ДОСТОИНСТВА И ОГРАНИЧЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ВИСЦЕРАЛЬНОГО ОЖИРЕНИЯ

© Н.К. Брель*, А.Н. Коков, О.В. Груздева

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний», Кемерово, Россия

Данный аналитический обзор посвящен вопросу изучения висцерального ожирения как фактора риска развития и прогрессирования сердечно-сосудистых заболеваний. В обзоре обсуждаются эволюция методов диагностики висцерального ожирения, их достоинства и ограничения для различных эктопических жировых депо.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: висцеральное ожирение, периваскулярная жировая ткань, эпикардиальная жировая ткань, мультиспиральная компьютерная томография, магнитно-резонансная компьютерная томография.

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF DIFFERENT METHODS FOR DIAGNOSIS OF VISCERAL OBESITY

© Natalia K. Brel*, Kokov A.N., Gruzdeva O.V.

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia

This analytical review is devoted to the study of visceral obesity as a risk factor for the development and progression of cardiovascular diseases. The presented review discusses the evolution of methods for diagnosis of visceral obesity, their advantages and limitation for various ectopic fat depots.

KEYWORDS: visceral obesity, perivascular fat, epicardial fat, multidetector computerized tomography, magnetic resonance imagine.

Благодаря пристальному вниманию к проблеме патологии сердца и сосудов со стороны практического здравоохранения, фундаментальной медицины, а также федеральных структур власти, в последние годы удалось достичь определенных успехов в вопросах профилактики и снижения риска смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Но несмотря на то, что с 2012 по 2014 гг. число смертей от сердечно-сосудистых заболеваний в России снизилось на 10,9% [1], данная патология по-прежнему занимает лидирующую позицию в причинах смерти жителей Российской Федерации [2].

В настоящее время концепция факторов риска как возможных причин развития и прогрессирования сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) является основополагающим аспектом лечебно-профилактической медицины. Выделяют две основные группы факторов риска – это немодифицируемые факторы (пол, возраст и генетическая предрасположенность к ССЗ) и группа модифицируемых факторов риска, таких как артериальная гипертензия, курение, дислипидемия, ожирение, сахарный диабет (СД), низкая физическая активность, злоупотребление алкоголем, низкий социальный и образовательный статус и другие [3].

Ожирение рассматривается как неинфекционная эпидемия, что обусловлено его высокой распространенностью. По данным ВОЗ, ожирение в большинстве стран Европы имеют >20% населения, а в США – 25%. В России среди лиц старше 30 лет 60% женщин и 50% мужчин имеют избыточную массу тела [4]. Ожирение отмечается у 18,6% мужчин и у 32,9% женщин [5].

По данным многих исследований, установлена связь между абдоминальным (андроидным) типом ожирения и развитием таких заболеваний, как СД 2 типа (СД2), артериальная гипертензия, инфаркт миокарда и ишемический инсульт [6].

Абдоминальная жировая ткань представлена двумя компонентами: подкожной (ПЖТ) и висцеральной (ВЖТ). По результатам проведенных исследований доказано непосредственное влияние именно ВЖТ на развитие метаболического синдрома, СД, атеросклероза и других патологических состояний, ассоциированных с ожирением [7].

В настоящее время висцеральное жировое депо рассматривают с позиции органа с самостоятельной эндокринной функцией, вырабатывающего множество высокоактивных веществ, к которым относятся свободные жирные кислоты, адипокины, лептин, интерлейкин-6, фактор некроза опухоли-α и другие [8]. Кроме того, именно в ВЖТ отмечаются преобладание противовоспалительных цитокинов и более выраженная активность адипоцитов [9].

Однако, кроме привычного распределения жировой ткани на подкожный и висцеральный компартменты, с позиции изучения паракринной функции адипоцитов следует рассматривать феномен формирования эктопических жировых депо. Эктопические депо жировой ткани различной локализации могут обладать как системными, так и местными паракринными эффектами. Эктопические депо с системным воздействием представлены висцеральной, внутримышечной жировой тканью, а также избыточным количеством жировой ткани, скапливающейся непосредственно в печени. Другая группа – это эктопические жировые депо, оказывающие

© Russian Association of Endocrinologists, 2018
Received: Accepted:

doi: 10.14341/OMET9510

преимущественно местное воздействие, такие как периваскулярное скопление жира, миокардиальный стеатоз, скопление жировой ткани в проекции почечного синуса и перикардиальное жировое депо, объединяющее эпикардиальную и перикоронарную жировую ткань [10]. По данным исследования Mazurek T. и соавт. [11], в которое вошли 55 пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС), было отмечено, что в образце перикардиальной жировой ткани, взятом в ходе аорто-коронарного шунтирования, уровень провоспалительных медиаторов был значительно выше в сравнении с ПЖТ.

В ходе Framingham Heart Study, в котором приняли участие 5209 пациентов в возрасте от 28 до 62 лет, была получена достоверная связь объема эпикардиальной жировой ткани (ЭЖТ) и кальциноза коронарных артерий. Однако при сопоставлении данных измерения абдоминальной ВЖТ и коронарного кальциноза связь между этими показателями отсутствовала [12]. Кроме того, в рамках этого исследования 1422 пациентам была выполнена мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки и брюшной полости с целью количественной оценки жировой ткани вокруг аорты. Была выявлена убедительная связь между периаортальной жировой тканью, низким уровнем лодыжечно-плечевого индекса и гемодинамически значимым атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей [13].

Помимо этого имеются данные, полученные с использованием магнитно-резонансной спектроскопии, о значительном увеличении интрамиокардиальной жировой ткани у лиц с нарушением толерантности к глюкозе или с верифицированным СД2 [14].

Несомненный интерес научного сообщества в отношении проблемы висцерального ожирения и изучения его влияния на сердечно-сосудистый риск требует разработки диагностических стандартов оценки эктопических депо жировой ткани. В настоящее время существует целый ряд антропометрических и инструментальных методов количественной оценки жировой ткани. Однако не все они в полной мере отражают реальную выраженность висцерального ожирения.

АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ОЖИРЕНИЯ

Индекс массы тела (ИМТ)

Согласно рекомендациям ВОЗ классификация массы тела основывается на определении ИМТ и позволяет выделять лиц с избыточной массой (ИМТ от 25 до 29,9 кг/м^2) и ожирением (ИМТ >30 кг/м^2). Данный метод, несомненно, является наиболее доступным в повседневной работе, не сопряжен с какими-либо рисками для пациента, не требует дополнительных временных и материальных затрат. Долгие годы использование ИМТ считалось единственно возможным в отношении определения групп пациентов с ожирением и, следовательно, с повышенным риском развития и прогрессирования ССЗ. Но на значение ИМТ оказывает влияние не только жировой компонент, но и мышечная, и костная масса организма. Кроме того, этот показатель не отображает истинную картину висцерального ожирения. Проведенные исследования показали необходимость оценки распределения жировой ткани в организме с целью определения абдоминального ожирения как наиболее значимого фактора развития и прогрессирования заболеваний сердечно-сосудистой системы. Данные проспективного Гётенбургского исследования, начатого в 1968 г., в которое были включены 1462 женщины в возрасте 38–60 лет, указали на отсутствие связи увеличения ИМТ и частоты инфарктов миокарда в выборке. При этом была выявлена достоверная прямая связь между отношением окружности талии (ОТ) к окружности бедер (ОТ/ОБ) и частотой развития стенокардии, инфарктов миокарда, инсультов, смерти в двенадцатилетний период наблюдения [15].

Окружность талии и отношение окружности талии к окружности бедер

Изучение феномена висцерального ожирения как одного из наиболее значимых факторов риска ССЗ и потребность в простом, доступном и достоверном методе оценки количества абдоминальной жировой ткани привела многих исследователей к использованию параметра ОТ и отношение ОТ/ОБ. Оценка ОТ представляет собой наиболее простой способ измерения, характеризующего абдоминальный тип распределения жировой ткани. На основании данных регрессионного анализа показателей ИМТ и ОТ 1914 пациентов в возрасте от 25 до 74 лет были выделены пороговые значения ОТ для избыточной массы тела (для мужчин ≥94 см, для женщин ≥80 см) и ожирения (для мужчин ≥102 см, для женщин ≥88 см) [16].

Несмотря на тесную взаимосвязь ОТ и ИМТ с коэффициентом корреляции 0,8–0,95, измерение ОТ, в отличие от определения ИМТ, позволяет оценить не только степень отклонения массы тела от нормы, но и выраженность абдоминальной формы ожирения [17]. Об этом свидетельствует высокая корреляционная связь между ОТ, с одной стороны, и ВЖТ (r=0,696) и ПЖТ (r=0,828) по результатам исследования с использованием компьютерной томографии абдоминальной области [18].

Однако ОТ представляет собой суррогатный параметр, не дающий информации о преобладании подкожного или интраабдоминального компонентов жировой ткани. В связи с этим более предпочтительным представляется отношение ОТ/ОБ, характеризующее распределение подкожной клетчатки на уровне бедра и талии и тем самым определяющее выраженность висцерального депо. Согласно рекомендациям ВОЗ, приняты нормативные значения для отношение ОТ/ОБ, характеризующие нормальную массу тела (<0,9 для мужчин и <0,85 для женщин) [19].

Использование ОТ и ОТ/ОБ позволяет выделить группу «метаболически толстых» пациентов из числа лиц с нормальным ИМТ. Результаты исследований NHANES III и MONICA свидетельствуют о том, что с учетом ОТ и ОТ/ОБ абдоминальное ожирение верифицируется у 14% пациентов с нормальными значениями ИМТ и до 25% – у лиц с повышенной массой тела [20].

Возможности верификации абдоминального ожирения с помощью ОТ и ОТ/ОБ обусловливают значение этих антропометрических методов для стратификации риска ССЗ и метаболического синдрома. В ряде исследований отмечены повышение риска развития СД в 10 раз у лиц с высоким значением ОТ, увеличение относительного риска ИБС в 1,5–2,5 раза при сравнении пациентов

с высоким и низким значением ОТ, ассоциация высокого кардиометаболического риска с повышением отношения ОТ/ОБ независимо от ИМТ, в том числе у пациентов, перенесших инфаркт миокарда [21].

Но несмотря на доказанную высокую информативность антропометрических методов в отношении ожирения, в том числе абдоминального, они не дают оценку периаортального, паравазального, пери- и эпикардиального скоплений жировой ткани. Селективная оценка эктопических жировых депо требует более точных и, что немаловажно, воспроизводимых диагностических подходов. С этой позиции следует рассматривать инструментальные методики лучевой диагностики, дающие возможность не только верифицировать локализацию жировой ткани, но и провести ее точный количественный анализ. Это позволило по-новому взглянуть на проблему висцерального ожирения и методы, используемые для его оценки.

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ

Ультразвуковая диагностика

В одном из первых исследований по оценке висцерального ожирения с использованием ультразвуковой диагностики у 50 женщин преимущественно с избыточной массой тела и ожирением (ИМТ 39±16 кг/м^2) была выявлена сильная прямая корреляция между толщиной интраабдоминальной жировой ткани по данным сонографии и площадью ВЖТ, измеренной с помощью компьютерной томографии на уровне позвонка L_{IV} [22].

Результаты еще одного исследования, в котором приняли участие 2414 пациентов, с дифференциальным ультразвуковым измерением толщины абдоминальной ПЖТ и ВЖТ показали сильную прямую корреляцию толщины ВЖТ с метаболическим синдромом, а также выраженную взаимосвязь ВЖТ с гипертриглицеридемией. При этом толщина ПЖТ и ОТ не показали у испытуемых существенной корреляции с наличием метаболического синдрома и его компонентов, но имели явную связь с артериальной гипертонией и уровнем фермента аланинаминотрансферазы [23].

Возможности использования трансторакального ультразвукового сканирования в рутинной практике открыли новые перспективы для исследования паракардиального эктопического жирового депо. Жировая ткань вокруг сердца представлена двумя компонентами – перикардиальным и эпикардиальным, разделяемыми между собой листками перикарда. ЭЖТ ввиду своего анатомического положения между миокардом и висцеральным листком перикарда представляет интерес с позиции ткани, оказывающей местное и системное воздействия на артериальную стенку [24].

Методику измерения толщины ЭЖТ с помощью трансторакальной двухмерной эхокардиографии представили в своей работе Iacobellis G. et al. [25]. Для наиболее удобного и достоверного измерения толщины ЭЖТ они использовали время окончания систолы, объясняя это деформацией ЭЖТ во время диастолы сердца. В результатах данного исследования не были сформулированы нормативные показатели для толщины ЭЖТ, однако были рассчитаны средние значения, которые для мужчин составили 7 мм, для женщин – 6,5 мм.

В дальнейшем было отмечено, что увеличение толщины ЭЖТ свыше 6 мм независимо от пола связано с увеличением риска развития сердечно-сосудистых событий (госпитализации по поводу сердечной недостаточности, ишемического инсульта, сердечно-сосудистой смерти, инфаркта миокарда) [26].

Толщина ЭЖТ не только тесно ассоциирована с основными факторами риска ССЗ, но также имеет независимое предиктивное значение для стратификации риска коронарных событий, таких как инфаркт и реваскуляризация венечных артерий [27]. Однако следует отметить, что единых критериев оценки выраженности ЭЖТ до настоящего времени так и не было получено. Порог толщины ЭЖТ, позволяющий категорировать висцеральное ожирение и, соответственно, высокий сердечно-сосудистый риск, по данным различных исследований, варьирует от 5 до 10 мм [27, 28]. С учетом возраста пациента были предложены критерии висцерального ожирения на основе толщины ЭЖТ: для лиц моложе 45 лет – >5 мм, для лиц от 45 лет до 55 лет – >6 мм, для лиц старше 55 лет – >7 мм [29].

Однако следует отметить ограничения данной методики при измерении толщины ЭЖТ только по передней стенке сердца, а также ряд недостатков, таких как операторозависимость, затруднения визуализации за счет наличия акустического окна. Кроме того, данный метод диагностики не позволяет в полной мере достоверно произвести количественную оценку периаортального и перикоронарного эктопических депо, имеющих несомненное влияние на развитие атеросклеротического поражения. Тем не менее методика оценки толщины ЭЖТ с помощью трансторакальной эхокардиографии позволила сделать серьезный прорыв в достоверной стратификации риска ССЗ, не причиняя вреда пациенту и без дополнительных материальных и временных затрат.

Компьютерная томография (КТ)

Появление метода томографического сканирования тела с возможностью четкой дифференцировки тканей организма на основе различных значений рентгеновской плотности дало толчок к использованию КТ в качестве метода верификации висцерального ожирения при выборе плотностного окна от -190 HU до -70 HU [30]. Это позволило сделать шаг вперед от простой «линейной» морфометрии к двумерной, а затем и трехмерной оценке жировых депо различной локализации. В числе первых исследователей нового направления был L. Sjostrom [31], который предложил к использованию методику количественной оценки площади ВЖТ на уровне L_{IV}, L_V позвонков. Результаты дальнейших исследований взаимосвязи площади ВЖТ, антропометрических показателей ожирения и сердечно-сосудистого риска позволили определить морфометрические КТ-критерии абдоминального висцерального ожирения. С учетом корреляции площади ВЖТ с антропометрическими показателями избыточной массы тела, критерием ожирения, по данным ряда авторов, является площадь ВЖТ более 130 см^2 [32]. Другие исследователи отмечали значительное увеличение риска развития ИБС у женщин с показателями площади ВЖТ >110 см^2 и >131 см^2 – у лиц мужского пола [33].

Вместе с тем при увеличении площади ВЖТ >100 см^2 отмечалось значительное повышение риска ССЗ, а дальнейшее ухудшение метаболического профиля было связано с увеличением площади ВЖТ >130 см^2 независимо от пола [34].

Возможности КТ в дифференцированном подходе к достоверной оценке площади ПЖТ и ВЖТ привели к появлению индексированного показателя ВЖТ/ПЖТ, характеризующего степень преобладания в теле висцерального жира. Значительное повышение кардиометаболического риска отмечается при уровне ВЖТ/ПЖТ более 0,4 [35].

Использование объемных показателей ВЖТ по данным КТ для оценки ожирения носит спорный характер. С одной стороны, увеличивается лучевая нагрузка на пациента, с другой – волюметрический подход позволяет избежать ложноотрицательных результатов односрезового метода, обусловленных «вытеснением» жировой ткани из зоны сканирования при увеличении объема кишечника, явлениях перистальтики в момент сканирования. В пользу методики объемной верификации абдоминального висцерального депо может свидетельствовать значимо большая распространенность ожирения у пациентов с ИБС, определенная с использованием данного подхода в сравнении с измерением площади ВЖТ [36].

Высокая разрешающая способность при визуализации тканей методом КТ была использована для количественной оценки периаортального жирового депо в Framingham Heart Study, проведенного в период 2002–2005 гг., в ходе которого были получены прямые корреляции объема жировой ткани на уровне грудной аорты с интраабдоминальной ВЖТ (r=0,65), ОТ (r=0,49), ИМТ (r=0,47) и абдоминальной ПЖТ (r=0,39) [37].

Анализ количественной КТ-характеристики эпикардиального жирового депо, по данным Heinz Nixdorf Recall Study, убедительно свидетельствует о наличии взаимосвязи между объемом ЭЖТ и прогрессированием кальциноза коронарных артерий в пятилетний период наблюдения, особенно у лиц молодого возраста с низким уровнем индекса кальциноза в начале исследования вне зависимости от стандартных факторов риска [38].

Выраженность перикоронарного компонента ЭЖТ, безусловно, зависит от общего объема жировой ткани, окружающей миокард [39]. Но при этом имеются данные о местном потенцирующем влиянии перикоронарного жира на воспалительный ответ и развитие атеросклеротического поражения коронарного русла [40].

Возможности КТ фактически возвели данный метод в ранг «золотого стандарта» верификации и количественной оценки жировой ткани любых эктопических депо и позволяют использовать его в исследованиях, направленных на изучение роли висцерального ожирения в стратификации кардиометаболического риска [41]. Однако существенным ограничением широкого использования КТ в качестве метода скрининг-диагностики висцерального ожирения является лучевая нагрузка.

Магнитно-резонансная томография (МРТ)

Использование свойства жировой ткани изменять время релаксации при выполнении импульсных последовательностей нашло применение для оценки выраженности висцерального ожирения. Метод МРТ не уступает КТ в верификации и количественной оценке интраабдоминальной ВЖТ [42]. Объемные показатели ЭЖТ, полученные с использованием методов КТ и МРТ, существенно не различаются и в равной степени позволяют получить достоверную информацию о состоянии эпикардиального депо жира [30].

У мужчин без СД толщина ЭЖТ, измеренная с использованием МРТ, может достоверно являться маркером наличия метаболического синдрома и ассоциирована с площадью ВЖТ и ОТ [43]. Увеличение объема ЭЖТ при МРТ сердца имеет тесную корреляцию с артериальной гипертензией как одним из компонентов метаболического синдрома [44].

Но несмотря на явное преимущество МРТ перед КТ в виде отсутствия лучевой и контрастной нагрузки на пациента, верификация перикоронарного и парааортального компартментов висцерального жира на МР-изображениях не получила в настоящее время достаточной доказательной базы и требует дальнейшего изучения с позиции как совершенствования самой методики, так и определения места количественных данных МРТ эктопических депо висцерального жира в общей стратификации кардиометаболического риска.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время неоспорим факт влияния абдоминального ожирения на развитие и прогрессирование ССЗ. Эктопические депо жировой ткани вызывают развитие каскада патологических эффектов на сосудистую стенку, что оказывает негативное влияние на течение ССЗ.

Наиболее распространенные антропометрические показатели оценки массы тела, такие как ИМТ, ОТ, ОТ/ОБ, не являются достаточно информативными в отношении диагностики висцерального ожирения в целом и периваскулярного жирового депо, в частности. Данные методики эффективно используются в качестве доступного скрининга избыточной массы тела и ожирения, хотя и не всегда позволяют достоверно отнести конкретного пациента к группе повышенного риска течения ССЗ.

Применение методов лучевой диагностики открыло новые горизонты в вопросе количественной оценки висцерального ожирения. Использование современных методов лучевой диагностики (КТ, МРТ) позволяет достоверно оценить практически любое эктопическое жировое депо. С учетом возможностей и ограничений каждого из методов лучевой диагностики следует дифференцированно подходить к выбору наиболее оптимальной методики верификации и количественной оценки эктопических жировых депо различных локализаций.

Разработка диагностического алгоритма для количественной оценки эктопических депо ВЖТ имеет важное научное и практическое значения. Применение данного алгоритма позволит по-новому взглянуть на проблему висцерального ожирения в целом, а также персонифицированно стратифицировать риск ССЗ.

Работа поддержана грантом РНФ № 17-75-20026 «Молекулярные маркеры патологической активации жировой ткани при сердечно-сосудистых заболеваниях».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Вишневский А.Г., Андреев Е.М., Тимонин С.А. Смертность от болезней системы кровообращения и продолжительность жизни в России // *Демографическое обозрение*. – 2016. – Т.3. – №1. – С.6-34. [Vishnevskiy AG, Andreev EM, Timonin SA. Smertnost ot bolezney sistemyi krovoobrascheniya i prodolzhitelnost zhizni v Rossii. *Demograficheskoe obozrenie.* 2016;3(1):6-34. (in Russ).] doi: 10.17323/demreview.v3i1.1761
2. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Профилактика сердечно-сосудистых и других неинфекционных заболеваний – основа улучшения демографической ситуации в России // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2005. – Т.4. – №3. – С.4-9. [Oganov RG, Maslennikova GY. Prevention of cardiovascular and other non-communicable diseases – a basis for Russian demographic situation improvement. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2005;4(3):4-9. (In Russ).]
3. Шальнова С.А., Деев А.Д., Оганов Р.Г. Факторы, влияющие на смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. – 2005. – Т.4. – №1. – С.4-9. [Shalnova S.A., Deev A.D., Oganov R.G. Factors influencing cardiovascular mortality in Russian population. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2005;4(1):4-9. (In Russ).]
4. health.passion.ru/novosti-zdorovya [Интернет]. Ожирение в России: статистические данные. Доступно по: http://health.passion.ru/novosti-zdorovya/lishnii-ves/ozhirenie-v-rossii-statisticheskie-dannye.htm. Ссылка активна на 09.12.2018.
5. World Health Organization [Internet]. The country profile on nutrition, physical activity and obesity. Russian Federation; 2013. [cited 2018 Dec 9]. Available from: http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/country-work/russian-federation2
6. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., и др. Биоимпедансный анализ состава тела человека. – М.: Наука, 2009. – 392 с. [Nikolaev DV, Smirnov AV, Bobrinskaya IG, et al. Bioimpedansnyiy analiz sostava tela cheloveka. M. 2009. (in Russ).] – ISBN 978-5-02-036696-1
7. Бондаренко В.М., Марчук В.П., Пиманов С.И., и др. Корреляция содержания висцеральной жировой ткани по данным компьютерной томографии с антропометрическими показателями и результатами ультразвукового исследования // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2013. – №1. – С.31-38 [Bondarenko VM, Marchuk VP, Pimanov SI, et al. Korrelyatsiya soderzhaniya vistseralnoy zhirovoy tkani po dannyim kompyuternoy tomografii s antropometricheskimi pokazatelyami i rezultatami ultrazvukovogo issledovaniya // *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2013;12(1):31-38. (in Russ).]
8. Ibrahim MM. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obes Rev*. 2010;11(1):11-18. doi:10.1111/j.1467-789X.2009.00623.x
9. Мельниченко Г.А., Дедов И.И. Ожирение: этиология, патогенез, клинические аспекты. – М.: МИА, 2004. [Melnichenko GA, Dedov II. Ozhirenie: etiologiya, patogenez, klinicheskie aspektyi. – Moscow: MIA; 2004. (in Russ).] – ISBN 5-89481-260-7
10. Britton KA, Fox CS. Ectopic fat depots and cardiovascular disease. *Circulation*. 2011;124 (24):837-841. doi:10.1161/circulationaha.111.077602
11. Mazurek T, Zhang L, Zalewski A, et al. Human epicardial adipose tissue is a source of inflammatory mediators. *Circulation*. 2003;108(20):2460-2466. doi: 10.1161/01.CIR.0000099542.57313.C5
12. Rosito GA, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Pericardial fat, visceral abdominal fat, cardiovascular disease risk factors, and vascular calcification in a community-based sample: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2008;117(5):605-613. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.743062
13. Fox CS, Massaro JM, Schlett CL, et al. Periaortic fat deposition is associated with peripheral arterial disease: the Framingham Heart Study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2010;3(5):515-519. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.110.958884
14. McGavock JM, Lingvay I, Zib I, et al. Cardiac steatosis in diabetes mellitus: a 1H-magnetic resonance spectroscopy study. *Circulation*. 2007;116(10):1170-1175. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.645614
15. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, et al. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12-year follow- up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1984;289(6454):1257-1261. doi: 10.1136/bmj.289.6454.1257
16. Lean ME, Han TS, Morrison CE. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ*. 1995;311(6998):158-161. doi: 10.1136/bmj.311.6998.158
17. Ford ES, Mokdad AH, Giles WH. Trends in waist circumference among U.S. adults. *Obes Res*. 2003;11(10):1223-1231. doi: 10.1038/oby.2003.168
18. Kim D-W, Kim J-Y, Jeong H. Comparison of Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist-to-Height Ratio as a Predictors of Abdominal Fat Distribution in Male Examinees from the Health Promotion Center. *Korean J Fam Pract*. 2017;7(4):596-599. doi: 10.21215/kjfp.2017.7.4.596
19. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*. 1998;15(7):539-553. doi: 10.1002/(SICI)1096-9136(199807)15:7<539::AID-DIA668>3.0.CO;2-S
20. Meisinger C, Döring A, Thorand B, Heier M, Löwel H. Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences between men and women? The MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(3):483-489. doi: 10.1093/ajcn/84.3.483
21. Груздева О.В., Акбашева О.Е., Бородкина Д.А., и др. Взаимосвязь показателей ожирения и адипокинов с риском развития сахарного диабета 2 типа через год после перенесенного инфаркта миокарда // *Российский кардиологический журнал*. – 2015. – №4. – С.59-67. [Gruzdeva OV, Akbasheva OE, Borodkina DA, et al. Relationship of obesity parameters and adipokines with the risk of 2nd type diabetes development in a year after myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2015;(4):59-67. (In Russ).] doi: 10.15829/1560-4071-2015-4-59-67
22. Armellini F, Zamboni M, Rigo L, et al. The contribution of sonography to the measurement of intraabdominal fat. *J Clin Ultrasound*. 1990;18 (7):563-567. doi: 10.1002/jcu.1870180707
23. Bertoli S, Leone A, Vignati L, et al. Metabolic correlates of subcutaneous and visceral abdominal fat measured by ultrasonography: a comparison with waist circumference. *Nutr J*. 2016;15(1):2. doi: 10.1186/s12937-015-0120-2
24. Sacks HS, Fain JN. Human epicardial adipose tissue: a review. *Am Heart J*. 2007;153(6):907-917. doi: 10.1016/j.ahj.2007.03.019
25. Iacobellis G, Willens H. Echocardiographic epicardial fat: a review of research and clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(12):1311-1319. doi: 10.1016/j.echo.2009.10.013
26. Chu C-Y, Lee W-H, Hsu P-C, et al. Association of Increased Epicardial Adipose Tissue Thickness With Adverse Cardiovascular Outcomes in Patients With Atrial Fibrillation. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(11):e2874. doi: 10.1097/MD.0000000000002874
27. Iacobellis G, Ribaudo MC, Assael F. Echocardiographic epicardial adipose tissue is related to anthropometric and clinical parameters of metabolic syndrome: a new indicator of cardiovascular risk. *J Clin Endocrinol Metab*. 2003;88(11):5163-5168. doi: 10.1210/jc.2003-030698
28. Natale F, Tedesco MA, Mocerino R, et al. Visceral adiposity and arterial stiffness: echocardiographic epicardial fat thickness reflects, better than waist circumference, carotid arterial stiffness in a large population of hypertensives. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10(4):549-555. doi: 10.1093/ejechocard/jep002
29. Кузнецова Т.Ю., Чумакова Г.А., Дружилов М.А., Веселовская Н.Г. Роль количественной эхокардиографической оценки эпикардиальной жировой ткани у пациентов с ожирением в клинической практике // *Российский кардиологический журнал*. – 2017. – Т.4. – №144. – С.81-87. [Kuznetsova TY, Chumakova GA, Druzhilov MA, Veselovskaya NG. Clinical application of quantitative echocardiographic assessment of epicardial fat tissue in obesity. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(4):81-87. (In Russ).] doi: 10.15829/1560-4071-2017-4-81-87
30. Elming MB, Lonborg J, Rasmussen T, et al. Measurements of pericardial adipose tissue using contrast enhanced cardiac multidetector computed tomography comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29(6):1401-1407. doi: 10.1007/s10554-013-0218-6
31. Sjöström L. A computer-tomography based multicompartment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue. *Int J Obes*. 1991;15(2):19-30. PMID: 1794934

32. Lemieux S, Prud'homme D, Bouchard C, et al. A single threshold value of waist girth identifies normal-weight and overweight subjects with excess visceral adipose tissue. *Am J Clin Nutr*. 1996;64(5):685-693. doi: 10.1093/ajcn/64.5.685
33. Hunter GR, Snyder SW, Kekes-Szabo T, et al. Intra-abdominal adipose tissue values associated with risk of possessing elevated blood lipids and blood pressure. *Obes Res*. 1994;2(6):563-568. doi: 10.1002/j.1550-8528.1994.tb00106.x
34. Despre`s JP, Lamarche B. Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutr Res Rev*. 1993;6(1):137-159. doi: 10.1079/NRR19930010
35. Matsuzawa Y, Nakamura T, Shimomura I, Kotani K. Visceral Fat Accumulation and Cardiovascular Disease. *Obes Res*. 1995;3(S5):645S-647S. doi: 10.1002/j.1550-8528.1995.tb00481.x
36. Коков А.Н., Брель Н.К., Масенко В.Л., и др. Количественная оценка висцерального жирового депо у больных ишемической болезнью сердца с использованием современных томографических методик // *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. – 2017. – №3. – С.113-119. [Kokov AN, Brel NK, Masenko VL, et al. Quantitative assessment of visceral adipose depot in patients with ischemic heart disease by using of modern tomographic methods. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2017;(3):113-119. (In Russ).] doi: 10.17802/2306-1278-2017-6-3-113-119.
37. Schlett CL, Massaro JM, Lehman SJ, et al. Novel measurements of periaortic adipose tissue in comparison to anthropometric measures of obesity, and abdominal adipose tissue. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(2):226-232. doi: 10.1038/ijo.2008.267
38. Mahabadi AA, Lehmann N, Kälsch H, et al. Association of epicardial adipose tissue with progression of coronary artery calcification is more pronounced in the early phase of atherosclerosis: results from the Heinz Nixdorf recall study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(9):909-916. doi: 10.1016/j.jcmg.2014.07.002
39. Shi K-L, Qi L, Mao D-B, et al. Impact of age on epicardial and pericoronary adipose tissue volume. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2015;19(17):3257-3265. doi: 10.1016/B978-1-4160-6645-3.00032-3
40. Dong D-D, Wang K, Wang D, et al. Relationship between epicardial adipose tissue volume measured using coronary computed tomography angiography and atherosclerotic plaque characteristics in patients with severe coronary artery stenosis. *J Int Med Res*. 2013;41(5):1520-1531. doi: 10.1177/0300060513496169
41. Aydın AM, Kayalı A, Poyraz AK, Aydın K. The relationship between coronary artery disease and pericoronary epicardial adipose tissue thickness. *J Int Med Res*. 2015;43(1):17-25. doi: 10.1177/0300060514558323
42. Самойлова Ю.Г., Харламова Е.Ю., Сусляева Н.М., и др. Лучевые методы исследования висцерального ожирения // Современные исследования социальных проблем. – 2014. – Т.5. – №12. – С.328-341. [Samoylova YG, Harlamova EY, Suslyaeva NM, et al. IMAGISTIC STUDY OF VISCERAL OBESITY. Sovremennye issledovaniya sotsialnykh problem. 2014;(5)12:328-341. (in Russ).] doi: 10.12731/2218-7405-2014-12-25
43. Liang K-W, Tsai I-C, Lee W-J, et al. MRI measured epicardial adipose tissue thickness at the right AV groove differentiates inflammatory status in obese men with metabolic syndrome. *Obesity (Silver Spring)*. 2012;20(3):525-532. doi: 10.1038/oby.2011.155
44. Homsi R, Kuetting D, Sprinkart A, et al. Interrelations of Epicardial Fat Volume, Left Ventricular T1-Relaxation Times and Myocardial Strain in Hypertensive Patients: A Cardiac Magnetic Resonance Study. *J Thorac Imaging*. 2017;32(3):169-175. doi: 10.1097/RTI.0000000000000264

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ [AUTHORS INFO]

*__Брель Наталья Кирилловна__, врач [**Natalia K. Brel**, MD] Адрес: 650002, Кемерово, Сосновый б-р, 6 [Address: 6, Sosnoviy boul. Kemerovo, 650002, Russia]; ; eLibrary SPIN: 3401-4062; e-mail: brel.n.k@mail.ru

Коков Александр Николаевич, к.м.н. [Aleksandr N. Kokov, PhD]; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7573-0636; eLibrary SPIN: 8455-4271; e-mail: dr.kokv@gmail.ru
Груздева Ольга Викторовна, д.м.н. [Olga V. Gruzdeva, ScD]; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7780-829X; eLibrary SPIN: 4322-0963; e-mail: o_gruzdeva@mail.ru

ЦИТИРОВАТЬ:

Брель Н.К., Коков А.Н., Груздева О.В. Достоинства и ограничения различных методов диагностики висцерального ожирения // Ожирение и метаболизм. — 2018. — Т.15. — No. 4 — С. 3-8. doi: 10.14341/OMET9510

TO CITE THIS ARTICLE:

Brel NK, Kokov AN, Gruzdeva OV. Advantages and disadvantages of different methods for diagnosis of visceral obesity. *Obesity and metabolism*. 2018;15(4): 3-8. doi: 10.14341/OMET9510