

УДК 616-008.3/5

DOI: 10.34215/1609-1175-2025-3-21-26



Компонентный состав организма в изучении процессов старения

П.В. Матренина¹, М.А. Кабалык^{1,2}, М.М. Иванюк¹, Н.Г. Плехова², О.Ю. Агеева¹¹ Госпиталь для ветеранов войн, Владивосток, Россия² Тихоокеанский государственный медицинский университет, Владивосток, Россия

Статья посвящена проблеме исследования компонентного состава тела. В обзоре представлены методы антропометрического исследования, оценена их доступность и точность. Выделены преимущества исследования биомпеданса как наиболее доступного и точного метода, показана возможность его использования в клинической практике и научных исследованиях. Описаны отдельные компоненты тела, а также показаны изменения компонентного состава тела по мере старения организма. Сделан вывод о необходимости установления взаимосвязи компонентов состава тела и их изменений с функциональными возможностями человека, различными вариантами старения.

Ключевые слова: биомпеданс, компонентный состав тела, жировая масса, тощая масса, старение

Поступила в редакцию: 13.04.2025. Получена после доработки: 18.04.2025, 28.05.2025, 08.08.2025.

Принята к публикации: 10.09.2025

Для цитирования: Матренина П.В., Кабалык М.А., Иванюк М.М., Плехова Н.Г., Агеева О.Ю. Компонентный состав организма в изучении процессов старения. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2025;3:21–26. doi: 10.34215/1609-1175-2025-3-21-26

Для корреспонденции: Кабалык Максим Александрович – д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник Тихоокеанского государственного медицинского университета (690002, Владивосток, пр-т Острякова, 2); ORCID: 0000-0003-0054-0202; e-mail: maxi_maxim@mail.ru

Body composition analysis in the study of aging

P.V. Matrenina¹, M.A. Kabalyk^{1,2}, M.M. Ivaniuk¹, N.G. Plekhova², O.Y. Ageeva¹¹ Hospital for War Veterans, Vladivostok, Russia² Pacific State Medical University, Vladivostok, Russia

This article addresses the problem of body composition analysis. The methods of anthropometric research are reviewed with a focus on their accessibility and accuracy. The advantages of bioelectrical impedance analysis as the most accessible and accurate method are highlighted. The possibility of its use in clinical practice and scientific research is shown. The individual components of the body are described, as well as changes in body composition during aging. The conclusion is made about the importance of establishing relationships between body composition changes and human functional capabilities, as well as various aging types.

Keywords: bioimpedance, body composition, fat mass, lean mass, aging

Received 13 April 2025; Revised 18 April, 28 May, 8 August 2025; Accepted 10 September 2025

For citation: Matrenina P.V., Kabalyk M.A., Ivaniuk M.M., Plekhova N.G., Ageeva O.Y. Body composition analysis in the study of aging. *Pacific Medical Journal*. 2025;3:21–26. doi: 10.34215/1609-1175-2025-3-21-26

Corresponding author: Maksim A. Kabalyk, Dr. Sci. (Med), Associate Professor, Leading Research Fellow, Interdisciplinary Research Center, Pacific State Medical University (2 Ostryakova ave., Vladivostok, 690002, Russia); ORCID: 0000-0003-0054-0202; e-mail: maxi_maxim@mail.ru

Состояние здоровья пожилых людей становится приоритетом ввиду глобальной тенденции к постарению населения. Это подчеркивает актуальность более глубокого понимания физиологических изменений, ассоциированных со старением [1]. Процесс старения связан с такими изменениями состава тела, как увеличение содержания жира, особенно абдоминального, снижение мышечной массы [2]. Перечисленные изменения непосредственно связаны со снижением функциональных возможностей у лиц пожилого и старческого возрастов. Измерение компонентного состава тела представляет собой современный метод функциональной диагностики, позволяющий оценить содержание мышечной, жировой ткани, активной клеточной массы, жидкости в организме [3]. Это дает возможность изучать физиологические изменения, связанные с возрастом, проводить сопоставления с функциональными

возможностями, осуществлять поиск предикторов утраты автономности у пожилых людей.

Целью данного обзора является анализ имеющихся данных о методах изучения состава организма, происходящих по мере старения, а также определение вектора и целей дальнейших изысканий.

Методы измерения состава тела

Антропометрические измерения подразделяются на прямые и косвенные. К прямым методам измерения состава тела относятся: аутопсийный метод, компьютерная томография (КТ), двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DXA), магнитно-резонансная томография (МРТ). DXA позволяет оценить жировую и безжировую массу, минеральную плотность костей, а также подкожный и висцеральный жир, однако метод может быть неточен у людей с низкой

массой тела или ожирением [4]. КТ использует шкалу тканей Хаунсфилда для дифференциации типа ткани, а МРТ позволяет разделять воду и жир, а также определяет скелетные мышцы. Недостатком этих исследований является их высокая стоимость, низкая доступность. Кроме того, применение КТ ограничено дозой ионизирующего излучения [2].

К косвенным методам оценки компонентного состава тела можно отнести расчет индекса массы тела (ИМТ), биоимпедансометрию, измерение окружности талии, соотношения талии и бедер, измерение толщины кожной складки. Преимущество косвенных методов заключается в их неинвазивности, скорости выполнения, дешевизне. Однако косвенные методы имеют и ряд недостатков: отсутствие согласованности между протоколами выполнения измерения окружности талии и толщины кожной складки, возможность ошибок при выполнении этих измерений. ИМТ не может дифференцировать жировую и мышечную массу тела, а также подкожную жировую клетчатку и висцеральный жир [2].

Несмотря на очевидные недостатки, ИМТ является важным показателем ожирения, так как каждое увеличение ИМТ на 5 кг/м^2 связано с увеличением общей смертности на 30%, сердечно-сосудистой смертности – на 40%, а также диабетической, печеночной и почечной смертности – на 60–120%. Кроме того, высокий ИМТ, независимо от пола и других сопутствующих факторов, является фактором риска снижения когнитивных функций [5].

Биоимпедансометрия является доступным, неинвазивным и достаточно точным методом. В основе лежит различие электрического сопротивления жира и тощих тканей, что позволяет определить долю жировой ткани, воды и тощаковой массы тела [6]. Это делается на основе прогностических уравнений, которые базируются на предположениях о составе тела и гидратации тканей, основанных на средних значениях популяции. Во время измерения через электроды на коже пациента пропускается ток слабой силы, который следует по пути наибольшей проводимости тканей, как правило, через жидкости с высокой концентрацией ионов [7]. Таким образом, ток с большей вероятностью будет проходить через мышечную ткань, содержащую большее количество воды, чем через жировую, имеющую меньшее количество воды и, следовательно, меньшую проводимость. Клеточные мембраны пропускают ток только высокой частоты. Электрическое сопротивление измеряется как импеданс (Z , Ом), который зависит от сопротивления (R , Ом), отражающего внутри- и внеклеточную жидкость, и емкостного сопротивления (X_C , Ом), отражающего электрическую емкость клеточных мембран (C , нФ). Однако метод имеет погрешность в 8–9%. Кроме того, его недостатком является отсутствие стандартизации, [8].

Несмотря на богатый арсенал методов в настоящее время отсутствует «золотой стандарт» измерения состава тела [2]. Однако относительная дешевизна,

простота исполнения, низкий уровень погрешности измерений делают биоимпеданс весьма интересным и перспективным методом оценки физиологических изменений компонентного состава тела.

Основные параметры, исследуемые при биоимпедансометрии

Определение содержания мышечной, жировой тканей, жидкости в организме предоставляет новые возможности в диагностике недостаточности питания, оценке эффективности диуретической терапии. Наибольшее широкое применение приобрел анализ биоэлектрического импеданса [3].

Перечень параметров состава тела, оцениваемых методом биоимпедансного анализа, включает абсолютные и относительные показатели. В зависимости от методики измерений абсолютные показатели определяют как для всего тела, так и для его отдельных регионов (сегментов). К абсолютным показателям относятся жировая (ЖМТ) и безжировая (тощая) массы тела (БМТ, ТМ), активная клеточная (АКМ) и скелетно-мышечная массы (СММ), общая вода организма (ОВО), клеточная и внеклеточная жидкости (КЖ, ВКЖ). Наряду с ними рассчитываются относительные (приведенные к массе тела, тощей массе или другим величинам) показатели состава тела. Относительные показатели используются для сопоставления пациентов и групп пациентов, в том числе различающихся по полу, возрасту, телосложению и состоянию здоровья. При этом выбираются такие показатели, которые наиболее адекватно для рассматриваемой группы пациентов отражают ее особенности [9].

Внедрение современных технологий исследования состава тела человека с использованием аппаратов комплексного обследования позволяет получить новые данные для клинической медицины, в частности провести оценку жировой массы как депо энергии организма, уровня жирорастворимых витаминов (А, D, Е, К) и судить о риске возникновения атеросклероза и/или инфаркта миокарда. Оценка показателей тощей массы дает возможность установить параметры основного обмена веществ, потребления энергии и расчетов суточного питания [7]. Основным обмен, коррелируя с показателями клеточной массы, указывает на низкий уровень питания и чувство голода у обследуемых. Фазовый угол биоимпеданса ученые рассматривают как количественный показатель состояния работоспособности мышц и интенсивности обмена веществ индивида [10].

Жировая масса тела. Под жировой массой тела понимается масса всех липидов в организме. Жировая масса тела является наиболее изменчивым компонентом состава тела человека. Границы популяционной изменчивости процентного содержания жира в организме составляют 6–60 и более процентов массы тела. В норме содержание жира в организме мужчин спортивного телосложения составляет около 15%, а у женщин – около 20% массы тела. У больных ожирением этот показатель увеличен более чем вдвое [11].

Согласно анатомической классификации различают существенный жир, входящий в состав белково-липидного комплекса большинства клеток организма (например, фосфолипиды клеточных мембран), и несущественный жир (триглицериды жировых тканей) [9].

Существенный жир необходим для нормальной жизнедеятельности органов и тканей. Считается, что относительное содержание существенного жира весьма стабильно и составляет около 2% безжировой массы. Несущественный жир образует основной запас метаболической энергии и выполняет функцию термоизоляции внутренних органов. Он состоит из подкожного и внутреннего жира. Подкожный жир распределен вдоль поверхности тела относительно равномерно [12].

Внутренний (висцеральный) жир сосредоточен главным образом в брюшной полости. Установлено, что риск развития сердечно-сосудистых и других заболеваний, связанных с избыточной массой тела, коррелирует выше с содержанием внутреннего, а не подкожного жира [13].

В исследовании, целью которого было сопоставление особенностей компонентного состава тела, полученных с помощью биоимпеданса, с данными состояния печени и биохимическими показателями, было показано, что увеличение размеров талии при небольшом увеличении подкожного абдоминального жира (менее 3 см) позволяет предполагать увеличение висцерального абдоминального жира [14].

В момент рождения процентное содержание жира в организме составляет 10–15% массы тела независимо от пола, к 6 месяцам увеличивается до примерно 30%, затем постепенно снижается. К 5–6 годам начинают формироваться половые различия в развитии жирового отложения [9].

У взрослых людей жировая масса медленно растет с возрастом. Темп увеличения жировой массы составляет в среднем 0,37 и 0,41 кг/год у мужчин и женщин соответственно, причем у женщин с возрастом он несколько увеличивается, а у мужчин замедляется. У мужчин к 40–50 годам среднепопуляционное значение жировой массы тела достигает максимума с тенденцией к последующему уменьшению. У женщин наблюдается двустадийное увеличение абсолютной жировой массы: первая стадия завершается к 40 годам фазой относительной стабилизации, дальнейший прирост происходит начиная с 60 лет [15].

Люди с высоким процентом жира в организме подвержены большему риску сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета 2-го типа, нескольких типов рака и ранней смертности [16].

Показатель процента жировой массы в организме позволяет судить о степени ожирения и риске ХНИЗ. Классификация ожирения по проценту жировой массы, в отличие от классификации по ИМТ, позволяет избежать ложного диагноза ожирение у лиц с большой мышечной массой, выявлять ожирение при нормальном весе при саркопении [17].

Безжировая масса тела состоит из воды, мышечной массы, массы скелета и других составляющих. По сравнению с жировой массой тела, индивидуальные возрастные изменения безжировой массы тела носят более устойчивый характер и находятся под более жестким генетическим контролем [18]. Безжировая масса тела увеличивается в период роста организма, относительно стабильна в зрелом возрасте и может снижаться в процессе старения. В период полового созревания у мальчиков нарастание мышечной и скелетной массы происходит более быстрыми темпами. В процессе старения безжировая масса тела снижается быстрее у мужчин [19].

Средняя доля безжировой (тощей) массы женщин в возрасте 16–20 лет составляет до 78% от массы тела, затем отмечается тенденция к ее снижению и в зрелом возрасте достигает 67,5%, а к пожилому возрасту – минимальной средней отметки в 64%. В старческом возрасте выявлено увеличение безжировой массы до 71%. В составе тощей массы возможно определить скелетно-мышечный компонент (скелетно-мышечную массу), который является показателем уровня физического развития и тренированности индивидуума [20].

Мышечная масса, полученная с помощью биоимпеданса, представляется перспективным биомаркером саркопении, хорошо коррелируя с анализом КТ [21].

Определение мышечной массы имеет большое значение для разграничения саркопенического ожирения от несаркопенического, поскольку первое повышает риск неблагоприятного исхода [16]. Кроме того, быстрая потеря мышечной массы является сильным независимым предиктором заболеваемости, смертности, ухудшения физического функционирования и качества жизни [21].

Общая вода. Наибольший по массе компонент состава тела. В норме общая вода составляет около 55% массы тела у женщин и 60% у мужчин. Основной вклад в возрастные изменения общей гидратации организма вносит процентное содержание слабогидратированной жировой ткани; в адипоцитах содержание воды составляет 5–10%, в жировой ткани – до 30% [9].

В отличие от общей гидратации тела гидратация безжировой массы тела характеризуется узкими границами изменчивости. У новорожденных она составляет около 80%, к 10–15 годам снижается примерно до 73%. Эти изменения сопровождаются увеличением относительного содержания белков и минералов в безжировой массе тела с увеличением ее плотности. Содержание воды в безжировой массе тела у здоровых взрослых людей составляет 73,2%. Данные об изменении гидратации безжировой массы тела в период старения противоречивы [22].

Общий объем воды включает в себя две составляющие, первая из которых – внутриклеточная жидкость (ВКЖ), объем которой постоянен и поддерживается за счет гидромеханического и осмотического механизма. Средний объем ВЖК составляет 16–22 % от массы тела. Вторая составляющая ОВ – внеклеточная жидкость,

средний объем которой у мужчин составляет 50–65 %, у женщин – 45–60 % [20].

Активная клеточная масса. Этот показатель трактуется как белковая масса тела или сумма масс скелетно-мышечной ткани и внутренних органов. В клинической практике отношение активной клеточной массы к безжировой массе тела применяется для оценки достаточности белкового питания и выраженности гиподинамии [22]. Показатель активной клеточной массы увеличивается в период роста организма, стабилизируется в зрелом возрасте и снижается в процессе старения [20].

Основной обмен. Параметр определяется процентным содержанием скелетно-мышечной массы, объемом активной клеточной массы и характеризуется затратами энергии (ккал) на 1 м² поверхности тела [20].

Основной обмен взрослого здорового человека составляет примерно 1 ккал на 1 кг массы тела за 1 час. Величина основного обмена зависит от пола, возраста, роста, массы, температуры тела и др. У детей основной обмен растет с увеличением массы тела. У мужчин основной обмен увеличивается до 30–40 лет и в дальнейшем постепенно снижается со скоростью 0,5–1 % в год [9].

Имеются различия в уровне основного обмена в зависимости от возраста обследуемого: уровень общего обмена у женщин увеличивается начиная от периода юности и достигает пика в зрелом возрасте, после чего находится приблизительно на одном уровне до пожилого возраста. Спад данного показателя и его минимальные значения регистрируются в старческом возрасте [20].

Величина основного обмена зависит от уровня развития скелетно-мышечной ткани. При одинаковых росте и массе тела значения основного обмена у людей атлетического телосложения на 10–15 % выше, чем при избыточном содержании жира в организме. При ожирении 2-й степени значения основного обмена в среднем на 20–25 %, а при ожирении 3-й степени – на 30 % ниже, чем у здоровых людей [22].

Компонентный состав тела во многом зависит от возраста, образа жизни, особенностей питания. Так, данные поперечного исследования, проведенного среди бразильцев в возрасте от 5 лет и старше, с медианным возрастом 27,0 года с участием 1240 человек, свидетельствуют о том, что возраст был связан со всеми параметрами состава тела в большинстве перцентилей у обоих полов, показывая тенденцию к увеличению жировой массы с возрастом без существенной разницы между возрастными группами, в то время как безжировая масса имела тенденцию быть выше в детстве и взрослом возрасте, а затем быть ниже у пожилых людей [23].

Возрастные изменения состава тела

Старение связано с медленной потерей веса, которая ускоряется после 75 лет. Однако потеря веса происходит за счет снижения межклеточной жидкости и безжировой массы, которая включает в себя скелетную

мускулатуру, массу висцеральных органов и костную ткань [5]. В то же время набор жировой массы сохраняется до 75 лет и сопровождается перераспределением жировой ткани: висцеральным ожирением и отложением жира в костном мозге. После 75 лет начинается потеря жировой массы, что приводит к еще более резкой потере веса. Характер и величина возрастного снижения мышечной массы различаются в зависимости от пола и исходного физического состояния [2].

Следствием возрастных изменений компонентного состава тела является снижение мышечной массы и силы, нарушение равновесия, ухудшение осанки. В клинических исследованиях установлена взаимосвязь между саркопенией и снижением уровня метаболизма, дегидратацией, риском падения, травмами [24].

Саркопения определяется как прогрессирующее и генерализованное заболевание скелетных мышц, подразумевающее ускоренную потерю мышечной массы, силы и функции. Оно связано с увеличением неблагоприятных исходов, включая проблемы с равновесием, падения, снижение функциональности, слабость и смертность. Потеря подвижности является одним из основных последствий возрастного ухудшения состояния скелетных мышц и основной причиной снижения самостоятельности. Кроме того, саркопения связана с худшим восстановлением физического функционирования после госпитализации, снижает скорость выписки и увеличивает уровень зависимости от посторонней помощи после госпитализации [1].

Как саркопения, так и саркопеническое ожирение, при котором снижение безжировой массы сочетается с повышением жировой массы, признаются важными проблемами питания, которые подвергают пожилых людей более высокому риску заболеваемости и смертности [16].

Считается, что саркопения – один из пяти основных факторов риска заболеваемости и смертности у лиц старше 65 лет [25].

Наиболее крупным исследованием возрастного изменения состава тела является Health ABC [26], которое было основано в 1997 году как наблюдательное эпидемиологическое когортное исследование, сосредоточенное на факторах риска снижения функций у здоровых пожилых людей. Когорта Health ABC включала 3075 мужчин и женщин в возрасте 70–79 лет [26]. Исследование показало, что у пожилых людей наблюдается тенденция к снижению всех компонентов состава тела, за исключением межмышечного жира, который со временем увеличивается. Потеря мышечной площади бедра была ассоциирована с более высокой смертностью как у мужчин, так и у женщин [26].

Кроме того, было показано, что более сильным предиктором смертности является сила мышц, а не безжировая масса или площадь мышц. Сила мышц изменялась примерно на 3–4 % в год, в то время как безжировая масса изменялась примерно на 1 % в год, при этом сила мышц снижалась, даже если безжировая масса увеличивалась [26].

Независимо от определения саркопении, возрастной потери массы и силы скелетных мышц как низкая мышечная масса, так и сниженная мышечная функция являются широко распространенными и важными факторами риска инвалидности и смертности при старении [1]. Поперечные и проспективные исследования, изучающие связь между региональной мышечной массой и результатами в отношении здоровья, показали, что низкий индекс скелетных мышц (масса скелетных мышц/масса тела, выраженная в процентах) связан с повышенной вероятностью функциональных нарушений и инвалидности [5].

Заключение

Компонентный состав организма – важный физиологический параметр, отражающий не только структуру, но и функциональные возможности организма. Вариабельность отдельных элементов состава тела позволяет давать оценку возрастным изменениям, предсказывать снижение физических возможностей и неблагоприятные сценарии старения.

В обзоре показаны возможности применения биоимпеданса в клинической практике и научных исследованиях. Данный метод имеет существенные преимущества по сравнению с другими способами антропометрического исследования. Наибольший интерес в аспекте изучения физиологических особенностей старения имеют параметры мышечной массы, тощей массы, жировой массы, воды в организме. Несмотря на значительные успехи в методологических аспектах исследования компонентного состава организма, остаются малоизученными взаимосвязи указанных параметров с функциональными возможностями индивида. Отсутствуют данные о молекулярно-клеточных связях изменений параметров компонентного состава тела с различными вариантами старения.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Источники финансирования: исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства здравоохранения Российской Федерации согласно государственному заданию №056-00055-24-00 «Структурные и клеточно-молекулярные механизмы возрастного ремоделирования соединительной ткани при заболеваниях опорно-двигательного аппарата».

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования – МПВ, КМА

Сбор и обработка материала – ПНГ, АОЮ

Написание текста – АОЮ, ПНГ, МПВ, ИММ, КМА

Редактирование – КМА, МПВ

Литература / References

1. Antuña E, Cachán-Vega C, Bermejo-Millo JC, Potes Y, Caballero B, Vega-Naredo I, Coto-Montes A, Garcia-Gonzalez C. Inflammaging: Implications in Sarcopenia. *Int J Mol Sci*. 2022;23(23):15039. doi: 10.3390/ijms232315039

2. Al-Sofiani ME, Ganji SS, Kalyani RR. Body composition changes in diabetes and aging. *J Diabetes Complications*. 2019;33(6):451–459. doi: 10.1016/j.jdiacomp.2019.03.007
3. Ward LC. Electrical Bioimpedance: From the Past to the Future. *J Electr Bioimpedance*. 2021;12(1):1–2. doi: 10.2478/joeb-2021-0001
4. Buso G, Favre L, Vionnet N, Gonzalez-Rodriguez E, Hans D, Puder JJ, Dubath C, Eap CB, Raffoul W, Collet TH, Mazzolai L. Body Composition Assessment by Dual-Energy X-Ray Absorptiometry: A Useful Tool for the Diagnosis of Lipedema. *Obes Facts*. 2022;15(6):762–773. doi: 10.1159/000527138
5. Wagner KH, Cameron-Smith D, Wessner B, Franzke B. Biomarkers of Aging: From Function to Molecular Biology. *Nutrients*. 2016;8(6):338. doi: 10.3390/nu8060338
6. Campa F, Coratella G, Cerullo G, Noriega Z, Francisco R, Charrier D, Irurtia A, Lukaski H, Silva AM, Paoli A. High-standard predictive equations for estimating body composition using bioelectrical impedance analysis: a systematic review. *J Transl Med*. 2024;22(1):515. doi: 10.1186/s12967-024-05272-x
7. Sweatt K, Garvey WT, Martins C. Strengths and Limitations of BMI in the Diagnosis of Obesity: What is the Path Forward? *Curr Obes Rep*. 2024;13(3):584–595. doi: 10.1007/s13679-024-00580-1
8. Quist JR, Isidor SD, Hvas CL, Iversen PR, Jødal L, Rud CL, & Brantlov S. Bioelektrisk impedans-analyse til vurdering af krops-sammensætning. *Ugeskrift for læger*. 2025;187(6):04240287. doi: 10.61409/V04240287
9. Bioelectric impedance analysis of human body composition / Nikolaev DV, Smirnov AV, Bobrinskaya IG, Rudnev SG. – М.: Science, 2009, 215 p.
10. Bocharin IV, Guryanov MS, Martusevich AK Comparison of bioimpedance indicators of special medical group students with body weight deviations depending on gender. *Health, Physical Culture and Sports*. 2021;3 (23):39–48.
11. Sleiman R, Abdelkader W, AlTannir D. Assessing the Body Composition of "Picky Eaters" Using Body Impedance Analysis: An Experience From a Tertiary Care Center. *Cureus*. 2024;16(5):e60538. doi: 10.7759/cureus.60538
12. Fahami M, Hojati A, Farhangi MA. Body shape index (ABSI), body roundness index (BRI) and risk factors of metabolic syndrome among overweight and obese adults: a cross-sectional study. *BMC Endocr Disord*. 2024;24(1):230. doi: 10.1186/s12902-024-01763-6
13. Liu X, He M, Li Y. Adult obesity diagnostic tool: A narrative review. *Medicine (Baltimore)*. 2024;103(17):e37946. doi: 10.1097/MD.00000000000037946
14. Жарнова В.В., Слизович Т.Н., Чекель А.В., Чугай Н.В., Башун Н.З.. Применение метода векторного анализа биоимпеданса для оценки статуса гидратации у пациентов с диффузными изменениями печени. *Новости медико-биологических наук*. 2019;19(4):48–54. [Zharnova VV, Slizevich TN, Chekel AV, Chugai NV, Bashun NZ. The use of vector bioimpedance analysis to assess the hydration status in patients with diffuse liver changes. *News of Biomedical Sciences*. 2019;19(4):48–54 (In Russ.)].
15. Autret K, Bekelman TA. Socioeconomic Status and Obesity. *J Endocr Soc*. 2024;8(11):bvae176. doi: 10.1210/jendso/bvae176
16. Holmes CJ, Racette SB. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: An Overview of Current Methodology. *Nutrients*. 2021;13(8):2493. doi: 10.3390/nu13082493
17. Анищенко А.П., Архангельская А.Н., Рогозная Е.В., Игнатов Н.Г., Гуревич К.Г. Сопоставимость антропометрических измерений и результатов биоимпедансного анализа. *Вестник новых медицинских технологий*. 2016;1:138–141. [Anishchenko AP, Arkhangelskaya AN, Rogoznaya EV, Ignatov NG, Gurevich KG. Comparability of anthropometric measurements and bioimpedance analysis results. *Journal of New Medical Technologies*. 2016;1:138–141 (In Russ.)]

18. Liu S, He Y, Yu G, Song C, Wang D, Liu L, Liang H, Wan H, Shen J. Association of muscle mass, grip strength and fat-to-muscle ratio and metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease in a middle-to-elderly aged population. *Ann Med*. 2024;56(1):2390169. doi: 10.1080/07853890.2024.2390169
19. Maw AA, Thwin T, Owino VO, Ward LC. Development of a bioelectrical impedance analysis-based prediction equation for body composition of rural children aged 4-8 years in Myanmar. *Nutr Health*. 2024 Jun 11:2601060241260983. doi: 10.1177/02601060241260983
20. Перевощикова Н.К., Селиверстов И.А., Дракина С.А., Черных Н.С. Биоимпедансный анализ в клинической практике. *Мать и дитя в Кузбассе*. 2021;3(86):11–20 [Perevoshchikova NK, Seliverstov IA, Drakina SA, Chernykh NS. Bioimpedance analysis in clinical practice. *Mother and Baby in Kuzbass*. 2021;3(86):11–20 (In Russ.)]. doi 10.24412/2686-7338-2021-3-11-20
21. Moonen HPFX, Van Zanten ARH. Bioelectric impedance analysis for body composition measurement and other potential clinical applications in critical illness. *Curr Opin Crit Care*. 2021;27(4):344–353. doi: 10.1097/MCC.0000000000000840
22. Webb MD, Melough MM, Earthman CP, Katz SE, Pacanowski CR. Associations between anthropometry, body composition, and body image in athletes: a systematic review. *Front Psychol*. 2024;15:1372331. doi: 10.3389/fpsyg.2024.1372331
23. Amaral MA, Mundstock E, Scarpato CH, Cañon-Montañez W, Mattiello R. Reference percentiles for bioimpedance body composition parameters of healthy individuals: A cross-sectional study. *Clinics (Sao Paulo)*. 2022;77:100078. doi: 10.1016/j.clinsp.2022.100078
24. Гериатрия: национальное руководство / под ред. О.Н. Ткачевой, Е.В. Фроловой, Н.Н. Яхно. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2023. 720 с. [Geriatrics: a national guide / edited by O.N. Tkacheva, E.V. Frolova, N.N. Yakhno. Moscow: GEOTAR-Media, 2023. 720 p. (In Russ.)].
25. Golovanova ED, Ayrapetov KV. Bioimpedancemetry in early prevention of sarcopenia in the elderly in outpatient care. *Clin Gerontol*. 2021;27(9–10):3–9.
26. Newman AB, Visser M, Kritchevsky SB, Simonsick E, Cawthon PM, Harris TB. The Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study-Ground-Breaking Science for 25 Years and Counting. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2023;78(11):2024–2034. doi: 10.1093/gerona/glad167