## Ожирение как фактор риска сердечно-сосудистой патологии: фокус на ультразвуковые исследования

Цыганков Д. А.<sup>1</sup>, Поликутина О. М.<sup>2</sup>

На протяжении многих десятилетий ожирение является одним из основных факторов риска развития сердечно-сосудистой патологии. Несмотря на труд ученых и врачей различных специальностей, бремя данной патологии продолжает увеличивать свой вклад в заболеваемость и смертность от сердечно-сосудистых заболеваний. Многочисленные антропометрические критерии ожирения являются хорошо изученными, простыми и недорого стоящими средствами диагностики избыточной массы тела среди населения. Однако их точность сравнительно невелика. В частности, на основании данных критериев невозможно определить состав тела, что является ключевым моментом в стратификации сердечно-сосудистого риска. Несмотря на сравнительно небольшой период использования ультразвуковых методов для диагностики ожирения, уже получены убедительные доказательства их высокой точности и эффективности в прогнозировании риска развития сердечно-сосудистой патологии. Учитывая непрерывное усовершенствование аппаратов ультразвукового исследования, рассматриваемые критерии должны внедряться в рутинную клиническую и исследовательскую практику.

В данном литературном обзоре рассмотрены основные параметры, используемые при ультразвуковой диагностике ожирения, их вклад в развитие как традиционных факторов риска, так и непосредственно сердечно-сосудистых заболеваний.

**Ключевые слова:** ожирение, ультразвуковая диагностика, сердечно-сосудистые заболевания, факторы риска, висцеральный жир.

Отношения и деятельность. Статья написана в рамках выполнения темы государственного задания № 0546-2019-0003 "Мультифокальный атеросклероз и коморбидные состояния. Особенности диагностики, управления рисками в условиях крупного промышленного региона Сибири".

<sup>1</sup>Частное учреждение здравоохранения "Поликлиника Овум", Кемерово; <sup>2</sup>ФГБНУ Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, Кемерово, Россия.

Цыганков Д. А.\* — врач ультразвуковой диагностики, ORCID: 0000-0003-2516-2869, Поликутина О. М. — д. м. н., в. н. с. лаборатории лучевых методов диагностики, ORCID: 0000-0001-7458-6962.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): d727anat@gmail.com

АД — артериальное давление, ИВО — индекс висцерального ожирения, ИМТ — индекс массы тела, ИБС — ишемическая болезнь сердца, КТ — компьютерная томография, ЛВП — липопротеины высокой плотности, ЛНП — липопротеины низкой плотности, МРТ — магнитно-резонансная томография, ОТ — окружность талии, ОТ/ОБ — индекс талия-бёдра, ОХС — общий холестерин, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ТГ — триглицериды, УЗИ — ультразвуковое исследование, ФР — фактор риска, EAT — толщина эпикардиальной жировой ткани, IAFT — интраабдоминальная толщина жировой ткани, intra-abdominal fat thickness, MinASFT — минимальная толщина подкожно-жировой клетчатки, minimum subcutaneous fat thickness, MaxASFT — максимальная толщина подкожно-жировой клетчатки, maximum abdominal subcutaneous fat thickness, PFT — толщина пребрюшинного жира, pre-peritoneal fat thickness, SAT — подкожно-жировая клетчатка, subcutaneous adipose tissue, WFI — индекс жира брюшной стенки, wall fat index.

Рукопись получена 18.03.2021 Рецензия получена 24.03.2021 Принята к публикации 17.04.2021



**Для цитирования:** Цыганков Д.А., Поликутина О.М. Ожирение как фактор риска сердечно-сосудистой патологии: фокус на ультразвуковые исследования. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(5):4371. doi:10.15829/1560-4071-2021-4371

## Obesity as a risk factor for cardiovascular disease: focus on ultrasound

Tsygankov D. A.1, Polikutina O. M.2

For many decades, obesity has been one of the main risk factors for cardiovascular disease. Despite medical advances, the obesity increases contribution to morbidity and mortality from cardiovascular diseases. Numerous anthropometric criteria for obesity are well-studied, simple and inexpensive tools for diagnosing overweight in the population. However, their accuracy is comparatively low. In particular, it is impossible to determine body composition based on these criteria, which is a key point in cardiovascular risk stratification. Despite the relatively short period of ultrasound practice for obesity diagnosis, convincing evidence has already been obtained of their high accuracy and effectiveness in predicting the risk of cardiovascular disease. Given the continuous improvement of ultrasound equipment, the studied criteria should be implemented in routine clinical and research practice.

This literature review describes the central parameters used in the ultrasound diagnosis of obesity, their contribution to both conventional risk factors and cardiovascular diseases itself.

**Keywords:** obesity, ultrasound diagnostics, cardiovascular diseases, risk factors, visceral fat.

**Relationships and Activities.** The paper was performed within the implementation of state assignment № 0546-2019-0003 "Multifocal atherosclerosis and comorbid conditions. Features of diagnostics, risk management in a large industrial region of Siberia".

<sup>1</sup>Private healthcare facility "Ovum Polyclinic", Kemerovo; <sup>2</sup>Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Diseases, Kemerovo, Russia.

Tsygankov D. A.\* ORCID: 0000-0003-2516-2869, Polikutina O. M. ORCID: 0000-0001-7458-6962.

\*Corresponding author: d727anat@gmail.com

**Received:** 18.03.2021 **Revision Received:** 24.03.2021 **Accepted:** 17.04.2021

**For citation:** Tsygankov D.A., Polikutina O.M. Obesity as a risk factor for cardiovascular disease: focus on ultrasound. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(5):4371. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4371

Ожирение является основным фактором риска (ФР) смертности и заболеваемости во всем мире [1]. За последние десять лет количество смертей, связанных с ожирением, увеличилось в 3 раза и на данный момент составляет почти 28 млн человек каждый год [2]. При этом почти 70% вызваны сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) [1].

Ожирение — это хроническое заболевание, связанное с различными метаболическими нарушениями, распространенность которых постоянно увеличивается как среди детей, так и среди взрослых. Доказано, что жировая ткань способна секретировать медиаторы воспаления, включая интерлейкин-6, -1β, фактор некроза опухоли-а, лептин, которые впоследствии снижают выработку адипонектина, тем самым вызывая провоспалительное состояние. При ожирении жировая ткань синтезирует и высвобождает большое количество гормонов и цитокинов, которые изменяют метаболические процессы, способствуя образованию атеросклеротической бляшки. Эндотелиальная дисфункция является инициатором прогрессирования ССЗ при ожирении [3]. Из-за связи с другими ФР избыточный вес и ожирение способствуют развитию ССЗ и ишемической болезни сердца (ИБС), в частности [4].

В большинстве исследований ожирение чаще описывается с помощью индекса массы тела (ИМТ) [2]. ИМТ является практичным и удобным показателем для выявления ожирения в клинической практике и эпидемиологических исследованиях, однако не отражает распределение жировой ткани [5].

В то время как ИМТ отражает комбинацию жировой и мышечной массы, антропометрические параметры, такие как окружность талии (ОТ) и индекс талия-бёдра (ОТ/ОБ), являются маркерами центрального ожирения. По мнению ряда исследователей, ОТ и ОТ/ОБ являются более показательными индикаторами неблагоприятного метаболического профиля по сравнению с ИМТ [6, 7]. Еще один показатель — индекс висцерального ожирения (ИВО), пока недостаточно популярен среди исследователей и практических врачей, но уже зарекомендовал себя как надежный индикатор дисфункции жировой ткани и риска кардиометаболических заболеваний. Так, увеличение ИВО больше, чем ИМТ или ОТ ассоциировалось с перенесенным инфарктом миокарда, толщиной комплекса интима-медиа, нарушениями углеводного обмена и функции почек [8].

Уже доказано, что ожирение, определяемое только на основании ИМТ, является гетерогенным состоянием с различными сердечно-сосудистыми и метаболическими проявлениями у разных людей. Жировая ткань — чрезвычайно активный метаболический орган, участвующий во взаимодействии между различными системами, и ее увеличение прямо или косвенно способствует ССЗ. Неадекватное увеличе-

ние подкожной жировой ткани на фоне нарушения пищевого поведения приводит к отложению висцерального и эктопического жира, воспалительной/ адипокиновой дизрегуляции и инсулинорезистентности. И наоборот, распределение жировой ткани в депо нижней части тела может действовать как метаболический буфер и защищать другие ткани от липотоксичности, вызванной избытком липидов и эктопическим жиром [9].

Антропометрические индексы, такие как ИМТ, ОТ, ОТ/ОБ, ИВО, широко используются для диагностики ожирения благодаря простоте применения, низкой стоимости и отсутствию радиационного воздействия. Однако, учитывая различия между компонентами массы тела, применение только лишь этих показателей не всегда позволяет воссоздать полную картину, что, соответственно, вносит поправки в прогнозирование сердечно-сосудистого риска [10, 11].

На сегодняшний день в клинической практике и исследовательских работах все чаще используются лучевые методы визуализации жировой ткани — магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ), денситометрия, ультразвуковое исследование (УЗИ). Несомненным их плюсом является высокая точность в дифференцировке жировых отложений. Однако наряду с преимуществами имеются и ограничения. Так, МРТ и КТ — дорогостоящие исследования и обладают высокой лучевой нагрузкой. Денситометрия обладает высокой точностью наряду с КТ и МРТ, относительно недорогая, не несет высокой лучевой нагрузки, к тому же это ведущий метод для диагностики остеопороза. Однако во многих регионах до сих пор сохраняется дефицит аппаратов, в связи с чем метод не приобрёл популярность в диагностике ожирения. УЗИ — недорогой метод, позволяющий избежать лучевой нагрузки, однако его точность и надежность все еще обсуждаются. Также отсутствие стандартизированных протоколов, возрастных и этнических норм могут быть препятствием для широкого внедрения данного метода в клиническую практику [10, 12].

В связи с этим целью настоящего обзора явился анализ ультразвуковых параметров ожирения с целью стратификации сердечно-сосудистого риска.

Одним из первых и наиболее изученных параметров, используемых при ультразвуковой оценке ожирения, является интраабдоминальная толщина жировой ткани (Intra-abdominal fat thickness, IAFT), оцениваемая с помощью конвексного датчика (3,5-5 МГц). Однако нет единого мнения о том, какие анатомические параметры следует рассматривать в качестве эталона для УЗИ [10, 13, 14]. Большинство исследователей измеряют IAFT от задней стенки прямой мышцы живота (т.е. от linea alba) к передней стенке аорты [12, 14-16]. Другие авторы проводили измерения IAFT от прямой мышцы живота до

передней стенки поясничного отдела позвоночника, задней стенки аорты или поясничной мышцы [10, 11, 14], или как расстояние между брюшиной и поясничным отделом [14]. Измерения всегда проводились в положении лежа на спине, руки вдоль тела. Некоторые учёные доказали, что технические аспекты играют важную роль в точности и воспроизводимости измерений: очень важно проводить измерения натощак, на вдохе, а также контролировать давление датчика на кожу [16].

Работы по сравнению показателей IAFT по УЗИ и площадью висцерального жира по КТ неоднократно продемонстрировали тесную корреляцию (r=0,669, p<0,001) [10]. Другие исследования в последующие годы также подтверждали точность ультразвуковых измерений по сравнению с КТ и МРТ [10, 11, 14].

Связь толщины IAFT с сердечно-сосудистыми ФР была изучена несколькими учеными [10]. Так, была обнаружена положительная корреляция IAFT с общим холестерином (ОХС) и уровнем глюкозы [17], уровнем инсулина, липопротеинов высокой плотности (ЛВП) и триглицеридов (ТГ) [18, 19]. IAFT также был связан с толщиной комплекса интима-медиа сонной артерии [13].

В целом большинство авторов сходятся во мнении, что IAFT лучше подходит для оценки регионального ожирения и показывает хорошую прогностическую значимость для выявления риска развития ССЗ [20].

Индекс жира брюшной стенки (Abdominal wall fat index, WFI)\_является одним из наиболее широко используемых сонографических индексов для региональной оценки ожирения. Рассчитывается как отношение двух величин: толщина пребрюшинного жира (PFT)/минимальная толщина подкожно-жировой клетчатки (MinASFT). Эти параметры оцениваются линейным датчиком в верхней части живота с продольным сканированием по срединной линии, чуть ниже мечевидного отростка, как основное расстояние между передней поверхностью брюшины, покрывающей печень, до задней поверхности белой линии (толщина пребрюшинного жира), а также расстояние между передней поверхностью белой линии и кожножировым барьером (минимальная толщина подкожно-жировой клетчатки в брюшной полости). На основании WFI ожирение можно разделить на висцеральный (WFI >1) и подкожный (WFI <1) тип [10].

Suzuki R, et al. (1993) обнаружили сильную корреляцию между WFI и соотношением площади висцерального и подкожного жира по KT (r=0.746; p<0.0001) [21].

WFI положительно коррелировал с систолическим артериальным давлением (АД), диастолическим АД, уровнями ТГ, липопротеинами низкой плотности (ЛНП), ОХС и базальным уровнем инсулина [10, 11, 21], а также имел обратную связь с уров-

нем ЛВП, чувствительностью к инсулину и уровнем лептина [10].

Также было показано, что WFI снижался с увеличением ИМТ и положительно коррелировал с уровнем ТГ (r=0,37, p<0,01) и мочевой кислоты (r=0,40, p<0,001) в 1-м квартиле ИМТ (30,2-36,4) и отрицательно коррелировал с уровнем ЛВП (r=-0,32, p<0,001) в 3-м квартиле ИМТ (40,6-45,1) [10, 11]. Это может свидетельствовать о неоднозначном влиянии данного показателя на  $\Phi$ P CC3 у лиц с различной массой тела.

Предперитонеальный жир (Pre-peritoneal fat thickness, PFT). PFT была представлена Suzuki R, et al. в 1995г как часть WFI [21]. Её оценивают с помощью линейного датчика (7,5 МГц), установленного продольно на уровне мечевидного отростка, как максимальное расстояние между передней поверхностью брюшины, покрывающей печень, и задней поверхностью белой линии [14].

Было обнаружено, что PFT положительно коррелировал со степенью стеноза коронарных артерий (r=0,37, p<0,005), OXC, TГ и ЛНП в сыворотке, концентрацией инсулина (r=0.54, p<0.0001) и отрицательно — с высоким уровнем ЛВП в сыворотке [10, 11]. В исследовании молодых здоровых сингапурцев (средний возраст  $36.7\pm14.3$  года; 43.4% мужчин) увеличение PFT положительно ассоциировалось с увеличением концентрации инсулина натощак, уровней ТГ и АД, и отрицательно — с уровнем ЛВП (p < 0.05). При разделении выборки на мужчин и женщин PFT был независимым детерминантом инсулинорезистентности и низкого уровня ЛВП только у мужчин. Выявлено, что PFT ≥1,2 см являлось оптимальным пороговым значением для определения риска развития инсулинорезистентности и низкого уровня холестерина ЛВП у мужчин [22]. Более того, у пациентов с диабетом наблюдалось значительно больше отложение PFT, чем у контрольных субъектов [14], а также максимальные значения данного показателя были связаны с повышенным риском ССЗ и плохим прогнозом, о чем свидетельствовали высокие показатели распространенности артериальной гипертензии, микроальбуминурии, ретинопатии и повышенный уровень гликированного гемоглобина у данных респондентов [14].

Кроме того, недавние исследования показали, что PFT может предсказывать наличие и тяжесть ИБС и могла быть ассоциирована с артериальной ригидностью у подростков с ожирением [23].

Также PFT связана со степенью стеноза коронарных артерий и нарушением липидного обмена у мужчин, не страдающих ожирением. При изучении пациентов с наличием ИБС, но без ожирения, была обнаружена положительная связь между PFT и выраженностью стеноза коронарных артерий (r=0,246, p<0,05). Кроме того, PFT положительно коррели-

ровал с ОХС (r=0,259, p<0,01), ТГ (r=0,205, p<0,05) и ЛНП (r=0,205, p<0,05), и отрицательно — с уровнем ЛВП в сыворотке крови (r=-0,261, p<0,01). Таким образом, РFТ демонстрировал положительную связь с выраженностью стеноза коронарных артерии и дислипидемией. Этот факт позволяет использовать данный показатель как один из маркеров неблагоприятного прогноза у мужчин с ИБС [10, 11].

Подкожно-жировая клетчатка (Subcutaneous adipose tissue, SAT). Для измерения толщины SAT с помощью УЗИ используют два параметра: MinASFT (minimum subcutaneous fat thickness) и MaxASFT (maximum abdominal subcutaneous fat thickness) [14, 24]. MinASFT измеряется линейным датчиком (7,5 МГц) как расстояние между передней поверхностью белой линии и кожно-жировым барьером (гиподермой) [17, 24]. Как и PFT, MinASFT является частью WFI и впервые была описана Suzuki R, et al. в 1993г [24]. MaxASFT измеряется аналогично MinASFT, только датчик располагается по средней линии живота между мечевидным отростком и пупком [14]. Чтобы избежать ошибок измерения некоторые авторы рекомендовали использовать толстый слой (5 мм) геля для УЗИ между датчиком и кожей, избегать повышенного давления на датчик, а также установить скорость звука на уровне 1450 м/с вместо 1540 м/с, используемых в обычных диагностических системах УЗИ [25]. Скорость звука позволяет рассчитать расстояние от датчика до границы между двумя тканями: этот параметр имеет первостепенное значение, поскольку в жировой ткани скорость звука существенно ниже (1450 м/с), чем в мышцах и коже [14, 17, 25].

Интерпретация данного параметра является несколько субъективной, т.к. избыточное давление датчика на кожу пациента может привести к значительному уменьшению толщины, вплоть до уменьшения слоя SAT на 25-37% [26]. В клинической практике для измерения данного параметра используется калипер, и точность этого метода ограничена [26, 27]. Поэтому УЗИ может использоваться для измерения SAT в различных группах населения (например, у спортсменов, где точная оценка жировой ткани важна для предотвращения рисков для здоровья) [27].

Роль подкожного жира в развитии заболеваний, связанных с ожирением, неоднозначна [17, 28-31]. В своем исследовании Bertoli S, et al. (2016) обнаружили, что увеличение толщины SAT ассоциировалось с развитием метаболического синдрома, повышением уровня АД и аланинаминотрансферазы [17]. Jung CH, et al. (2014) продемонстрировали, что только у мужчин с сахарным диабетом 2 типа SAT был обратно пропорционален величине комплекса интима-медиа сонной артерии после поправок на ИМТ и другие традиционные или нетрадиционные ФР ССЗ. Этот факт может свидетельствовать о гендерном влиянии на связь между SAT и величиной ком-

плекса интима-медиа [32]. Также имеются сведения о том, что уровень SAT ассоциировался с инсулинорезистентностью [33].

В то же время показано, что SAT может обладать кардиопротективными свойствами [31]. Так, известно, что SAT не связана с увеличением распространенности традиционных ФР ССЗ среди лиц с ожирением. Они же показали уменьшение среднего уровня ТГ среди лиц с большей толщиной SAT [34]. В некоторых исследованиях толщина SAT оказалась выше у субъектов с регрессом неалкогольной жировой болезни печени, чем у лиц без регресса, независимо от исходного уровня висцерального жира, что может свидетельствовать о возможных протективных свойствах SAT при метаболических нарушениях [35].

Нельзя исключить и наличие этнических различий в прогностической ценности определяемых показателей. Так, например, пороговые значения MinASFT и MaxASFT до сих пор изучались только в итальянской популяции [36]. В связи с этим необходимы дальнейшие исследования для определения роли подкожно-жировой клетчатки в развитии ССЗ у лиц различных этнических популяций и регионов проживания.

Толщина эпикардиальной жировой ткани (EAT). ЕАТ является частью висцеральной жировой ткани, расположенной между сердцем и перикардом. Из-за анатомической близости к коронарным артериям увеличение толщины ЕАТ активно способствует развитию и прогрессированию коронарного атеросклероза. ЕАТ имеет эндокринные, паракринные, вазокринные и воспалительные эффекты и связана с метаболическим синдромом, инсулинорезистентностью, ИБС и артериальной гипертензией. Следовательно, измерение толщины ЕАТ приобрело большое значение для выявления рисков прогрессирования ССЗ [37-39].

Толщину ЕАТ следует измерять на свободной стенке правого желудочка как минимум в двух точках: как в продольной, так и в поперечной парастернальной проекции, используя среднее значение трех последовательных ударов. ЕАТ определяется как гипоэхогенное пространство кпереди от стенки правого желудочка, и его толщина измеряется между эпикардиальной поверхностью и париетальным перикардом. При измерениях всегда следует использовать анатомические ориентиры: положение межжелудочковой перегородки и кольца аорты. Спорный момент заключается в том, какое время сердечного цикла является наиболее подходящим для измерения толщины ЕАТ: некоторые исследователи рекомендуют проводить измерение во время систолы, чтобы предотвратить возможную деформацию при сжатии жировой ткани во время диастолы, другие — в диастоле [40, 41]. Толщина ЕАТ, определенная при помощи УЗИ методов, показала хорошую корреляцию со значениями, полученными по данным МРТ (r=0,91, p=0,001) [41]. Толщина эпикардиального жира при эхокардиографии колеблется от 1 мм до 23 мм. По данным различных авторов, средние показатели варьировали от 4,7 мм до 9,5 мм, однако Bertaso AG, et al. (2013) предположили, что толщина EAT >5 мм должна представлять собой релевантный предел, особенно, в группах низкого риска [41].

Есть данные о наличии связи между ЕАТ и кардиофиброзом. Так, увеличение толщины ЕАТ левого и правого желудочков в 1,33 раза и 1,34 раза, соответственно, повышает риск развития фиброзирования миокарда у пациентов с перенесенным инфарктом миокарда [42].

В целом УЗИ — это быстрая, недорогая и широкодоступная технология, возможности которой в диагностике ожирения используются пока не в полной мере, даже несмотря на то, что продемонстрирована высокая точность и возможность дифференцировки депо висцерального и подкожного жира и оценки запасов жировой ткани в органах (печень и мышцы). Связь между толщиной висцерального жира, измеренной с помощью УЗИ, и метаболическими ФР ССЗ более выражена, чем связь между этими факторами и антропометрическими параметрами (ИМТ и ОТ) [10, 11].

Проведение УЗИ возможно с раннего возраста, что делает эту технику ценным методом оценки возможных ФР, связанных с ожирением, на очень

## Литература/References

- GBD 2015 Obesity Collaborators, Afshin A, Forouzanfar MH, et al. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. N Engl J Med. 2017;377(1):13-27. doi:10.1056/NEJMoa1614362.
- Ortega-Loubon C, Fernández-Molina M, Singh G, et al. Obesity and its cardiovascular effects. Diabetes Metab Res Rev. 2019;35(4):e3135. doi:10.1002/dmrr.3135.
- Kwaifa IK, Bahari H, Yong YK, et al. Endothelial dysfunction in obesity-induced inflammation: molecular mechanisms and clinical implications. Biomolecules. 2020;10(2):291. doi:10.3390/biom10020291.
- Katta N, Loethen T, Lavie CJ, et al. Obesity and coronary heart disease: epidemiology, pathology, and coronary artery imaging. Curr Probl Cardiol. 2020:46(3):100655. doi:10.1016/j.cpcardiol.2020.100655.
- Gao M, Wei YX, Lyu J, et al.; China kadoorie biobank collaborative group. The cut-off points of body mass index and waist circumference for predicting metabolic risk factors in Chinese adults. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi. 2019;40(12):1533-40. (In Chinese) doi:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.12.006.
- Czernichow S, Kengne AP, Stamatakis E, et al. Body mass index, waist circumference and waist-hip ratio: which is the better discriminator of cardiovascular disease mortality risk? Evidence from an individual-participant meta-analysis of 82864 participants from nine cohort studies. Obes Rev. 2011;12(9):680-7. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00879.x.
- Hou X, Lu J, Weng J, et al. Impact of waist circumference and body mass index on risk of cardiometabolic disorder and cardiovascular disease in Chinese adults: a national diabetes and metabolic disorders survey. PLoS One. 2013;8(3):e57319. doi:10.1371/ journal.pone.0057319.
- Dereziński T, Zozulińska-Ziółkiewicz D, Uruska A, et al. Visceral adiposity index as a useful tool for the assessment of cardiometabolic disease risk in women aged 65 to 74. Diabetes Metab Res Rev. 2018;34(8):e3052. doi:10.1002/dmrr.3052.
- Neeland IJ, Poirier P, Després JP. Cardiovascular and Metabolic Heterogeneity of Obesity. Clinical Challenges and Implications for Management. Circulation. 2018;137(13):1391-406. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.117.029617.
- Ponti F, Santoro A, Mercatelli D, et al. Aging and Imaging Assessment of Body Composition: From Fat to Facts. Front Endocrinol (Lausanne). 2020;10:861. doi:10.3389/ fendo.2019.00861.
- Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, et al. Ultrasound: Which role in body composition? Eur J Radiol. 2016;85(8):1469-80. doi:10.1016/j.ejrad.2016.04.005.

ранней стадии, а также у лиц с любой массой тела. Кроме того, дополнительное преимущество заключается в возможности оценки качества скелетных мышц, что является полезным в диагностике саркопении у пожилых людей [10, 11].

Таким образом, рассмотренные показатели содержания жировой ткани в организме, определенные с помощью УЗИ, являются весьма точными и эффективными в плане прогнозирования сердечно-сосудистых рисков. В то же время существует ряд вопросов, связанных с недостаточной изученностью данного метода. Не до конца определена роль и подкожно-жировой клетчатки в развитии ССЗ и их ФР. Поэтому необходимы полноценные крупномасштабные эпидемиологические исследования для определения пороговых значений показателей ожирения среди различных этнических групп. Необходимо также обратить внимание врачей и исследователей всех специальностей на проблему недостаточной диагностики ожирения с помощью ультразвуковых методик.

Отношения и деятельность. Статья написана в рамках выполнения темы государственного задания № 0546-2019-0003 "Мультифокальный атеросклероз и коморбидные состояния. Особенности диагностики, управления рисками в условиях крупного промышленного региона Сибири".

- 12. 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):113-9. (In Russ.) 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):113-9. doi:10.17802/2306-1278-2017-6-3-113-119.
- Oh J, Kim SK, Shin DK, et al. A simple ultrasound correlate of visceral fat. Ultrasound Med Biol. 2011;37(9):1444-51. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2011.05.844.
- Ponti F, De Cinque A, Fazio N, et al. Ultrasound imaging, a stethoscope for body composition assessment. Quant Imaging Med Surg. 2020;10(8):1699-722. doi:10.21037/gims-19-1048.
- Mauad FM, Chagas-Neto FA, Benedeti ACGS, et al. Reproducibility of abdominal fat assessment by ultrasound and computed tomography. Radiol Bras. 2017;50(3):141-7. doi:10.1590/0100-3984.2016.0023.
- Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, et al. The role of ultrasonography in the evaluation of abdominal fat: analysis of technical and methodological issues. Acad Radiol. 2013;20:1278-85. doi:10.1016/j.acra.2013.07.009.
- 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;15:2. doi:10.1186/s12937-015-0120-2.
- Müller MJ, Braun W, Enderle J, et al. Beyond BMI: conceptual issues related to overweight and obese patients. Obes Facts. 2016;9:193-205. doi:10.1159/000445380.
- Logacheva IV, Ryazanova TA, Makarova VR. The role of intra-abdominal adipose tissue in patients with overweight and obese comorbid cardiac pathology. Atherosclerosis and dyslipidemias. 2020;2(39):33-42. (In Russ.) Логачева И.В., Рязанова Т.А., Макарова В.Р. Роль интраабдоминальной жировой ткани в развитии коморбидной кардиальной патологии у пациентов с избыточной массой тела и ожирением. Атеросклероз и дислипидемии. 2020;2(39):33-42. doi:10.34687/2219-8202.
- Hiremath R, Ibrahim J, Prasanthi K, et al. Comparative study of ultrasonographic and anthropometric measurements of regional adiposity in metabolic syndrome. J Clin Diagn Res. 2017;11(8):TC01-TC05. doi:10.7860/JCDR/2017/26386.10352.
- Suzuki R, Watanabe S, Hirai Y, et al. Abdominal wall fat index, estimated by ultrasonography, for assessment of the ratio of visceral fat to subcutaneous fat in the abdomen. Am J Med. 1993;95(3):309-14. doi:10.1016/0002-9343(93)90284-v.

- Bi X, Loo YT, Henry CJ. Ultrasound measurement of intraabdominal fat thickness as a predictor of insulin resistance and low HDL cholesterol in Asians. Nutrition. 2018;55-56:99-103. doi:10.1016/j.nut.2018.04.003.
- Hamagawa K, Matsumura Y, Kubo T, et al. Abdominal visceral fat thickness measured by ultrasonography predicts the presence and severity of coronary artery disease. Ultrasound Med Biol. 2010;36(11):1769-75. doi:10.1016/i.ultrasmedbio.2010.08.004.
- Bazzocchi A, Filonzi G, Ponti F, et al. Accuracy, reproducibility and repeatability of ultrasonography in the assessment of abdominal adiposity. Acad Radiol. 2011;18:1133-43. doi:10.1016/i.acra.2011.04.014.
- Störchle P, Müller W, Sengeis M, et al. Standardized ultrasound measurement of subcutaneous fat patterning: high reliability and accuracy in groups ranging from lean to obese. Ultrasound Med Biol. 2017;43:427-38. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2016.09.014.
- Toomey C, McCreesh K, Leahy S, et al. Technical considerations for accurate measurement of subcutaneous adipose tissue thickness using B-mode ultrasound. Ultrasound. 2011;19:91-6. doi:10.1258/ult.2011.010057.
- Müller W, Lohman TG, Stewart AD, et al. Subcutaneous fat patterning in athletes: selection
  of appropriate sites and standardisation of a novel ultrasound measurement technique:
  ad hoc working group on body composition, health and performance, under the
  auspices of the IOC Medical Commission. Br J Sports Med. 2016;50:45-54. doi:10.1136/bjsports-2015-095641.
- Bazzocchi A, Diano D, Ponti F, et al. Health and ageing: a cross-sectional study of body composition. Clin Nutr. 2013;32:569-78. doi:10.1016/j.clnu.2012.10.004.
- Bazzocchi A, Ponti F, Cariani S, et al. Visceral fat and body composition changes in a female population after RYGBP: a two-year follow-up by DXA. Obes Surg. 2015;25:443-51. doi:10.1007/s11695-014-1422-8.
- Lee JJ, Pedley A, Hoffmann U, et al. Association of changes in abdominal fat quantity and quality with incident cardiovascular disease risk factors. J Am Coll Cardiol. 2016;68(14):1509-21. doi:10.1016/j.jacc.2016.06.067.
- Kumar A, Tiwari P, Saxena A, et al. The Transcriptomic Evidence on the Role of Abdominal Visceral vs. Subcutaneous Adipose Tissue in the Pathophysiology of Diabetes in Asian Indians Indicates the Involvement of Both. Biomolecules. 2020;10(9):1230. doi:10.3390/ biom10091230.
- Jung CH, Kim BY, Kim KJ, et al. Contribution of subcutaneous abdominal fat on ultrasonography to carotid atherosclerosis in patients with type 2 diabetes mellitus. Cardiovasc Diabetol. 2014;13:67. doi:10.1186/1475-2840-13-67.

- Patel P, Abate N. Role of subcutaneous adipose tissue in the pathogenesis of insulin resistance. J. Obes. 2013;2013;489187. doi:10.1155/2013/489187.
- Rønn PF, Andersen GS, Lauritzen T, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue and associations with cardiometabolic risk in Inuit, Africans and Europeans: a crosssectional study. BMJ Open. 2020:10(9):e038071. doi:10.1136/bmiopen-2020-038071.
- Kim D, Chung GE, Kwak MS, et al. Body fat distribution and risk of incident and regressed nonalcoholic fatty liver disease. Clin Gastroenterol Hepatol. 2016;14:132-8.e4. doi:10.1016/j.cqh.2015.07.024.
- Bazzocchi A, Ponti F, Diano D, et al. Abdominal adiposity by ultrasonography: a "pocket" database for reference standard in Italian people. Prim Care Diabetes. 2014;8:358-64. doi:10.1016/j.pcd.2014.02.003.
- Ansaldo AM, Montecucco F, Sahebkar A, et al. Epicardial adipose tissue and cardiovascular diseases. Int J Cardiol. 2019;278:254-60. doi:10.1016/j.ijicard.2018.09.089.
- Meenakshi K, Rajendran M, Srikumar S, Chidambaram S. Epicardial fat thickness: A surrogate marker of coronary artery disease — Assessment by echocardiography. Indian Heart J. 2016;68(3):336-41. doi:10.1016/j.ihj.2015.08.005.
- Shambu SK, Desai N, Sundaresh N, et al. Study of correlation between epicardial fat thickness and severity of coronary artery disease. Indian Heart J. 2020;72(5):445-7. doi:10.1016/j.ihj.2020.07.014.
- Rostamzadeh A, Khademvatani K, Seyed Mohammadzadeh MH, et al. Association of epicardial fat thickness assessed by echocardiography with the severity of coronary artery disease. J Cardiovasc Thorac Res. 2020;12(2):114-9. doi:10.34172/jcvtr.2020.19.
- Bertaso AG, Bertol D, Duncan BB, Foppa M. Epicardial fat: definition, measurements and systematic review of main outcomes. Arq Bras Cardiol. 2013;101(1):e18-e28. doi:10.5935/abc.20130138.
- 42. Barbarash OL, Gruzdeva OV, Pecherina TB, et al. Predictors of development of cardiofibrosis and cachexia of epicardial adipose tissue in the late period of myocardial infarction. Russian Journal of Cardiology. 2020;25(2):3474. (In Russ.) Барбараш О.Л., Груздева О.В., Печерина Т.Б. и др. Предикторы развития кардиофиброза и кахексии эпикардиальной жировой ткани в отдаленном периоде инфаркта миокарда. Российский кардиологический журнал. 2020;25(2):3474. doi:10.15829/1560-4071-2020-2-3474.