

DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-34-39

А.С. Самойлов<sup>1</sup>, Н.В. Рылова<sup>1,2</sup>, А.В. Жолинский<sup>2</sup>, Е.В. Голобородько<sup>1</sup>, А.В. Бодров<sup>1</sup>, Е.В. Кузнецова<sup>3</sup>**АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ КОМПОЗИЦИОННОГО СОСТАВА ТЕЛА  
В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ**<sup>1</sup>ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва<sup>2</sup>Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, г. Москва<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Российский Национальный Исследовательский Медицинский Университет им. Н.И. Пирогова»  
Мининздрава России, Москва

Контактное лицо: Рылова Наталья Викторовна: rilovanv@mail.ru

**Резюме**

В статье представлен обзор отечественной и зарубежной литературы о современных методах анализа состава тела. Большое внимание уделяется описанию таких распространенных методик, как измерение антропометрических показателей и биоимпедансный анализ. Несмотря на низкую точность, антропометрия все еще является одним из наиболее популярных способов ориентировочной оценки нутритивного статуса. Также в статье детально рассматриваются такие методы, как двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, с помощью которых можно получить точную и исчерпывающую информацию о составе тела человека. Необходимость в применении анализа состава тела существует в таких направлениях клинической медицины, как диетология, нефрология, комбустиология, хирургия, кардиология, анестезиология и реаниматология и т.д. В зависимости от целей и задач в конкретной клинической ситуации могут применяться различные методы исследования и их комбинации.

**Ключевые слова:** *состав тела, биоимпедансный анализ, антропометрия, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, компьютерная томография*

**Для цитирования:** Самойлов А.С., Рылова Н.В., Жолинский А.В., Голобородько Е.В., Бодров А.В., Кузнецова Е.В. Актуальные аспекты оценки композиционного состава тела в клинической практике // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна 2025. №2. С. 34–39. DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-34-39

DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-34-39

A.S. Samoylov<sup>1</sup>, N.V. Rylova<sup>1</sup>, A.V. Zholinskiy<sup>2</sup>, E.V. Goloborodko<sup>1</sup>, A.V. Bodrov<sup>1</sup>, E.V. Kuznetsova<sup>3</sup>**Current Aspects of Assessing Body Composition in Clinical Practice**<sup>1</sup>International Office, State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center  
of Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia<sup>2</sup>Federal scientific and clinical center for sports medicine and rehabilitation of the FMBA of Russia, Moscow<sup>3</sup>Russian National Research Medical University named after N. I. Pirogova

Contact person: Rylova Natal'ya Victorovna: rilovanv@mail.ru

**Abstract**

This article provides an overview of domestic and foreign literature on modern methods for analyzing body composition. Much attention is paid to the description of such common methods as the measurement of anthropometric parameters and bioimpedance analysis. We have noted that despite the low accuracy, anthropometry is still one of the most popular methods for an approximate assessment of nutritional status. It also discusses in detail the most commonly used laboratory methods, such as dual-energy X-ray absorptiometry, computed tomography and magnetic resonance imaging, which can provide accurate and comprehensive information about the composition of the human body. The need for body composition analysis exists in such areas of clinical medicine as dietetics, nephrology, combustiology, surgery, cardiology, anesthesiology and resuscitation, etc. It was concluded that, depending on the goals and objectives in a particular clinical situation, various research methods and their combinations can be used.

**Keywords:** *body composition, bioimpedance analysis, anthropometry, dual-energy x-ray absorptiometry, computed tomography*

**For citation:** Samoylov AS, Rylova NV, Zholinskiy AV, Goloborodko EV, Bodrov AV, Kuznetsova EV. Current Aspects of Assessing Body Composition in Clinical Practice. A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center Clinical Bulletin. 2025.2:34-39 (In Russian) DOI: 10.33266/2782-6430-2025-2-34-39

**Введение**

Оптимальный состав человеческого тела является одним из ключевых факторов поддержания здоровья и хорошего самочувствия в течение долгих лет жизни. Оценка состава тела дает общее представление не только о пищевом статусе человека, но и о его функ-

циональных возможностях, что может быть полезно для диетологов, врачей-клиницистов, ученых и спортсменов. При этом оценка статуса питания имеет большое значение как на индивидуальном уровне, так и на уровне целых групп населения. Масштабное применение различных методов композиционного анализа

состава тела позволяет выявить наличие повышенного риска серьезных заболеваний, связанных с питанием, и своевременно принять меры по их лечению и профилактике. Установлено, что изменения в отдельных компонентах человеческого организма ассоциированы с такими социально значимыми нозологиями, как инфаркт, инсульт, диабет, некоторые виды злокачественных опухолей, остеопороз и остеоартрит [1]. С увеличением распространенности вышеописанных заболеваний возрастает потребность в удобных, чувствительных и точных методах анализа состава тела.

Для упрощения и систематизации знаний были сформированы модели состава тела. В зависимости от целей и задач наиболее часто применяются двух-, трех-, четырех- и многокомпонентные модели. Традиционной считается двухкомпонентная модель оценки состава тела, в основе которой лежит разделение на жировую массу тела (ЖМТ) и безжировую массу тела (БЖМТ). БЖМТ включает в себя практически все органы и ткани человека (скелетные мышцы, соединительная ткань и т.д.), в то время как ЖМТ отражает только общее количество жировой ткани [1]. Наиболее точными методами измерения ЖМТ и БЖМТ в соответствии с двухкомпонентной моделью являются денситометрия (подводное взвешивание), гидрометрия и плетизмография с вытеснением воздуха [2]. Трехкомпонентная модель включает в себя дополнительное измерение общего количества минералов в костях. Классическим примером трехкомпонентного анализа является двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) [3]. В четырехкомпонентной модели состава тела БЖМТ дополнительно разделяется на общее количество воды и метаболически активную ткань. В клинической практике чаще всего используются трех- и четырехкомпонентные модели, что обусловлено их удобством с точки зрения врача-клинициста. Более сложные модели состава тела применяются в основном в клинических исследованиях, так как часто требуют использования нескольких методик и технологий, что является довольно трудоемким и затратным процессом.

Помимо классификации, основанной на количестве анализируемых компонентов, методы анализа состава тела можно разделить на полевые и лабораторные. К полевым методам относят такие недорогие и удобные в повседневной клинической практике способы исследования, как антропометрия и биоимпедансный анализ тела. Лабораторные методы в свою очередь включают в себя гидроденситометрию, плетизмографию с вытеснением воздуха, метод изотопного разбавления (гидрометрия), магнитно-резонансную томографию (МРТ), компьютерную томографию (КТ), позитронно-эмиссионную томографию в сочетании с КТ или МРТ (ПЭТ/КТ, ПЭТ/МРТ), двухэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию, исследование естественной радиоактивности всего организма, спектроскопию ядерного магнитного резонанса (ЯМР-спектроскопия), ультразвуковое исследование (УЗИ), нейтронно-активационный анализ и т.д. [1, 4]. Данные способы анализа состава тела являются более слож-

ными в исполнении и дорогостоящими, а также требуют участия высококвалифицированных специалистов, что затрудняет их масштабное применение в клинической практике. Некоторые из этих методик являются инвазивными (гидрометрия), подвергающими пациента лучевой нагрузке (КТ, ПЭТ/КТ, ДРА), либо вызывающими психологический дискомфорт (гидроденситометрия), что также создает препятствия для их применения. Данный обзор сосредоточен на описании наиболее часто используемых и современных методов анализа состава тела и перспективах их применения в клинической практике.

### Антропометрия

Измерение антропометрических характеристик является самым простым, неинвазивным и довольно информативным методом оценки нутритивного статуса пациента. Данный метод широко используется не только для выявления лиц из групп риска заболеваний, связанных с неправильным питанием, но и для мониторинга эффективности диетических мероприятий. Индекс массы тела (ИМТ) является наиболее часто используемым антропометрическим показателем. По результатам расчета ИМТ у взрослых людей выделяют 4 категории: низкий вес ( $<18,5$  кг/м<sup>2</sup>), нормальный вес (от 18,5 до 25,0 кг/м<sup>2</sup>), избыточный вес (от 25,0 до 30 кг/м<sup>2</sup>) и ожирение ( $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup>) [5, 6]. Ввиду значительных этнических и расовых различий для азиатского населения были предложены более низкие пороговые значения ИМТ: диапазон от 23 до 27,5 кг/м<sup>2</sup> соответствует избыточной массе тела, а значения более 27,5 кг/м<sup>2</sup> позволяют предположить ожирение [7, 8]. Для определения нутритивного статуса по ИМТ у детей применяют центильные шкалы и величины стандартных отклонений (англ. Standart Devation Score - SDS). Избыточная масса тела диагностируется при получении значения ИМТ выше 85 перцентиля или величине SDS более + 1,0, в то время как ожирение соответствует значениям ИМТ более 95 перцентиля либо SDS более + 2,0 [9].

Помимо индекса массы тела из антропометрических показателей используются измерение окружностей тела и кожных складок. Окружность талии используется у детей и взрослых в качестве величины, характеризующей количество висцеральной жировой ткани. Данный параметр измеряется с помощью нерастяжимой ленты в положении стоя во время выдоха в средней точке между нижней части грудной клетки и гребнем подвздошной кости. Пороговые значения кардиометаболического риска, предложенные для лиц европейских этнических групп, составляют  $\geq 102$  см для мужчин и  $\geq 88$  см для женщин [10]. Также часто используется параметр соотношения окружностей талии и бедер. Данное соотношение позволяет оценить распределение жировой ткани в верхней и нижней частях тела и таким образом дифференцировать гиноидное и андроидное ожирение. Неблагоприятный прогноз в отношении сердечно-сосудистого риска определяется при получении значений  $\geq 1,0$  для мужчин и  $\geq 0,85$  для женщин [1]. Исследование толщины кожных складок позволяет определить плотность тела и на этом основании сделать предположение о процентном содержании подкожной жировой ткани.

Для большей точности при данном обследовании рекомендуется использовать специализированные штангенциркули и проводить измерения не менее 2 раз. Толщину кожных складок чаще всего исследуют на таких участках, как бицепс, трицепс, подлопаточная и надподвздошная области. Однако иногда измерению также подвергаются кожные складки над брюшной полостью, передней частью бедра и голени. Полученные результаты обрабатываются с помощью уравнений Дарнина – Уомерсли, Сири или Деборы Керр. При использовании последнего уравнения в соответствии с протоколом ISAK (англ. International Society for the Advancement of Kinanthropometry) необходимы значения 10 окружностей тела (см), 6 диаметров (мм), 9 длин и сегментов (см) и 8 кожных складок (мм) [11].

Несмотря на удобство антропометрических методов, главными ограничивающими факторами их применения является низкая точность и зависимость от навыков специалиста. Именно поэтому в настоящее время большое распространение получают инструментальные методы анализа состава тела.

### Биоимпедансный анализ

Биоимпедансный анализ (англ. Bioelectrical Impedance Analysis - BIA) является широко используемым методом оценки состава тела, который все чаще применяется в клинической практике и научных исследованиях. Это довольно современный, быстрый, неинвазивный и удобный способ диагностики, относительно низкая стоимость которого обуславливает его растущую популярность в медицинских учреждениях, физкультурно-оздоровительных центрах и т.д. Технология данного метода диагностики основана на пропускании электрического тока низкого уровня (800 мкА) через тело человека. При этом электрический ток легко протекает через мышечную ткань организма, которая в среднем на 73 % состоит из воды, в то время как жировая ткань, являясь одной из наименее гидратированной и бедной электролитами тканью в организме, вызывает значительное сопротивление прохождению электричества. Таким образом, люди с высокой долей безжировой массы тела при надлежащей гидратации имеют более высокую электропроводность, чем люди с большой долей жировой массы тела [12]. Устройства BIA определяют так называемый импеданс ( $Z$ ), который характеризует полное электрическое сопротивление тканей. На основе значений импеданса и его составляющих оценивается количество общей воды, БЖМТ, ЖМТ, а также процентное содержание жировой ткани [13]. Важно понимать, что биоимпедансные анализаторы определяют количество БЖМТ не напрямую, а посредством оценки общего количества воды. Именно поэтому на точность результатов довольно сильно влияют состояния гиповодной и гипергидратации, наличие регионарных отеков (лимфедема, воспалительные реакции) и беременность. Также к факторам, потенциально способным повлиять на результаты тестирования, относят непропорциональное телосложение, проведение теста непосредственно после тренировки или приема пищи, повышенная температура тела, неправильное размещение электродов и тестирование в период

овуляции [13, 14]. Отдельно стоит отметить, что на точность измерений влияет уравнение регрессии, используемое устройством BIA. Многие этих уравнений носят общий характер и мало специфичны для различных групп населения, что обуславливает вариативность измерений в зависимости от пола, возраста, этнической принадлежности, уровня ожирения и физической активности [12].

В настоящий момент на рынке представлено большое количество моделей устройств BIA, которые классифицируются по нескольким признакам: по частоте применяемого тока (одночастотные, многочастотные, биоимпедансная спектроскопия), по объекту измерений (интегральные, локальные и полисегментные), по схемам наложения электродов («рука к руке», «рука к ноге», «нога к ноге» и прямое сегментарное), по тактике измерений (эпизодические и мониторинговые) [13, 15]. Одночастотные анализаторы используют электрический ток на одной фиксированной частоте 50 кГц, в то время как многочастотные приборы способны генерировать ток на двух и более частотах. Главной особенностью многочастотных анализаторов является способность определять фактическое количество внутри- и межклеточной жидкости. Было исследовано, что на низких частотах (1–5 кГц) электрический ток не проникает через клеточную мембрану, поэтому предполагается, что значения импеданса с использованием низкочастотного переменного тока отражают содержание внеклеточной жидкости. И наоборот, при более высоких частотах ( $> 50$  кГц) ток проходит через мембраны клеток и способен предоставить информацию как о внутриклеточных, так и внеклеточных жидкостных компартментах [2]. Также при помощи многочастотных анализаторов можно провести сегментарный анализ тела, что позволяет более подробно изучить распределение мышечной и жировой тканей организма и выявить скрытые отеки в нижних конечностях [16]. Дальнейшим развитием технологии анализа состава тела на основе измерения импеданса является биоимпедансная спектроскопия. При данном типе исследования используются не менее 50 различных частот электрического тока в диапазоне от 1 кГц до 1200 кГц, что дает возможность наиболее точно оценить большинство клинически значимых параметров состава тела [16].

К другим важным электрическим характеристикам биоимпедансного анализа состава тела, помимо непосредственно значения импеданса и его составляющих, относятся резистивный индекс и фазовый угол. Резистивный индекс является довольно точным показателем, отражающим количество мышечной массы конечностей [17]. Фазовый угол в свою очередь предоставляет информацию о состоянии гидратации и количестве клеточной массы организма, являясь при этом маркером общего здоровья тела человека. Значения данного показателя снижаются при многих хронических заболеваниях (ХОБЛ, цирроз печени, онкологические заболевания и т.д.), воспалении различной локализации, недоедании, ожирении и длительной гиподинамии [18]. У пожилых людей фазовый угол является независимым предиктором



таких клинически неблагоприятных исходов, как инвалидность и смертность [19]. Нормальные значения фазового угла у взрослых здоровых людей составляют от  $6^\circ$  до  $7^\circ$ , в то время как у спортсменов данный показатель может достигать величины  $8,5^\circ$  и выше. Значения фазового угла менее  $5^\circ$  указывают на нарушение клеточной целостности и диктуют необходимость более глубокого обследования пациента [2].

Биоимпедансный анализ состава тела применяется во многих областях клинической медицины. Значения ЖМТ и БЖМТ и их контроль в динамике необходимы специалистам в области диетологии и эндокринологии для определения нутритивного статуса пациента и мониторинга эффективности диетических мероприятий при лечении ожирения и диабета [13]. Способность многочастотных устройств ВИА точно оценивать количество внутри- и внеклеточной жидкости используется в нефрологии (лечение хронической почечной недостаточности, мониторинг эффективности гемодиализа), комбустиологии, хирургии, кардиологии (мониторинг периферических и легочных отеков, контроль эффективности терапии диуретиками), анестезиологии и реаниматологии (контроль инфузионно-трансфузионной терапии) [20]. Значения фазового угла также полезны для диагностики саркопении и прогнозирования выживаемости пожилых пациентов и онкологических больных [19, 20].

Таким образом, биоимпедансный анализ является удобным и недорогим средством мониторинга состава тела человека, что обуславливает его растущую популярность среди специалистов различного профиля. На данном этапе наиболее современные устройства ВИА разработаны по принципу многочастотности, что значительно повышает точность исследования и расширяет возможности метода. Однако несмотря на преимущества технологии биоимпеданса и ее распространенность, у данного способа оценки состава тела существуют довольно значительные недостатки, к которым в первую очередь относятся снижение точности исследования при нарушении водно-электролитного баланса и вариативность измерений в зависимости от используемого устройства и индивидуальных характеристик пациента (пол, возраст, этническая принадлежность, уровень ожирения и физической активности).

### Лабораторные методы

Гидростатическое взвешивание (или гидроденситометрия) — это основополагающий метод определения состава тела, который десятилетиями считался «золотым стандартом» для оценки ЖМТ и БЖМТ. Данный способ оценки состава тела основан на законе Архимеда, который гласит, что погруженное в воду тело выталкивается противодействующей силой, равной весу вытесненной воды. При этом чем больше количество жировой ткани и меньше мышечная масса, тем большие силы противодействия будут влиять на тело человека при погружении в воду. Данный факт обусловлен большей плотностью мышечной ткани по сравнению с жировой [1]. Во время процедуры

гидроденситометрии точно измеряется масса тела человека и его объем, что позволяет рассчитать общую плотность. Используя параметр плотности с помощью соответствующих уравнений рассчитываются значения ЖМТ и БЖМТ. При этом для получения точных результатов при применении данного метода необходимо учитывать количество воздуха, присутствующего в легких и желудочно-кишечном тракте во время измерения, что довольно затруднительно. Также к ограничениям метода относят значительную трудоемкость и длительность исследования, дискомфорт для человека и высокую стоимость оборудования [21]. Альтернативой гидростатическому взвешиванию является плетизмография с вытеснением воздуха. С помощью данного метода также измеряется плотность тела, однако процедура исследования занимает меньше времени и гораздо более удобна для пациентов. В настоящее время плетизмография с вытеснением воздуха является одной из немногих коммерчески доступных технологий, позволяющей точно оценивать состав тела новорожденных [4].

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия является «золотым стандартом» диагностики остеопороза. Также с помощью этого метода можно оценить количество мышечной и жировой ткани в различных областях тела [22, 23]. К преимуществам ДРА относятся быстрота выполнения, низкое радиационное воздействие (от  $0,1$  до  $75$  мкЗв в зависимости от производителя, модели и используемого режима сканирования) и отсутствие необходимости специальной подготовки со стороны пациента. При этом метод ДРА предполагает постоянный уровень гидратации мягких тканей, что может повлиять на точность исследования при наличии у пациента регионарных отеков, гипо- и гипергидратации [24, 25].

Большого внимания заслуживает рассмотрение способов оценки состава тела, основанных на технологиях визуализации. Такие методы как компьютерная томография и магнитно-резонансная томография считаются наиболее точными средствами количественной оценки состава тела на уровне органов и тканей [1]. С помощью КТ можно получить трехмерное объемное изображение различных частей тела в высоком разрешении, однако на практике чаще проводится двухмерный анализ осевых срезов тела, что обусловлено необходимостью минимизации дозы облучения. Было показано, что исследование осевых срезов на уровне третьего поясничного позвонка может предоставить информацию об общем количестве мышечной и жировой ткани во всем теле [26]. На основе анализа паравертебральной мышечной ткани по данным срезам и информации о росте человека можно рассчитать индекс скелетной мускулатуры (англ. skeletal muscle index - SMI). Значения данного индекса менее  $41,2 \text{ см}^2/\text{м}^2$  для пациентов обоих полов отражают значимую потерю мышечной ткани, что ассоциировано с неблагоприятным прогнозом [27]. К преимуществам метода КТ относят высокую точность, способность дифференцировать подкожную

и висцеральную жировую ткань, а также возможность выявить жировую инфильтрацию мышечной ткани и печени. К недостаткам можно отнести высокую стоимость, относительно высокий уровень облучения (для КТ позвоночника в среднем 6000 мкЗв), низкую практичность и высокие требования квалификации для специалистов-рентгенологов [28]. В отличие от приборов КТ, которые используют ионизирующее излучение для получения изображения, аппараты МРТ совершенно безвредны. Таким образом, высокий профиль безопасности метода МРТ позволяет проводить исследование даже у новорожденных детей. При этом отсутствие лучевой нагрузки предоставляет возможность провести полное сканирование тела с созданием трехмерной объемной модели. Для анализа результатов можно использовать программы автоматической сегментации изображения, которые позволяют быстро и точно оценить содержание жировой и мышечной тканей в различных частях тела [29]. К ограничениям метода МРТ относятся высокая стоимость оборудования и необходимость сохранять полную неподвижность в течение достаточно продолжительного исследования (средняя длительность процедуры составляет от 20 минут до 2 часов).

К визуализирующим методикам анализа состава тела можно отнести метод ультразвукового исследования. С помощью УЗИ можно оценить количество подкожной, внутрибрюшной и брыжеечной жировой ткани, а также определить толщину жира в параренальной клетчатке и в эпикарде. Одним из значимых ультразвуковых параметров ожирения является индекс жира брюшной стенки (англ. Abdominal wall fat index – WFI). Данный индекс рассчитывается как отношение толщины предбрюшинного жира (расстояние между передней поверхностью брюшины, покрывающей печень, до задней поверхности белой линии) к минимальной толщине подкожно-жировой клетчатки в области эпигастрия. На основании индекса WFI ожирение можно разделить на висцеральный (WFI >1) и подкожный (WFI <1) тип. Также УЗИ используется для оценки состояния мышечной ткани и диагностики саркопении. При этом чаще всего исследованию подвергается область четырехглавой мышцы бедра [28, 30].

Существует большое количество методов оценки состава тела, которые редко применяются в клинической практике вследствие большой стоимости и непрактичности, однако являются незаменимыми при проведении научных исследований. «Золотым стандартом» оценки общего количества воды в организме является метод гидрометрии. Для неинвазивной оценки содержания белка в организме и определения общего количества клеточной массы применяется исследование естественной радиоактивности всего организма. Нейтронный активационный анализ используется для анализа состава тела на элементарном уровне. Данный метод позволяет точно измерить общее содержание в организме таких элементов как кальций, натрий, хлор, фосфор, азот, водород, кислород и углерод [4]. ПЭТ-сканирование (ПЭТ/КТ,

ПЭТ/МРТ) используется для выявления областей с высокой метаболической активностью. Технология ПЭТ/КТ с фтордезоксиглюкозой в качестве индикатора в настоящее время рассматривается как «золотой стандарт» для обнаружения депо бурой жировой ткани в организме. Важность бурой жировой ткани объясняется ее протективным воздействием на организм человека при ожирении и сердечно-сосудистых заболеваниях [31]. ЯМР-спектроскопия применяется для измерения количества внутрипеченочных липидов, внутримиеоцеллюлярных липидов (англ. intramyocellular lipid - IMCL) и внемиоцеллюлярных липидов (англ. extramyocellular lipid - EMCL) в мышечных волокнах. Было показано, что физическая активность и общая физическая форма связаны с повышением содержания IMCL, в то время как у людей с избыточным весом или ожирением наблюдается повышение количества EMCL. Также было исследовано, что увеличение соотношения EMCL/IMCL в мышцах связано с повышенной жесткостью артерий у взрослых людей [4, 32].

Весьма перспективным методом анализа состава тела является цифровая антропометрия. Трехмерные (3D) сканеры тела и приложения для анализа цифровых изображений на смартфонах позволяют быстро и безопасно оценить объемы, размеры и окружности тела в различных анатомических областях. Использование 3D-сканеров может послужить альтернативой более трудоемким и затратным способам анализа состава тела, однако на данный момент в связи с новизной этих устройств и приложений необходимы дальнейшие исследования, которые позволят рекомендовать данный метод для применения у различных групп населения [33, 34].

### Заключение

В настоящее время исследование состава тела является важным направлением современной медицины. Различные методы диагностики, направленные на количественное и качественное определение составных компонентов человеческого тела, используются в таких клинических областях, как диетология, нефрология, комбустиология, хирургия, кардиология, анестезиология и реаниматология и т.д. Существующая классификация разделяет все методы анализа состава тела на полевые (антропометрия, биоимпедансный анализ) и лабораторные (МРТ, КТ, УЗИ, гидроденситометрия, плетизмография с вытеснением воздуха, гидрометрия). Для достижения поставленных целей в разных клинических ситуациях могут применяться различные способы исследования состава тела. Антропометрический метод, несмотря на низкую точность, широко применяется для ориентировочной оценки нутритивного статуса. Биоимпедансный анализ показал свою эффективность для диагностики и мониторинга состояний, связанных с нарушением гидратации. Метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии незаменим для количественной оценки минеральной плотности костей при лечении остеопороза. Визуализирующие методики (КТ, МРТ, УЗИ) используются в ситуациях, когда

необходима максимальная точность исследования. Такие методы диагностики, как гидрометрия, нейтронный активационный анализ, ПЭТ-сканирование и другие, наиболее часто применяются при проведении научных исследований. Их активное ис-

пользование в клинической практике ограничено сложностью проведения, высокой стоимостью и другими факторами. Также важно отметить, что весьма перспективным методом анализа состава тела является цифровая антропометрия.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ/REFERENCES

- Kuriyan R. Body Composition Techniques. *Indian J Med Res.* 2018;148;5:648-658. doi:10.4103/ijmr.IJMR\_1777\_18.
- 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 Mol Imaging.* 2019. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6560329/>
- Strydom K., Van Niekerk E., Dhansay M.A. Factors Affecting Body Composition in Preterm Infants: Assessment Techniques and Nutritional Interventions. *Pediatr Neonatol.* 2019;60;2: 121-128. doi: 10.1016/j.pedneo.2017.10.007.
- Lemos T., Gallagher D. Current Body Composition Measurement Techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2017;24;5:310-314. doi: 10.1097/MED.0000000000000360.
- Morais S.S., Ide M., Morgan A.M., et al. A Novel Body Mass Index Reference Range – an Observational Study. *Clinics (Sao Paulo).* 2017;72;11:698-707. doi: 10.6061/clinics/2017(11)09.
- Liu B., Du Y., Wu Y., et al. Trends in Obesity and Adiposity Measures by Race or Ethnicity among Adults in the United States 2011-18: Population Based Study. *BMJ.* 2021;372:n365. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7961695/>.
- Васюкова О.В. Ожирение у детей и подростков: критерии диагноза // Ожирение и метаболизм. 2019. Т.16. №1. С. 70-73 [Vasyukova O.V. Obesity in Children and Adolescents: Diagnostic Criteria. *Ozhireniye i Metabolizm* = Obesity and Metabolism. 2019;16;1:70-73 (In Russ.)]. doi: 10.14341/omet10170.
- Ross R., Neeland J.J., Yamashita S., et al. Waist Circumference as a Vital Sign in Clinical Practice: a Consensus Statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nat Rev Endocrinol.* 2020;16;3:177-189.
- Arias Téllez M.J., Carrasco F., España Romero V., et al. A comparison of Body Composition Assessment Methods in Climbers: Which is Better? *Plos One* 2019;14;11:e0224291.
- Holmes C.J., Racette S.B. The Utility of Body Composition Assessment in Nutrition and Clinical Practice: an Overview of Current Methodology. *Nutrients.* 2021;13;8:2493.
- Гирш Я.В., Герасимчик О.А. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела // Бюллетень сибирской медицины. 2018. Т.17. №2. С. 121-132 [Girsh Ya.V., Gerasimchik O.A. The Role and Place of Bioimpedance Analysis in Assessing the Body Composition of Children and Adolescents with Different Body Weights. *Byulleten' Sibirskoy Meditsiny* = Bulletin of Siberian Medicine. 2018;17;2:121-132 (In Russ.)]. doi: 10.20538/1682-0363-2018-2-121-132.
- Borga M., West J., Bell J.D., et al. Advanced Body Composition Assessment: from Body Mass Index to Body Composition Profiling. *J Investig Med.* 2018;66;5:1-9. doi: 10.1136/jim-2018-000722.
- Campa F., Toselli S., Mazzilli M., et al. Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. *Nutrients.* 2021;13;5:1620. doi: 10.3390/nu13051620.
- Mundi M.S., Patel J.J., Martindale R. Body Composition Technology: Implications for the ICU. *Nutr Clin Pract.* 2019;34;1:48-58. doi: 10.1002/ncp.10230.
- De Rui M., Veronese N., Bolzetta F., et al. Validation of Bioelectrical Impedance Analysis for Estimating Limb Lean Mass in Free-Living Caucasian Elderly People. *Clin Nutr.* 2017;36;2:577-584. doi: 10.1016/j.clnu.2016.04.011.
- Di Vincenzo O., Marra M., Di Gregorio A., et al. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) – Derived Phase Angle in Sarcopenia: a Systematic Review. *Clin Nutr.* 2021;40;5:3052-3061. doi: 10.1016/j.clnu.2020.10.048.
- Genton L., Herrmann F.R., Spörri A., et al. Association of Mortality and Phase Angle Measured by Different Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Devices. *Clin Nutr.* 2018;37;3:1066-1069. doi: 10.1016/j.clnu.2017.03.023.
- Khalil S.F., Mohktar M.S., Ibrahim F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors (Basel).* 2014;14;6:10895-10928. doi: 10.3390/s140610895.
- Gibby J.T., Njeru D.K., Cvetko S.T., et al. Whole-Body Computed Tomography-Based Body Mass and Body Fat Quantification: a Comparison to Hydrostatic Weighing and Air Displacement Plethysmography. *J Comput Assist Tomogr.* 2017;41;2:302-308. doi: 10.1097/RCT.0000000000000516.
- Jain R.K., Vokes T. Dual-energy X-ray Absorptiometry. *J Clin Densitom.* 2017;20;3:291-303. doi: 10.1016/j.jocd.2017.06.014.
- Kasper A.M., Langan-Evans C., Hudson J.F., et al. Come Back Skin-folds, All is Forgiven: a Narrative Review of the Efficacy of Common Body Composition Methods in Applied Sports Practice. *Nutrients.* 2021;13;4:1075. doi: 10.3390/nu13041075.
- Fosbøl M.Ø., Zerahn B. Contemporary Methods of Body Composition Measurement. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2015;35;2:81-97.
- Toledo D.O., Carvalho A.M., Oliveira A., et al. The Use of Computed Tomography Images as a Prognostic Marker in Critically Ill Cancer Patients. *Clin Nutr ESPEN.* 2018;25:114-120.
- Ceniccola G.D., Castro M.G., Piovacari S.M.F., et al. Current Technologies in Body Composition Assessment: Advantages and Disadvantages. *Nutrition.* 2019;62:25-31.
- Middleton M.S., Haufe W., Hooker J., et al. Quantifying Abdominal Adipose Tissue and Thigh Muscle Volume and Hepatic Proton Density Fat Fraction: Repeatability and Accuracy of an MR Imaging-Based, Semiautomated Analysis Method. *Radiology.* 2017;283;2:438-449. doi: 10.1148/radiol.2017160606.
- Ponti F., De Cinque A., Fazio N., et al. Ultrasound Imaging, a Stethoscope for Body Composition Assessment. *Quant Imaging Med Surg.* 2020;10;8:1699-1722. doi: 10.21037/qims-19-1048.
- Franssens B.T., Hoogduin H., Leiner T., et al. Relation Between Brown Adipose Tissue and Measures of Obesity and Metabolic Dysfunction in Patients with Cardiovascular Disease. *J Magn Reson Imaging.* 2017;46;2:497-504. doi: 10.1002/jmri.25594. Epub 2017 Jan 27.
- Hasegawa N., Kurihara T., Sato K., et al. Intramyocellular and Extramyocellular Lipids Are Associated with Arterial Stiffness. *Am J Hypertens.* 2015;28;12:1473-1479. doi: 10.1093/ajh/hpv041. Epub 2015 Apr 24.
- Tinsley G.M., Moore M.L., Benavides M.L., et al. 3-Dimensional Optical Scanning for Body Composition Assessment: a 4-Component Model Comparison of four Commercially Available Scanners. *Clin Nutr.* 2020;39;10:3160-3167.
- Heymsfield S.B., Bourgeois B., Ng B.K. et al. Digital Anthropometry: A Critical Review. *Eur J Clin Nutr.* 2018;72;5:680-687. doi: 10.1016/j.clnu.2020.02.008. Epub 2020 Feb 15.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Участие авторов.** Статья подготовлена с равным участием авторов.  
**Поступила:** 11.01.2025. **Принята к публикации:** 15.02.2025.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Financing.** The study had no sponsorship.  
**Contribution.** Article was prepared with equal participation of the authors.  
**Article received:** 11.01.2025. **Accepted for publication:** 15.02.2025