DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Особенности оценки параметров состава тела у пациентов с остеопорозом

А.С. Подхватилина[1, 2], И.Г. Никитин[1], С.П. Щелыкалина[1]

[1] Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия;
[2] Национальный медицинский исследовательский центр «Лечебно-реабилитационный центр», Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

В связи с тенденцией к увеличению продолжительности жизни и общим ростом количества пожилого населения, прогнозируется также рост распространённости остеопороза. Оценивая параметры состава тела у пациентов с остеопорозом, необходимо учитывать возможное снижение роста в этой группе как наиболее частое осложнение остеопороза на фоне компрессионных переломов тел позвонков.

В результате снижения роста пациентов могут быть завышены расчётные показатели оценки статуса питания, использующие в знаменателе квадрат роста (например, индекс массы тела), снижая чувствительность этих методов в оценке нутритивного статуса. У таких пациентов можно рассмотреть измерение длины тела или оценивать рост анамнестически, но требуются дальнейшие исследования на эту тему.

В качестве инструментальных методов определения состава тела оптимально использование денситометрии или биоимпедансного анализа. Оценка фазового угла у таких пациентов может иметь дополнительные преимущества, так как этот параметр не зависит от точности антропометрических измерений.

При отсутствии возможности проведения денситометрии и биоимпедансного анализа у таких пациентов косвенная оценка содержания скелетно-мышечной ткани в организме может проводиться с помощью измерения окружности мышц плеча и голени.

Поддержание оптимального нутритивного статуса пациентов с остеопорозом может вносить дополнительный вклад в эффективность лечения, снижая риски осложнений.

Ключевые слова: остеопороз; саркопения; денситометрия; биоимпедансный анализ состава тела.

Как цитировать:
Подхватилина А.С., Никитин И.Г., Щелыкалина С.П. Особенности оценки параметров состава тела у пациентов с остеопорозом // Клиническое питание и метаболизм. 2023. Т. 4, № 3. С. 176–186. DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Рукопись получена: 03.12.2023 **Рукопись одобрена:** 23.01.2024 **Опубликована online:** 09.02.2024

ЭКО•ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2023

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Assessment of body composition parameters in patients with osteoporosis

Anastasiya S. Podkhvatilina[1, 2], Igor G. Nikitin[1], Svetlana P. Shchelykalina[1]

[1] The Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow, Russia;
[2] National Medical Research Centre «Treatment and Rehabilitation Centre», Moscow, Russia

ABSTRACT

Increased life expectancy leads to increased prevalence of osteoporosis. When assessing body composition parameters in patients with osteoporosis, it is necessary to take into account a possible decrease in height in this group as the most frequent complication of osteoporosis against the background of vertebral compression fractures. The authors compare different methods for assessing body composition in patients with osteoporosis, because skeletal deformities and reduced height make the interpretation of body composition parameters difficult.

Reduced patient height may result in overestimation of calculated measures of nutritional status using height squared in the denominator (e.g. BMI), reducing the sensitivity of these methods in assessing nutritional status. Body length measurement or anamnestic height estimation may be considered in these patients, but further research on this topic is needed.

The use of densitometry or bioimpedance analysis is optimal as instrumental methods to determine body composition. Assessment of the phase angle in these patients may have additional advantages as this parameter is independent of the accuracy of anthropometric measurements. If densitometry and bioimpedance analysis are not available in these patients, indirect assessment of musculoskeletal content may have additional advantages, as this parameter is independent of the accuracy of anthropometric measurements. assessment of the musculoskeletal content of the body can be carried out by measuring the circumference of the muscles of the upper arm and lower leg of the upper arm and lower leg muscles. Densitometry or bioimpedance analysis are preferred. In addition, assessing the phase angle in such patients may have additional benefits because it is independent of the accuracy of anthropometric measurements.

The nutritional status of patients with osteoporosis may further contribute to the efficiency of treatment by reducing the risks of complications.

Keywords: osteoporosis; sarcopenia; densitometry; bioelectrical impedance.

To cite this article:
Podkhvatilina AS, Nikitin IG, Shchelykalina SP. Assessment of body composition parameters in patients with osteoporosis. *Clinical nutrition and metabolism.* 2023;4(3):176–186. DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Submitted: 03.12.2023 **Accepted:** 23.01.2024 **Published online:** 09.02.2024

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International license
© Eco-Vector, 2023

АКТУАЛЬНОСТЬ

Остеопороз — метаболическое заболевание скелета, для которого характерно снижение костной массы и нарушение микроархитектоники костной ткани, приводящее к переломам при минимальной травме [1]. Распространённость остеопороза прогрессивно растёт, кроме того, с возрастом наблюдается увеличение частоты случаев заболевания [2]. Следовательно, с учётом прогнозируемого роста продолжительности жизни в России, в ближайшие годы ожидается рост числа низкотравматических переломов [3].

Наиболее типичными переломами вследствие остеопороза считаются переломы проксимального отдела бедра, лучевой кости и тел позвонков [3], и последние встречаются у таких пациентов чаще всего [4]. Они могут приводить к деформациям скелета [3] и затруднять оценку некоторых антропометрических параметров (рис. 1).

Развитие остеопороза зависит от генетической предрасположенности, образа жизни, физической активности, эндокринологического статуса, приёма лекарственных препаратов и наличия сопутствующих заболеваний. В частности, саркопения имеет факторы риска и механизмы развития, сходные с остеопенией и остеопорозом, что обусловлено наличием тесных связей между мио- и остеогенезом [5]. Остеопороз также может возникать вторично, на фоне других заболеваний и состояний [6].

Остеосаркопения — относительно новый термин, описывающий сочетание низкой мышечной и костной массы [7]. Учитывая повышение риска развития как саркопении, так и остеопороза у людей старшего возраста, для комплексного подхода к данной проблеме требуется оценка состояния мышечной ткани [8].

Измерение состава тела представляет собой ценный инструмент для оценки статуса питания как в норме, так и при различных патологических состояниях. Для оценки состава тела используется ряд исследований: от простейших антропометрических измерений до сложных инструментальных. Чаще всего в клинической практике и при проведении эпидемиологических исследований применяется двухкомпонентная модель, которая «разделяет» тело на жировую и безжировую массу. Последняя включает скелетные мышцы, внутренние органы и интерстициальную жировую ткань [9].

В этой статье будут рассмотрены возможности применения различных методов оценки показателей состава тела у пациентов с остеопорозом, а также их ограничения.

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

При определении состава тела с помощью антропометрических методов могут использоваться тотальные размеры тела (масса, длина и расчётная площадь поверхности тела), обхватные размеры (окружность талии, бёдер, конечностей), скелетные размеры частей тела, а также измерение толщины кожно-жировых складок [10]. К базовым

Рис. 1. Последствия низкотравматичных переломов позвоночника.
Fig. 1. Long-term effects of compression fractures.

антропометрическим исследованиям относятся измерение роста и массы тела пациента с расчётом индекса массы тела (ИМТ).

Эти методы широко доступны благодаря низкой цене и, в большинстве случаев, наличия необходимого оборудования (весы, ростомер, сантиметровая лента и калипер), но качество их воспроизводимости напрямую зависит от уровня подготовки и опыта специалиста, проводящего измерения.

С учётом возможного изменения роста у пациентов с остеопорозом при фиксации результатов этого параметра необходимо уточнить максимальный рост в молодом возрасте (25 лет) и/или при предыдущем измерении. При снижении роста более чем на 2 см за 1–3 года (или на 4 см и более за всю жизнь) следует заподозрить компрессионный перелом (или переломы) позвоночника, направив пациента на соответствующее дообследование [3].

При измерении роста у пациентов с остеопорозом следует также обратить внимание на невозможность полностью распрямиться: появление расстояния от стены до затылка может указывать на наличие компрессионных переломов тел позвонков. Предполагается, что у таких пациентов можно рассматривать измерение длины тела вместо роста для получения дополнительных данных о конституции пациента, однако для подтверждения этой гипотезы требуются дополнительные исследования.

Низкий ИМТ существенно повышает риски переломов [11]. Однако с учётом возможного снижения роста у таких пациентов показатель ИМТ может быть завышен, что затрудняет его использование в оценке нутритивного статуса.

Метод калиперометрии — это измерение толщины кожно-жировых складок на теле при помощи специальных устройств, калиперов [10].

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Из-за кифотических деформаций скелета на фоне остеопоротических переломов позвоночника могут образовываться складки кожи на спине и боках (симптом «лишней кожи», рис. 1) [3]. При отсутствии специальной подготовки эти особенности могут затруднять измерение кожной складки на животе у таких пациентов. По тем же причинам у пациентов с остеопорозом может наблюдаться относительное увеличение живота в объёме [3], что может приводить к гипердиагностике абдоминального ожирения.

Антропометрические измерения нельзя отнести к точным: ожирение, отёки, низкая эластичность кожи снижают специфичность антропометрических методов в оценке мышечной ткани. Их использование в целях диагностики саркопении не рекомендуется, но они могут быть альтернативой при отсутствии других методов [12]. Например, измерение окружности мышц голени можно использовать в качестве диагностического показателя оценки мышечной массы у пожилых людей, если другие методы диагностики недоступны [13].

Кроме того, при проведении физикального обследования у пациента с недостаточностью питания, согласно клиническим рекомендациям по недостаточности питания у пациентов пожилого и старческого возраста, рекомендовано использовать оценку окружности плеча и толщину кожно-жировой складки над трицепсом [14].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕНСИТОМЕТРИИ

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия в настоящее время считается эталонным методом в клинической практике для оценки состава тела [9]. Преимущество этого метода заключается в том, что он может обеспечить воспроизводимую оценку аппендикулярной скелетно-мышечной массы (АММ), представляющей собой сумму масс скелетных мышц четырёх конечностей. Исследование проводится за несколько минут при использовании одного и того же инструмента и точек отсечки [13].

Скелетно-мышечная масса (СММ) достоверно коррелирует с размером тела; то есть люди с большим размером тела (по данным антропометрических измерений) обычно имеют большую СММ. Таким образом, при количественной оценке СММ абсолютный уровень СММ или АММ можно корректировать с учётом размера тела разными способами. Например, с использованием квадрата роста (АММ/рост^2), массы тела (АММ/масса тела) или ИМТ (АММ/ИМТ) [15].

Частное АММ (АММ/рост^2), которое можно назвать индексом АММ (по аналогии с ИМТ и индексами жировой и безжировой масс, также делимых на квадрат роста), используется для диагностики саркопении (табл. 1) [16].

Продолжаются споры о предпочтительной корректировке показателей и о том, можно ли использовать один и тот же метод для всех групп населения [13]. Исследователи обращают внимание на то, что может потребоваться коррекция используемых уравнений для других континентов (Африка, Антарктида) и при некоторых заболеваниях [20].

Например, сколиотические деформации позвоночника затрудняют диагностику остеопороза по данным денситометрии [21], что может требовать дополнительного вмешательства клинициста.

По данным исследования A. Jamaludin и соавт., существует корреляция между искривлением позвоночника, автоматически измеренным при сканировании, и углами, измеренными клиническими экспертами [22].

Кроме того, из-за частой проблемы снижения роста у пациентов с остеопорозом и патологическими переломами позвоночника этот показатель, вероятно, также может вызывать повышение индекса АММ.

Двухэнергетическая рентгеновская денситометрия — один из основных методов диагностики остеопороза. Для оценки костной массы, в отличие от СММ и других показателей денситометрии в режиме «всё тело», достаточно проведения исследования поясничного отдела позвоночника и проксимальных отделов бёдер (в некоторых ситуациях — дистального отдела предплечья). Рентгеновская денситометрия — наиболее точный метод мониторинга терапии остеопороза, поэтому используется также для динамического контроля, но не чаще 1 раза в 12 месяцев [23].

Ограничениями денситометрии являются вопросы безопасности повторных измерений (из-за лучевой нагрузки в пределах 1–7 мЗв в настоящее время рекомендуется не более 1–2 сканирований тела в год), относительно высокая стоимость и требования к технической подготовке специалиста [9]. На результаты исследования также может влиять состояние гидратации пациента [13]. Проведение исследования противопоказано беременным женщинам [9].

Таблица 1. Денситометрические критерии саркопении по индексу аппендикулярной скелетно-мышечной массы [17–19]
Table 1. Densitometric criteria of sarcopenia according to appendicular skeletal mass index [17–19]

Критерии саркопении	Пороговое значение, кг/м^2	
	Мужчины	Женщины
R. Baumgartner и соавт., 1998	⩽7,26	⩽5,5
M.J. Delmonico и соавт., 2007	⩽7,25	⩽5,67
A. Newman и соавт., 2008	7,23	5,67

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА СОСТАВА ТЕЛА

Биоимпедансный анализ состава тела (БИА), в отличие от денситометрии, является более дешёвым, легко воспроизводимым и мобильным методом диагностики, не подвергающим пациента лучевой нагрузке [12]. Физическая сущность метода заключается в измерении электрического сопротивления тканей организма (импеданса). Поскольку разные ткани отличаются не только по химическим, но и по физическим параметрам (имеют разное сопротивление), можно точно измерять и определять содержание в организме воды, жирового и мышечного компонентов [24]. Оборудование для БИА доступно, портативно и безопасно даже при многократных измерениях в динамике [25], поэтому в ряде случаев определение мышечной массы на основе БИА может быть предпочтительнее, чем денситометрия [13].

Как упоминалось ранее, СММ коррелирует с размером тела, и для оценки показателей СММ корректировка может быть сделана, если доступны данные для соответствующей популяции [13]. В настоящее время в связи с нарастающей проблемой распространённости остеопороза и его осложнений в виде компрессионных переломов, приводящих к деформациям скелета и снижению роста, активно изучается вопрос необходимости коррекции ростовых показателей у таких пациентов.

Помимо показателей состава тела, метод БИА помогает определить интенсивность метаболических процессов в организме с помощью определения фазового угла — расчётного показателя, вычисляемого как арктангенс отношения реактивного (Xc) и активного (R) сопротивлений:

$$\varphi\ (\text{град}) = (180/\pi) \times \text{arctg}(Xc/R)\ [24].$$

Этот показатель не зависит от роста и других антропометрических показателей, а также является независимым от других методов оценки метаболического статуса пациента. Его изучение позволяет сделать ряд дополнительных выводов о возможностях применения этого метода исследования у пожилых людей. Например, фазовый угол может быть использован как прогностический параметр для расчёта времени дожития во многих клинических ситуациях [26, 27]. У пожилых людей он также является независимым предиктором клинических неблагоприятных исходов, таких как слабость, падения и инвалидность [28–30].

Значения фазового угла снижаются при заболеваниях катаболической направленности, воспалении, недостаточном питании и длительном отсутствии физической активности [31], что ассоциируется с ухудшением качества жизни таких пациентов [32] и плохим прогнозом при различных хронических заболеваниях [33–35].

Показатель фазового угла напрямую связан с мышечной силой [36, 37]. Исследования показали, что он выше у спортсменов [38, 39] и снижается с возрастом [40].

Согласно консенсусу Европейской рабочей группы по саркопении у пожилых людей (EWGSOP 2019), фазовый угол можно рассматривать как показатель общего качества мышц [13], так как он достоверно ниже у пациентов с саркопенией.

Оценка фазового угла минимизирует возможные ошибки и неточности, присущие параметрам, для оценки которых необходимы дополнительные расчёты и вычисления [41].

Исследование O. Selberg и соавт. продемонстрировало, что фазовый угол коррелирует со СММ и мышечной силой и является прогностическим признаком выживаемости. Авторы исследования пришли к выводу, что фазовый угол может оказаться более информативным показателем, чем классические параметры состава тела у пациентов в различных группах [42].

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить, в какой степени он может использоваться для выявления саркопении или других заболеваний со снижением мышечной функции. В настоящее время для идентификации саркопении были предложены пороговые значения от 4,05 до 5,05 [43].

Кроме того, в качестве критерия оценки нутритивного статуса и наличия мышечной атрофии у пациентов старше 60 лет возможно использование индекса безжировой массы тела согласно приведённым критериям (табл. 2) [44].

Известен ряд иностранных работ [45–48], посвящённых построению биоимпедансных критериев саркопении. В них критерий саркопении определяется как значение индекса СММ на уровне –2SD (стандартных отклонений) от значений в возрасте 18–39 лет. Эти же границы соответствуют повышенному и высокому риску инвалидизации у лиц старше 60 лет (табл. 3) [47].

У метода есть и свои ограничения и противопоказания. Согласно действующим рекомендациям, метод противопоказан пациентам с кардиостимулятором. Есть данные о низкой информативности метода у пациентов с выраженным отёчным синдромом (в отношении неводных параметров состава тела). Перед проведением биоимпедансометрии пациенту следует разъяснить правила подготовки, чтобы избежать ошибок при измерении.

Данные о составе тела, полученные с помощью БИА, в основном базируются на эмпирических уравнениях, основанных на корреляциях активного и реактивного сопротивления с результатами сравнения метода для определённых групп пациентов [42]. Точность измерений БИА снижается, если не используются специальные прогностические уравнения и стандартизированные протоколы измерений [9].

DOI: https://doi.org/10.17816/clinutr624192

Таблица 2. Критерии диагностики недоедания, истощений и мышечной атрофии у лиц старше 60 лет [44]
Table 2. Diagnosis criteria for malnutrition and muscle wasting in persons over 60 years old [44]

Состояние	Мужчины		Женщины	
	ИМТ, кг/м^2	иБМТ, кг/м^2	ИМТ, кг/м^2	иБМТ, кг/м^2
Норма и выше	≥21	≥16	≥21	≥15
Недоедание	<21	≥16	<21	≥15
Мышечная атрофия	≥21	<16	≥21	<15
Истощение	<21	<16	<21	<15

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; иБМТ — индекс безжировой массы тела.
Note: ИМТ — body mass index; иБМТ — fat-free body mass index.

Таблица 3. Биоимпедансные критерии саркопении по индексу скелетно-мышечной массы тела [45, 47, 48]
Table 3. Bioimpedance criteria for sarcopenia according to skeletal mass index [45, 47, 48]

Критерии саркопении	Популяция	Пороговое значение, кг/м^2	
		Мужчины	Женщины
I. Janssen и соавт., 2002, 2004, Moderate sarcopenia	NHANES III, США	≤10,75	≤6,75
I. Janssen и соавт., 2002, 2004, Severe sarcopenia		≤8,50	≤5,75
M.Y. Chien и соавт., 2008	Тайвань	8,87	6,42

Примечание. NHANES — National Health and Nutrition Examination Survey.

ДРУГИЕ СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ СОСТАВА ТЕЛА

Все рассмотренные в этой статье способы определения состава тела (табл. 4) являются непрямыми, так как прямое определение состава тела у живого человека (in vivo) невозможно. Прямой анализ можно провести только у трупного материала (in vitro) — ранее он использовался как верифицирующий метод современных способов измерения состава тела [24].

Эталонным способом измерения состава тела ранее считалась гидростатическая денситометрия, известная нам как метод подводного взвешивания. Он основан на различиях плотности жировой и безжировой массы, и, как следствие, разной массе тела человека при измерении под водой и на поверхности. В связи с необходимостью полного погружения и удержания головы над поверхностью воды в течение длительного времени (до 1 часа) применимость метода у пожилых людей ограничена [10]. К возможным ограничениям применения этой процедуры у пожилых людей можно отнести также риски переохлаждения и мацерации кожи из-за длительного пребывания в воде.

Для оценки содержания жира в организме также используется плетизмография с вытеснением воздуха (воздушно-вытесняющая плетизмография). Она имеет ряд преимуществ перед общепринятыми эталонными методами, включая быстрый, удобный, автоматизированный, неинвазивный и безопасный процесс измерения, а также приспособление к различным группам пациентов (например, детям, пожилым людям, людям с ожирением и с ограниченными возможностями) [45]. Однако, несмотря на все преимущества, метод не получил широкого распространения в определении состава тела из-за его высокой стоимости.

Основная погрешность рассматриваемых методов связана с предположением об одинаковой плотности безжировой массы у разных индивидов [24].

Высокую точность измерения жидкостных показателей состава тела продемонстрировали такие методы, как метод разбавления индикаторов (гидрометрия, разбавление дейтерием) и подсчёт общего калия в организме (определение естественной радиоактивности тела), но из-за необходимости использования дорогостоящего оборудования для их проведения и сложности этих методов в целом их применение в клинических условиях ограничено [9].

Магнитно-резонансная томография и компьютерная томография — современный золотой стандарт непрямой оценки мышечной массы [46]. Несмотря на высокую точность, эти инструменты редко используются в первичной медико-санитарной помощи из-за высокой стоимости оборудования и необходимости использования высококвалифицированного медицинского персонала

Таблица 4. Сравнение возможностей разных методов оценки компонентов состава тела [24]
Table 4. Comparison of different methods for assessing body composition components [24]

Методы	Параметры									
	ЖМТ	БМТ	КМТ	СММ	ОВО	ВКЖ	КЖ	ММТ	ОО	ФУ
Калиперометрия	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Метод инфракрасного излучения	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Биоимпедансный анализ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Подводное взвешивание	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Воздушная плетизмография	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
МРТ, РКТ	+	+	–	–	–	–	–	+	–	–
Рентгеновская денситометрия	+	+	–	–	–	–	–	+	–	–
Разведение индикаторов	–	–	–	–	+	+	+	–	–	–
Метод определения естественной радиоактивности всего тела (Калий-40)	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–

Примечание. БМТ — безжировая (тощая) масса тела; ВКЖ — внеклеточная жидкость; ЖМТ — жировая масса тела; КЖ — внутриклеточная жидкость; КМТ — клеточная масса; ММТ — минеральная масса тела; МРТ — магнитно-резонансная томография; ОВО — общая вода организма; ОО — основной обмен; РКТ — рентгеновская компьютерная томография; СММ — скелетно-мышечная масса; ФУ — фазовый угол.

Note: БМТ — fat-free (lean) body mass; ВКЖ — extracellular fluid; ЖМТ — body fat mass; КЖ — intracellular fluid; КМТ — cellular mass; ММТ — mineral body mass; МРТ — magnetic resonance imaging; ОВО — total body water; ОО — basic metabolism; РКТ — X-ray computed tomography; СММ — skeletal muscle mass; ФУ — phase angle.

для интерпретации полученных данных [46]. Более того, пороговые значения низкой мышечной массы для этих измерений ещё чётко не определены [13].

В основе метода инфракрасного отражения лежат различия спектральных характеристик поглощения электромагнитного излучения биологическими тканями. С помощью него можно оценить количество жировой массы по характеристикам отражённого излучения в участке доминантного бицепса [24]. Однако точность этого метода ниже, чем при правильно проведённой калиперометрии, поэтому широкого распространения в клинической практике этот способ не получил.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из-за снижения роста на фоне компрессионных переломов тел позвонков могут быть завышены расчётные показатели оценки статуса питания, использующие в знаменателе квадрат роста (например, ИМТ), снижая чувствительность этих методов. В качестве инструментальных методов определения состава тела в этой группе пациентов оптимально использование денситометрии или БИА. Оценка фазового угла у таких пациентов может иметь дополнительные преимущества, так как этот параметр не зависит от точности антропометрических измерений. При отсутствии возможности проведения денситометрии и БИА косвенная оценка содержания скелетно-мышечной ткани может проводиться с помощью измерения окружности мышц плеча и голени.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при подготовке и публикации статьи.
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.
Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.С. Подхватилина, С.П. Щелыкалина — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; И.Г. Никитин — курация, сбор и анализ литературных источников, редактирование статьи.

ADDITIONAL INFO

Funding source. This publication was not supported by any external sources of funding.
Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.
Authors' contribution. 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. A.S. Podkhvatilina, S.P. Shchelykalina — analyzed data, wrote the manuscript with input from all authors; I.G. Nikitin — oversaw the project.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khandelwal S., Lane N.E. Osteoporosis: Review of Etiology, Mechanisms, and Approach to Management in the Aging Population // Endocrinology and Metabolism Clinics. 2023. Vol. 52, N 2. P. 259–275. doi: 10.1016/j.ecl.2022.10.009

2. Humphrey M.B., Zahedi B., Warriner A., et al. Osteoporosis: Epidemiology and Assessment. In: A Clinician's Pearls & Myths in Rheumatology. Cham : Springer International Publishing, 2023. P. 579–585. doi: 10.1007/978-3-031-23488-0_40

3. Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., и др. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза // Проблемы эндокринологии. 2017. Т. 63, № 6. С. 392–426. EDN: YNULGQ doi: 10.14341/probl2017636392-426

4. Ершова О.Б., Белова К.Ю., Белов М.В., Лесняк О.М. Эпидемиология переломов проксимального отдела бедренной кости у городского населения Российской Федерации: результаты многоцентрового исследования // Материалы научно-практической конференции «Остеопороз — важнейшая мультидисциплинарная проблема здравоохранения XXI века». 2012. Т. 23. С. 23–27.

5. Гребенникова Т.А., Цориев Т.Т., Воробьева Ю.Р., Белая Ж.Е. Остеосаркопения: патогенез, диагностика и возможности терапии // Вестник Российской академии медицинских наук. 2020. Т. 75, № 3. С. 240–249. EDN: RBQSYU doi: 10.15690/vramn1243

6. Ebeling P.R., Nguyen H.H., Aleksova J., et al. Secondary osteoporosis // Endocrine Reviews. 2022. Vol. 43, N 2. P. 240–313. doi: 10.1210/endrev/bnab028

7. Frisoli A. Clinical and biochemical phenotype of osteosarcopenia. In: WCO-IOF-ESCEO World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases. Florence : Springer, 2017.

8. Sirola J., Kröger H. Similarities in acquired factors related to postmenopausal osteoporosis and sarcopenia // Journal of osteoporosis. 2011. Vol. 2011. doi: 10.4061/2011/536735

9. Marra M., Sammarco R., De Lorenzo A., et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DXA): a critical overview // Contrast Media & Molecular Imaging. 2019. Vol. 2019. doi: 10.1155/2019/3548284

10. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев Р.Г. Технологии и методы определения состава тела человека. Москва : Наука, 2006.

11. De Laet C., Kanis J.A., Odén A., et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis // Osteoporosis international. 2005. Vol. 16, N 11. P. 1330–1338. doi: 10.1007/s00198-005-1863-y

12. Мокрышева Н.Г., Крупинова Ю.А., Володичева В.Л., Мирная С.С., Мельниченко Г.А. Саркопения глазами эндокринолога // Остеопороз и остеопатии. 2019. Т. 22, № 4. С. 19–26. EDN: ITHWZB doi: 10.14341/osteo12465

13. Cruz-Jentoft A.J., Bahat G., Bauer J., et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis // Age and ageing. 2019. Vol. 48, N 1. P. 16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169

14. Ткачева О.Н., Тутельян В.А., Шестопалов А.Е., и др. Недостаточность питания (мальнутриция) у пациентов пожилого и старческого возраста. Клинические рекомендации // Российский журнал гериатрической медицины. 2021. № 1. С. 15–34. EDN: JTCBGW doi: 10.37586/2686-8636-1-2021-15-34

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 // The Korean journal of internal medicine. 2016. Vol. 31, N 4. P. 643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015

16. Сафонова Ю.А., Глазунова Г.М. Критерии диагностики и распространенность саркопении у людей пожилого и старческого возраста // Успехи геронтологии. 2019. Т. 32, № 6. С. 882–888.

17. Baumgartner R.N., Koehler K.M., Gallagher D., et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico // American journal of epidemiology. 1998. Vol. 147, N 8. P. 755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520

18. Delmonico M.J., Harris T.B., Lee J.-S., et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women // Journal of the American Geriatrics Society. 2007. Vol. 55, N 5. P. 769–774. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x

19. Newman A.B., Kupelian V., Visser M., et al. Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function // Journal of the American Geriatrics Society. 2003. Vol. 51, N 11. P. 1602–1609. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51534.x

20. Abdalla P.P., da Silva L.S.L., Venturini A.C.R., et al. Anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass from dual-energy X-ray absorptiometry (DXA): A scoping review // Archives of Gerontology and Geriatrics. 2023. P. 104972. doi: 10.1016/j.archger.2023.104972

21. Цориев Т.Т., Скрипникова И.А., Косматова О.В., Колчина М.А. Трудности диагностики и определения тактики лечения остеопороза при тяжелом сколиозе позвоночника // Остеопороз и остеопатии. 2023. Т. 26, № 2. С. 28–36. EDN: LMOVQG doi: 10.14341/osteo13132

22. Jamaludin A., Fairbank J., Harding I., et al. Identifying Scoliosis in Population-Based Cohorts: Automation of a Validated Method Based on Total Body Dual Energy X-ray Absorptiometry Scans. // Calcif Tissue Int. 2020. Vol. 106, N 4. P. 378–385. doi: 10.1007/s00223-019-00651-9

23. North American Menopause Society. Management of postmenopausal osteoporosis: position statement of The North American Menopause Society: Retracted // Menopause. 2002. Vol. 9, N 2. P. 84–101.

24. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. Москва : Наука, 2009. EDN: QUUAFX

25. Гайворонский И.В., Ничипорук Г.И., Гайворонский И.Н., Ничипорук Н.Г. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела человека (обзор литературы) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2017. Т. 12, № 4. С. 365–384. EDN: YNSXGC doi: 10.21638/11701/spbu11.2017.406

26. Garlini L.M., Alves F.D., Ceretta L.B., et al. Phase angle and mortality: a systematic review // European journal of clinical nutrition. 2019. Vol. 73, N 4. P. 495–508. doi: 10.1038/s41430-018-0159-1

27. Wirth R., Volkert D., Rösler A., Sieber C.C., Bauer J.M. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients // Archives of gerontology and geriatrics. 2010. Vol. 51, N 3. P. 290–294. doi: 10.1016/j.archger.2009.12.002

28. Kilic M.K., Kizilarslanoglu M.C., Arik G., et al. Association of bioelectrical impedance analysis–derived phase angle and sarcopenia in older adults // Nutrition in Clinical Practice. 2017. Vol. 32, N 1. P. 103–109. doi: 10.1177/0884533616664503

29. Uemura K., Yamada M., Okamoto H. Association of bioimpedance phase angle and prospective falls in older adults // Geriatrics & gerontology international. 2019. Vol. 19, N 6. P. 503–507. doi: 10.1111/ggi.13651
30. Uemura K., Doi T., Tsutsumimoto K., et al. Predictivity of bioimpedance phase angle for incident disability in older adults // Journal of cachexia, sarcopenia and muscle. 2020. Vol. 11, N 1. P. 46–54. doi: 10.1002/jcsm.12492
31. Norman K., Stobäus N., Pirlich M., Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis–clinical relevance and applicability of impedance parameters // Clinical nutrition. 2012. Vol. 31, N 6. P. 854–861. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.008
32. Norman K., Stobäus N., Zocher D., et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer // The American journal of clinical nutrition. 2010. Vol. 92, N 3. P. 612–619. doi: 10.3945/ajcn.2010.29215
33. Bering T., Diniz K.G.D., Coelho M.P.P., et al. Bioelectrical Impedance Analysis–Derived Measurements in Chronic Hepatitis C: Clinical Relevance of Fat-Free Mass and Phase Angle Evaluation // Nutrition in Clinical Practice. 2018. Vol. 33, N 2. P. 238–246. doi: 10.1177/0884533617728487
34. de Blasio F., Gregorio A.D., de Blasio F., et al. Malnutrition and sarcopenia assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease according to international diagnostic criteria, and evaluation of raw BIA variables // Respiratory medicine. 2018. Vol. 134. P. 1–5. doi: 10.1016/j.rmed.2017.11.006
35. Pena N.F., Mauricio S.F., Rodrigues A.M.S., et al. Association between standardized phase angle, nutrition status, and clinical outcomes in surgical cancer patients // Nutrition in Clinical Practice. 2019. Vol. 34, N 3. P. 381–386. doi: 10.1002/ncp.10110
36. Norman K., Wirth R., Neubauer M., Eckardt R., Stobäus N. The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer // Journal of the American Medical Directors Association. 2015. Vol. 16, N 2. P. 173.e17–173.e22. doi: 10.1016/j.jamda.2014.10.024
37. De Blasio F., Santaniello M.G., de Blasio F., et al. Raw BIA variables are predictors of muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease // European Journal of Clinical Nutrition. 2017. Vol. 71, N 11. P. 1336–1340. doi: 10.1038/ejcn.2017.147
38. Di Vincenzo O., Marra M., Scalfi L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review // Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2019. Vol. 16, N 1. P. 49. doi: 10.1186/s12970-019-0319-2
39. Гурьева А.Б., Максимович В.А., Алексеева В.А., и др. Этно-территориальные особенности соматометрических показателей спортсменов-единоборцев Беларуси и Якутии // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2023. № 3 (217). С. 127–132. EDN: RODYYT doi: 10.34835/issn.2308-1961.2023.03.p127-132
40. Yamada Y., Buehring B., Krueger D., et al. Electrical properties assessed by bioelectrical impedance spectroscopy as biomarkers of age-related loss of skeletal muscle quantity and quality // Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences. 2017. Vol. 72, N 9. P. 1180–1186. doi: 10.1093/gerona/glw225
41. Norman K., Herpich C., Müller-Werdan U. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty // Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. 2023. Vol. 24, N 3. P. 429–437. doi: 10.1007/s11154-022-09772-3
42. Selberg O., Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis // European journal of applied physiology. 2002. Vol. 86. P. 509–516. doi: 10.1007/s00421-001-0570-4
43. Di Vincenzo O., Marra M., Di Gregorio A., Pasanisi F., Scalfi L. Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle in sarcopenia: a systematic review // Clinical Nutrition. 2021. Vol. 40, N 5. P. 3052–3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048
44. Schols A.M.W.J., Broekhuizen R., Weling-Scheepers C.A., Wouters E.F. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease // The American journal of clinical nutrition. 2005. Vol. 82, N 1. P. 53–59. doi: 10.1093/ajcn.82.1.53
45. Chien M.Y., Huang T.Y., Wu Y.T. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan // Journal of the American Geriatrics Society. 2008. Vol. 56, N 9. P. 1710–1715. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01854.x
46. Janssen I., Heymsfield S.B., Baumgartner R.N., Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis // Journal of applied physiology. 2000. Vol. 89, N 2. P. 465–471. doi: 10.1152/jappl.2000.89.2.465
47. Janssen I., Heymsfield S.B., Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability // Journal of the American Geriatrics Society. 2002. Vol. 50, N 5. P. 889–896. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
48. Janssen I., Baumgartner R.N., Ross R., Rosenberg I.H., Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women // American journal of epidemiology. 2004. Vol. 159, N 4. P. 413–421. doi: 10.1093/aje/kwh058

REFERENCES

1. Khandelwal S, Lane NE. Osteoporosis: Review of Etiology, Mechanisms, and Approach to Management in the Aging Population. *Endocrinology and Metabolism Clinics.* 2023;52(2):259–275. doi: 10.1016/j.ecl.2022.10.009
2. Humphrey MB, Zahedi B, Warriner A, et al. Osteoporosis: Epidemiology and Assessment. In: *A Clinician's Pearls & Myths in Rheumatology.* Cham: Springer International Publishing; 2023. P. 579–585. doi: 10.1007/978-3-031-23488-0_40
3. Mel'nichenko GA, Belaya ZhE, Rozhinskaya LYa, et al. Russian federal clinical guidelines on the diagnostics, treatment, and prevention of osteoporosis. *Problems of Endocrinology.* 2017;63(6):392–426. EDN: YNULGQ doi: 10.14341/probl2017636392-426
4. Ershova OB, Belova KYu, Belov MV, Lesnyak OM. Epidemiology of proximal femur fractures in the urban population of the Russian Federation: results of a multicenter study. *Materials of the scientific-practical conference "Osteoporosis — the most important multidisciplinary health care problem of the XXI century".* 2012;23: 23–27. (In Russ).
5. Grebennikova TA, Tsoriev TT, Vorobeva JR, Belaya ZE. Osteosarcopenia: pathogenesis, diagnosis and therapeutic

approaches. *Annals of the Russian academy of medical sciences.* 2020;75(3):240–249. EDN: RBQSYU doi: 10.15690/vramn1243

6. Ebeling PR, Nguyen HH, Aleksova J, et al. Secondary osteoporosis. *Endocrine Reviews.* 2022;43(2):240–313. doi: 10.1210/endrev/bnab028

7. Frisoli A. Clinical and biochemical phenotype of osteosarcopenia. In: *WCO-IOF-ESCEO World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases.* Florence: Springer; 2017.

8. Sirola J, Kröger H. Similarities in acquired factors related to postmenopausal osteoporosis and sarcopenia. *Journal of osteoporosis.* 2011;2011. doi: 10.4061/2011/536735

9. Marra M, Sammarco R, De Lorenzo A, et al. Assessment of body composition in health and disease using bioelectrical impedance analysis (BIA) and dual energy X-ray absorptiometry (DXA): a critical overview. *Contrast Media & Molecular Imaging.* 2019;2019. doi: 10.1155/2019/3548284

10. Martirosov EG, Nikolaev DV, Rudnev SG. *Technologies and methods of human body composition assessment.* Moscow: Nauka; 2006.

11. De Laet C, Kanis JA, Odén A, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporosis international.* 2005;16(11):1330–1338. doi: 10.1007/s00198-005-1863-y

12. Mokrysheva NG, Krupinova JA, Volodicheva VL, Mirnaya SS, Melnichenko GA. A view at sarcopenia by endocrinologist. *Osteoporosis and Bone Diseases.* 2019;22(4):19–26. EDN: ITHWZB doi: 10.14341/osteo12465

13. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and ageing.* 2019;48(1):16–31. doi: 10.1093/ageing/afy169

14. Tkacheva ON, Tutelyan VA, Shestopalov AE, et al. Nutritional insufficiency (malnutrition) in older adults. Clinical recommendations. *Russian Journal of Geriatric Medicine.* 2021;(1):15–34. EDN: JTCBGW doi: 10.37586/2686-8636-1-2021-15-34

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. *The Korean journal of internal medicine.* 2016;31(4):643–650. doi: 10.3904/kjim.2016.015

16. Safonova JA, Glazunova GM. Diagnostic Criteria and Prevalence of Sarcopenia in the Elderly. *Adv Gerontol.* 2019;32(6):882–888.

17. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *American journal of epidemiology.* 1998;147(8):755–763. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a009520

18. Delmonico MJ, Harris TB, Lee J-S, et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2007;55(5):769–774. doi: 10.1111/j.1532-5415.2007.01140.x

19. Newman AB, Kupelian V, Visser M, et al. Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2003;51(11):1602–1609. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51534.x

20. Abdalla PP, da Silva LSL, Venturini ACR, et al. Anthropometric equations to estimate appendicular muscle mass from dual-energy X-ray absorptiometry (DXA): A scoping review. *Archives of Gerontology and Geriatrics.* 2023:104972. doi: 10.1016/j.archger.2023.104972

21. Tsoriev TT, Skripnikova IA, Kosmatova OV, Kolchina MA. The difficulties of diagnosing and determining the tactics of treating osteoporosis in severe spinal scoliosis case. *Osteoporosis and Bone Diseases.* 2023;26(2):28–36. EDN: LMOVQG doi: 10.14341/osteo13132

22. Jamaludin A, Fairbank J, Harding I, et al. Identifying Scoliosis in Population-Based Cohorts: Automation of a Validated Method Based on Total Body Dual Energy X-ray Absorptiometry Scans. *Calcif Tissue Int.* 2020;106(4):378–385. doi: 10.1007/s00223-019-00651-9

23. North American Menopause Society. Management of postmenopausal osteoporosis: position statement of The North American Menopause Society: Retracted. *Menopause.* 2002;9(2):84–101.

24. Nikolaev DV, Smirnov AV, Bobrinskaya IG, Rudnev SG. *Bioelectric impedance analysis of human body composition.* Moscow: Nauka; 2009. EDN: QUUAFX

25. Gaivoronskiy IV, Nichiporuk GI, Gaivoronskiy IN, Nichiporuk NG. Bioimpedansometry as a method of the component bodystructure assessment (review). *Vestnik SPbSU. Medicine.* 2017;12(4):365–384. EDN: YNSXGC doi: 10.21638/11701/spbu11.2017.406

26. Garlini LM, Alves FD, Ceretta LB, et al. Phase angle and mortality: a systematic review. *European journal of clinical nutrition.* 2019;73(4):495–508. doi: 10.1038/s41430-018-0159-1

27. Wirth R, Volkert D, Rösler A, Sieber CC, Bauer JM. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Archives of gerontology and geriatrics.* 2010;51(3):290–294. doi: 10.1016/j.archger.2009.12.002

28. Kilic MK, Kizilarslanoglu MC, Arik G, et al. Association of bioelectrical impedance analysis–derived phase angle and sarcopenia in older adults. *Nutrition in Clinical Practice.* 2017;32(1):103–109. doi: 10.1177/0884533616664503

29. Uemura K, Yamada M, Okamoto H. Association of bioimpedance phase angle and prospective falls in older adults. *Geriatrics & gerontology international.* 2019;19(6):503–507. doi: 10.1111/ggi.13651

30. Uemura K, Doi T, Tsutsumimoto K, et al. Predictivity of bioimpedance phase angle for incident disability in older adults. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle.* 2020;11(1):46–54. doi: 10.1002/jcsm.12492

31. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis–clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical nutrition.* 2012;31(6):854–861. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.008

32. Norman K, Stobäus N, Zocher D, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *The American journal of clinical nutrition.* 2010;92(3):612–619. doi: 10.3945/ajcn.2010.29215

33. Bering T, Diniz KGD, Coelho MPP, et al. Bioelectrical Impedance Analysis–Derived Measurements in Chronic Hepatitis C: Clinical Relevance of Fat-Free Mass and Phase Angle Evaluation. *Nutrition in Clinical Practice.* 2018;33(2):238–246. doi: 10.1177/0884533617728487

34. de Blasio F, Gregorio AD, de Blasio F, et al. Malnutrition and sarcopenia assessment in patients with chronic obstructive pulmonary disease according to international diagnostic criteria, and evaluation of raw BIA variables. *Respiratory medicine.* 2018;134:1–5. doi: 10.1016/j.rmed.2017.11.006

35. Pena NF, Mauricio SF, Rodrigues AMS, et al. Association between standardized phase angle, nutrition status, and clinical outcomes in surgical cancer patients. *Nutrition in Clinical Practice.* 2019;34(3):381–386. doi: 10.1002/ncp.10110

The bioimpedance phase angle predicts low muscle strength, impaired quality of life, and increased mortality in old patients with cancer. *Journal of the American Medical Directors Association.* 2015;16(2):173.e17–173.e22. doi: 10.1016/j.jamda.2014.10.024
37. De Blasio F, Santaniello MG, de Blasio F, et al. Raw BIA variables are predictors of muscle strength in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2017;71(11):1336–1340. doi: 10.1038/ejcn.2017.147
38. Di Vincenzo O, Marra M, Scalfi L. Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2019;16(1):49. doi: 10.1186/s12970-019-0319-2
39. Guryeva AB, Maksimovich VA, Alexeeva VA, et al. Ethno-Territorial Features of Somatometric Indicators of Combat Athletes of Belarus and Yakutia. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta.* 2023;(3):127–132. EDN: RODYYT doi: 10.34835/issn.2308-1961.2023.03.p127-132
40. Yamada Y, Buehring B, Krueger D, et al. Electrical properties assessed by bioelectrical impedance spectroscopy as biomarkers of age-related loss of skeletal muscle quantity and quality. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences.* 2017;72(9):1180–1186. doi: 10.1093/gerona/glw225
41. Norman K, Herpich C, Müller-Werdan U. Role of phase angle in older adults with focus on the geriatric syndromes sarcopenia and frailty. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders.* 2023;24(3): 429–437. doi: 10.1007/s11154-022-09772-3
42. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *European journal of applied physiology.* 2002;86:509–516. doi: 10.1007/s00421-001-0570-4
43. Di Vincenzo O, Marra M, Di Gregorio A, Pasanisi F, Scalfi L. Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle in sarcopenia: a systematic review. *Clinical Nutrition.* 2021;40(5): 3052–3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048
44. Schols AMWJ, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, Wouters EF. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *The American journal of clinical nutrition.* 2005;82(1):53–59. doi: 10.1093/ajcn.82.1.53
45. Chien MY, Huang TY, Wu YT. Prevalence of sarcopenia estimated using a bioelectrical impedance analysis prediction equation in community-dwelling elderly people in Taiwan. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2008;56(9):1710–1715. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01854.x
46. Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, Ross R. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of applied physiology.* 2000;89(2):465–471. doi: 10.1152/jappl.2000.89.2.465
47. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2002;50(5):889–896. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
48. Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, Rosenberg IH, Roubenoff R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *American journal of epidemiology.* 2004;159(4):413–421. doi: 10.1093/aje/kwh058

ОБ АВТОРАХ

*** Подхватилина Анастасия Сергеевна**;
адрес: Россия, 125367, г. Москва, Иваньковское шоссе, д. 3;
ORCID: 0000-0001-5050-6390;
eLibrary SPIN: 2818-8561;
e-mail: nansy.rezerpin@gmail.com
Никитин Игорь Геннадиевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-1699-0881;
eLibrary SPIN: 3595-1990;
e-mail: igor.nikitin.64@mail.ru
Щелыкалина Светлана Павловна, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0003-3292-8949;
eLibrary SPIN: 9804-0820;
e-mail: Svetlanath@inbox.ru

AUTHORS' INFO

*** Anastasiya S. Podkhvatilina**, MD;
address: 3 Ivankovskoe highway, 125367, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0001-5050-6390;
eLibrary SPIN: 2818-8561;
e-mail: nansy.rezerpin@gmail.com
Igor G. Nikitin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-1699-0881;
eLibrary SPIN: 3595-1990;
e-mail: igor.nikitin.64@mail.ru
Svetlana P. Shchelykalina, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;
ORCID: 0000-0003-3292-8949;
eLibrary SPIN: 9804-0820;
e-mail: Svetlanath@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author