

Определение содержания жира в составе тела методом биоэлектрического импеданса и двуэнергетической рентгеновской абсорбциометрии



О. А. Никитинская



Н. В. Торопцова

О. А. Никитинская, Н. В. Торопцова

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой», Москва

РЕЗЮМЕ

Ожирение является фактором риска для многих хронических болезней, в том числе ревматических. Так, жировая ткань способна секретировать провоспалительные цитокины, вызывающие системное субклиническое воспаление, а ее избыток может способствовать развитию воспалительного неинфекционного заболевания. Для определения количества жира в организме применяют несколько методов исследования, включая «золотой стандарт» – двуэнергетическую рентгеновскую абсорбциометрию (DXA). Метод биоэлектрического импедансного анализа (BIA) является альтернативой для оценки состава тела, не требующей специальных условий для размещения и проведения обследования, однако точность его результатов зависит от гидратации организма.

Цель исследования. Сравнить результаты определения процентного содержания жира в составе тела с помощью многочастотного BIA с показателями жировой ткани, полученными с использованием DXA.

Пациенты и методы. Включено 20 добровольцев (11 женщин и 9 мужчин) в возрасте от 26 до 70 лет без серьезных метаболических, сердечно-сосудистых или эндокринных заболеваний. Выполнены по два повторных измерения BIA на приборе MS FIT и DXA-сканирование всего тела на аппарате Lunar Prodigy Advance.

Результаты и обсуждение. Достоверных различий в средних показателях процентного содержания жира в составе тела при повторных измерениях методами BIA и DXA установлено не было, коэффициенты внутригрупповой корреляции (r^2) составили 0,999 и 0,997 соответственно. Выявлена высокая и значимая корреляция этих показателей между MF-BIA и DXA ($r = 0,973$; $p < 0,001$). Средняя разница между результатами этих двух методов составила 0,1243%. Различия в содержании жира, превышавшие два и более стандартных отклонения, выявлялись реже чем в 5% случаев, поэтому данные по содержанию жира, оцененные с помощью DXA и BIA, являются согласованными и могут считаться почти равнозначными.

Заключение. Проведенное нами исследование показало, что анализатор состава тела MS FIT, использующий метод многочастотного BIA, может быть альтернативой DXA для оценки процентного содержания жира без введения дополнительных формул для перерасчета полученных данных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: состав тела, ожирение, биоимпеданс, денситометрия.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Авторы не получали гонорар за статью.

Determination of body fat percentage by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry

O. A. Nikitinskaya, N. V. Toroptsova

V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia

SUMMARY

Obesity is a risk factor for many chronic diseases. Several research methods are used to determine the amount of body fat, including the «gold standard» dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). The bioelectrical impedance analysis (BIA) method is an alternative for assessing body composition that does not require special conditions for placement and examination, but the accuracy of its results depends on the hydration of the body.

Objective. To compare the results of determining the percentage of body fat using multi-frequency (MF) BIA and DXA.

Material and methods. The study included 20 volunteers (11 women and 9 men) aged 26 to 70 years without serious metabolic, cardiovascular or endocrine diseases. Two repeated measurements were performed using the MF-BIA method on the MS FIT device and the DXA method on the Lunar Prodigy Advance device.

Results. There were no significant differences in the average percentage of body fat in repeated measurements by MF-BIA and DXA methods, and the intra-group correlation coefficients (r^2) were 0.999 and 0.997, respectively. A high and significant correlation in percentage of body fat was found between the MF-BIA and DXA ($r = 0.973$, $p < 0.001$). The average difference between the results of these two methods was 0.1243%. Differences in percentage of body fat that exceeded two or more standard deviations were detected less than in 5% cases, so the data on body fat content estimated using DXA and BIA are consistent and can be considered almost equal.

Conclusion. Our study has shown that the MS FIT body composition device using the MF-BIA method can be an alternative to DXA for assessing the percentage of body fat without introducing additional formulas to recalculate the data obtained.

KEY WORDS: body composition, obesity, bioimpedance, densitometry.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflict of interest. The authors did not receive royalties for the article.

В настоящее время определение композиционно-го состава тела часто используется в клинической практике для оценки степени ожирения, при потере веса после бариатрических операций, для диагностики

саркопении при старении и хронических заболеваниях различных органов и систем. Оценка состава тела имеет важное значение не только для характеристики статуса питания, но и прогнозирования потенциальных

рисков для здоровья. Состав тела при физиологическом старении характеризуется увеличением жировой массы и уменьшением мышечной ткани, включая массу скелетных мышц, что у пожилых людей связано со снижением мышечной силы и функциональных возможностей, а также с увеличением заболеваемости и смертности [1]. Увеличение жировой массы, в том числе висцеральных жировых отложений, считается важным фактором риска для здоровья, связанного с ожирением, включая диабет 2 типа, сердечно-сосудистые заболевания и смертность [2]. Внедрение новых лекарственных препаратов и оптимизация терапии глюкокортикоидами (ГК) при ревматических заболеваниях привели к увеличению продолжительности жизни больных, но практически не повлияли на одну из основных причин смертности – сердечно-сосудистые осложнения (ССО). В связи с этим все большее внимание привлекает изучение факторов риска ССО, в частности ожирения, у больных ревматическими заболеваниями.

В клинической практике для оценки степени ожирения используют индекс массы тела (ИМТ), однако он бывает малоинформативен при ревматических заболеваниях, при которых повышение содержания жира в организме идет за счет уменьшения мышечной массы, что не приводит к его увеличению. Так, по данным M. J. Santos и соавт., у больных с системной красной волчанкой частота ожирения, оцененная по ИМТ, не отличалась от контроля, в то же время у больных с нормальным ИМТ доля жировой массы оказалась выше по сравнению со здоровыми лицами. ИМТ не коррелировал с показателями активности заболевания, в то время как авторами была выявлена положительная корреляция массы жировой ткани с уровнем СРБ и отрицательная – с курением и активностью по шкале SLEDAI-2K [3].

Воспаление и жировая ткань оказывают взаимное влияние друг на друга. Так, жировая ткань способна секретировать провоспалительные цитокины, вызывающие системное субклиническое воспаление. Делалось предположение, что избыток жировой ткани может способствовать развитию воспалительного неинфекционного заболевания. Так, по данным A. Linauskas и соавт., наблюдавших за когортой жителей Дании ($n = 55\,037$) в течение 20 лет, у женщин общий риск развития ревматоидного артрита (РА) повышался на 10 % при приросте содержания общего жира в организме на 5 % [4]. Все это диктует необходимость изучения состава тела и, в частности, ожирения.

Композиционный состав тела можно определить с помощью двуэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA), компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) [5]. Хотя эти методы обладают хорошей точностью и воспроизводимостью измерений, их использование в повседневной клинической практике ограничено. И в первую очередь это связано с необходимостью размещения данных приборов в специальных помещениях, привлечения для работы с ними сертифицированных специалистов, а также высокой стоимостью процедуры (МРТ и КТ) и риска

потенциально нежелательных явлений, таких как облучение (КТ и DXA). Поэтому метод биоэлектрического импедансного анализа (Bioelectrical Impedance Analysis, BIA) стал действенной альтернативой для оценки состава тела, учитывая, что он является относительно быстрым и недорогим методом, не требующим специальных условий для размещения и проведения обследования [6]. Более того, поскольку он не подвергает исследуемых лиц радиационному риску, его можно часто повторять при дальнейшем наблюдении.

DXA обеспечивает быструю и неинвазивную оценку жировой массы, тощей массы (без жира) и минеральной плотности костей и считается эталонным методом [7]. BIA измеряет электрические свойства тканей тела и дает информацию о безжировой ткани и общем содержании воды. В двухкомпонентной модели человеческое тело состоит из жировой и тощей тканей, последняя из которых включает в себя минералы костей ($\approx 7\%$), внеклеточную ($\approx 29\%$) и внутриклеточную воду ($\approx 44\%$), протеины ($\approx 20\%$) [8]. Сегодня доступно несколько типов устройств BIA. Первые аппараты BIA использовали одночастотный ток (SF-BIA) и прогнозные уравнения, учитывающие сопротивление тела току и другие переменные, такие как вес, рост и возраст [8]. Совсем недавно была разработана технология многочастотных BIA (MF-BIA), которая позволяет независимо предсказывать как внутриклеточную, так и внеклеточную воду, фазовый угол, который, как известно, уменьшается с увеличением возраста и уменьшением роста и увеличивается с увеличением тощей массы как у мужчин, так и у женщин [9]. Низкий фазовый угол связан с более худшими последствиями для здоровья. Он рассчитывается по арктангенсу отношения реактивного сопротивления к сопротивлению и имеет преимущество в том, что не зависит от дополнительных уравнений [10]. Кроме фазового угла, сегментные устройства MF-BIA показывают индекс сопротивления, который можно использовать для оценки безжировой массы конечностей [9].

На точность и воспроизводимость устройств BIA влияют несколько факторов, связанных как с самим пациентом (степень ожирения, состояние жидкости и содержание электролитов, температура кожи), так и с окружающей средой (температура воздуха, близость к металлическим поверхностям и электронным устройствам), а также предположения, лежащие в основе прогноза (SF-BIA или MF-BIA), инструментальные факторы и варианты протоколов измерений [11]. Несмотря на расширение функциональных возможностей последних разработанных технологий BIA, он не является эталонным методом из-за зависимости от конкретных допущений, наиболее важным из которых является постоянная гидратация организма. Появление метода MF-BIA расширяет возможности использования данных приборов в клинической практике для оценки параметров состава тела.

Целью нашего исследования было сравнить результаты определения процентного содержания жира в составе тела с помощью MF-BIA с показателями жировой ткани, полученными с использованием DXA.

Таблица
Характеристика участников исследования

Параметр	Ме [25-й; 75-й перцентили]	Минимум – максимум
Возраст, лет	38,0 [29,5; 50,5]	26,0–70,0
Вес, кг	75,0 [68,8; 83,0]	58,9–103,3
Рост, см	173,0 [163,5; 179,0]	156,0–186,0
ИМТ, кг/м ²	24,7 [20,7; 28,2]	20,1–31,8
Процент жира DXA	29,7 [16,4; 38,5]	11,0–45,0
Процент жира BIA	30,3 [17,9; 34,5]	10,5–45,3

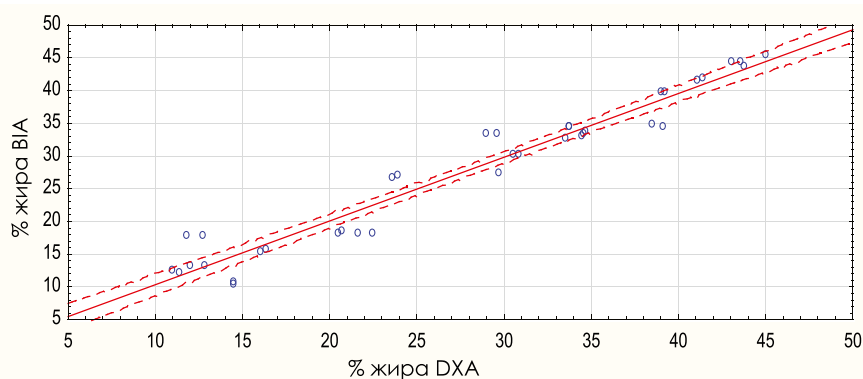


Рисунок 1. Корреляция показателей процентного содержания жира в теле, оцененных с помощью BIA и DXA

Пациенты и методы

В одномоментное исследование включено 20 добровольцев (11 женщин и 9 мужчин) в возрасте от 26 до 70 лет без серьезных метаболических, сердечно-сосудистых или эндокринных заболеваний. Всем испытуемым рекомендовали в течение 48 часов до исследования воздержаться от употребления алкоголя и в течение 12 часов – от выполнения энергичных упражнений, приема пищи и напитков, содержащих кофеин. При необходимости участникам исследования было разрешено пить воду. В исследование не включались лица с ИМТ больше 35 кг/м².

Утром, натощак, после 10 минут отдыха всем испытуемым были выполнены два повторных измерения BIA в положении стоя с расположением ступней и ладоней на датчиках, интегрированных в сенсорную стойку анализатора состава тела MS FIT («Медикалсофт», Россия). После завершения оценки BIA участники прошли DXA-сканирование всего тела на аппарате Lunar Prodigy Advance (GE Healthcare, США), при этом два измерения состава тела с помощью рентгеновской абсорбциометрии были выполнены в течение 30 минут одним и тем же оператором.

Перед анализом проведена проверка данных на нормальность распределения с помощью W-критерия Шапиро–Уилка и, так как распределение показателей отличалось от нормального, результаты описательной статистики были представлены в виде медианы (Ме) и 25–75-го перцентилей. Уровень корреляции между BIA и DXA был протестирован с использованием корреляции Пирсона (r), а между другими показателями и значениями BIA и DXA – с помощью корреляционного анализа Спирмена. Для сравнения согласованности непрерывных данных между методами измерения BIA и DXA нами применялся метод Блэнда–Альтмана. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

Работа выполнена в рамках научной темы НИОКТР № АААА-А19-119021190150-6.

Результаты

Характеристика участников исследования представлена в таблице. Из 11 женщин ИМТ 20–25 кг/м² имели 6 (55%) человек, 25–30 кг/м² – 3 (27%) и более 30 кг/м² – 2 (18%) человека. Среди мужчин 4 (45%) человека имели ИМТ 20–25 кг/м² и 5–25–30 кг/м². По данным BIA, более 35% жировой ткани в составе тела выявлено у 5 (56%) мужчин и ни у одной женщины, а по результатам DXA так же, как и BIA, среди женщин не отмечалось лиц, имевших 35% и более жировой ткани, в то время как среди мужчин процентное содержание жира в составе тела было выше 35% у 6 (67%) человек.

Достоверных различий в средних показателях процента содержания жира в составе тела при повторных измерениях методами BIA и DXA установлено не было, коэффициенты внутригрупповой корреляции (r^2) составили 0,999 и 0,997 соответственно и показали статистическую значимость ($p < 0,001$), что свидетельствует о хорошей воспроизводимости результатов обоих приборов.

При сравнении данных, полученных с помощью BIA и DXA, была установлена высокая и значимая корреляция между показателями процентного содержания жира в составе тела для этих методов обследования ($r = 0,973$; $p < 0,001$) (рис. 1).

График Блэнда–Альтмана, использованный для оценки согласованности двух методов определения процентного содержания жира в теле, показал, что средняя разница в полученных результатах между данными аппаратов BIA и DXA составила 0,1243 с доверительным интервалом для двух стандартных отклонений от –4,97 до 5,22 (рис. 2), что свидетельствует о тенденции BIA завышать показатели жировой массы по сравнению с DXA. Однако различия в проценте жира в составе тела между DXA и BIA, превышавшие два и более стандартных отклонения, выявлялись реже чем в 5% случаев, что соответствует уровню достоверности 95%, и, следовательно, значения процентного содержания жировой ткани в составе тела,

оцененные с помощью DXA и BIA, являются согласованными и могут считаться почти равнозначными.

В ходе анализа было обнаружено, что чем выше вес человека, тем больше выявляется расхождений в величине значений процента жира в составе тела, оцененного разными методами, так как величина разницы между показателями процента жира, полученными на разных аппаратах, коррелировала с весом исследуемых ($r = 0,576$; $p < 0,05$). Кроме этого, была получена достоверная корреляция процентного содержания жира в составе тела при определении методами BIA и DXA со значениями ИМТ, которые составили $r = 0,569$ и $r = 0,511$ соответственно.

Обсуждение

Результаты проведенного анализа в нашем исследовании показали, что нет значимой разницы в определении процентного содержания жира в теле между BIA (MS FIT) и DXA (Lunar Prodigy Advance), и что BIA демонстрировал тенденцию к завышению показателей содержания жира по сравнению с DXA, при этом разница между значениями процентного содержания жира двух приборов нарастала по мере увеличения общего веса человека. Отчасти наши данные не согласуются с результатами других исследований. Так, например, в работе В. С. Wingo с соавт. были отмечены значительные расхождения в оценке состава тела между DXA и BIA, при этом BIA недооценил общую жировую массу тела у 90 % участников, а наибольшие различия в показателях процентного содержания жира при определении с помощью DXA и BIA отмечались при увеличении общей массы тела [12].

В финском исследовании 82 мужчин и 86 женщин в возрасте 37–81 лет, в котором процент жировой массы оценивался с использованием DXA (GE Lunar Prodigy) и двух устройств BIA (InBody 720 и Tanita BC418 MA), было установлено, что, по сравнению с DXA, оба устройства BIA показывали значения процента жира в составе тела ниже на 2–6 % у мужчин с нормальным ИМТ и у женщин во всех категориях ИМТ [13].

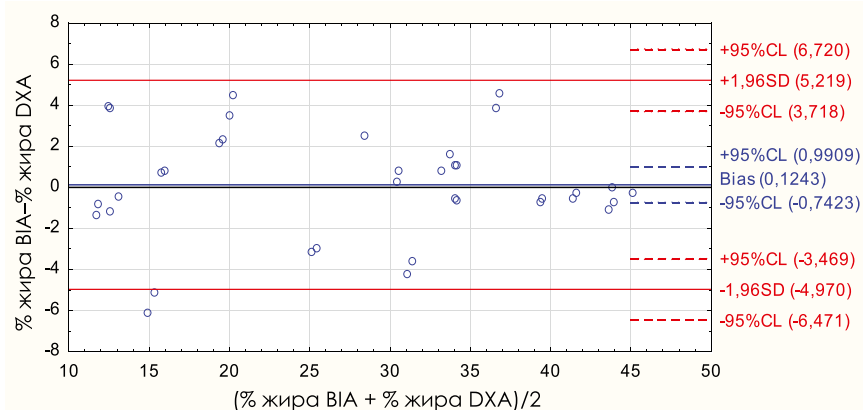


Рисунок 2. Согласованность результатов определения процентного содержания жира в составе тела с использованием BIA и DXA, оцененная методом Блэнда–Альтмана

В другом исследовании по изучению состава тела у женщин, перенесших рак молочной железы, значения показателей процентного и количественного содержания жира, полученные с помощью BIA, были также ниже, чем при их определении DXA, при этом различия в процентном содержании жира в составе тела между двумя методами определения были статистически значимы и не зависели от значений ИМТ [14].

В следующем достаточно крупном исследовании ($n = 711$) взрослого здорового китайского населения, в котором сравнивались результаты определения процента жировой ткани в составе тела с помощью DXA (Lunar Prodigy) и BIA (Tanita BC-418) была показана высокая корреляция между значениями, полученными с помощью двух разных методов измерения, но, как и в предыдущих работах, отмечено, что данные BIA были ниже, чем DXA [15]. Обсуждая результаты своего исследования, авторы привели доказательства того, какую важную роль оказывают на конечные результаты приборы, которые используются для оценки показателей процентного содержания жира. Отчетливая разница в показателях процента жира была обнаружена при сравнении цифр аппаратов DXA, разработанных разными производителями. Данные по процентному содержанию жира, полученные на аппарате Hologic QDR, всегда были выше, чем оцененные с помощью прибора Lunar DPX [16]. В то же время у испытуемых с более низким уровнем ожирения Lunar Expert демонстрировал более низкие показатели процентного содержания жира, чем Hologic QDR 4500, но при высоком уровне ожирения, наоборот, значения Lunar Expert были выше по сравнению с Hologic QDR 4500 [17]. Аналогичная ситуация в определении процента жировых масс в составе тела прослеживается и в отношении различных моделей BIA (SF-BIA и MF-BIA) с использованием различных прогнозных уравнений производителя [8, 18].

В свою очередь, исследование 84 греческих женщин в постменопаузе и с ожирением с использованием анализатора BIA-ACC® и аппарата Hologic Discovery W показало сильное согласие между результатами, полученных с помощью BIA и DXA, с минимальными пропорциональными различиями, не имевших очевидной клинической значимости [19].

В ретроспективном исследовании по оценке состава тела 3655 пациентов с помощью DXA (Lunar Prodigy Advance) и BIA (Bodystat QuadScan 4000, уравнение производителя) была выявлена высокая согласованность значений определения жировой массы между использованными методами [18]. При этом BIA, по сравнению с DXA, занижал массу жира от 2,51 до 5,67 кг у лиц с ИМТ от 18,5 до 40 кг/м² и завышал при значениях ИМТ менее 16 кг/м². Однако пределы согласия были очень большими как для значений жировой, так и безжировой массы независимо от ИМТ, что позволило сделать вывод о взаимозаменяемости методов BIA и DXA

на популяционном уровне и об отсутствии соответствия между ними на индивидуальном уровне [18].

Еще в одном исследовании пожилых азиатских пациентов была показана сильная корреляция между значениями жировой массы, оцененной с помощью BIA (InBody 720), с аналогичными показателями, полученными при измерениях DXA ($r = 0,952$), но BIA имел тенденцию к недооценке процента жира в составе тела [20]. Этот результат был противоположен данным другого исследования пожилых людей в Японии, в котором обнаружили, что BIA (InBody 720) переоценивает всю жировую массу тела [21]. Возможной причиной несогласованности результатов может быть разная степень ожирения у испытуемых, что подтверждается данными канадского исследования, которое также показало, что размер и направление разницы между BIA (Bodystat QuadScan 4000) и DXA зависят от процента содержания жира в организме субъекта [22]. Когда у человека имелся избыточный вес, BIA (Bodystat QuadScan 4000) недооценивал у него количество жира в организме, а у лиц без ожирения, наоборот, BIA показывал более высокие значения его содержания [22]. Поэтому степень ожирения испытуемого может рассматриваться как важный фактор, влияющий на точность измерений состава тела.

Надо признать, что, несмотря на внедрение новых технологий, по-прежнему остаются проблемы, связанные с необходимостью проводить сравнительный анализ любого вновь появившегося прибора с «золотым стандартом» оценки состава тела. Проведенное нами исследование показало, что анализатор состава тела MS FIT, использующий метод MF-BIA, оценивает процентное содержание жира практически так же, как это делает DXA, поэтому введения дополнительных формул для перерасчета полученных данных не требуется. Отмеченная незначительная тенденция к завышению показателей процентного содержания жира требует дальнейшего изучения.

Список литературы / References

- Francis P, Lyons M, Piasecki M, et al. Measurement of muscle health in aging. *Biogerontology*. 2017 Dec; 18 (6): 901–911. DOI: 10.1007/s10522-017-9697-52. ORCID: 0000-0001-6759-8367
- Mraz M, Haluzik M. The role of adipose tissue immune cells in obesity and low-grade inflammation. *J Endocrinol*. 2014; 222: R113–R127 DOI: 10.1530/JOE-14-0283.
- Santos MJ, Vinagre F, Canas da Silva J, et al. Body composition phenotypes in systemic lupus erythematosus and rheumatoid arthritis: a comparative study of Caucasian female patients. *Clin Exp Rheumatol*. 2011; 29 (3): 470v6.
- Linauskas A, Overvad K, Symmons D, et al. Body fat percentage, waist circumference and obesity as risk factors for rheumatoid arthritis – A Danish cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2019; 71 (6): 777–86. DOI: 10.1002/acr.23694.

Сведения об авторах

Никитинская Оксана Анатольевна, к.м.н., с.н.с. лаборатории остеопороза. ORCID: 0000-0001-6759-8367

Торопцова Наталья Владимировна, д.м.н., зав. лабораторией остеопороза. ORCID: 0000-0003-4739-4302

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В. А. Насоновой», Москва

Автор для переписки: Торопцова Наталья Владимировна. E-mail: torop@iramn.ru

Для цитирования: Никитинская О.А., Торопцова Н.В. Определение содержания жира в составе тела методом биоэлектрического импеданса и двуэнергетической рентгеновской абсорбциометрии. *Медицинский алфавит*. 2021; (16): 30–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-16-30-34>

- Ceniccola GD, Castro MG, Piovacari SMF, Horie LM, Corrêa FG, Barrere APN, Toledo DO. Current technologies in body composition assessment: advantages and disadvantages. *Nutrition*. 2019 Jun; 62: 25–31. DOI: 10.1016/j.nut.2018.11.028.
- Böhm A, Heitmann BL. The use of bioelectrical impedance analysis for body composition in epidemiological studies. *Eur J Clin Nutr*. 2013; 67: S79–S85 DOI: 10.1038/ejcn.2012.168.
- Kendler D.L, Borges J.L., Fielding R.A., et al. The official positions of the International Society for Clinical Densitometry: indications of use and reporting of DXA for body composition. *J Clin Densitom*. Oct-Dec 2013; 16 (4): 496–507. DOI: 10.1016/j.jocd.2013.08.020.
- 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 May 29; 2019: 3548284. DOI: 10.1155/2019/3548284.
- 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: 577–584.
- Genton L, Herrmann FR, Sporri A, Graf CE. Association of mortality and phase angle measured by different bioelectrical impedance analysis (BIA) devices. *Clin Nutr*. 2017; pii. S0261–5614 (17) 30114–0. DOI: 10.1016/j.clnu.2017.03.023.
- Lemos T., Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2017 October; 24 (5): 310–314. DOI: 10.1097/MED.0000000000000360.
- Wingo BC, Barry VG, Ellis AC, Gower BA. Comparison of segmental body composition estimated by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry. *Clin Nutr ESPEN*. 2018 Dec; 28: 141–147. DOI: 10.1016/j.clnesp.2018.08.013.
- Volgyi E, Tyllavsky FA, Lyytikäinen A, Suominen H, Alen M, Cheng SL: Assessing body composition with DXA and bioimpedance: Effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity* 2008, 16 (3): 700–705. DOI: 10.1038/oby.2007.94.
- Lee K, Sami N., Sweeney F., Dieli-Conwright C.M. Body Composition with Dual-Energy X-Ray Absorptiometry and Bioelectrical Impedance Analysis in Breast Cancer Survivors. *Nutr Clin Pract*. 2019 Jun; 34 (3): 421–427. DOI: 10.1002/ncp.10194.
- Chen K.-T., Chen Y.-Y., Wang Ch.-W., et al. Comparison of Standing Posture Bioelectrical Impedance Analysis with DXA for Body Composition in a Large, Healthy Chinese Population. *PLoS One*. 2016 Jul 28; 11 (7): e0160105. DOI: 10.1371/journal.pone.0160105.
- Tothill P, Hannan WJ, Wilkinson S. Comparisons between a pencil beam and two fan beam dual energy X-ray absorptiometers used for measuring total body bone and soft tissue. *Br J Radiol* 2001; 74: 166–76.
- Tothill P, Hannan WJ. Comparisons between Hologic QDR 1000W, QDR4500 A, and Lunar Expert dual energy X-ray absorptiometry scanners used for measuring total body bone and soft tissue. *Ann N Y Acad Sci* 2002; 904: 63–71.
- Achamrah N, Colange G, Delay J., et al. Comparison of body composition assessment by DXA and BIA according to the body mass index: A retrospective study on 3655 measures. *PLoS One*. 2018 Jul 12; 13 (7): e0200465. DOI: 10.1371/journal.pone.0200465.
- Peppas M., Stefanaki C., Papaefstathiou A. et al. Bioimpedance analysis vs. DEXA as a screening tool for osteosarcopenia in lean, overweight and obese Caucasian postmenopausal females. *Hormones* 2017, 16 (2): 181–193. DOI: 10.14310/horm.2002.1732.
- Fang W.-H., Yang J.-R., Lin C.-Y., et al. Accuracy augmentation of body composition measurement by bioelectrical impedance analyzer in elderly population. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Feb; 99 (7): e19103. DOI: 10.1097/MD.00000000000019103.
- Kim M, Shinkai S, Murayama H, et al. Comparison of segmental multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body composition in a community dwelling older population. *Geriatr Gerontol Int* 2015; 15: 1013–22. DOI: 10.1111/ggi.12384.
- Sun G, French CR, Martin GR, et al. Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for assessment of percentage body fat in a large, healthy population. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 74–8.

Статья поступила / Received 19.05.21

Получена после рецензирования / Revised 24.05.21

Принята к публикации / Accepted 25.05.21

About authors

Nikitinskaya Oksana A., PhD Med, senior researcher at Osteoporosis Laboratory. ORCID: 0000-0001-6759-8367

Toroptsova Natalya V., DM Sci, head of Laboratory of Osteoporosis. ORCID: 0000-0003-4739-4302

V. A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia

Corresponding author: Toroptsova Natalya V. E-mail: torop@iramn.ru

For citation: Nikitinskaya O.A., Toroptsova N.V. Determination of body fat percentage by bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry. *Medical alphabet*. 2021; (16): 30–34. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-16-30-34>

