



Количественная оценка висцерального жираотложения: сравнение традиционной и локальной биоимпедансометрии в абдоминальной области

Бондарева Э.А.¹, Парфентьева О.И.¹, Гаджихмедова А.Н.¹, Генерозов Э.В.¹, Мазурина Н.В.², Ершова Е.В.², Комшилова К.В.², Трошина Е.А.²

¹ ФКНЦ Физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического агентства, г. Москва

² ГНЦ РФ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России, г. Москва

Цель. Анализ связей локальных отведений биоимпедансометрии с количественными показателями висцерального жираотложения, полученными различными косвенными методами.

Материал и методы. Программа включала измерение антропометрических признаков и определение состава тела с помощью традиционной (октополярной для 770InBody и тетраполярной для ABC-02 «Медасс») и локальной биоимпедансометрии в абдоминальной области (ABC-02 «Медасс»). Анализатор 770InBody использовался для оценки площади висцерального жира (VFA), а ABC-02 «Медасс» – для локальных импедансов в подкожном (Z_{sc}) и висцеральном (Z_{visc}) отведениях.

Результаты. На базе ГНЦ РФ ФГПУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России было проведено одномоментное сплошное исследование. По единой программе обследованы 48 человек (38 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 24 до 74 лет. Проведен сравнительный анализ комплекса признаков в подгруппах мужчин и женщин. Половой диморфизм не был выявлен по признакам, характеризующим висцеральное жираотложение ($BF_{10} < 3,0$). Между признаками наблюдалась положительная зависимость, близкая к линейной; характер связи в подгруппах мужчин и женщин не отличался. Корреляционный анализ выявил сильную связь локальных импедансов с VFA (0,751 [0,594; 0,853] и 0,819 [0,697; 0,895]). Анализ в подгруппах с различным нутритивным статусом выявил значимые различия ($p < 0,001$) по всем исследованным признакам. Подгруппы с ожирением 1 и 2 степени по всем исследованным признакам не отличались, тогда как подгруппы с недостатком массы тела, нормальной массой тела, а также морбидным ожирением демонстрировали значимые различия по изучавшимся параметрам.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что локальные отведения БИА в абдоминальной области, полученные на отечественном анализаторе, имеют сильную корреляционную связь с другими признаками, характеризующими висцеральное жираотложение (VFA, SAD, OT).

Ключевые слова: подкожное абдоминальное жираотложение, висцеральный жир, сагиттальный диаметр живота, локальная биоимпедансометрия.

Для цитирования: Бондарева Э.А., Парфентьева О.И., Гаджихмедова А.Н., Генерозов Э.В., Мазурина Н.В., Ершова Е.В., Комшилова К.В., Трошина Е.А. Количественная оценка висцерального жираотложения: сравнение традиционной и локальной биоимпедансометрии в абдоминальной области. FOCUS Эндокринология. 2024; 5(4): 11–17. doi: 10.62751/2713-0177-2024-5-4-14



Quantification of visceral fat deposition: Comparison of conventional and local bioimpedancemetry in the abdominal region

Bondareva E.A.¹, Parfenteva O.I.¹, Gadziakhmedova A.N.¹, Generozov E.V.¹, Mazurina N.V.², Ershova E.V.², Komshilova K.A.², Troshina E.A.²

¹ Lopukhin Federal Research and Clinical Center of Physical-Chemical Medicine, Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia

² Endocrinology Research Center, Moscow, Russia

The aim. Analysis of the relationships between local bioimpedance measurements and quantitative estimates of visceral fat deposition obtained by various indirect methods.

Material and methods. The program included measurement of anthropometric features and determination of body composition in traditional (octopolar for 770InBody and tetrapolar for ABC-02 Medas) and local schemes in the abdominal area (ABC-02 Medas). The 770InBody analyzer was used to determine the visceral fat area (VFA), and the ABC-02 Medas – for local impedances in the subcutaneous (Z_{sc}) and visceral (Z_{visc}) leads.

Results. A cross-sectional continuous study was conducted at the National Medical Research Center of Endocrinology of the Ministry of Health of the Russian Federation. A total of 48 people (38 women and 10 men) aged 24 to 74 years were examined using a single program. A comparative analysis of a set of features in the subgroups of men and women was carried out. Sexual dimorphism was not detected for the features characterizing visceral fat deposition ($BF_{10} < 3,0$). A positive dependence close to linear was observed between the features; the nature of the relationship in the subgroups of men and women did not differ. Correlation analysis revealed a strong relationship between local impedances and VFA (0.751 [0.594; 0.853] and 0.819 [0.697; 0.895]). Analysis in subgroups with different nutritional status revealed significant differences ($p < 0.001$) for all the studied features. Subgroups with grade 1 and 2 obesity do not differ in all studied characteristics, whereas subgroups with underweight, normal body weight, and morbid obesity demonstrate significant differences.

Conclusion. The results of the conducted study allow us to conclude that local BIA leads in the abdominal region, obtained on a domestic analyzer, have a strong correlation with other signs characterizing visceral fat deposition (VFA, SAD, WC).

Keywords: subcutaneous abdominal fat, visceral fat, sagittal abdominal diameter, local bioimpedancemetry.

For citation: Bondareva E.A., Parfenteva O.I., Gadziakhmedova A.N., Generozov E.V., Mazurina N.V., Ershova E.V., Komshilova K.A., Troshina E.A. Quantification of visceral fat deposition: Comparison of conventional and local bioimpedancemetry in the abdominal region. FOCUS Endocrinology. 2024; 5(4): 11–17. doi: 10.62751/2713-0177-2024-5-4-14

Введение

Висцеральный жир является фактором риска развития большого числа заболеваний — эндокринных, кардиологических, онкологических и др. [1, 2]. Для оценки висцерального жира отложения в эпидемиологических исследованиях и клинической диагностике используются простые антропометрические признаки: окружность талии (ОТ), сагиттальный диаметр живота (SAD — sagittal abdominal diameter), также индекс талия/рост (WHtR — waist-to-height ratio), индекс талия/бедро (WHR — waist to hip ratio). Однако они представляют суррогатную оценку абдоминального жира отложения, так как не способны разделить подкожное и висцеральное депо жира в области живота [1]. Использование же референсных методов (магнитно-резонансной, компьютерной томографии) ограничено высокой стоимостью оборудования и исследования, лучевой нагрузкой на организм, низкой пропускной способностью. Томографы закрытого типа из-за технологических особенностей не позволяют провести процедуру у людей с ожирением, поскольку имеют ограничения как по массе тела (120–150 кг), так и окружностям тела, если таковые превосходят диаметр апертуры аппарата.

В связи с этим востребованными являются методы исследования, которые сочетали бы возможность отдельного и точного количественного определения подкожного и висцерального депо жира с простотой использования, неинвазивностью и дешевизной, а также могли бы применяться в широком возрастном диапазоне у людей с различными морфологическими характеристиками. Биоимпедансометрия (БИА) широко используется в диагностических и исследовательских целях для оценки абсолютного и относительного количества жировой массы тела, саркопении, водных секторов организма [3]. Она позволяет провести достаточно точную, неинвазивную экспресс-оценку компонентов состава тела в традиционных отведениях рука — нога. Достоинства БИА стимулируют исследования по расширению его применения для отдельной количественной оценки подкожного и висцерального жира в абдоминальной области [4]. Эти оценки осуществляются как в традиционных отведениях, так и в специально разработанных локальных схемах [5, 6]. В настоящее время уже существуют БИА-анализаторы (Y-scope InBody, Корея и Maltron BioScan 920-II, Великобритания), реализующие схемы локальных отведений в области живота, для количественного определения подкожного и висцерального жира отложения. Уравнения и алгоритмы расчета локальных депо жира производителями этих аппаратов не опубликованы,

поэтому изучение возможностей отечественного БИА, получившего широкое распространение в лечебных и исследовательских учреждениях РФ, для оценки подкожного и висцерального жира отложения в локальных схемах, на наш взгляд, актуально и востребовано широким кругом медицинских специалистов.

Цель исследования

Анализ связей локальных отведений БИА с количественными оценками висцерального жира отложения, полученными различными косвенными методами.

Материал и методы исследования

На базе ГНЦ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Минздрава России проведено наблюдательное одноцентровое одномоментное неконтролируемое исследование. Антропометрическое обследование включало измерение длины тела (ДТ) лазерным антропометром (КАФА, Россия) и массы (МТ) тела, окружности талии (ОТ) и бедер (ОБ) неэластичной измерительной лентой, сагиттального диаметра живота абдоминальным калипером (Holtain-Kahn, модель XL, Великобритания) в положении стоя. Определение состава тела участников исследования осуществлялось методом биоимпедансометрии (ABC-02 «Медасс» и InBody 770).

БИА выполнялась с применением ABC-02 «Медасс» (НТЦ «Медасс»; Россия) при частоте зондирующего тока 50 кГц в трех отведениях.

1. По стандартной тетраполярной схеме «запястье — голеностопный сустав» на правой стороне тела с наложением электродов F3001 (FIAB; Италия) при положении испытуемых лежа на спине.
2. Для оценки подкожного жира отложения в абдоминальной области токовые электроды располагали на расстоянии 12 см, а измерительные электроды — на расстоянии 7 см слева и справа от пупка при положении испытуемых стоя [5].
3. Для оценки висцерального жира отложения в абдоминальной области токовые электроды устанавливали в надпупочной точке и симметричной ей точке на спине в горизонтальной плоскости, а измерительные электроды — на левой стороне тела в той же горизонтальной плоскости на расстоянии 1/8 окружности талии от точек установки токовых электродов. Измерение также проводилось при положении испытуемых стоя [6].

С помощью программного обеспечения ABC01-0362 определялись показатели активного и реактивного сопротивления (R, Ом — для интегральной схемы; Rsc,

Ом и R_{visc}, Ом – для локальных схем) и соответствующие им импедансы (Z , Z_{sc} и Z_{visc}). Из показателей интегрального отведения оценивались абсолютные и относительные значения жировой (ЖМ и процент ЖМ соответственно) и безжировой массы тела (БЖМ).

БИА на анализаторе InBody 770 (Корея) выполнялась согласно протоколу производителя. С ее помощью устанавливались абсолютные и относительные значения жировой (ЖМ и процент ЖМ соответственно), скелетно-мышечной массы (СММ), а также площадь поперечного сечения висцерального жира (VFA – visceral fat area).

Длина и масса тела, а также окружности талии и бедер были использованы для расчета антропометрических индексов: индекса массы тела (ИМТ), индекса талия/бедро (WHR), индекса талия/рост (WHtR) [7]. Нутритивный статус (недостаток массы тела, нормальная масса тела, избыточная масса тела и ожирение) оценивался по значению ИМТ согласно критериям Всемирной организации здравоохранения. Центральное ожирение верифицировали по значению индекса WHtR $\geq 0,5$ [7].

Критерии включения в исследование: совершеннолетние мужчины и женщины без диагностированных острых заболеваний на момент обследования.

Критерии исключения: наличие металлических имплантов, кардиостимулятора, беременность и период лактации.

Статистический анализ основных параметров исследованных признаков проводился с использованием программы PAST (<https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/>). Для проверки согласия данных с нормальным распределением использовали критерии Шапиро – Уилка. Для анализа различий между группами применялся бейзовский t-критерий для не-

зависимых данных. Значение BF_{10} трактовали согласно предложенной шкале [8]. Для анализа трех и более групп использовался критерий Краскела – Уоллиса. Анализ различий между подгруппами и корреляционный анализ выполнялись в программах Past и JASP (JASP Team (2024), JASP (Version 0.18.3) [Computer software]). При статистических сравнениях оценивался также стандартизированный размер эффекта по Коуэну (d_c). Заслуживающими внимания считались размеры эффекта, нижняя граница 95% x доверительных интервалов (ДИ) которых превышает значение $d_c = 1$ [8]. Для всех оцениваемых статистик рассчитывался 95%-ный ДИ.

К ограничениям исследования относится небольшая численность обследованных мужчин и добровольцев с недостатком массы тела, а также отсутствие референсного метода оценки площади висцерального жира.

Этическая экспертиза: локальный этический комитет при ГНЦ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России постановил одобрить возможность проведения данной научно-исследовательской работы в рамках государственного задания «Механизмы дезадаптации двухуровневой системы регуляции аппетита при экзогенно-конституциональном ожирении с множественными осложнениями и способы ее коррекции», протокол № 6 от 23.03.2022. Все обследованные подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты

Были обследованы 48 человек (38 женщин и 10 мужчин) в возрасте от 24 до 74 лет. В обследованной выборке 3 человека имели значения ИМТ менее 18,5 кг/м², 10 – 18,5–24,9 кг/м², 2 – 25–29,9 кг/м², 11 – 30–35 кг/м², 7 – 36–40 кг/м², 15 – свыше 40 кг/м².

Таблица. Основные характеристики обследованной выборки

Признак	Женщины		Мужчины		BF ₁₀
	Среднее [95% ДИ]	SD	Среднее [95% ДИ]	SD	
Возраст, лет	47,5 [42,4; 52,6]	15,5	37,4 [29,3; 45,5]	11,3	1,364
ДТ, см***	164,6 [162,3; 166,9]	6,9	173,5 [168,6; 178,3]	6,8	33,997
МТ, кг	92,2 [81,8; 102,5]	31,6	119,9 [89,1; 150,8]	43,1	2,392
ОТ, см	98,13 [90,7; 105,4]	22,3	116,3 [95,8; 136,6]	28,5	1,940
ОБ, см	113,53 [107,1; 119,90]	19,4	119,3 [103,8; 134,7]	21,6	0,434
ИМТ, кг/м ²	33,9 [30,3; 37,6]	11,2	39,7 [29,9; 49,4]	13,6	0,685
VFA_InBody	183,5 [155,1; 211,8]	86,2	192,9 [116,8; 269,1]	106,4	0,349
СДЖ, см	28,2 [25,6; 30,7]	7,6	33,8 [26,3; 41,4]	10,5	1,349
WHR*	0,86 [0,82; 0,89]	0,10	1,0 [0,88; 1,05]	0,12	8,600
WHtR	0,60 [0,55; 0,64]	0,14	0,67 [0,55; 0,80]	0,16	0,742
Z _{sc}	69,7 [59,7; 79,6]	30,3	72,3 [46,7; 97,9]	35,8	0,345
Z _{visc}	21,2 [19,1; 23,3]	6,3	19,8 [14,6; 24,9]	7,2	0,385
Процент ЖМ_InBody	42,1 [38,2; 46,0]	11,9	38,9 [28,1; 49,7]	15,1	0,410
Процент ЖМ_ABC	41,1 [37,5; 44,6]	10,7	34,4 [24,3; 44,5]	14,1	0,928
ЖМ_InBody, кг	41,9 [34,5; 49,4]	22,6	52,0 [29,3; 74,6]	31,7	0,555
ЖМ_ABC, кг	40,9 [33,7; 48,1]	21,8	46,2 [25,6; 66,7]	28,7	0,395
СММ_InBody, кг***	27,6 [25,6; 29,5]	5,9	38,5 [33,3; 43,6]	7,2	1346,2
СММ_ABC, кг***	22,0 [20,5; 23,5]	4,6	35,2 [31,1; 39,2]	5,7	5,361e+6

Примечания: * – умеренные различия; *** – очень сильные различия. ДТ – длина тела; МТ – масса тела; ОТ – окружность талии; ОБ – окружность бедер; ЖМ – жировая масса; СММ – скелетно-мышечная масса; СДЖ – сагиттальный диаметр живота; VFA – площадь висцерального жира; SD – стандартное отклонение; BF₁₀ – бейзов фактор.

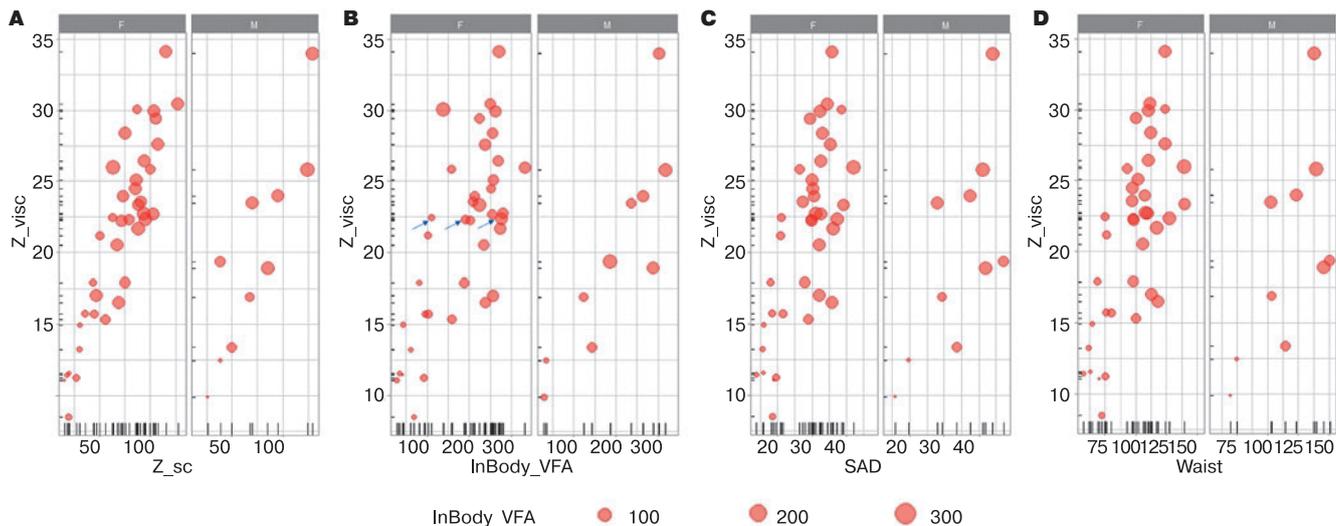


Рисунок 1. Распределение признаков в подгруппах женщин (F) и мужчин (M). Z_sc и Z_visc – импеданс в подкожном и висцеральном отведении соответственно; SAD – сагиттальный диаметр живота; lnBody_VFA – площадь висцерального жира, определенная анализатором lnBody770; Waist – окружность талии; BMI – индекс массы тела

Основные характеристики обследованных приведены в таблице. Среди изученных признаков половой диморфизм был обнаружен по длине тела, WHR и скелетно-мышечной массе тела. Признаки и индексы, характеризующие количество жира в целом и в различных депо, не отличались значимо в подгруппах мужчин и женщин, поэтому анализировались в объединенной выборке.

Зависимость исследованных признаков, характеризующих выраженность висцерального жиросложения,

представлена на рисунке 1. Между признаками наблюдалась положительная зависимость, близкая к линейной; характер связи в подгруппах мужчин и женщин не отличался. В то же время из графиков видно, что конкретному значению Z_visc соответствуют значения VFA, различающиеся в три раза (показаны стрелками на рис. 1B).

В целом корреляция VFA с другими признаками и индексами является сильной ($r > 0,75$) и очень сильной ($r > 0,90$; рис. 2), однако широкие доверительные

	P-value	Coeff.cor.
WC-Zvisc	<0,001	0,626(0,416-0,773)
SAD-Zvisc	<0,001	0,660(0,463-0,795)
WC-Zsc	<0,001	0,686(0,499-0,812)
Zvisc-FM_InBody	<0,001	0,698(0,517-0,820)
Zsc-FM_InBody	<0,001	0,698(0,516-0,819)
SAD-Zsc	<0,001	0,707(0,529-0,825)
Zsc-FM_ABC	<0,001	0,708(0,531-0,826)
Zvisc-FM_ABC	<0,001	0,714(0,539-0,830)
VFA-Zvisc	<0,001	0,751(0,594-0,853)
VFA-Zsc	<0,001	0,819(0,697-0,895)
VFA-FM_InBody	<0,001	0,826(0,708-0,899)
VFA-WHtR	<0,001	0,827(0,709-0,900)
VFA-FM_ABC	<0,001	0,832(0,718-0,903)
WC-VFA	<0,001	0,842(0,733-0,909)
VFA-SAD	<0,001	0,850(0,747-0,914)
Zvisc-Zsc	<0,001	0,890(0,811-0,937)
WC-FM_ABC	<0,001	0,904(0,835-0,946)
SAD-FM_ABC	<0,001	0,907(0,839-0,947)
WC-FM_InBody	<0,001	0,931(0,879-0,961)
SAD-FM_InBody	<0,001	0,931(0,880-0,961)
SAD-WHtR	<0,001	0,969(0,944-0,982)
WC-WHtR	<0,001	0,979(0,963-0,988)
WC-SAD	<0,001	0,989(0,981-0,994)

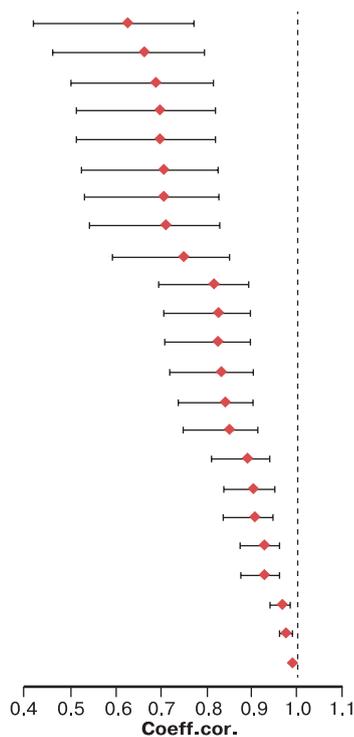


Рисунок 2. Древоидный график попарных корреляций исследованных признаков. WC – окружность талии; Z_visc – импеданс в висцеральном отведении; FM – жировая масса; SAD – сагиттальный диаметр живота; Z_sc – импеданс в подкожном отведении; VFA – площадь висцерального жира; WHtR – индекс талия/рост; lnBody – 770lnBody; ABC – ABC-02 «Медасс»

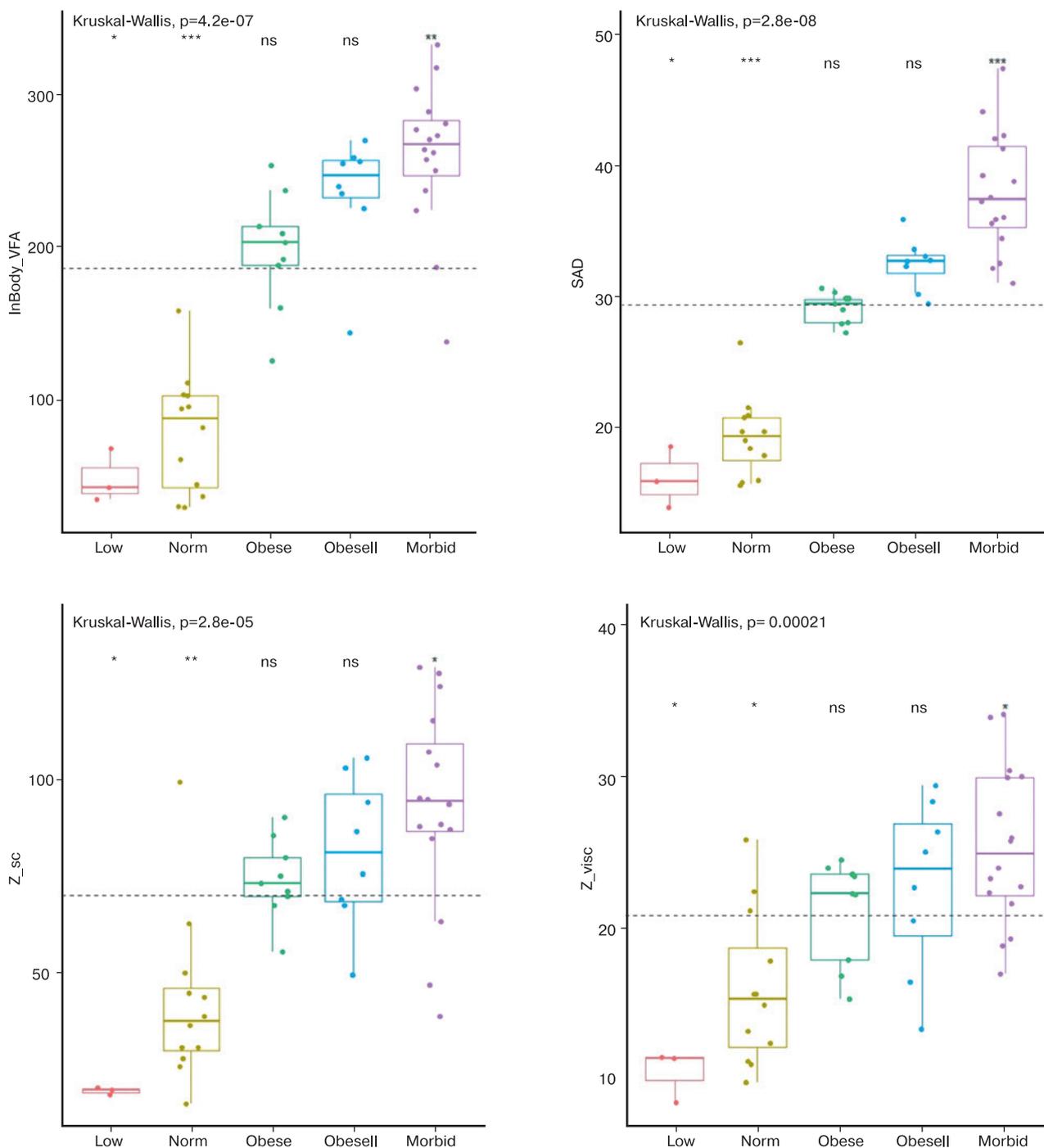


Рисунок 3. Распределение исследованных признаков в подгруппах с разным индексом массы тела. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$; пунктирная линия – среднее значение признака в обследованной выборке; ns – незначимые различия

интервалы для многих пар включают области умеренных значений. Корреляция Z_{visc} с VFA и Z_{sc} оказалась выше, чем с окружностью талии и сагиттальным диаметром живота. Корреляция жировой массы тела (для всех методов) была выше с простыми антропометрическими признаками, нежели с показателями висцерального и подкожного жира, полученными при помощи БИА. Практически линейная связь обнаружена для пары окружность талии – сагиттальный диаметр живота (см. рис. 2).

Диапазон ИМТ в обследованной выборке позволил выделить пять подгрупп исследуемых: с недостатком массы тела ($< 18,5 \text{ кг/м}^2$ – Low); с нормальной и избыточной массой тела ($18,5–29,9 \text{ кг/м}^2$ Norm); с ожирением 1 степени ($30–35 \text{ кг/м}^2$ – Obese); с ожирением 2 степени ($36–40 \text{ кг/м}^2$ – Obese II); с ожирением 3 степени ($> 40 \text{ кг/м}^2$ – Morbid). В сформированных подгруппах был проведен анализ различий признаков, характеризующих висцеральное жиросотложение (рис. 3). Для всех признаков между подгруппами обнаружены

значимые статистические различия, при этом значения признака возрастают по мере увеличения ИМТ. По признакам VFA, SAD и Z_{sc} подгруппы участников с ожирением практически не перекрываются с подгруппами лиц, имевших ИМТ <30 кг/м². Для Z_{visc} между подгруппами с ИМТ 18,5–29,9 и 30–35 кг/м² значения перекрываются. Подгруппы участников с ожирением 1 и 2 степени по всем исследованным признакам не отличались друг от друга, тогда как подгруппа с морбидным ожирением демонстрировала значимые отличия от других.

Обсуждение

Чтобы справиться с бременем кардиометаболических заболеваний, вызванных ожирением, научное сообщество полагается на точные и воспроизводимые измерения различных аспектов ожирения в эпидемиологических, клинических и диагностических исследованиях [9]. БИА-оценка площади висцерального жира используется для разработки критериев диагностики риска сердечно-сосудистых заболеваний [10], неалкогольной жировой болезни печени [4], оценки риска течения COVID-19 [11]. Количественное определение локальных депо жира применяется для разработки критериев (например, с поправкой на ИМТ и пол) дифференциальной оценки рисков развития коморбидных заболеваний [12]. Висцеральное жиросотложение может быть оценено в традиционной или локальной схеме БИА.

В данной работе впервые в РФ выполнено сравнение показателей, позволяющих косвенно определить количество висцерального жира (OT, WHtR, SAD, VFA), с импедансными оценками локальных отведений, полученных с применением отечественного БИА-анализатора. В целом между всеми признаками установлена сильная корреляционная связь, что свидетельствует о возможности пересчета показателей, получаемых в локальных отведениях отечественного БИА-анализатора ABC-02 «Медасс», в показатели висцерального жиросотложения, получаемые на анализаторе InBody. Тем не менее на индивидуальном уровне отмечается значительный разброс полученных в 770InBody показателей висцерального жиросотложения, соответствующих конкретному значению Z_{visc} . Несмотря на наличие серийных БИА-анализаторов с заявленной функцией определения площади висцерального жира в традиционном отведении рука – нога, исследования, посвященные сравнению их применения с референсными методами, указывают на низкий уровень точности и невозможность прямой замены

компьютерной томографии на БИА [13, 14]. Было показано, что совместное использование традиционной и локальной схемы БИА позволяет улучшить точность оценки подкожного и висцерального жира [15]. Согласно результатам нашего исследования, конкретному значению Z_{visc} соответствует широкий диапазон значений SAD и OT, при этом люди со сходными значениями OT могут отличаться почти вдвое по площади висцерального жира [6]. Полученные нами результаты могут свидетельствовать о том, что Z_{visc} позволяет лучше, чем OT и SAD, определить именно висцеральное жиросотложение независимо от толщины подкожного жира и развития мышц кора. Однако полученные данные требуют дальнейшего уточнения с применением референсных методов. В ряде работ продемонстрирована связь локальных импедансов с биохимическими маркерами кардиометаболических заболеваний [6, 16].

В нашей работе распределение значений исследованных признаков в подгруппах лиц с различными величинами ИМТ оказалось сходным для OT, SAD, VFA и Z_{sc} , тогда как по Z_{visc} в подгруппах без ожирения и с ожирением 1 степени значения этого параметра перекрывались. Потенциально Z_{visc} может служить лучшим индикатором висцерального жиросотложения в данных подгруппах, так как позволяет различить людей с разным количеством висцерального жира независимо от ИМТ.

Заключение

Раздельная количественная оценка подкожного и висцерального жиросотложения – тренд современных исследований. Дальнейшие разработки могут быть направлены на поиск сочетаний различных признаков (биохимических, антропометрических, биоимпедансометрических) с целью создания уравнений для определения площади подкожного и/или висцерального депо жира, а также разработки системы оценки вероятности развития коморбидных заболеваний, уточняющих индивидуальный риск для конкретного пациента. Результаты проведенного исследования позволяют заключить, что локальные отведения БИА в абдоминальной области, полученные на отечественном анализаторе, имеют сильную корреляционную связь с другими признаками, характеризующими висцеральное жиросотложение (VFA, SAD, OT). При этом параметр Z_{visc} , определяемый в сагиттальной плоскости живота (висцеральное отведение), демонстрирует паттерн, отличный от других исследованных признаков, что делает его перспективным маркером для дальнейшего исследования.

Литература/References

- Mitsushio K, Baden MY, Kagisaki T et al. Interrelationships among accumulations of intra- and periorgan fats, visceral fat, and subcutaneous fat. *Diabetes*. 2024; 73(7): 1122–26. doi: 10.2337/db24-0035.
- Haidar A, Srikanthan P, Watson K et al. Associations between visceral fat, abdominal muscle, and coronary artery calcification: A cross-sectional analysis of the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Am J Cardiol*. 2024; 217: 77–85. doi: 10.1016/j.amjcard.2024.02.030.
- Bondareva EA, Parfenteva OI, Troshina EA et al. Agreement between bioimpedance analysis and ultrasound scanning in body composition assessment. *Am J Hum Biol*. 2024; 36(4): e24001. doi: 10.1002/ajhb.24001.
- Gordito Soler M, Lopez-Gonzalez AA, Vallejos D et al. Usefulness of body fat and visceral fat determined by bioimpedance versus body mass index and waist circumference in predicting elevated values of different risk scales for non-alcoholic fatty liver disease. *Nutrients*. 2024; 16(13): 2160. doi: 10.3390/nu16132160.

5. Scharfetter H, Schlager T, Stollberger R et al. Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: Basics and experimental findings. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2001; 25(4): 502–11. doi: 10.1038/sj.ijo.0801556.
6. Ryo M, Maeda K, Onda T et al. A new simple method for the measurement of visceral fat accumulation by bioelectrical impedance. *Diabetes Care.* 2005; 28(2): 451–53. doi: 10.2337/diacare.28.2.451.
7. Sadeghi E, Khodadadiyan A, Hosseini SA et al. Novel anthropometric indices for predicting type 2 diabetes mellitus. *BMC Public Health.* 2024; 24(1): 1033. doi: 10.1186/s12889-024-18541-7.
8. Kelter R. Bayesian alternatives to null hypothesis significance testing in biomedical research: A non-technical introduction to Bayesian inference with JASP. *BMC Med Res Methodol.* 2020; 20(1): 142. doi: 10.1186/s12874-020-00980-6.
9. Borgeson E, Tavajoh S, Lange S et al. The challenges of assessing adiposity in a clinical setting. *Nat Rev Endocrinol.* 2024; 20(10): 615–26. doi: 10.1038/s41574-024-01012-9.
10. Polcrova A, Pavlovska I, Maranhao Neto GA et al. Visceral fat area and cardiometabolic risk: The Kardiovizie study. *Obes Res Clin Pract.* 2021; 15(4): 368–74. doi: 10.1016/j.orcp.2021.03.005
11. Carvalho JB, de Andrade GKP, do Nascimento LA et al. Visceral fat area measured by electrical bioimpedance as an aggravating factor of COVID-19: A study on body composition. *BMC Infect Dis.* 2023; 23(1): 826. doi: 10.1186/s12879-023-08833-5.
12. Agrawal S, Klarqvist MDR, Diamant N et al. BMI-adjusted adipose tissue volumes exhibit depot-specific and divergent associations with cardiometabolic diseases. *Nat Commun.* 2023; 14(1): 266. doi: 10.1038/s41467-022-35704-5.
13. Lee LC, Hsu PS, Hsieh KC et al. Standing 8-electrode bioelectrical impedance analysis as an alternative method to estimate visceral fat area and body fat mass in athletes. *Int J Gen Med.* 2021; 14: 539–48. doi: 10.2147/IJGM.S281418.
14. Xu Z, Liu Y, Yan C et al. Measurement of visceral fat and abdominal obesity by single-frequency bioelectrical impedance and CT: A cross-sectional study. *BMJ Open.* 2021; 11(10): e048221. doi: 10.1136/bmjopen-2020-048221.
15. Gazarova M, Lenartova P, Ondreichkova M, Hackova L. The use of portable abdominal bioimpedance analyzer Yscope in the assessment of abdominal obesity. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 2024; 75(2): 151–60. doi: 10.32394/rpzh.2024.0301.
16. Бондарева Э.А., Леонов Г.Е., Парфентьева О.И. с соавт. Связь локальной биоимпедансометрии в абдоминальной области с ее морфологическими и биохимическими признаками. *Вестник РГМУ.* 2024; (4): 55–63. doi: 10.24075/vrgmu.2024.030.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Публикация подготовлена в рамках государственного задания «Механизмы дезадаптации двухуровневой системы регуляции аппетита при экзогенно-конституциональном ожирении с множественными осложнениями и способы ее коррекции». Рег. № НИОКТР 122012100180-0.

***Бондарева Эльвира Александровна** — к.б.н., ФКНЦ Физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического агентства, г. Москва. ORCID: 0000-0003-3321-7575; SPIN-код: 6732-2072; e-mail: Bondareva.E@gmail.com

Парфентьева Ольга Ивановна — к.б.н., ФКНЦ Физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического агентства; ORCID: 0000-0001-7895-6887; SPIN-код: 6237-1920; e-mail: parfenteva.olga@gmail.com

Гаджихмедова Аида Нурмагомедовна — клинический ординатор, ФКНЦ Физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического агентства; ORCID: 0000-0003-2557-5647; SPIN-код: 7410-4182; e-mail: ai.kidman@mail.ru

Генерозов Эдуард Викторович — к.б.н., доцент, ФКНЦ Физико-химической медицины им. академика Ю.М. Лопухина Федерального медико-биологического агентства; ORCID: 0000-0002-6314-4883; SPIN-код: 9986-7842; e-mail: generozov@gmail.com

Комшилова Ксения Андреевна — к.м.н., врач-эндокринолог, ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-6624-2374; eLibrary SPIN: 2880-9644; e-mail: Komshilova.Kseniya@endocrincentr.ru

Мазурин Наталья Валентиновна — д.м.н.; вед. науч. сотр. отдела терапевтической эндокринологии, ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России. ORCID: 0000-0001-8077-9381; Researcher ID: S-2312-2016; eLibrary SPIN: 9067-3062; e-mail: natalyamazurina@mail.ru

Ершова Екатерина Владимировна — к.м.н.; вед. науч. сотр. отдела терапевтической эндокринологии, ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России. ORCID: 0000-0002-6220-4397; eLibrary SPIN: 6728-3764; e-mail: yu99pol06@rambler.ru

Трошина Екатерина Анатольевна — д.м.н., член-корр. РАН, профессор, директор Института клинической эндокринологии, ГНЦ РФ ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России; ORCID: 0000-0002-8520-8702; SPIN-код: 8821-8990; e-mail: troshina@inbox.ru

*Автор, ответственный за переписку: Bondareva.E@gmail.com

Рукопись получена 26.08.2024. **Рецензия получена** 27.09.2024. **Принята к публикации** 30.09.2024.

Conflict of interests. The authors declare that there is not conflict of interests.

Sources of financing. The publication was prepared within the framework of the State assignment «Mechanisms of maladaptation of the two-level system of appetite regulation in exogenous constitutional obesity with multiple complications and methods of its correction». Reg. No. NIOKTR 122012100180-0.

***Elvira A. Bondareva** — PhD; Lopukhin Federal research and clinical center of physical-chemical medicine, Federal medical biological agency. ORCID: 0000-0003-3321-7575; SPIN-code: 6732-2072; e-mail: Bondareva.E@gmail.com

Olga I. Parfenteva — PhD; Lopukhin Federal research and clinical center of physical-chemical medicine, Federal medical biological agency. ORCID: 0000-0001-7895-6887; SPIN-code: 6237-1920; e-mail: parfenteva.olga@gmail.com

Aida N. Gadziakhmedova — Clinical resident; Lopukhin Federal research and clinical center of physical-chemical medicine, Federal medical biological agency. ORCID: 0000-0003-2557-5647; SPIN-code: 7410-4182; e-mail: ai.kidman@mail.ru

Eduard V. Generozov — PhD, Associate Professor; Lopukhin Federal research and clinical center of physical-chemical medicine, Federal medical biological agency. ORCID: 0000-0002-6314-4883; SPIN-code: 9986-7842; e-mail: generozov@gmail.com

Kseniya A. Komshilova — PhD; Endocrinology Research Center. ORCID: 0000-0002-6624-2374; eLibrary SPIN: 2880-9644; e-mail: Komshilova.Kseniya@endocrincentr.ru

Natalya V. Mazurina — MD, PhD; 2Endocrinology Research Center. ORCID: 0000-0001-8077-9381; Researcher ID: S-2312-2016; eLibrary SPIN: 9067-3062; e-mail: natalyamazurina@mail.ru

Ekaterina V. Ershova — MD, PhD; 2Endocrinology Research Center. ORCID: 0000-0002-6220-4397; eLibrary SPIN: 6728-3764; e-mail: yu99pol06@rambler.ru

Ekaterina A. Troshina — MD, PhD, Professor; Corr. Member of Russ. Acad. Sci., Director of Institute of Clinical Endocrinology, Endocrinology Research Center. ORCID: 0000-0002-8520-8702; SPIN-code: 8821-8990; e-mail: troshina@inbox.ru

*Corresponding author: Bondareva.E@gmail.com

Received: 26.08.2024. **Revision Received:** 27.09.2024. **Accepted:** 30.09.2024.