

А. Т. Быков<sup>1</sup>, Т. Н. Маляренко<sup>1</sup>, Н. А. Корниенко<sup>2</sup>

## **САРКОПЕНИЯ: ПРЕВЕНТИВНЫЕ ЭФФЕКТЫ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК И НУТРИЕНТОВ**

*Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Российская Федерация  
Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация*

*В наши дни саркопению, характеризующуюся прогрессирующим снижением с возрастом массы и силы скелетных мышц, а также их производительности, относят к одной из главных проблем пожилых и старых людей, популяции которых постоянно увеличиваются. В связи с нарастающим распространением саркопении в мире, серьёзными её последствиями для здоровья и большой нагрузкой на бюджет здравоохранения разных стран повышается актуальность разработки и внедрения эффективных стратегий профилактики её возникновения и прогрессирования. В первую очередь это касается изучения превентивных эффектов двигательной активности, адекватных физических нагрузок и коррекции питания стареющих людей путём включения в рацион необходимого количества определённых нутриентов. Ведущая роль при этом отводится тренировкам на сопротивление, а также потреблению с пищей или в составе пищевых добавок протеина, антиоксидантов, незаменимых аминокислот, витаминов D и E.*

**Ключевые слова:** саркопения, превентивные стратегии, физические нагрузки, нутриенты.

A. T. Bykov, T. N. Malyarenko, N. A. Korniyenko

## **SARCOPENIA: PREVENTIVE EFFECTS OF EXERCISES AND NUTRIENTS**

*Sarcopenia is characterized by progressive loss of skeletal muscle mass, strength and outcomes. Now it is one of the main problems of old people because this population constantly increases. Due to the growing spread of sarcopenia in the world, its serious consequences for both people's health and States' Medical Service budget, the importance of developing and introduction of effective strategies for prevention sarcopenia and delay of its progression is growing equally fast.*

*First of all, it regards the preventive effects of physical activity, exercise training and optimization of nutrition of ageing people by including in their menu the necessary amount of certain nutrients. The leading role belongs to the resist trainings and the intake with meal or supplementations a sufficient amount of antioxidants, proteins, essential amino acids and vitamins D and E.*

**Key words:** sarcopenia, prevention, exercises, nutrients.

Европейская Рабочая Группа по Саркопении у Старых Людей (EWGSOP) определила саркопению как возрастано-зависимый синдром, характеризующийся генерализованной и прогрессирующей потерей массы и силы скелетных мышц, а также их работоспособности, с риском развития физической недееспособности, низкого качества жизни и даже смерти старых людей. Такое комплексное, морфо-функциональное, определение делает возможным использовать превентивные и коррекционные воздействия и на структуру, и на функцию скелетных мышц, что, несомненно, более эффективно [9].

Питание и физическая активность пожилых и старых людей являются основными факторами, вносящими вклад в комплексную этиологию саркопении. Роль физических нагрузок разной модальности для коррекции состояния мышц и в целом здоровья стареющих людей получала освещение в научной литературе [7, 35]. Однако в последние годы получены новые знания по связи ряда факторов питания с массой скелетных мышц (МСкМ), их силой, функциями и физической дееспособностью стареющего человека, в том числе, на фоне тренирующих нагрузок [10, 14, 17]. В наши дни эти знания транслируются в стратегии управления саркопенией, сочетающие в основном тренировки на сопротивление и дополнительное потребление нутриентов в составе продуктов питания или пищевых добавок, способствующих анаболическим процессам в скелетных мышцах и улучшению их силы и производительности [31]. Комбинированные превентивные стратегии (скорректированное питание и улучшение физического статуса людей) по отношению к саркопении рассматриваются в настоящее время как потенциально наиболее действенные в профилактике её возникновения и прогрессирования.

Эффективная профилактика саркопении позволит сохранить все важные функции скелетных мышц, имеющих большое значение для поддержания функционального состояния человека старческого возраста, улучшить его здоровье и качество жизни, а также способствовать повышению общественного здоровья [29, 34].

В данном обзоре на основании фактов, полученных в последние годы исследователями разных стран, ставилось целью проанализировать современное состояние столь актуальной проблемы профилактики саркопении.

### **Детерминанты возникновения и прогрессирования саркопении**

В табл. 1 представлены детерминанты неблагоприятных изменений в скелетных мышцах и организме при старении человека, приводящие к саркопении; слева – нарастающие с возрастом, а справа – снижающиеся (по S. C. Khor et al. [17]). Среди негенетических детерминант и саркопении и её последствий большинство факторов риска возрастано-зависимых изменений являются модифицируемыми и могут быть мишенью превентивных воздействий. В группе этих факторов повышенный оксидантный стресс, по-видимому, является одной из главных мишеней профилактики, так как он при старении в наибольшей мере способствует модуляции сигнальных каскадов, что может напрямую привести к саркопении [17]. Вместе с тем, эти авторы считают, что этиология саркопении всё ещё остаётся недостаточно изученной. Хотя некоторые исследователи указывают, что факторы внешней среды играют наибольшую роль в изменениях, развивающихся в старческом возрасте и приводящих к саркопении, должно приниматься во внимание и влияние генетических факторов.

Таблица 1. Детерминанты возникновения и прогрессирования саркопении



### Физические нагрузки как стратегия профилактики саркопении

Саркопения в наши дни является фокусом интенсивных, в том числе, фундаментальных, исследований эффектов двигательной активности и физических тренировок у пожилых и старых людей [12, 24]. Увеличивается число доказательств возможности торможения развития саркопении, а также уменьшения её последствий, в частности, при помощи наращивания физической активности людей [10, 33]. Поэтому А. А. Sayer [32] считал, что настало время для широкого транслирования этих находок в практику, так как адекватная возрасту двигательная активность может привести даже к обратному развитию изменений, характеризующих саркопению [12].

Для увеличения двигательной активности и улучшения физического статуса пожилых и старых людей в рамках программ, реализующихся, например, в Японии под эгидой «Медицина Анти-старения», рекомендуется ежедневная ходьба в течение длительного времени [22]. Через 2,5 года под влиянием двигательной нагрузки в виде ходьбы происходило торможение темпов постарения мышц и сосудов на фоне продолжающегося увеличения костного и гормонального возраста. Таким образом, доказано, что дополнительные ежедневные занятия ходьбой могут замедлять возраст-зависимые изменения в мышцах и сосудах и, следовательно, выполнять защитную роль по отношению к их функциям и тормозить возникновение и прогрессирование саркопении. Авторы отмечают, что ходьба является самым безопасным методом увеличения двигательной активности и представляет собой её идеальную модель для старых людей. Кроме того, длительная ходьба противодействует факторам риска возраст-зависимых кардиоваскулярных заболеваний и улучшает качество жизни.

Упражнения с сопротивлением нарастающей интенсивности могут замедлить развитие саркопении и даже дать обратный ход риску атрофии мышц с возрастом [14]. Показано, что ежедневные тренировки на сопротивление людей 60–95 лет в течение 3–18 месяцев и более приводят к нарастанию МСкМ, улучшают их силу и физическую производительность (судя по результатам динамометрии, тестов 12-минутной ходьбы, подъёма по лестнице, вставания со стула и др.). Для профилактики прогрессирования

саркопении можно также использовать комплексные программы с чередованием различных видов аэробных нагрузок, упражнений на сопротивление, гибкость, равновесие, что, по сравнению с группами контроля, даёт позитивный результат. У женщин высокоинтенсивные физические тренировки разной модальности более 18 месяцев приводили к улучшению всех характеристик скелетных мышц, удерживающегося в течение 3 месяцев последствия, но в смешанных по полу группах в среднем нарастали только сила и/или производительность мышц [18].

Физические тренировки стареющих людей на сопротивление, как подытоживают свой анализ А. Cruz-Jentoft et al. [9], чаще приводят к улучшению силы и производительности мышц, и только примерно в половине исследований выявлено увеличение МСкМ. Наиболее редко отмечается эффект нарастания МСкМ у слабых, малоподвижных старых людей. Сочетание разных видов физических тренировок в процессе реабилитации после длительного постельного режима также может увеличивать силу и производительность скелетных мышц. Более того, физические тренировки и повышение повседневной двигательной активности старых людей позитивно влияют на их общее состояние. Важность физической активности при старении, особенно упражнений на сопротивление, состоит не только в улучшении протеинового анаболизма в скелетных мышцах, но и в увеличении объема энергии, улучшении аппетита и в большем количестве потребляемой пищи при ранее недостаточном питании [38].

Для получения значимых результатов рекомендуются минимум 3-х месячные программы ежедневных физических тренировок с адекватной возрасту повседневной двигательной активностью. Тренировочные программы для пожилых и старых людей с саркопенией, включающие упражнения с сопротивлением, а также аэробные и комплексные двигательные программы, сочетающие физические нагрузки разной модальности, должны быть индивидуализированными. Очень важно поддерживать функциональный объём движений, и в начале реализации программ следует использовать минимальные нагрузки. Необходимо осуществлять постоянное наблюдение за пациентами, что обеспечит безопасность тренировок и поддержание хорошего самочувствия и психологической комфортности. Отметим, что процесс рекондиционирования после длительной гиподинамии у пожилых и старых людей должен длиться намного

дольше, чем у молодых пациентов. Разумеется, людям с тяжёлыми формами гипертонической болезни, аритмиями, а также после инфаркта миокарда или инсульта, при тяжёлой хронической сердечной недостаточности силовые тренировки противопоказаны.

По заключению EWGSOP [9], для повышения достоверности результатов исследований разных авторов и возможности их валидного сравнения необходима стандартизация физических нагрузок и временных точек контроля эффектов тренирующих воздействий (4 недели, 8 недель, 3 месяца, 6 месяцев и 1 год). При этом рекомендуется использовать батарею кратких функциональных тестов (сила сжатия кисти, разгибания коленного сустава, скорость ходьбы на 12 м, время вставания со стула без посторонней помощи и другие), что позволит проводить их на всём протяжении пролонгированного исследования. Кроме того, необходима чёткая идентификация групп воздействия при надёжно установленной саркопении.

Достаточная физическая активность вполне способна решить часть проблем пожилых людей: сбросить излишний вес, улучшить работу сердца, снизить риск появления артрита и артрозов, замедлить уменьшение мышечной массы и усилить выработку тестостерона. Физические нагрузки могут перевести биологические часы с ускоренного хода на умеренный. Тренировки пожилых людей должны проходить в режиме коротких занятий: 6 раз в неделю по 30 минут, а не 3 раза по часу, как для молодых. Прежде всего, следует выполнять те движения, которые укрепляют мышцы и делают тело более гибким, улучшают равновесие. Такие упражнения уменьшают риск падений и переломов [35].

В целом, пролонгированные физические тренировки пожилых и старых людей с саркопенией на сопротивление или комплексные физические нагрузки (в сочетании с аэробными, на растяжение, равновесие) всегда приводят к увеличению силы и производительности скелетных мышц и реже – к нарастанию их массы. Для реализации последней задачи рекомендуется сочетать физические нагрузки с употреблением пациентами определённых нутриентов в продуктах питания или в составе пищевых добавок [8, 9, 18, 19].

### **Роль питания в профилактике саркопении**

Полноценное питание – это предиктор качества жизни и долгожительства старых людей. Недостаточное питание по количеству или составу нутриентов, а также по объёму принимаемой пищи, – одни из основных причин развития саркопении [9, 11, 27, 38]. Установлено, что между 35–40 годами жизни повышается уязвимость организма к факторам внешней среды и начинают проявляться признаки измененного или недостаточного питания: протеиновая или энергетическая недостаточность, дефицит антиоксидантов, незаменимых аминокислот, витаминов С, D, E и минералов, малое потребление воды и другие [30]. Нарушается аппетит, количество принимаемой пищи между 40 и 70 годами жизни снижается в среднем на 25%, что ставит пожилых людей перед риском неадекватного поступления в организм нутриентов [26]. В обзоре S. Robinson et al. [27] приводятся данные, что, например, в Великобритании 14% мужчин и женщин старческого возраста, проживающих в коммунах, и 21% живущих в домах престарелых, находятся в группах среднего и высокого риска по недостаточности питания, а среди поступающих в клиники недостаточность питания диагностируется примерно у 72% пожилых и старых пациентов. При недоедании уменьшается безжировая масса тела и МСкМ, нарушаются функции мышц и общая работоспособность человека,

усугубляется слабость – развивается саркопения [11, 34]. Для таких пациентов требуется индивидуальная поддержка питанием. Для предупреждения саркопении, для того, чтобы превентивные воздействия были более эффективными, необходимо как можно раньше выявлять её предвестники (например, уменьшение силы скелетных мышц) у людей в среднем возрасте) и признаки прогрессирования саркопении [38]. Питание может оказывать модифицирующее воздействие на саркопению [2, 9, 27, 32].

Предупреждение возрастного снижения массы, силы и производительности скелетных мышц является ключевым в защите физических возможностей старых людей и удлинения их независимой жизни. Развитие превентивных стратегий должно опираться на факторы риска саркопении, которые во многом обусловлены образом жизни и, повторим, являются модифицируемыми. Важную роль в поддержании здоровья стареющего человека играет диета с оптимальным содержанием нутриентов, в первую очередь протеина.

*Протеин в профилактике саркопении.* Протеин пищевых продуктов обеспечивает организм аминокислотами, необходимыми для синтеза мышечного протеина и стимулирующими его после приёма пищи. У стариков анаболические процессы в мышцах чаще всего мало выражены, что повышает значимость рекомендаций по необходимому увеличению потребления протеина. Протеин в продуктах питания является ключевым нутриентом для старых людей. Недостаточное потребление протеина с пищей является одним из главных механизмов, лежащих в основе саркопении [28]. Хотя воздействие питанием является важным средством предупреждения возникновения саркопении и торможения её прогрессирования, многие исследования посвящены изучению краткосрочного синтеза протеина в скелетных мышцах, а больших пролонгированных клинических серий проведено ещё недостаточно, отмечают A.Cruz-Jentoft et al. [9]. Тем не менее, суммария результатов различных исследований позволила заключить, что для пожилых и старых людей, тем более с саркопенией, сейчас рекомендуется увеличение ежедневного потребления протеина с 0,8 г/кг до 1,2 г/кг массы тела и более, что объясняется «анаболическим сопротивлением» – сниженным синтезом протеина в мышцах старых людей при употреблении протеина с пищей [5, 19]. Увеличить поступление протеина в организм можно или путём улучшения диеты, или направленным использованием пищевых добавок с определённым набором нутриентов [2, 11]. Пищевые добавки с протеином и другими нутриентами обеспечивают поступление примерно 400 ккал/день. Адекватное количество протеина высокого качества, поступающего в организм с пищей, важно для оптимальной стимуляции синтеза протеина в мышцах и предупреждения потери массы и функциональных возможностей скелетных мышц при старении [38]. Было установлено, что при употреблении энергетических и протеиновых пищевых добавок старыми людьми на фоне недоедания приводит к гораздо менее выраженной потере МСкМ и меньшей смертности, чем в группе их сверстников с аналогичным дефицитом питания.

Для стимуляции синтеза мышечного протеина и наращивания МСкМ при саркопении отмечается важность приёма пищи, содержащей необходимое количество протеина, не один раз в сутки, а в пропорциональных его количествах с каждой едой [6]. Однако стандартизация дозировки дополнительного поступления в организм старых людей протеина с пищей и пищевыми добавками затруднена в связи с разными условиями проведенных исследований [3].

Изменения массы и силы скелетных мышц при старении человека является отражением не только скорости их уменьшения в пожилом и старческом возрасте, но и пиковых величин, достигнутых в молодости [27]. Имеет значение масса тела ребёнка при рождении, особенности питания на протяжении всей жизни человека, начиная с самого раннего детства. Обращается внимание и на белковый состав молока, включаемого в рацион детей после прекращения грудного вскармливания [27]. Все эти факторы являются предикторами успеха / неуспеха превентивных стратегий при саркопении в старческом возрасте.

**Незаменимые аминокислоты.** В проведенных исследованиях роли незаменимых аминокислот было продемонстрировано, что содержание в составе таких пищевых добавок лейцина (не менее 2,5–2,8 г) способно замедлять возрастное истощение скелетных мышц, в том числе путём взаимодействия с протеолитическими проводящими путями [25]. Установлено, что 12-недельный ежедневный приём пожилыми женщинами пищевых добавок со смесью биоактивного метаболита лейцина, аргинина и лизина может позитивно изменять показатели силы скелетных мышц, массы свободной жировой ткани и синтез протеина. Все эти данные говорят о том, что пищевые добавки с лейцином могут быть частью потенциальной стратегии борьбы с прогрессированием саркопении, но для установления оптимально эффективных и безопасных его доз для старых людей необходимы дополнительные исследования [25]. Ожидает также уточнения постоянство изменения МСкМ, силы мышц и их производительности при использовании пищевых добавок с аминокислотами. В одних исследованиях получали улучшение массы и силы мышц, в других – только их производительности [18]. Установлено, что пищевые добавки с незаменимыми аминокислотами стимулируют синтез мышечного протеина в большей мере, чем при содержании в них заменимых аминокислот [3]. Однозначно, однако, что старые люди должны быть мотивированы на употребление пищевых продуктов с высоким содержанием незаменимых аминокислот, в частности, говядины, рыбы и пищевых волокон [34, 39].

**Значение витаминов в предупреждении прогрессирования саркопении.** В современных условиях нарастает интерес исследователей к всё более распространяющемуся во всём мире низкому витаминному статусу населения, в том числе, по витамину D, приводящему к ухудшению здоровья и уменьшению силы скелетных мышц и физических функций у старых людей. В идентичных по условиям жизни группах различия в индивидуальной силе мышц связаны с полиморфизмом гена рецептора витамина D, изолированного от скелетной мышцы, что указывает на его самостоятельное значение как мишени воздействия [13]. Прямой эффект недостатка витамина D в пище на мышечные функции установлен во многих исследованиях, как, например, 4<sup>х</sup>-кратное увеличение риска слабости у старых мужчин и женщин с низким D-витаминным статусом (при содержании сывороточного витамина D менее 15 нг/мл) [40]. Мета-анализ показал, что пищевые добавки с витамином D (700–1000 IE/день) снижают риск падений у старых людей на 19% [4]. Однако, судя по другим исследованиям, пищевые добавки с витамином D не всегда связаны с улучшением физических функций, которые можно измерить, и их эффекты всё ещё противоречивы, что может быть обусловлено различиями в методологии. Тем не менее, недостаточность витамина D является общей проблемой для старых людей, и необходимы дальнейшие исследования путей её коррекции [31, 40].

Общеизвестно, что витамин E – жирорастворимый витамин с антиоксидативными функциями. Он проявляет позитивный эффект не только в лечении различных заболеваний, но и предупреждении старения. В обзоре S. C.Khor et al. [17] проанализирована роль витамина E в профилактике саркопении. В частности, витамин E играет большую роль в восстановлении мембран миоцитов у старых людей даже при массивном образовании реактивных форм кислорода при физической нагрузке. У японских мужчин авитаминоз E сопровождался снижением силы мышц и прогрессированием саркопении. В другой серии у людей со старческой слабостью отмечалось значительно более низкое содержание циркулирующего витамина E по сравнению с людьми этой же возрастной группы, но без мышечной и общей слабости. В противовес этому во многих исследованиях показано, что пищевые добавки с витамином E (токоферолом или токотриенолом) способствуют уменьшению накопления недоокисленных продуктов жизнедеятельности клеток, попадания свободных радикалов в клеточные мембраны и липопротеины плазмы крови, противодействуют воспалительным процессам, вызывают затормаживание или предупреждение развития мышечной слабости при старении. В Италии, например, у 1156 добровольцев 65–102 лет при ежедневном употреблении пищевых добавок с витамином E были выявлены позитивные корреляции между его содержанием в плазме и силой скелетных мышц, а также физической работоспособностью старых людей. Так как недостаточное потребление витамина E является одним из факторов, вносящих вклад в развитие саркопении, этот компонент при нормальном его поступлении и усвоении потенциально может выполнять превентивную и лечебную функцию в отношении развития и прогрессирования этого нарушающего здоровье и качество жизни синдрома.

**Нутриенты-антиоксиданты.** Роль оксидантного стресса в этиологии различных возраст-зависимых заболеваний установлена во многих исследованиях, а что касается саркопении, то продолжается поиск маркёров оксидативного повреждения скелетных мышц как предиктора нарушения физических функций у старых людей. Выявлено, например, что оксидантный стресс ассоциируется с тяжёлыми нарушениями походки в старческом возрасте, приводящими к потере равновесия и падениям [15]. Повреждения молекул липидов, протеинов и ДНК в скелетных мышцах могут развиваться при накоплении в клетках большого количества реактивных форм кислорода. Во многих пролонгированных исследованиях при кросс-корреляционном анализе установлена связь между высоким антиоксидантным статусом и состоянием физических функций организма; плохой антиоксидантный статус человека является предиктором саркопении и её прогрессирования [16]. У старых людей антиоксидантная защита скелетных мышц ослаблена, и накопление в клетках активных форм кислорода может привести к оксидативному повреждению и внести вклад в уменьшение массы и силы скелетных мышц [Kim et al., 2010]. Воздействие реактивных форм кислорода в норме сбалансировано антиоксидантными механизмами, в которых участвуют некоторые ферменты, а также антиоксиданты, поступающие с пищей (каротиноиды, токоферолы, флавоноиды, растительные полифенолы) [19]. У людей с высоким потреблением каротиноидов с пищей установлен низкий риск развития тяжёлого нарушения ходьбы в течение последующих 6 лет жизни, а также выявлены обратные корреляции между уровнем витамина E и селена в организме и риском повреждения с возрастом физических функций [16].

Низкое потребление антиоксидантов и низкий антиоксидантный статус – всё ещё общая проблема людей старческого возраста, поэтому разработка эффективных стратегий снижения оксидативного повреждения стареющих скелетных мышц, проявляющегося симптомами саркопении, остаётся достаточно актуальной [27].

В обзоре S. Robinson et al. [27] отмечается, что кумулятивный эффект дефицита нутриентов нарастает с добавлением недостатка каждого почти на 10%. Следовательно, при саркопении следует употреблять пищу с многокомпонентным составом нутриентов или компенсировать их недостаточное количество соответствующими пищевыми добавками, содержащими, в том числе, Омега-3 жирные кислоты, способствующие увеличению синтеза протеина. «Здоровая диета» (много овощей и фруктов, жирная рыба, цельные зёрна и др.) ассоциируется с большей силой скелетных мышц старых людей.

Использование многокомпонентных пищевых добавок более эффективно, чем добавок с каким-то одним нутриентом (по аналогии с тем, что в натуральных продуктах «здорового питания» содержится большой набор необходимых нутриентов). Ведь все эти компоненты высоко коррелируют друг с другом, и идентификация влияния какого-либо одного диетического компонента на массу и силу скелетных мышц на фоне общего эффекта весьма проблематична [1]. Кроме того, при этом открываются широкие возможности подбора наиболее действенного состава комплексных пищевых добавок, влияющих на структуру и функции скелетных мышц при саркопении.

**Ограничение калорийности пищи в профилактике прогрессирования саркопении у старых людей.** Саркопения может быть обусловлена ожирением стареющих людей. Одна из форм ожирения в этом возрасте носит название саркопенического ожирения, приводящего к атрофии мышечной ткани, поэтому так важно использовать стратегии управления массой тела и при этом состоянии [20]. При саркопении в сочетании с ожирением независимо от пола, коморбидных состояний, курения и этнических различий происходят более выраженные повреждения митохондрий в мышцах. В обзоре K. Sakuma и A. Yamaguchi [29] обсуждаются обнадеживающие результаты использования при саркопении дозированного ограничения калорийности пищи (ОКП) на 30–40% как средства защиты от повреждений на клеточном уровне [21]. Эта защитная роль обеспечивается способностью ОКП уменьшать инциденты митохондриальных нарушений, подавлять оксидантный стресс (уменьшать количество активных форм кислорода) и противодействовать увеличению апоптоза в волокнах скелетных мышц. ОКП, как и тренировки на выносливость, приводят к увеличению биогенеза митохондрий в мышцах, стабилизируют программу нейромышечной передачи. ОКП в сочетании с использованием пищевых добавок с аминокислотами может быть ключевым воздействием для подавления потери МСкМ в старческом возрасте и обеспечения здорового старения [33].

**Комбинированное использование диеты и физических нагрузок для профилактики возникновения и прогрессирования саркопении**

M. Tieland et al. [37] показали, что использование пищевых добавок только с протеином улучшало физическую работоспособность скелетных мышц, но не их массу или силу. При сочетании же различных белковых добавок с программами физических тренировок в течение 24 недель-18 месяцев нарастала МСкМ, но не их работоспособность [8,

37]. ОКП в сочетании с нагрузками на выносливость вызывают существенную активацию биогенеза митохондрий, противодействуя саркопении [29]. Но в большинстве исследований отмечается, что комбинированное использование умеренных физических нагрузок на сопротивление нарастающей интенсивности и пищевых добавок с различными наборами нутриентов даёт более выраженный и стойкий эффект улучшения массы, силы и производительности скелетных мышц, оказывает позитивное воздействие на физические функции в целом и состояние сердечно-сосудистой системы пожилых и старых людей. Если при употреблении старыми людьми пищи с высоким содержанием протеина синтез мышечного протеина увеличивался у них примерно на 50%, то при сочетании такой диеты с физическими тренировками на сопротивление – более чем на 100% [36]. Однако наряду с другими встаёт вопрос о необходимости длительности поддержания такой диеты.

В заключение приведём мнение A. A.Sayer et al. [31] о том, что будущие направления исследований по проблеме саркопении включают изучение её молекулярных и клеточных механизмов на протяжении всей жизни человека – не только для уточнения этиологии этого прогрессирующего состояния, но и для установления оптимального времени начала превентивных и корректирующих воздействий. Большое поле для будущих исследований – изучение эффективности комплексной профилактики прогрессирования саркопении на более ранних её стадиях, а не когда она уже развилась и диагностирована.

**Литература**

1. Bandayrel K., Wong S. Systematic literature review of randomized controlled trials assessing the effectiveness of nutrition interventions in community-dwelling older adults // J. Nutr. Educ. Behav. 2011. Vol. 43. N 251–262.
2. Bauer J., Biolo G., Cederholm T., et al. Evidence-based recommendation for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study group // J. Am. Med. Dir. Assoc 2013. Vol. 14. P. 542–559.
3. Beasley M., Shikany J. M., Thompson S. A. The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging // Nut. Clin. Pract. Oct. 25, 2013. 0884533613500767.
4. Bischoff-Ferrari H. A., Wison-Hughes B., Staehelin H. B., et al. Fall prevention with supplemental and active forms of vitamin D: a meta-analysis of randomized controlled trials // BMJ. 2009. Vol. 339. b3692.
5. Breen L., Phillips S. M. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly; interventions to counteract to ‘anabolic resistance’ of ageing // Nutr. Metab. (Lond.). 2011. N 8. P. 68.
6. Buford T. W., Anton S. D., Judge A. R., et al. Models of accelerated sarcopenia: critical pieces for solving the puzzle of age-related muscular atrophy // Ageing Res. Ref. 2010. Vol. 9. P. 369–383.
7. Bykov A. T., Sofiadis N. Ph. Health and methods of correction. Thesaloniki: Univ. Studio Press. 2003. 89 p.
8. Chale A., Cloutier G. J., Hau C., et al. Efficacy of whey protein supplementation on resistant exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical functions in mobility-limited older adults // J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. 2013. Vol. 68. P. 682–690.
9. Cruz-Jentoft A. J., Landi F., Schneider S. M., et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS) // Age Ageing. 2014. Vol. 43. N 6. P. 748–759.
10. Denison H. J., Cooper C., Sayer A., Robinson S. M. Prevention and optimal management of sarcopenia: a review of combined exercise and nutrition interventions to improve muscle outcomes in older people // Clin. Intervent. In Ageing. 2015. Vol. 10. P. 559–569.
11. de Souza Genaro P., de Medeiros Pinheiro M., Szejnfeld V. L., Martini L. Dietary protein intake in elderly women // Nut. Clin. Pract. 2014. 08845336145404.
12. Freiburger E., Sieber C., Pfeifer K. Physical activity, exercise and sarcopenia – future challenges // Wien Med. Wochenschr. 2011 Sept. Vol. 161. N 17–18. P. 416–421.
13. Hamilton B. Vitamin D and human skeletal muscle // Scand. J. Med. Sci. Sports. 2010. Vol. 20. P. 182–190.

14. Iolascon G., Pietro G., Gimigliano G., et al. Physical exercise and sarcopenia in older people: position paper of the Italian Society of Orthopaedia and Medicine (OrtoMed) // Clin. Cases Miner Bone Metab. 2014 Sep. Vol. 11. N 3. P. 215–221.
15. Jahn K., Heinze C., Selge C., Schniero R. Gait disorders in geriatric patients. Classification and therapy // Nervenartz. 2015 Apr. Vol. 86. N 4. P. 431–439.
16. Kaiser M., Bandinelli S., Lunenfeld B. Frailty and the role of nutrition in older people. A review of current literature // Acta Biomedica. 2010. Vol. 81. Suppl. 1. P. 37–45.
17. Khor S. C., Abdul Karim N., Wan Ngah W. Z., et al. Vitamin E in sarcopenia: current evidences on its role in prevention and treatment // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2014. Vol. 2014. ID 914853. 16 p.
18. Kim H. K., Suzuki T., Saito K., et al. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial // Am. Geriatr. Soc. 2012. Vol. 60. P. 16–23.
19. Kim J. S., Wilson J. M., Lee S. R. Dietary implications on mechanisms of sarcopenia: roles of protein, amino acids and antioxidants // J. Nutr. Biochem. 2010. Vol. 21. P. 1–13.
20. Li Z., Heber D. Sarcopenic obesity in the elderly and strategies for weight management // Nutr. Rev. 2012. Vol. 70. P. 57–64.
21. Marzetti E., Lees H. A., Wohlgemuth S. E., Leeuwenburgh C. Sarcopenia of aging: underlying cellular mechanisms and protection by calorie restriction // BioFactors. 2009. Vol. 35. N 1. P. 28–35.
22. Miyazaki R., Auabe R., Ishii K., Yonei Y. Longitudinal association between the daily step count and the functional age in older adult participating in a 2,5 year pedometer based Walking program: the YURIN study // Anti-aging Medicine. 2013. Vol. 10. N 4. P. 60–69.
23. Millward D. J. Nutrition and sarcopenia: evidence for an interaction // Proc. Nutr. Soc. 2012. Vol. 71. N 4. P. 566–575.
24. Montero-Fernandez N. I., Serra-Rexach J. A. Role of exercise on sarcopenia in the elderly // Europ. J. Phys. Rehabil. Med. 2013. Vol. 49. N 1. P. 131–143.
25. Nicastro H., Artioli G. G., Costa Ados S., et al. An overview of the therapeutic effects of leucine supplementation on skeletal muscle under atrophic conditions // Amino Acids. 2011. Vol. 40. P. 287–300.
26. Nieuwenhuizen W. F., Weenen H., Rigby P., Hetherington M. M. Older adults and patients in need of nutritional support: review of current treatment options and factors influencing nutritional intake // Clinical Nutrition. 2010. Vol. 29. N 2. P. 160–169.
27. Robinson S., Cooper C., Sayer A. Nutrition and sarcopenia: a review of the evidence and implications for preventive strategies // J. Aging Research. 2012. Vol. 2012. P. 510801.
28. Rom O., Kaisari Sh., Aizenbud D., Resnick A. Z. Lifestyle and sarcopenia – etiology, prevention and treatment // Rambam Maimonides Medical J. 2012. Vol. 3. Issue 4. e0024. (12 p.).
29. Sakuma K., Yamaguchi A. Novel intriguing strategies attenuating to sarcopenia // J. Aging Res. 2012. Vol. 2012. Article ID 251217. 11 p.
30. Sanchez Zaplana I., Maestre Gonzalez E. Alimentacion y envejecimiento // Ref. Enferm. 2013 Jan. Vol. 36. N 6. P. 8–15.
31. Sayer A. A. Sarcopenia: a new geriatric giant: time to translate research finding into clinical practice // Age Ageing. 2014. Vol. 43. N 6. P. 736–737.
32. Sayer A. A., Robinson S. M., Patel H. P., et al. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia // Age Ageing. 2013. Vol. 43. N 2. P. 145–150.
33. Sharples A. P., Hughes D. C., Deane C. S., et al. Longevity and skeletal muscle mass: the role of IGF signaling, the sirtuins, dietary restriction and protein intake // Aging Cell. 2015. Vol. 14. P. 511–523.
34. Smith A. Sarcopenia, malnutrition and nutrient density in older people // Post Reprod. Health. 2014. Vol. 20. N 1. P. 19–21.
35. Sofiadis N. Ph., Malyarenko T. N. Principles of forming of the programs of motor activity for health rehabilitation / Ed. Yu.E. Malyarenko. Thesaloniki: Univ. Studio Press, 2008. 112 p.
36. Symonsi T. B., Sheffield-Moore M., Wolfe R. R., Paddon-Jones D. The anabolic response to resistance exercise and a protein-rich meal is not diminished by age // J. Nutr. Health Aging. 2011. Vol. 15. P. 376–381.
37. Tieland M., Dirks M. L., van der Zwaluw N., et al. Protein supplementation increases muscle mass gain during prolonged resistance-type exercise training in frail elderly people: a randomized. Double-blind, placebo-controlled trial // Am. Med. Dir. Assoc. 2012a. Vol. 13. P. 713–719, 720–726.
38. Volkert D. The role of nutrition in the prevention of sarcopenia // Wien. Med. Wochenschr. 2011 Sep. Vol. 161. N 17–18. P. 409–415.
39. Waters D. L., Baumgartner R. N., Garry P. J., Vellas B. Advantages of dietary, exercise-related, and therapeutic interventions to prevent and treat sarcopenia in adult patients; an update // Clin. Interv. Aging. 2010. N 7. P. 259–270.
40. Wilhelm-Leen E. R., Hall Y. N., Deboer I. H., Chertow G. M. Vitamin D deficiency and frailty in older Americans // J. Intern. Med. 2010. Vol. 268. P. 171–180.