

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Саркопения: как её диагностировать?

А.И. Закревский¹, А.А. Фёдорова^{1, 2}, И.Н. Пасечник¹, Д.Е. Кутепов^{1, 2}¹ Центральная государственная медицинская академия Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация² Клиническая больница № 1 Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Увеличение продолжительности жизни ассоциирует с возрастанием числа лиц, страдающих саркопенией, что проявляется потерей мышечной массы, силы и функций организма (снижение работоспособности) вследствие процессов старения.

Развитие саркопении значительно снижает качество жизни больных и ухудшает результаты лечения при возникновении жизнеугрожающих состояний. К сожалению, клиницисты, недооценивая диагноз, уделяют недостаточно внимания состоянию мышц, а также вопросам профилактики и лечения саркопении.

На сегодняшний день ведутся активные исследования и поиски методов диагностики саркопении и схожих с ней патологических состояний мышечной ткани (кахексия, жировая инфильтрация, воспалительное поражение мышечной ткани). Для выявления саркопении на догоспитальном этапе используют различные шкалы. Так, например, опросник SARC-F позволяет оценить следующие показатели: подъём груза, ходьбу по комнате, вставание с кровати, подъём по лестнице, непроизвольные падения. В стационаре возможность применения шкал ограничена, поэтому более информативны инструментальные методы диагностики, в частности биоимпедансометрия, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, компьютерная и магнитно-резонансная томография, однако наиболее востребованной является ультразвуковая визуализация мышечной ткани.

Динамика выраженности саркопении — перспективный метод, применяемый для оценки нутритивной поддержки и реабилитационных мероприятий у реанимационных больных.

Ключевые слова: саркопения; ультразвуковое исследование; нутритивная поддержка.

Как цитировать

Закревский А.И., Фёдорова А.А., Пасечник И.Н., Кутепов Д.Е. Саркопения: как её диагностировать? // Клиническое питание и метаболизм. 2021. Т. 2, № 1. С. 13–22. DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Sarcopenia and its diagnosis

Anton I. Zakrevsky¹, Anna A. Fedorova^{1, 2}, Igor N. Pasechnik¹, Dmitry E. Kutepov^{1, 2}

¹ Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation

² Clinical hospital 1 of the Department of Presidential Affairs of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

An increased life expectancy is associated with an increased number of persons suffering from sarcopenia, as manifested by a loss of muscle mass, strength, and body functions (decreased performance) due to aging processes.

The development of sarcopenia significantly reduces the quality of life of patients and worsens the results of treatment in the event of life-threatening conditions. Unfortunately, clinicians underestimate its diagnosis and do not pay enough attention to the muscle conditions, as well as the prevention and treatment of sarcopenia.

To date, active research and search for methods for diagnosing sarcopenia and similar pathological conditions of the muscle tissue (cachexia, fatty infiltration, and inflammatory lesions of muscle tissue) are conducted. Various scales are used to detect sarcopenia at the prehospital stage. An example is the Strength, Assistance with Walking, Rising from a Chair, Climbing Stairs, and Falls questionnaire that assess the following indicators: lifting a load, walking around the room, getting out of bed, climbing the stairs, and involuntary falls. The use of scales is limited in a hospital setting; thus, instrumental diagnostic methods are more informative, particularly bioimpedance, dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography, and magnetic resonance imaging, but the most in demand is ultrasound imaging of the muscle tissue.

The dynamics of the severity of sarcopenia is a promising method used to assess nutritional support and rehabilitation measures in patients under intensive care.

Keywords: sarcopenia; ultrasound examination; nutritional support.

To cite this article

Zakrevsky AI, Fedorova AA, Pasechnik IN, Kutepov DE. Sarcopenia and its diagnosis. *Clinical nutrition and metabolism*. 2021;2(1):13–22.

DOI: <https://doi.org/10.17816/clinutr71107>

Received: 30.05.2021

Accepted: 21.07.2021

Published: 02.11.2021

ВВЕДЕНИЕ

Саркопения: терминология и этиопатогенез

Саркопению характеризуют как процесс потери мышечной массы тела человека вследствие старения, пролонгированной иммобилизации, длительного хронического заболевания или нутритивной недостаточности. Данный термин был введён в клиническую практику сравнительно недавно — в 1989 г. [1], а в 2016 г. диагноз «саркопения» уже был включён в Международную классификацию болезней 10-го пересмотра (МКБ-10) под кодом M62.84 [2]. В 2019 г. определение претерпело некоторые изменения, и теперь под саркопенией понимают потери мышечной массы, силы и функции организма (снижение работоспособности), связанные, в первую очередь, с процессом старения [3].

Согласно последнему определению, саркопения является физиологическим процессом, сопровождающим старение, которая в значительном проценте случаев может приводить к выраженным функциональным нарушениям, оказывающим значимое влияние на качество жизни [4]. Частота встречаемости саркопении среди пациентов, находящихся на стационарном лечении, достигает 35%, однако, по мнению отдельных авторов, данная оценка может быть сильно занижена [5].

Пристальное внимание к проблеме связано прежде всего с данными о большом числе пациентов пожилого и старческого возраста, госпитализированных в отделение реанимации и интенсивной терапии, у которых исходно была диагностирована саркопения [6]. Кроме того, наличие саркопении при политравме ассоциирует с длительностью искусственной вентиляции лёгких, ухудшением прогноза заболевания и увеличением показателей летальности [7].

Пребывание в стационаре, иммобилизация и неадекватная нутритивная поддержка способствуют прогрессированию саркопении у больных при различных нозологиях. Вместе с тем клиницисты уделяют недостаточно внимания вопросам профилактики и лечения саркопении, часто пропуская или недооценивая этот диагноз. В связи с этим важно выбирать наиболее доступные и эффективные методы выявления саркопении.

На сегодняшний день ведутся активные исследования и поиски методов диагностики саркопении и схожих с ней патологических состояний мышечной ткани, таких как кахексия, жировая инфильтрация и воспалительное поражение мышечной ткани.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ САРКОПЕНИИ

Различают клинические (скрининговые) и инструментальные методы диагностики саркопении.

Клинические методы диагностики

Для скрининга саркопении чаще всего используют опросник SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rising from chair, Climbing stairs and Falls) [8], по которому оценивают следующие показатели: подъём груза, ходьбу по комнате, вставание с кровати, подъём по лестнице, непроизвольные падения (табл. 1). Саркопению диагностируют при наличии четырёх и более баллов. Однако следует признать, что опросник SARC-F больше подходит для скрининга саркопении у амбулаторных больных.

Кроме того, для оценки мышечной силы широко применяют функциональные тесты — от простых, таких как оценка силы хвата кисти, до более сложных, требующих наличия специального оборудования. В отделении

Таблица 1. Опросник SARC-F для скрининга саркопении [8]

Table 1. SARC-F sarcopenia screening questionnaire [8]

Составляющая	Вопрос	Результат	Балл
Сила	Насколько тяжело для Вас поднять и удерживать груз весом 4–5 кг?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело или не могу поднять	2
Помощь при ходьбе	Насколько тяжело для Вас пройти по комнате?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело, приходится использовать вспомогательные средства или не могу пройти	2
Подъём со стула	Насколько тяжело для Вас подняться со стула или кровати?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело или не могу встать без посторонней помощи	2
Подъём по лестнице	Насколько тяжело для Вас пройти лестничный пролёт в 10 ступенек?	Совсем не тяжело	0
		Немного тяжело	1
		Очень тяжело и не могу пройти	2
Падение	Сколько раз вы упали за последний год?	Ни разу	0
		1–3 падения	1
		4 и более падений	2

реанимации и интенсивной терапии эти методики не всегда выполнимы, соответственно, их информативность низка [9]. Однако у пациентов нерезанимационного профиля было продемонстрировано, что низкая сила четырёхглавой мышцы бедра и сила хвата кисти являются независимыми предикторами смертности [10]. Мы сознательно не рассматриваем подробно методы оценки мышечной силы, т.к. они описаны ранее для пациентов, не нуждающихся в интенсивном лечении.

В стационаре, особенно у больных реанимационного профиля, а также для оценки эффективности терапевтических мероприятий, более информативными являются инструментальные методы диагностики саркопении.

Инструментальные методы диагностики

Биоимпедансометрия

Простой и портативный метод, который не вызывает дискомфорта у пациента и может легко выполняться у постели больного. Биоимпедансный анализ основан на отношении объёма проводника и его электрического сопротивления. Измерение проводится посредством пропускания небольшого переменного электрического тока через тело. Поскольку ток проводится преимущественно через жидкостные компартменты тела, импеданс обратно пропорционален общему количеству воды в организме. Мышечная ткань содержит большое количество электролитов и жидкости, поэтому она является доминирующим проводником [11].

Метод очень прост и быстр в применении, не требует участия квалифицированного персонала, относительно недорог и не подвергает пациентов воздействию радиации. К серьёзным недостаткам данного метода можно отнести большое искажение результатов исследования при наличии нарушений гидратации или выраженных периферических отёков. Чтобы избежать возможной вариабельности результатов, важно проводить исследование максимально стандартизированно; последовательные измерения желательны выполнять в одно и то же время дня [12].

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (dual-energy X-ray absorptiometry, DEXA)

Достаточно удобный и безопасный метод оценки мышечной массы. Он основан на относительном ослаблении телом двух рентгеновских лучей с разной энергией [13]. Учитывая небольшую продолжительность измерения, получаемая пациентом лучевая нагрузка намного ниже, чем при использовании компьютерной томографии (КТ).

DEXA позволяет оценивать соотношение трёх основных компонентов — жировой, костной и мышечной ткани. Рентгеновская абсорбциометрия позволяет также оценивать и так называемую аппендикулярную мышечную массу тела, т.е. суммарную мышечную массу всех четырёх конечностей. Однако последние данные показывают, что расчёт процента массы скелетных мышц (общая

мышечная масса/масса тела $\times 100$) даёт более точную оценку при диагностике саркопении по сравнению с массой аппендикулярных мышц [14]. Хотя рентгеновская абсорбциометрия менее затратна, чем КТ и магнитно-резонансная томография (МРТ), её стоимость высока. Данная методика должна выполняться высококвалифицированным персоналом с наличием достаточного опыта, поэтому она является, скорее, исследовательским инструментом, нежели рутинным тестом в клинической практике.

С ростом интереса и частоты использования DEXA в области оценки саркопении было разработано множество различных индексов для измерения массы скелетных мышц. В качестве базового показателя, как правило, используется масса аппендикулярных скелетных мышц (appendicular skeletal muscle, ASM), которая является суммой безжировой мышечной массы обеих рук и ног. Поскольку мышечная масса сильно коррелирует с общим размером тела человека (весом и ростом в целом), вместо прямого использования абсолютной ASM было предложено несколько модернизированных параметров. Среди них наиболее часто применяется индекс отношения массы аппендикулярных скелетных мышц к квадрату роста (ASM/ht^2), который указан в рекомендациях Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (European Working Group on Sarcopenia in Older People, EWGSOP) как «индекс скелетных мышц» [15]. Использование индекса скелетных мышц впервые предложено R.N. Baumgartner и соавт. в 1998 г. [16]. В этом исследовании авторами было доказано, что индекс ASM/ht^2 значительно коррелирует с частотой такого нежелательного состояния, как «старческая хрупкость». После этого несколько международных сообществ приняли ASM/ht^2 в качестве диагностического индекса саркопении [15]. Ограничение индекса ASM/ht^2 заключается в том, что пациенты с высоким индексом массы тела могут быть оценены как не страдающие саркопенией из-за большого количества жировой массы. Для решения данной проблемы в 2014 г. Фонд национальных институтов здравоохранения по проекту «Саркопения» предложил скорректированный индекс, представляющий отношение аппендикулярной массы тела к индексу массы тела (ASM/BMI), который, несмотря на популярность, всё ещё не получил признания в рекомендациях международных сообществ [17].

Согласно консенсусу, опубликованному в 2019 г., DEXA рекомендуется для диагностики саркопении как в клинической практике, так и при проведении научных исследований [8]. Вместе с тем этот метод достаточно дорог и требует специально подготовленного персонала. В условиях отделения реанимации и интенсивной терапии, по нашему мнению, он имеет ограниченное применение.

Компьютерная и магнитно-резонансная томография

Благодаря лучевым методикам можно не только получить наиболее подробные анатомические детали,

но и оценить объём скелетных мышц. Более того, это единственные методы, позволяющие напрямую оценить содержание висцерального жира в брюшной полости [18]. Они позволяют рассчитать такие показатели, как сегментарная и общая мышечная масса; оценить наличие жировой инфильтрации мышечной ткани, которая влияет на качество мышц и развитие силы [19]. К недостаткам следует отнести лучевую нагрузку для пациента, а также наличие высокоспециализированного персонала, специального программного обеспечения и относительно большого количества времени для выполнения исследования.

Компьютерная томография (КТ) может точно различать ткани тела на основе рентгеновской плотности (радиоденсивности). Например, плотность жировой ткани обычно колеблется в диапазоне от -30 до -190 единиц Хаунсфилда. Благодаря своей точности КТ считается золотым стандартом в оценке количественных и качественных изменений жировой и мышечной ткани, особенно в области туловища, где DEXA ограничена [18].

КТ позволяет не только оценивать количество мышечной ткани, но и проводить качественный анализ, оценивая интенсивность жировой инфильтрации внутри мышцы (миостеатоз) [20], что является большим преимуществом методики. Среди ограничений КТ можно указать то, что при её использовании невозможно дифференцировать истинный миостеатоз от жировой ткани, расположенной между мышечных волокон. Помимо этого, применение КТ ограничено высокой стоимостью этого метода, а также высокой лучевой нагрузкой. Так, эффективная доза облучения при стандартной КТ брюшной полости или органов малого таза обычно составляет около 8 мЗв (для сравнения, радиационный фон окружающей среды равен приблизительно 2,5 мЗв). В последнее время предпринято множество попыток снизить дозу облучения, например, с помощью использования специальных низкодозных техник сканирования или оценки мышечной и жировой ткани на уровне только одного среза. Действительно, исследование D.Y. Yoon и соавт. [21] продемонстрировало, что низкодозная КТ обеспечивает точное и воспроизводимое измерение брюшного жира. Кроме того, для определения состава тела может быть выполнено сканирование только одного среза, что заметно снижает дозу облучения до <1 мЗв [22]. Несмотря на это, уровень лучевой нагрузки при данных исследованиях остаётся высоким, что ограничивает использование КТ исключительно с целью оценки состава тела. В большинстве исследований для оценки состава тела использовались изображения КТ, полученные с целью диагностики иных патологий [12].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) использует различия в последовательности радиочастотных импульсов, чтобы различать жировую ткань и массу без жира. Например, M.S. Lustgarten и R.A. Fielding [23] показано, что короткое время релаксации протонов в режиме T1

и длинное время в режиме T2 указывают на наличие жировой ткани.

МРТ, как и КТ, также является методом поперечной визуализации, позволяющим точно измерить жировые отложения, в том числе висцеральные, и мышечную массу.

Кроме того, с помощью МРТ можно детально оценить структуру и состав тканей, что облегчает оценку объёма и качества отдельных групп мышц. Примечательно, что МРТ также может предоставить информацию об отёке, воспалении в мышцах, жировой инфильтрации, фиброзе и атрофии [24, 25].

В отличие от КТ, МРТ не обладает радиационным воздействием, что делает эту методику более подходящей для долгосрочного наблюдения. Однако МРТ ограничена своей доступностью и высокой стоимостью. Длительное время получения изображения и техническая сложность эксплуатации также являются ограничением исследования. Что касается оценки качества мышечной ткани и миостеатоза, МРТ демонстрирует лучшую визуализацию внутримышечной жировой ткани [22].

МР-спектроскопия (специальный метод МРТ, используемый для оценки химического и молекулярного состава ткани) позволяет различать внутримиецеллюлярный и внемиецеллюлярный жир [20]. Однако этот метод на сегодняшний момент окончательно не валидизирован и применяется лишь в рамках клинических исследований.

Диагностические критерии саркопении при использовании КТ и МРТ

На сегодняшний день нет единого мнения о критериях или пороговых значениях, или даже о том, какие индексы следует использовать для оценки скелетных мышц при выполнении КТ и МРТ в оценке саркопении. Существующие исследования предлагают достаточно широкий диапазон пороговых значений. Например, для измерения общей площади брюшных мышц на уровне L₃-позвонка обычно используются две различные точки отсечения. Первая получена из исследования C.M. Prado и соавт. [26], в котором были предложены следующие пороговые значения для конкретных полов: 52,4 см²/м² для мужчин и 38,5 см²/м² для женщин, при этом пациенты, имеющие показатели ниже этих значений, классифицировались как страдающие саркопенией. Вторая точка отсечения использовалась в исследовании M.C. Martin и соавт. [27], в котором саркопения диагностировалась при общей площади брюшных мышц <41 см²/м² у женщин, а у мужчин в зависимости от индекса массы тела (ИМТ): <43 см²/м² при ИМТ <25 кг/м² и <53 см²/м² при ИМТ >25 кг/м². В ряде других исследований с применением оценки поясничных мышц и мышц бедра для диагностики саркопении использовался ещё более разнообразный диапазон пороговых значений [12].

Таким образом, диагностические пороговые значения, по данным различных авторов, обладают существенной вариабельностью, что требует их стандартизации путём

анализа большого объёма данных и проведения новых крупномасштабных исследований.

Ограничения при использовании КТ и МРТ

На сегодняшний день отсутствует стандартизированный протокол для количественного определения жировой ткани и мышечной массы. В частности, не определены идеальный объём измерения (сканирование всего тела по сравнению с выбором одного среза) и область/уровень измерения. Хотя оценка саркопении на основе визуализации всего тела является наиболее точной, её проведение требует больших временных и материальных затрат, что может оказаться непрактичным в большинстве клинических условий. Поэтому определение того, какой анатомический уровень или какая группа мышц лучше всего представляют общую безжировую массу тела, является очень важным вопросом. На сегодняшний день было сделано три основных предложения: оценивать суммарную площадь мышц на уровне поясничного отдела позвоночника, площадь поясничных мышц на уровне поясничного отдела позвоночника и площадь мышц нижней конечности на уровне середины бедра [28].

В настоящее время наиболее востребованным ориентиром при исследованиях состава тела является уровень L₃ поясничного позвонка, используемый для измерения суммарной площади абдоминальных мышц. Срез на этом уровне включает в себя основные крупные функциональные мышцы человеческого тела, которыми являются поясничная мышца, параспинальные мышцы (мышцы, выпрямляющие позвоночник, квадратная мышца поясницы) и мышцы брюшной стенки (поперечная мышца живота, внешние и внутренние косые мышцы живота, а также прямая мышца живота), что делает данный уровень оптимальным для анализа скелетных мышц. В нескольких исследованиях односрезовое сканирование на уровне L₃ было лучшим компромиссным методом оценки общих объёмов скелетных мышц, висцеральной жировой и подкожной жировой ткани [29–31]. L. Schweitzer и соавт. [30, 32] исследовали уровни от L₁ до L₅, чтобы определить наилучшие уровни оценки скелетных мышц и висцерального жира, используя изображение одного среза МРТ, и подтвердили, что уровень L₃ показал самую высокую корреляцию со скелетными мышцами всего тела и объёмом висцерального жира. Однако многие исследователи использовали уровни L₄, а также оценку на уровне середины бедра.

Односрезовое МРТ-изображение на уровне средней части бедра показало хорошую корреляцию с клиническими критериями саркопении у пожилых людей [33].

Доступность нескольких протоколов для получения изображений ограничивает стандартизацию оценки мышечной массы и качества мышечной ткани. Для выработки оптимального стандартизированного протокола предстоит провести новые крупномасштабные исследования с целью сбора и анализа большого количества данных.

Ультразвуковые методы исследования

В 1980 г. J.Z. Heckmatt и соавт. [34], используя метод ультразвукового исследования (УЗИ), первыми обнаружили, что мышечные волокна при различных мышечных заболеваниях отличаются по внешнему виду от здоровых мышц. В 1982 г. та же группа авторов разработала визуальную оценку для определения мышечной экзогенности, актуальную и в настоящее время (табл. 2) [35].

Впоследствии многочисленными авторами было показано, что при различных мышечных патологиях происходят структурные изменения в мышцах, которые можно легко визуализировать с помощью ультразвука. Например, атрофические изменения в мышцах характеризуются уменьшением их толщины; при жировой дистрофии и замещении фиброзной тканью, а также возрастных изменениях (в частности, при саркопении) экзогенность мышц повышается [36].

УЗИ мышц в режиме «серой шкалы» является наиболее простым методом оценки нормальных и патологически изменённых скелетных мышц и надёжным методом измерения их толщины и площади поперечного сечения.

Мобильность аппаратуры, относительно низкая стоимость исследования и скорость получения диагностического результата отличают УЗИ от прочих лучевых методик и дают заметное преимущество в целом ряде клинических ситуаций (особенно у маломобильных пациентов и пациентов реанимационного профиля). Современные УЗ-сканеры позволяют визуализировать мышечную ткань с разрешением до 0,1 мм (например, при использовании МРТ 3 Тесла можно достигнуть разрешения изображения до 0,2×0,2×1 мм) [36]. Отсутствие лучевой нагрузки делает реальным применение УЗ-методики для всех пациентов, включая детей и беременных женщин.

Ещё одно важное преимущество УЗИ — это возможность визуализировать целиком всё мышечное волокно;

Таблица 2. Градации степени экзогенности мышц по J.Z. Heckmatt и соавт. [35]

Table 2. Gradations of the degree of echogenicity of muscles according to J.Z. Heckmatt et al. [35]

Степень I	Нормальная экзогенность
Степень II	Повышенная интенсивность эхо-сигнала от мышц с отчётливой визуализацией поверхности кости
Степень III	Выраженное усиление эхо-сигнала от мышц со сниженной визуализацией поверхности кости
Степень IV	Сильно выраженное усиление эхо-сигнала от мышц и полная потеря визуализации поверхности кости

в режиме реального времени вычислить объём мышц, оценить изменения их экзогенности и структуры, выявить признаки воспаления, отёка, фиброза, атрофии и инфильтрации жировой тканью даже для глубокорасположенных скелетных мышц [37]. Исключение составляют мышцы, находящиеся в области таза (их бывает сложно визуализировать из-за поглощения ультразвуковых лучей поверхностными слоями тканей, такими как кожа, подкожная клетчатка), или более поверхностно расположенные мышцы.

К основным ограничениям УЗИ следует отнести зависимость получаемых результатов от опыта специалиста, выполняющего исследование, и низкую воспроизводимость результатов, что диктует необходимость разработки стандартизированного протокола УЗИ-исследования мышц. Кроме того, УЗИ-сканеры разных производителей демонстрируют технологическое разнообразие и используют разные методы калибровки, что затрудняет прямое сравнение результатов различных исследований [18]. Имеют значение и такие факторы, как программные настройки УЗИ-сканера, возраст и пол обследуемых пациентов.

В последние годы отмечается растущий интерес к УЗИ-методикам при изучении скелетных мышц [37], однако публикации, посвящённые применению УЗИ-методик в диагностике миопатий, в частности в диагностике саркопении, немногочисленны.

Весьма многообещающим в диагностике различных патологий мышц, в частности саркопении, на наш взгляд, является особый режим УЗИ — эластография (компрессионная и сдвиговая волны), которая помимо качественной позволяет произвести также количественную оценку плотности мышц, обеспечить большую воспроизводимость результатов, что особенно важно при исследованиях в динамике на фоне лечения или проводимой нутритивной поддержки у реанимационных больных [9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пристальное внимание к вопросам саркопении обусловлено неуклонным увеличением числа больных,

особенно среди лиц пожилого и старческого возраста, имеющих проблемы со скелетной мускулатурой. Развитие саркопении часто пропускается клиницистами и не учитывается в процессе лечения основной нозологии. Однако саркопении относится к факторам, ухудшающим прогноз заболевания. Инструментальные методы наиболее полно позволяют оценивать динамику саркопении в процессе лечения. Самыми востребованными и безопасными являются ультразвуковые методы визуализации. С помощью УЗИ-диагностики оценка эффективности нутритивной поддержки у больных реанимационного профиля представляется наиболее перспективной.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А.И. Закревский, А.А. Фёдорова, И.Н. Пасечник, Д.Е. Кутепов — разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста; И.Н. Пасечник — обоснование научной значимости. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. A.I. Zakrevsky, A.A. Fedorova, I.N. Pasechnik, D.E. Kutevov — concept of the article, data obtaining and analyzing, writing and editing the text of the article; I.N. Pasechnik — substantiation of scientific significance. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosenberg I.H. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. *Proceedings of a conference. Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988* // *Am J Clin Nutr.* 1989. Vol. 50, N 5, Suppl. P. 1121–1235.
2. Anker S.D., Morley J.E., von Haehling S. Affiliations expand Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia // *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016. Vol. 7, N 5. P. 512–514. doi: 10.1002/jcsm.12147
3. Cruz-Jentoft A.J., Baeyens J.P., Bauer J.M., et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People // *Age Ageing.* 2010. Vol. 39, N 4. P. 412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034
4. Scharf G., Heineke J. Finding good biomarkers for sarcopenia // *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2012. Vol. 3, N 3. P. 145–148. doi: 10.1007/s13539-012-0081-7
5. Malmstrom T.K., Morley J.E. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia // *J Am Med Dir Assoc.* 2013. Vol. 14, N 8. P. 531–532. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.018
6. Paris M.T., Mourtzakis M., Day A., et al. Validation of bedside ultrasound of muscle layer thickness of the quadriceps in the critically ill patient (VALIDUM Study) // *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2017. Vol. 41, N 2. P. 171–180. doi: 10.1177/0148607116637852

7. Moisey L.L., Mourtzakis M., Cotton B.A., et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients // *Crit Care*. 2013. Vol. 17, N 5. P. R206. doi: 10.1186/cc12901
8. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis // *Age Ageing*. 2019. Vol. 48, N 1. P. 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
9. Пасечник И.Н., Закревский А.И., Талызин П.А., Мазова М.С. Саркопения: взгляд анестезиолога-реаниматолога // *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2021. Т. 1. С. 82–89. doi: 10.26269/zqkk-j843
10. Newman A.B., Kupelian V., Visser M., et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006. Vol. 61, N 1. P. 72–77. doi: 10.1093/gerona/61.1.72
11. Zheng E., Shao S., Webster J.G. Impedance of skeletal muscle from 1 Hz to 1 MHz // *IEEE Trans Biomed Eng*. 1984. Vol. 31, N 6. P. 477–481. doi: 10.1109/TBME.1984.325417
12. Boutin R.D., Yao L., Canter R.J., Lenchik L. Sarcopenia: current concepts and imaging implications // *AJR Am J Roentgenol*. 2015. Vol. 205, N 3. P. W255–266. doi: 10.2214/AJR.15.14635
13. Bazzocchi A., Diano D., Ponti F., et al. A 360-degree overview of body composition in healthy people: relationships among anthropometry, ultrasonography, and dual-energy X-ray absorptiometry // *Nutrition*. 2014. Vol. 30, N 6. P. 696–701. doi: 10.1016/j.nut.2013.11.013
14. Anandavadevelan P., Lagergren P. Cachexia in patients with oesophageal cancer // *Nat Rev Clin Oncol*. 2016. Vol. 13, N 3. P. 185–198. doi: 10.1038/nrclinonc.2015.200
15. Kim K.M., Jang H.C., Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia // *Korean J Intern Med*. 2016. Vol. 31, N 4. P. 643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015
16. Baumgartner R.N., Koehler K.M., Gallagher D., et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico // *Am J Epidemiol*. 1998. Vol. 147, N 8. P. 755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520
17. Cawthon P.M., Peters K.W., Shardellet M.D., et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014. Vol. 69, N 5. P. 567–575. doi: 10.1093/gerona/glu023
18. Guerri S., Mercatelli D., Gómez M.P., et al. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia // *Quant Imaging Med Surg*. 2018. Vol. 8, N 1. P. 60–85. doi: 10.21037/qims.2018.01.05
19. Sergi G., Trevisan C., Veronese N., et al. Imaging of sarcopenia // *Eur J Radiol*. 2016. Vol. 85, N 8. P. 1519–1524. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.04.009
20. Miljkovic I., Zmuda J.M. Epidemiology of myosteatosis // *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010. Vol. 13, N 3. P. 260–264. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337d826
21. Yoon D.Y., Moon J.H., Kim H.K., et al. Comparison of low-dose CT and MR for measurement of intra-abdominal adipose tissue: a phantom and human study // *Acad Radiol*. 2008. Vol. 15, N 1. P. 62–70. doi: 10.1016/j.acra.2007.07.013
22. Seabolt L.A., Welch E.B., Silver H.J. Imaging methods for analyzing body composition in human obesity and cardiometabolic disease // *Ann N Y Acad Sci*. 2015. Vol. 1353. P. 41–59. doi: 10.1111/nyas.12842
23. Lustgarten M.S., Fielding R.A. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials // *J Nutr Health Aging*. 2011. Vol. 15, N 5. P. 368–375. doi: 10.1007/s12603-011-0049-x
24. Dalakas M.C. Inflammatory muscle diseases // *N Engl J Med*. 2015. Vol. 372, N 18. P. 1734–1747. doi: 10.1056/NEJMr1402225
25. Erlandson M.C., Lorbergs A.L., Mathur S., Cheung A.M. Muscle analysis using pQCT, DXA and MRI // *Eur J Radiol*. 2016. Vol. 85, N 8. P. 1505–1511. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.03.001
26. Prado C.M., Lieffers J.R., McCargaret L.J., et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study // *Lancet Oncol*. 2008. Vol. 9, N 7. P. 629–635. doi: 10.1016/S1470-2045(08)70153-0
27. Martin L., Birdsall L., Macdonald N., et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index // *J Clin Oncol*. 2013. Vol. 31, N 12. P. 1539–1547. doi: 10.1200/JCO.2012.45.2722
28. Morrell G.R., Ikizler T.A., Chenet X., et al. Psoas muscle cross-sectional area as a measure of whole-body lean muscle mass in maintenance hemodialysis patients // *J Ren Nutr*. 2016. Vol. 26, N 4. P. 258–264. doi: 10.1053/j.jrn.2016.02.002
29. Noumura Y., Kamishima T., Sutherland K., Nishimura H. Visceral adipose tissue area measurement at a single level: can it represent visceral adipose tissue volume? // *Br J Radiol*. 2017. Vol. 90, N 1077. P. 20170253. doi: 10.1259/bjr.20170253
30. Schweitzer L., Geisler C., Pourhassan M. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? // *Am J Clin Nutr*. 2015. Vol. 102, N 1. P. 58–65. doi: 10.3945/ajcn.115.111203
31. Yip C., Dinkel C., Mahajanet A., et al. Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome // *Insights Imaging*. 2015. Vol. 6, N 4. P. 489–497. doi: 10.1007/s13244-015-0414-0
32. Schweitzer L., Geisler C., Pourhassan M., et al. Estimation of skeletal muscle mass and visceral adipose tissue volume by a single magnetic resonance imaging slice in healthy elderly adults // *J Nutr*. 2016. Vol. 146, N 10. P. 2143–2148. doi: 10.3945/jn.116.236844
33. Tosato M., Marzetti E., Cesaril M. et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers // *Aging Clin Exp Res*. 2017. Vol. 29, N 1. P. 19–27. doi: 10.1007/s40520-016-0717-0
34. Heckmatt J.Z., Dubowitz V., Leeman S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging // *Lancet*. 1980. Vol. 1, N 8183. P. 1389–1390. doi: 10.1016/s0140-6736(80)92656-2
35. Heckmatt J.Z., Leeman S., Dubowitz V. Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease // *J Pediatr*. 1982. Vol. 101, N 5. P. 656–660. doi: 10.1016/s0022-3476(82)80286-2
36. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound // *Europ J Translational Myology*. 2010. Vol. 20, N 4. P. 145–155. doi: 10.4081/ejtm.2010.1812
37. Ticinesi A., Meschi T., Narici M.V., et al. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective // *J Am Med Dir Assoc*. 2017. Vol. 18, N 4. P. 290–300. doi: 10.1016/j.jamda.2016.11.013

REFERENCES

1. Rosenberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. Proceedings of a conference. Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988. *Am J Clin Nutr*. 1989;50(5 Suppl):1121–235.
2. Anker SD, Morley JE, von Haehling S. Affiliations expand Welcome to the ICD-10 code for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016;7(5):512–514. doi: 10.1002/jcsm.12147
3. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034
4. Scharf G, Heineke J. Finding good biomarkers for sarcopenia. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2012;3(3):145–148. doi: 10.1007/s13539-012-0081-7
5. Malmstrom TK, Morley JE. SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2013;14(8):531–532. doi: 10.1016/j.jamda.2013.05.018
6. Paris MT, Mourtzakis M, Day A, et al. Validation of bedside ultrasound of muscle layer thickness of the quadriceps in the critically ill patient (VALIDUM Study). *JPEN J Parenter Enteral Nutr*. 2017;41(2):171–180. doi: 10.1177/0148607116637852
7. Moisey LL, Mourtzakis M, Cotton BA, et al. Skeletal muscle predicts ventilator-free days, ICU-free days, and mortality in elderly ICU patients. *Crit Care*. 2013;17(5):R206. doi: 10.1186/cc12901
8. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169
9. Pasechnik IN, Zakrevsky AI, Talyzin PA, Mazova MS. Sarcopenia: the view of an anesthesiologist-resuscitator. *Kremlin medicine. Clinical Bulletin*. 2021;(1):82–89. (In Russ). doi: 10.26269/zqkk-j843
10. Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(1):72–77. doi: 10.1093/gerona/61.1.72
11. Zheng E, Shao S, Webster JG. Impedance of skeletal muscle from 1 Hz to 1 MHz. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1984;31(6):477–481. doi: 10.1109/TBME.1984.325417
12. Boutin RD, Yao L, Canter RJ, Lenchik L. Sarcopenia: current concepts and imaging implications. *AJR Am J Roentgenol*. 2015;205(3):W255–266. doi: 10.2214/AJR.15.14635
13. Bazzocchi A, Diano D, Ponti F, et al. A 360-degree overview of body composition in healthy people: relationships among anthropometry, ultrasonography, and dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutrition*. 2014;30(6):696–701. doi: 10.1016/j.nut.2013.11.013
14. Anandavivelan P, Lagergren P. Cachexia in patients with oesophageal cancer. *Nat Rev Clin Oncol*. 2016;13(3):185–198. doi: 10.1038/nrclinonc.2015.200
15. Kim KM, Jang HC, Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia. *Korean J Intern Med*. 2016;31(4):643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015
16. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*. 1998;147(8):755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520
17. Cawthon PM, Peters KW, Shardellet MD, et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014;69(5):567–575. doi: 10.1093/gerona/glu023
18. Guerri S, Mercatelli D, Gómezet MP, et al. Quantitative imaging techniques for the assessment of osteoporosis and sarcopenia. *Quant Imaging Med Surg*. 2018;8(1):60–85. doi: 10.21037/qims.2018.01.05
19. Sergi G, Trevisan C, Veronese N, et al. Imaging of sarcopenia. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1519–1524. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.04.009
20. Miljkovic I, Zmuda JM. Epidemiology of myosteatosis. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010;13(3):260–264. doi: 10.1097/MCO.0b013e328337d826
21. Yoon DY, Moon JH, Kim HK, et al. Comparison of low-dose CT and MR for measurement of intra-abdominal adipose tissue: a phantom and human study. *Acad Radiol*. 2008;15(1):62–70. doi: 10.1016/j.acra.2007.07.013
22. Seabolt LA, Welch EB, Silver HJ. Imaging methods for analyzing body composition in human obesity and cardiometabolic disease. *Ann N Y Acad Sci*. 2015;1353:41–59. doi: 10.1111/nyas.12842
23. Lustgarten MS, Fielding RA. Assessment of analytical methods used to measure changes in body composition in the elderly and recommendations for their use in phase II clinical trials. *J Nutr Health Aging*. 2011;15(5):368–375. doi: 10.1007/s12603-011-0049-x
24. Dalakas MC. Inflammatory muscle diseases. *N Engl J Med*. 2015;372(18):1734–1747. doi: 10.1056/NEJMra1402225
25. Erlandson MC, Lorbergs AL, Mathur S, Cheung AM. Muscle analysis using pQCT, DXA and MRI. *Eur J Radiol*. 2016;85(8):1505–1511. doi: 10.1016/j.ejrad.2016.03.001
26. Prado CM, Lieffers JR, McCargaret LJ, et al. Prevalence and clinical implications of sarcopenic obesity in patients with solid tumours of the respiratory and gastrointestinal tracts: a population-based study. *Lancet Oncol*. 2008;9(7):629–635. doi: 10.1016/S1470-2045(08)70153-0
27. Martin L, Birdsell L, Macdonaldet N, et al. Cancer cachexia in the age of obesity: skeletal muscle depletion is a powerful prognostic factor, independent of body mass index. *J Clin Oncol*. 2013;31(12):1539–1547. doi: 10.1200/JCO.2012.45.2722
28. Morrell GR, Ikizler TA, Chenet X, et al. Psoas muscle cross-sectional area as a measure of whole-body lean muscle mass in maintenance hemodialysis patients. *J Ren Nutr*. 2016;26(4):258–264. doi: 10.1053/j.jrn.2016.02.002
29. Noumura Y, Kamishima T, Sutherland K, Nishimura H. Visceral adipose tissue area measurement at a single level: can it represent visceral adipose tissue volume? *Br J Radiol*. 2017;90(1077):20170253. doi: 10.1259/bjr.20170253
30. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassanet M. What is the best reference site for a single MRI slice to assess whole-body skeletal muscle and adipose tissue volumes in healthy adults? *Am J Clin Nutr*. 2015;102(1):58–65. doi: 10.3945/ajcn.115.111203
31. Yip C, Dinkel C, Mahajanet A, et al. Imaging body composition in cancer patients: visceral obesity, sarcopenia and sarcopenic obesity may impact on clinical outcome. *Insights Imaging*. 2015;6(4):489–497. doi: 10.1007/s13244-015-0414-0
32. Schweitzer L, Geisler C, Pourhassanet M, et al. Estimation of skeletal muscle mass and visceral adipose tissue volume by a single

magnetic resonance imaging slice in healthy elderly adults. *J Nutr.* 2016;146(10):2143–2148. doi: 10.3945/jn.116.236844

33. Tosato M, Marzetti E, Cesaril M, et al. Measurement of muscle mass in sarcopenia: from imaging to biochemical markers. *Aging Clin Exp Res.* 2017;29(1):19–27. doi: 10.1007/s40520-016-0717-0

34. Heckmatt JZ, Dubowitz V, Leeman S. Detection of pathological change in dystrophic muscle with B-scan ultrasound imaging. *Lancet.* 1980;1(8183):1389–1390. doi: 10.1016/s0140-6736(80)92656-2

35. Heckmatt JZ, Leeman S, Dubowitz V. Ultrasound imaging in the diagnosis of muscle disease. *J Pediatr.* 1982;101(5):656–660. doi: 10.1016/s0022-3476(82)80286-2

36. Pillen S. Skeletal muscle ultrasound. *Europ J Translational Myology.* 2010;20(4):145–155. doi: 10.4081/ejtm.2010.1812

37. Ticinesi A, Meschi T, Narici MV, et al. Muscle ultrasound and sarcopenia in older individuals: a clinical perspective. *J Am Med Dir Assoc.* 2017;18(4):290–300. doi: 10.1016/j.jamda.2016.11.013

ОБ АВТОРАХ

* **Пасечник Игорь Николаевич**, д.м.н., профессор;
адрес: Россия, 121359, Москва, ул. Маршала Тимошенко,
д. 19, стр. 1А;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@yandex.ru

Закревский Антон Игоревич;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-1617>;
eLibrary SPIN: 9590-7661; e-mail: antonzakrevskiy@gmail.com

Фёдорова Анна Александровна, к.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-8375>;
eLibrary SPIN: 9950-4903; e-mail: dr.fedorova.anna@gmail.com

Кутепов Дмитрий Евгеньевич, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7236-6288>;
eLibrary SPIN: 6310-0172; e-mail: kutepovde@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Igor N. Pasechnik**, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
address: 19 Marshala Timoshenko str., Moscow,
121359, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8121-4160>;
eLibrary SPIN: 4433-1418; e-mail: pasigor@yandex.ru

Anton I. Zakrevsky, MD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6043-1617>;
eLibrary SPIN: 9590-7661; e-mail: antonzakrevskiy@gmail.com

Anna A. Fedorova, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4556-8375>;
eLibrary SPIN: 9950-4903; e-mail: dr.fedorova.anna@gmail.com

Dmitry E. Kutepov, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7236-6288>;
eLibrary SPIN: 6310-0172; e-mail: kutepovde@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author