный дефицит может привести к мышечной слабости. Цинк, в основном хранящийся в скелетных мышцах, необходим для нормального метаболизма и функционирования мышц, участвует в иммунных реакциях и играет роль в замедлении окислительных процессов, нейтрализуя свободные радикалы. Магний способствует расслаблению скелетных мышц, улучшает их функцию и участвует в синтезе белка и аденозинтрифосфата (АТФ). Он также снижает воздействие хронического воспаления на организм. Селен, медь, марганец и железо являются компонентами металлоферментов, которые нейтрализуют эндогенные свободные радикалы, образующиеся в процессе старения. Марганец необходим для синтеза белка и нуклеиновых кислот,

а его дефицит может привести к порокам развития скелетных мышц [35]. Для пожилых людей увеличение потребления высококачественного белка, витамина D, полиненасыщенных жирных кислот и других макро- и микронутриентов следует рассматривать как часть комплексной стратегии профилактики и лечения саркопении. Сочетание правильного питания с силовыми тренировками и аэробными упражнениями может не только увеличить массу скелетных мышц, но и уменьшить вызванное воспалением разрушение мышц, улучшить их функцию и эффективно замедлить начало и прогрессирование саркопении [38]. Однако текущие исследования комбинированного воздействия питания и физических упражнений на саркопению остаются противоречивыми [39].

Выводы

В условиях старения населения исследования саркопении, которая существенно влияет на качество жизни пожилых людей, приобретают все большее общественное значение. Однако до сих пор нет единого мнения относительно точного возраста начала заболевания, патогенеза, методов оценки или диагностических критериев саркопении. Существующие исследования в Кыргызстане не содержат стандартов оценки, специально адаптированных к физическим особенностям кыргызского населения.

В данном обзоре представлен систематический обзор исследований саркопении, который послужит ориентиром для разработки клинических стратегий физических упражнений и диетического вмешательства. Будущие исследования должны быть сосредоточены на интеграции национальных данных мониторинга физической подготовленности с текущим консенсусом в исследованиях саркопении для установления стандартов оценки, подходящих для населения. Дальнейшие исследования должны определить возраст начала заболевания, установить клинические критерии скрининга и определить пороговые значения для диагностических показателей, чтобы уточнить оценку саркопении и стратегии вмешательства.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность всем участникам исследования и всем преданным своему делу коллегам, которые помогли успешно написать этот обзор.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.