

Ультразвук-ассистированная оценка толщины висцеральной и подкожной жировой ткани. Методические рекомендации

Драпкина О. М., Ангарский Р. К., Рогожкина Е. А., Максимова О. А., Иванова А. А., Зятенкова Е. В., Джигоева О. Н.

Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний. Москва, Россия

Методические рекомендации разработаны для врачей терапевтов стационаров, врачей общей практики, врачей участковых терапевтов, фельдшеров, осуществляющих оказание медицинской помощи в соответствии с профессиональным стандартом "врач-терапевт", "врач общей практики". Рекомендации составлены на основе согласительных документов, консенсусов экспертов, накопленного клинического и научного опыта. Подробно описана методика организации и проведения ультразвуком-ассистированной оценки висцеральной жировой ткани. В помощь практическому врачу представлены алгоритмы диагностики висцерального ожирения. Особое внимание уделено методологии оценки скопления висцерального жира с помощью ультразвуком-ассистированного осмотра. Настоящие методические рекомендации будут интересны для врачей, руководителей медицинских организаций, а также для студентов медицинских ВУЗов.

Ключевые слова: ультразвук-ассистированный осмотр, алгоритмы диагностики, висцеральное ожирение, толщина жировой ткани, методические рекомендации.

Отношения и деятельность: нет.

Рецензенты:

Маркова Л. И. — д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии № 2 МГМСУ им. А. И. Евдокимова.

Посненкова О. М. — д.м.н., зав. отделом атеросклероза и ишемической болезни сердца НИИ кардиологии Саратовского ГМУ им. В. И. Разумовского.

Поступила 02/02-2023

Рецензия получена 16/02-2023

Принята к публикации 20/03-2023



Для цитирования: Драпкина О. М., Ангарский Р. К., Рогожкина Е. А., Максимова О. А., Иванова А. А., Зятенкова Е. В., Джигоева О. Н.; Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний. Ультразвук-ассистированная оценка толщины висцеральной и подкожной жировой ткани. Методические рекомендации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(3):3552. doi:10.15829/1728-8800-2023-3552. EDN VBNLVL

Ultrasound-assisted assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue thickness. Methodological guidelines

Russian Society for the Prevention of Noncommunicable Diseases

Drapkina O. M., Angarsky R. K., Rogozhkina E. A., Maksimova O. A., Ivanova A. A., Ziatenkova E. V., Dzhiyeva O. N.

Methodological guidelines have been developed for inpatient internists, general practitioners, paramedics providing healthcare care in accordance with the professional standard "internist", "general practitioner". The guidelines are based on consensus papers, accumulated clinical and scientific experience. The methodology for organizing and conducting an ultrasound-assisted assessment of visceral adipose tissue is described in detail. Algorithms for diagnosing visceral obesity are presented to help the practitioner. Particular attention is paid to visceral fat assessment using ultrasound-assisted examination. These guidelines will be of interest to doctors, heads of healthcare facilities, as well as students of medical universities.

Keywords: ultrasound-assisted examination, diagnostic algorithms, visceral obesity, adipose tissue thickness, guidelines.

Relationships and Activities: none.

*Corresponding author:
o.dzhiyeva@yandex.ru

Received: 02/02-2023

Revision Received: 16/02-2023

Accepted: 20/03-2023

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: o.dzhiyeva@yandex.ru

[Драпкина О. М. — академик РАН, д.м.н., профессор, заслуженный врач Российской Федерации, директор ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России, главный внештатный специалист по терапии и общей врачебной практике Минздрава России (Москва, Россия), Ангарский Р. К. — врач-ультразвуковой диагностики, врач лучевой диагностики, врач-терапевт ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России (Москва, Россия), Рогожкина Е. А. — лаборант-исследователь отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России (Москва, Россия), Максимова О. А. — лаборант-исследователь отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России (Москва, Россия), Иванова А. А. — врач-кардиолог, м.н.с. отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России (Москва, Россия), Зятенкова Е. В. — к.м.н., руководитель клиники предиктивной и интегративной медицины, врач-терапевт, кардиолог, гастроэнтеролог, врач превентивной и интегративной медицины ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России (Москва, Россия), Джигоева О. Н.* — д.м.н., руководитель лаборатории кардиовизуализации, вегетативной регуляции и сомнологии ФГБУ "НМИЦ ТПМ" Минздрава России, профессор кафедры терапии и профилактической медицины ФДПО ФГБОУ ВО МГМСУ им. А. И. Евдокимова (Москва, Россия)].

For citation: Drapkina O. M., Angarsky R. K., Rogozhkina E. A., Maksimova O. A., Ivanova A. A., Zyatenskova E. V., Dzhioeva O. N.; Russian Society for the Prevention of Noncommunicable Diseases. Ultrasound-assisted assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue

thickness. Methodological guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(3):3552. doi:10.15829/1728-8800-2023-3552. EDN VBNLVL

ВЖТ — висцеральная жировая ткань, ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМ — инфаркт миокарда, ИМТ — индекс массы тела, КТ — компьютерная томография, ЛП — левое предсердие, МРТ — магнитно-резонансная томография, ОБ — окружность бедер, ОТ — окружность талии, ПЖТ — подкожная жировая ткань, СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ССО — сердечно-сосудистые осложнения, УЗ — ультразвуковой, ФП — фибрилляция предсердий, ЭЖТ — эпикардальная жировая ткань, ЭхоКГ — эхокардиография.

1. Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), число пациентов с избыточной массой тела и ожирением неуклонно возрастает. За промежуток времени с 1980 по 2015 гг. распространенность ожирения удвоилась, и в настоящее время около трети населения планеты страдает ожирением или имеет избыточный вес [1]. По оценкам экспертов, если сложившаяся тенденция сохранится, к 2030 г. у 38% взрослого населения Земли будет регистрироваться избыточная масса тела, а ожирение — у 20%. Ожирение представляет собой многофакторное хроническое заболевание, при котором в организме происходит избыточное накопление жировой ткани, что приводит к ухудшению состояния здоровья, повышению риска развития хронических заболеваний и их жизнеугрожающих осложнений и, как следствие, к снижению продолжительности жизни [1, 2]. Распространенность ожирения во всем мире настолько высока, что заболевание называют неинфекционной "эпидемией XXI века" [3]. Известно, что частота выявления сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) прямо пропорциональна степени ожирения. У лиц с избыточной массой тела или ожирением значительно возрастает риск развития неблагоприятных исходов ССЗ [2-6]. К развитию сердечно-сосудистых осложнений (ССО) наиболее часто приводит именно висцеральное (абдоминальное, внутреннее) ожирение. Отложение жировой ткани вокруг внутренних органов, т.е. по висцеральному типу, приводит к грубым, часто необратимым, функциональным и структурным изменениям сердечно-сосудистой системы [4-12]. Современные методы исследования характера распределения жировой ткани позволяют своевременно обеспечить диагностику висцерального ожирения, что является важным шагом на пути к профилактике ССО у пациентов с ожирением [13-15].

2. Методы диагностики ожирения в клинической практике

2.1. Индекс массы тела

Ожирение представляет собой избыточное накопление жировой массы. Наиболее часто для оценки выраженности ожирения применяется индекс массы тела (ИМТ) — показатель, который рассчитывается путем деления массы тела (кг) на рост (м)

в квадрате [4]. По результатам многочисленных исследований, ИМТ и риск заболеваемости/смертности находятся в волнообразной зависимости [5, 6]. Крайне низкий ИМТ ассоциирован с повышенной смертностью, поскольку дефицит массы тела может быть маркером таких патологий, как онкологические заболевания и хроническая обструктивная болезнь легких. С другой стороны, увеличение ИМТ ассоциировано с прогрессивным ростом частоты хронических неинфекционных заболеваний, связанных с ожирением. К ним относятся артериальная гипертония, сахарный диабет (СД) 2 типа, ССЗ, дислипидемия, желчнокаменная болезнь, некоторые онкологические патологии [7]. В большинстве классификаций ожирения для определения степени заболевания используется именно ИМТ, поскольку ассоциации между ожирением, диагностированным по ИМТ, и величиной заболеваемости и смертности были неоднократно установлены и подтверждены в популяционных исследованиях. У ИМТ имеются градации, в соответствии с которыми пациента относят в одну из групп: недостаточного веса, нормального веса, избыточного веса и различной степени ожирения.

Несмотря на то, что ИМТ достаточно часто используется для определения выраженности ожирения, данный показатель не всегда позволяет отразить истинную картину композиционного состава тела, что говорит о необходимости более тщательной оценки при помощи иных методов [4]. У пациентов с избыточной массой тела или ожирением риск развития ассоциированных с ожирением заболеваний выше, чем у людей с нормальным весом [5-7]. Тем не менее ожидаемые патологии и метаболические нарушения выявляются далеко не у всех пациентов с избытком жировой массы в организме [8]. Таким образом, вероятность развития осложнений выше у людей с ожирением, однако развиваются они далеко не у каждого такого человека, что говорит о высокой гетерогенности данного состояния. При использовании ИМТ для оценки массы тела следует понимать, что при этом не учитываются особенности регионарного распределения жировой ткани [4]. Некоторые исследования по изучению взаимосвязей между ИМТ и исходами ССЗ у относительно здоровых людей дают противоречивые результаты в связи описанным выше несовер-

шенством данного показателя. В ряде работ обнаруженные ассоциации между ИМТ и сердечно-сосудистым риском являлись линейными, тогда как в нескольких работах статистически значимой связи выявлено не было [10, 11]. Вероятнее всего, это обусловлено тем, что в большинстве исследований единственным критерием ожирения являлся ИМТ, при этом регионарное распределение жира в организме не учитывалось [12].

Ярким примером, когда одного ИМТ недостаточно для установления диагноза ожирения, могут служить пациенты с нормальной массой тела и признаками метаболического ожирения [4]. При нормальных значениях ИМТ у них выявляются метаболические осложнения, характерные для пациентов с ожирением, например, дислипидемия или инсулинорезистентность. Также встречаются и противоположные ситуации, когда пациент с ИМТ $>30 \text{ кг/м}^2$ является метаболически здоровым [13]. На основании данных феноменов можно предположить, что у некоторых пациентов с ИМТ ниже верхней границы нормы (25 кг/м^2) риск ССО может быть выше, чем у остальных людей с нормальной массой тела в популяции. Ключевым фактором, определяющим различия в степени сердечно-сосудистого риска, в данном случае, представляется избыток висцеральной жировой ткани (ВЖТ). У большинства людей с метаболическими нарушениями и нормальной массой тела выявляется избыточное накопление ВЖТ [12]. Команда японских исследователей, изучавшая действующих профессиональных борцов-сумоистов, выявила, что у таких спортсменов масса ВЖТ практически не превышает нормальные значения, и чувствительность к инсулину остается высокой, несмотря на то, что их ИМТ соответствует высоким степеням ожирения. При этом у сумоистов, закончивших карьеру, процент ВЖТ резко возрастает за счет перехода к малоподвижному образу жизни, что провоцирует метаболические нарушения и развитие СД 2 типа и ССЗ [14].

В 1947г профессор Марсельского университета Vague J впервые опубликовал свои клинические наблюдения, касающиеся того, что пациенты с повышенным артериальным давлением, СД, подагрой, ССЗ далеко не всегда более тучны, чем люди без хронических заболеваний. Именно им были введены термины "андроидное" и "гиноидное" ожирение для обозначения типа распределения жировой ткани. У людей с андроидным ожирением жировая ткань накапливается преимущественно в области верхней половины туловища, особенно на животе. Французский профессор предположил, что именно эта форма ожирения тесно связана с риском развития ССЗ и СД. Гиноидным ожирением было предложено называть форму отложения жировой ткани в области бедер, что более характерно для ожире-

ния по женскому типу и в меньшей степени связано с риском ССО. Андроидное и гиноидное ожирение также часто называют ожирением в форме яблока и груши, соответственно. Медицинское сообщество первоначально отнеслось к данной работе Vague J скептически [15]. К настоящему времени в сотнях исследований доказано, что тип распределения жировой ткани является важным фактором кардиометаболического здоровья, что позволило, спустя десятилетия, признать основополагающий вклад данной научной работы.

2.2. Отношение окружности талии к окружности бедер

В 1983г коллектив исследователей из университета Гетеборга опубликовал данные, подтверждающие ключевую роль морфологии жировой ткани и ее регионарного распределения в развитии осложнений хронических заболеваний [16]. Та же группа авторов в 1984г представила данные проспективного исследования, участниками которого стали мужчины и женщины среднего возраста. Отношение окружности талии к окружности бедер (ОТ/ОБ) в данной работе использовалось в качестве простого способа оценки распределения жировой ткани в организме. Было показано, что увеличение соотношения ОТ/ОБ ассоциировано с более высоким риском ишемической болезни сердца (ИБС). Позже были получены данные о том, что увеличение ОТ у мужчин приводит к значительному увеличению риска развития СД 2 типа [17].

Совершенствование технологий визуализации, таких как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), а также двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, позволило значительно повысить точность объективной оценки распределения жира в организме и состава тела. Лучевые методы диагностики теперь позволяют получить изображения всего тела или отдельных интересующих частей в поперечном сечении, где четко различимы три вида тканей, что позволяет определить их площади поперечного сечения [18]. Когда КТ была впервые применена для оценки композиционного состава тела, был разработан специальный алгоритм деления тела на отдельные цилиндрические сегменты, что позволило получить точные данные об общем и региональном объеме жировой ткани в каждой области и организме в целом [18]. Более того, было впервые показано, что на изображениях брюшной полости в поперечном сечении возможно дифференцировать жировую ткань, локализованную в брюшной полости, т.е. висцеральную или внутрибрюшную, от абдоминальной жировой ткани, расположенной подкожно. Точное выборочное измерение площади поперечного сечения жировой ткани, расположенной висцерально или подкожно, стало выдающим-

ся достижением, которое ознаменовало начало новой эры в определении композиционного состава тела. С помощью КТ были впервые получены доказательства того, что преобладание накопления ВЖТ объясняет те нарушения метаболизма углеводов и липидов, которые наблюдаются у пациентов с ожирением и избыточной массой тела. Было впервые продемонстрировано, что высокое процентное содержание ВЖТ ассоциировано с повышением уровня триглицеридов и глюкозы в плазме крови натощак, тогда как преимущественное накопление подкожной жировой ткани (ПЖТ) при сопоставимых значениях ИМТ не оказывает настолько сильного влияния на данные биохимические показатели. Было показано, что у пациентов с диагностированным ожирением и низким уровнем накопления ВЖТ, нарушение толерантности к глюкозе встречалось реже, чем у пациентов с высоким процентом ВЖТ [19]. Также было обнаружено, что висцеральное ожирение является независимым фактором риска развития атерогенных типов дислипидемии [19], а также обладает провоспалительным и протромботическим эффектом [20]. Среди пациентов с ИБС висцеральное ожирение выявляется значительно чаще, чем у лиц без клинических признаков ИБС [21]. Современные неинвазивные визуализирующие методики полностью удовлетворяют потребность клиницистов и исследователей в точных и надежных инструментах количественной оценки распределения жировой ткани в организме. Многочисленные исследования демонстрируют, что избыток ВЖТ и эктопическое отложение жира вокруг внутренних органов приводит к значимому увеличению риска развития ССЗ и других хронических неинфекционных заболеваний и их жизнеугрожающих осложнений [22–24].

3. Роль висцеральной жировой ткани в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний

Жировая ткань является особым мультифункциональным органом, который играет важную роль в регуляции основного обмена. Клетки жировой ткани в организме представлены тремя видами: белые, бежевые и бурые адипоциты. Белые жировые клетки преимущественно образуют подкожно жировую клетчатку и окружение внутренних органов, а при их избытке осуществляется негативное влияние на органы и системы, поскольку начинают вырабатываться адипокины. Адипокины — ключевое звено метаболизма липидов, поскольку они регулируют чувствительность к инсулину, артериальному давлению, энергетический баланс, а также сосудистый гемостаз и реакции воспаления [25].

ВЖТ состоит из белых адипоцитов. Несмотря на то, что все фенотипы ожирения имеют взаимосвязь с метаболическими нарушениями, избыточ-

ное накопление ВЖТ имеет наибольшее значение в кардиоваскулярном риске [26]. Именно висцеральное ожирение обуславливает структурные и функциональные изменения сердечно-сосудистой системы: развитие метаболических нарушений, повышенный уровень артериального давления и повышенный риск смерти от всех причин [27]. Поскольку сердце, сосуды и почки являются висцеральными депо жировых клеток, распределение метаболически активных адипоцитов может происходить и при нормальном ИМТ и ОТ [27]. При сохранении показателя ИМТ у данных пациентов возникают изменения работы внутренних органов в связи с воздействием биологически активных адипокинов.

У пациентов с увеличенным количеством висцеральной эпикардальной жировой ткани (ЭЖТ) и ожирением внутри стенки левого предсердия (ЛП) может развиваться атрофия кардиомиоцитов из-за гипoadипонектинемии и замещения мышечных клеток фиброзной тканью за счет действия на межклеточный матрикс лептина и ангиотензина 2, секретируемых адипоцитами [28, 29]. Данные патологические изменения в структуре ЛП приводят к нарушению работы, истощению стенки, электрической диссоциации, ригидности и увеличению полости [29–32]. Из-за накопленного гемодинамического стресса возникают структурно-функциональные изменения, приводящие к ремоделированию ЛП. Работы отечественных авторов продемонстрировали, что толщина ЭЖТ коррелирует с частотой возникновения послеоперационной фибрилляции предсердий (ФП) у пациентов с метаболическим синдромом [33].

ЭЖТ обладает воздействием на кардиомиоциты и коронарную микроциркуляцию, что приводит к развитию диастолической дисфункции и развитию сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса [33]. Данные ряда исследований, проведенных под руководством Чумаковой Г.А., показывают наличие связи между толщиной ЭЖТ, измеренной в парастернальной позиции при трансторакальной эхокардиографии (ЭхоКГ), и развитием диастолической дисфункции левого желудочка [34]. Наличие эпикардального ожирения у больных было диагностировано при толщине слоя ЭЖТ >7 мм [34]. При этом значение толщины ЭЖТ, измеренное с помощью трансторакальной ЭхоКГ, расценивалось как важный прогностический маркер возникновения диастолической дисфункции [34]. Однако в настоящее время точно не определено пороговое значение толщины ЭЖТ, которое является "патологическим". Так, например, в ходе исследования эпикардального ожирения как предиктора тяжести течения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) у пациентов пороговые значения толщины ЭЖТ определялись

в зависимости от возраста пациентов: $>4,8$ мм у лиц от 35 до 45 лет; $>5,8$ мм у лиц с 46 до 55 лет [35]. Результаты этого исследования также демонстрируют значимую роль ЭЖТ в прогнозировании течения заболеваний. Более того, ряд работ демонстрирует, что нормальные значения толщины ЭЖТ находятся в диапазоне 5–7 мм [36], но стандартизированных референсных значений для оценки ЭЖТ не было определено. При этом в некоторых работах отмечаются другие значения для трактовки нормальной толщины ЭЖТ (от 3 до 9 мм) как фактора сердечно-сосудистого риска [37].

Существуют мнения авторов о том, что избыточная толщина ЭЖТ участвует в патогенезе нарушений ритма сердца, приводя к развитию ФП. Это предположение нашло подтверждение в нескольких исследованиях, где в группе пациентов с ожирением была более высокая вероятность развития ФП, чем у лиц с нормальным ИМТ [38]. Инфильтрация кардиомиоцитов адипоцитами может нарушать проведение импульса по предсердию, способствовать выделению факторов, стимулирующих процессы фиброза (трансформирующие факторы роста и матриксные металлопротеиназы) и приводящих к негативному воздействию на миокард [39]. Также выявлено негативное влияние ЭЖТ на прогноз больных с сердечной недостаточностью с сохраненной фракцией выброса [40].

По данным метаанализа Hendricks S, et al., в который было включено >6 тыс. исследуемых, обнаружено, что у людей с инфарктом миокарда (ИМ) наблюдались более высокие показатели толщины ЭЖТ по сравнению с пациентами без ИМ, измеренные с помощью трансторакальной ЭхоКГ, КТ и МРТ [41].

Повышенный уровень ЭЖТ был ассоциирован с более выраженной микрососудистой обструкцией, меньшей динамикой сегмента ST на электрокардиограмме, а также коррелировал с размером инфаркта, вне зависимости от демографических особенностей больных, локализации ИМ, ИМТ, эффективности реваскуляризации миокарда [42].

При определении жировой клетчатки ультразвуковыми (УЗ) методами невозможно дифференцировать бурые адипоциты и метаболически активные белые. Однако с учетом особенностей и локализации УЗ-исследование может выявить патологические скопления висцерального жира, состоящего преимущественно из белых адипоцитов [43–45]. Золотым стандартом визуализации жировой ткани вокруг внутренних органов является КТ, однако воспроизводимость УЗ в оценке толщины жировой ткани не уступает КТ и МРТ [46–48]. Ряд исследований, проводимых в последние 15 лет, доказал сопоставимость и высокую корреляцию значений, полученных с помощью УЗ-исследования и высокотехнологических методов диагностики.

Избыточное накопление ЭЖТ характерно не только для лиц с избытком массы тела и ожирением, но может быть и у людей с нормальными значениями ИМТ ($18,5$ – $24,9$ кг/м²), что повышает риск развития ССО и других осложнений.

По данным эпидемиологических исследований, ВЖТ — независимый маркер риска метаболических заболеваний и ССЗ и смертности. Современные работы также свидетельствуют о том, что эктопические депо жира, в т.ч. и ЭЖТ, способствуют увеличению ССО. Международным обществом атеросклероза и Международной рабочей группы по кардиометаболическим рискам висцерального ожирения обобщены доказательства того, что висцеральные отложения жировой ткани являются фактором риска развития атеросклероза, СД 2 типа и ССЗ.

Пробелы в знаниях очевидны, поэтому необходимо разработать простые, клинически применимые инструменты, позволяющие отслеживать изменения висцерального жира у пациентов [49].

4. Способ комплексного ультразвукового исследования и оценки характера распределения жировой ткани

В настоящее время существует несколько информативных, неинвазивных, доступных, безопасных, недорогостоящих способов оценки жировотложения в организме [50–52]. Недорогим, простым в исполнении, воспроизводимым и точным является метод УЗ-ассистированного осмотра [53]. Лучевые методы являются информативными, но доступность их ограничена. Поэтому, разработка протоколов УЗ методов диагностики органного накопления жировой ткани является актуальной и важной.

В целях совершенствования методов УЗ-исследования характера распределения жировой ткани авторским коллективом впервые был предложен комплексный подход, реализованный в виде нового простого и эффективного способа УЗ-ассистированной оценки характера распределения жировой ткани. Необходимость разработки нового подхода к оценке характера распределения жировой ткани и структуры скелетных мышц обусловлена тем, что ожирение является мощным фактором риска ССЗ. В основу разработки положен аналитический обзор имеющихся литературных данных и собственные наблюдения.

Способ комплексной оценки ВЖТ заключается в обеспечении объективной диагностики ожирения путем установления точной локализации избыточного скопления жировой ткани. УЗ-ассистированный осмотр проводится в 5 последовательных этапов, при этом пациента располагают в положении лежа.

На первом этапе из парастернального доступа, применяемого при стандартном УЗ-ассистированном

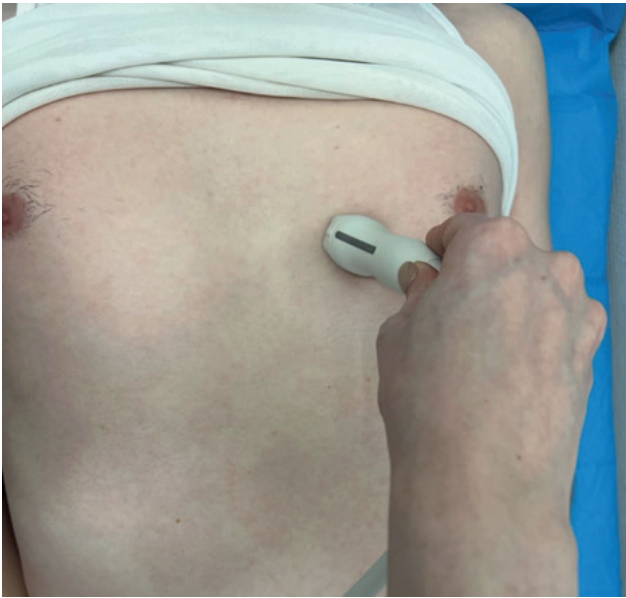


Рис. 1 Доступ для исследования толщины ЭЖТ из парастерального доступа.



Рис. 3 Доступ для исследования минимальной толщины ПЖТ и максимальной толщины преперитонеальной жировой клетчатки по средней линии живота.

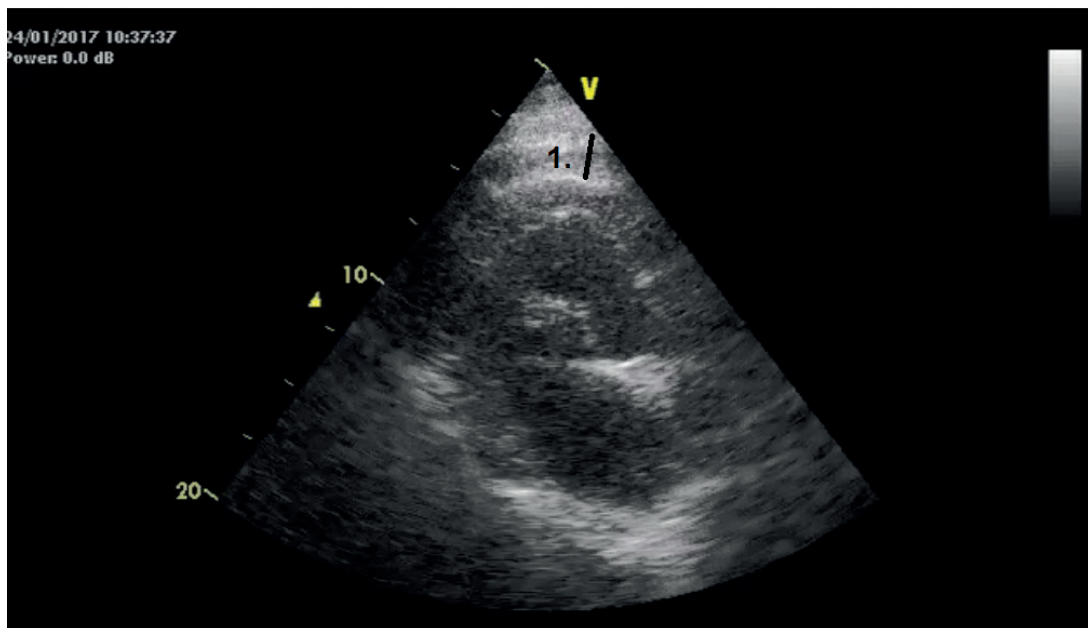


Рис. 2 Исследование толщины ЭЖТ из парастерального доступа по длинной оси.

осмотре, проводят исследование ЭЖТ с помощью секторного фазированного датчика из 4-5 межреберья по левой парастеральной линии для получения позиции по длинной оси сердца (рисунки 1, 2). при отсутствии визуализируемой ЭЖТ или толщине визуализируемой ЭЖТ ≤ 5 мм диагностируют отсутствие избыточной ЭЖТ, а при толщине ЭЖТ > 5 мм диагностируют наличие избыточной ЭЖТ.

На втором этапе проводят исследование минимальной толщины ПЖТ и максимальной толщины преперитонеальной жировой клетчатки по

срединной линии живота. Для этого используют линейный датчик, который располагают в сагитальной плоскости непосредственно над мечевидным отростком (рисунки 3, 4). Нормальным значением толщины ПЖТ считается показатель ≤ 11 мм, а преперитонеальной жировой клетчатки — показатель ≤ 12 мм. Наличие избыточного количества висцерального жира в исследуемой точке доступа следует диагностировать при толщине преперитонеальной жировой клетчатки > 12 мм.

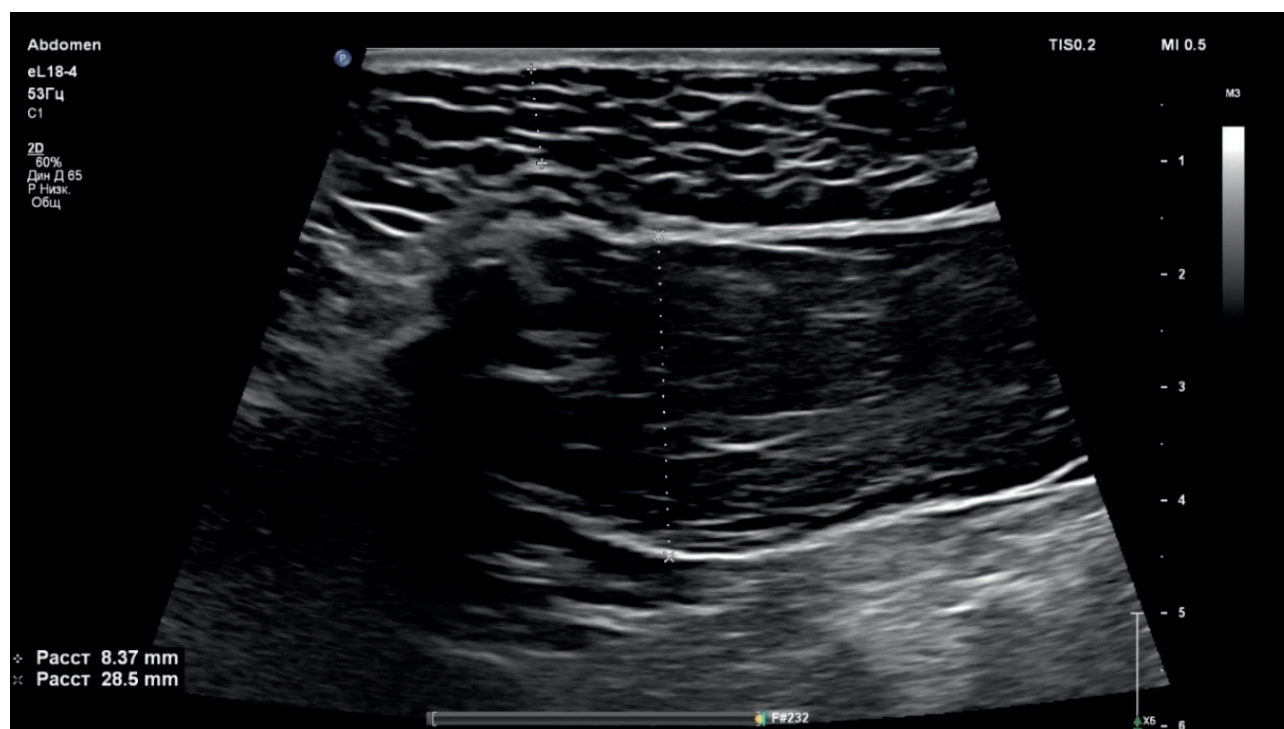


Рис. 4 Пример измерения толщины ПЖТ.

Примечание: "+" — минимальная толщина ПЖТ на уровне мечевидного отростка, "x" — толщина преперитонеальной жировой клетчатки непосредственно ниже мечевидного отростка, звездочка — мечевидный отросток.

На третьем этапе проводят исследование ПЖТ на уровне пупка, при этом используют линейный датчик, который устанавливают в сагиттальной плоскости на расстоянии 5 см латеральнее с отступом вправо от пупка (рисунки 5, 6). Отсутствие избытка ПЖТ диагностируют при толщине ПЖТ ≤ 17 мм, а избыточное количество париетального жира при толщине ПЖТ >17 мм.

На четвертом этапе измеряют висцеральную абдоминальную клетчатку по средней линии, для этого используют конвексный датчик, который устанавливают на 1 см выше пупка, затем от белой линии живота до передней стенки аорты, исследование проводят при свободном дыхании на пике нефорсированного вдоха (рисунки 7, 8). При исследовании из данного доступа возможно получить один из трех вероятных результатов:

- 1) отрицательный результат (отсутствие оптимальной визуализации) при невозможности визуализировать брюшную аорту;
- 2) нормальные значения (отсутствие избыточного количества ВЖТ), при толщине висцеральной абдоминальной клетчатки ≤ 37 мм;
- 3) абдоминальное висцеральное ожирение при толщине абдоминальной жировой клетчатки >37 мм.

На пятом этапе исследуют периренальную и параренальную забрюшинную висцеральную клетчатку: для этого справа между средней и задней подмышечными линиями на уровне 11-12 ребра в ко-



Рис. 5 Доступ для исследования ПЖТ на уровне пупка.

сой корональной проекции устанавливают датчик, на глубоком вдохе визуализируют почку, на уровне средней трети почки определяют фасцию Героты, которая особенно хорошо визуализируется при

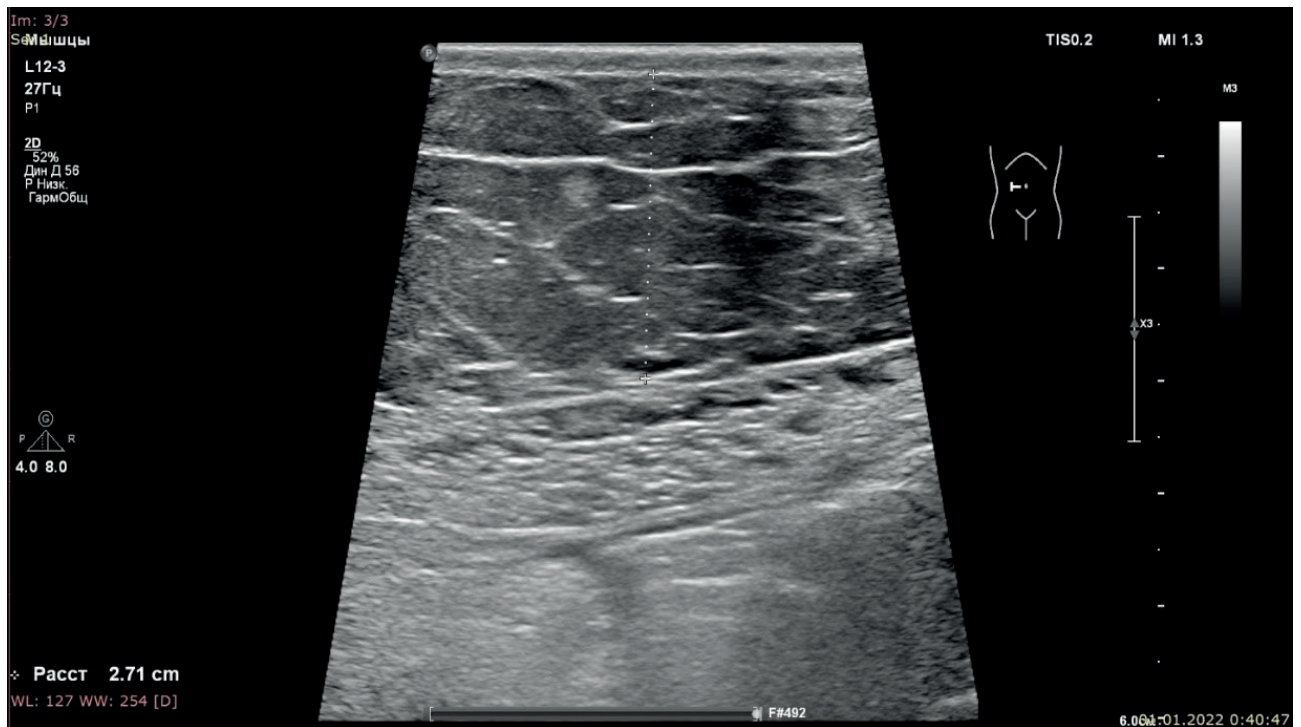


Рис. 6 Пример измерения толщины ПЖТ.

Примечание: "+" — толщина параумбиликальной жировой клетчатки, измеренная от кожи до апоневроза прямой мышцы живота.



Рис. 7 Доступ для оценки толщины висцеральной абдоминальной клетчатки по средней линии.

висцеральном ожирении, от капсулы почки до капсулы Героты измеряют толщину периренальной жировой клетчатки, от капсулы Героты до внутреннего края мышц боковой стенки туловища изме-

ряют толщину параренальной жировой клетчатки (рисунки 9, 10).

При суммарной толщине периренальной и параренальной жировой клетчатки ≤ 18 мм говорят об отсутствии избыточного отложения забрюшинной клетчатки, а при толщине > 18 мм говорят об избыточном отложении забрюшинной клетчатки.

Для улучшения визуализации сердца пациента располагают на левом боку, левая рука под головой. При визуализации жировой ткани пациента располагают в положении лежа на спине, при осмотре почек лежа на спине или на боку. Для нивелирования вариабельности измерений, связанной с индивидуальной разницей силы компрессии у разных врачей, исследования мягких тканей производят по методу свободнолежащего датчика на теле пациента, при этом датчик располагают на теле пациента так, чтобы осуществлять компрессию только своим весом.

После проведения комплексного УЗ-исследования и оценки характера распределения жировой ткани делают вывод:

1. об отсутствии как висцерального, так и париретального ожирения при: отсутствии визуализируемой ЭЖТ или толщине ЭЖТ ≤ 5 мм, при толщине ПЖТ над мечевидным отростком ≤ 11 мм, при толщине преперитонеальной жировой клетчатки ≤ 12 мм, при толщине околопупочной ПЖТ ≤ 17 мм, при суммарной толщине параренальной и периренальной жировой клетчатки ≤ 18 мм, при толщине висцеральной абдоминальной клетчатки ≤ 37 мм;

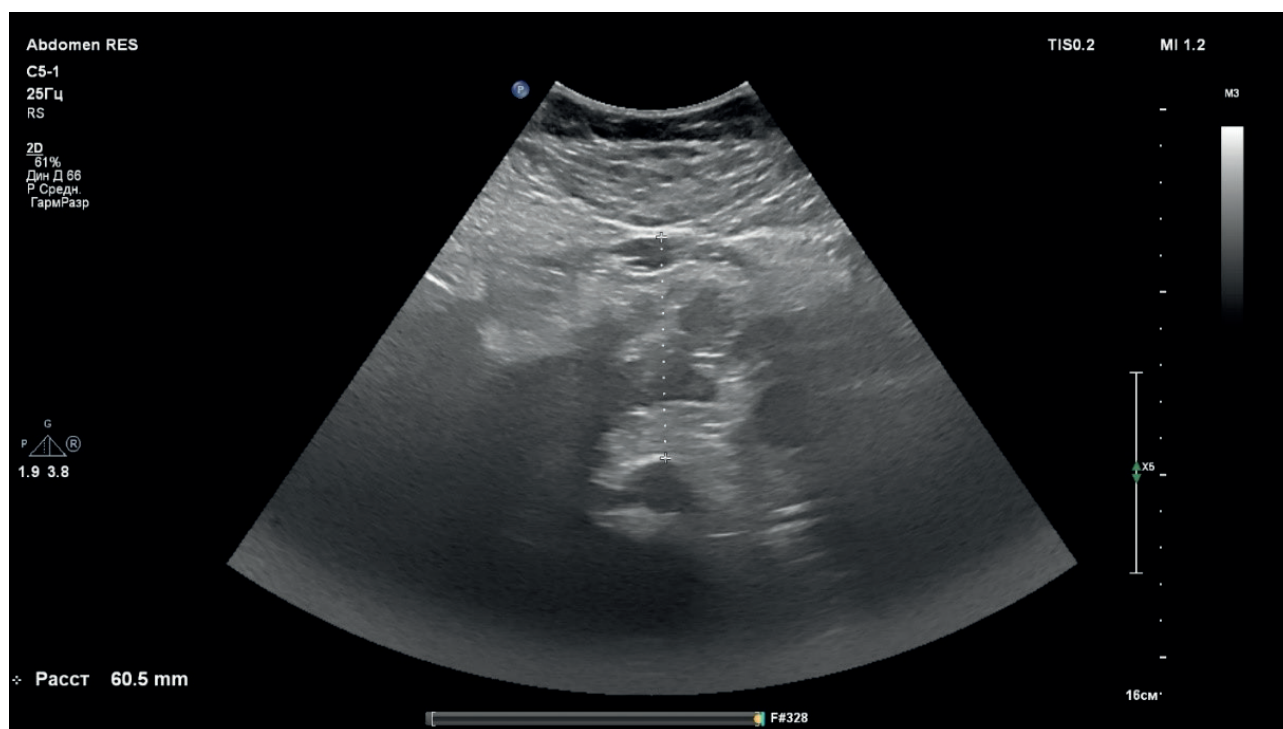


Рис. 8 Пример оценки толщины висцеральной абдоминальной клетчатки по средней линии.

2. о висцеральном ожирении при: толщине ЭЖТ >5 мм, при толщине ПЖТ над мечевидным отростком ≤ 11 мм, при толщине преперитонеальной жировой клетчатки >12 мм, при толщине околопупочной ПЖТ ≤ 17 мм, при суммарной толщине параренальной и периренальной жировой клетчатки >18 мм, при толщине висцеральной абдоминальной клетчатки >37 мм;

3. о париетальном ожирении при: отсутствии визуализируемой ЭЖТ или толщине ЭЖТ ≤ 5 мм, при толщине ПЖТ над мечевидным отростком >11 мм, при толщине преперитонеальной жировой клетчатки ≤ 12 мм, при толщине околопупочной ПЖТ >17 мм, при суммарной толщине параренальной и периренальной жировой клетчатки ≤ 18 мм, при толщине висцеральной абдоминальной клетчатки ≤ 37 мм;

4. о смешанном типе, при котором наблюдается как наличие висцерального, так и париетального ожирения при: толщине ЭЖТ >5 мм, при толщине ПЖТ над мечевидным отростком >11 мм, при толщине преперитонеальной жировой клетчатки >12 мм, при толщине околопупочной ПЖТ >17 мм, при суммарной толщине параренальной и периренальной жировой клетчатки >18 мм, при толщине висцеральной абдоминальной клетчатки >37 мм.



Рис. 9 Исследование околопупочной забрюшинной клетчатки.

5. Заключение

Таким образом, в настоящее время существует несколько информативных, неинвазивных, доступных, безопасных, недорогостоящих способов

оценки жировотложения в организме. Одним из соответствующих указанным критериям методов является УЗ-ассистированный осмотр. Нами впервые

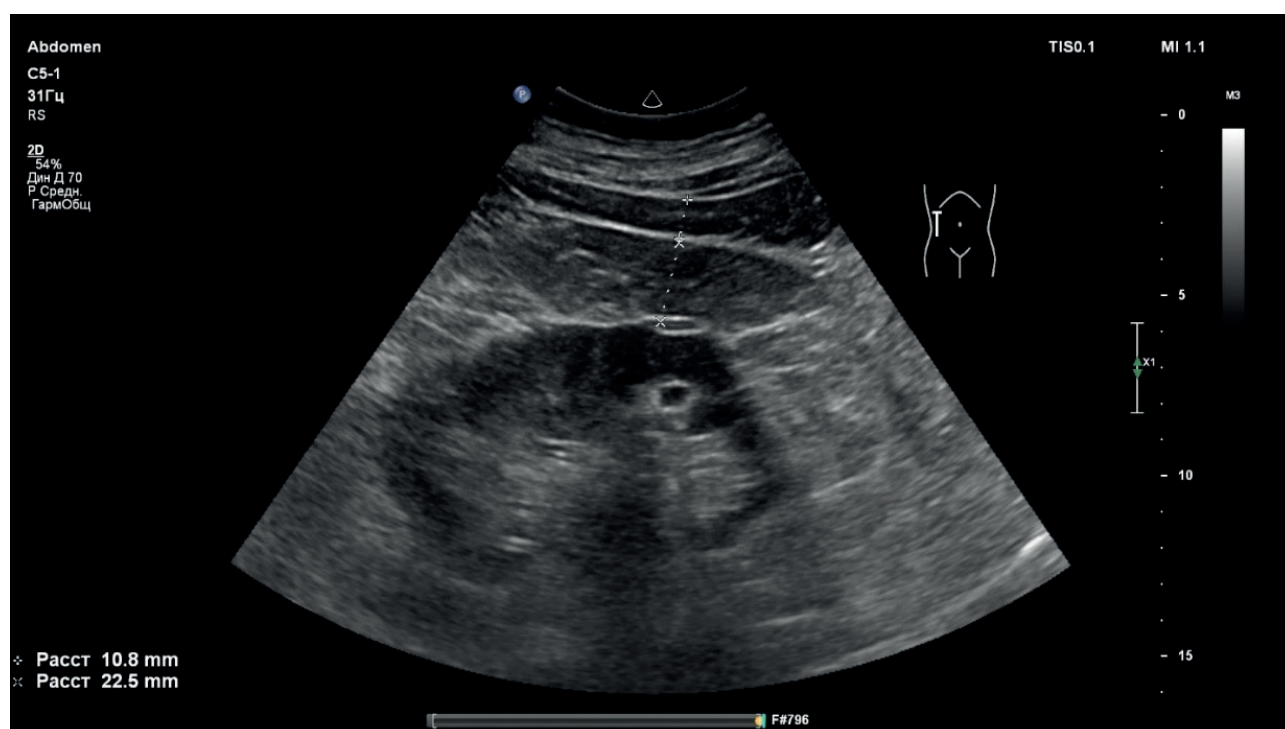


Рис. 10 Пример висцерального ожирения.

Примечание: "+" — толщина параренальной клетчатки, "х" — толщина периренальной клетчатки.

предложен комплексный интегративный подход комплексной оценки ВЖТ и ПЖТ, а также был разработан последовательный алгоритм из 5 этапов, который позволит специалистам оценить распределение жировой ткани у пациентов и дать соответствующие рекомендации по коррекции образа

жизни, питания, физической активности и медикаментозной терапии.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

1. Koenen M, Hill MA, Cohen P, et al. Obesity, Adipose Tissue and Vascular Dysfunction. *Circ Res.* 2021;128(7):951-68. doi:10.1161/CIRCRESAHA.121.318093.
2. Mead E, Brown T, Rees K, et al. Diet, physical activity and behavioural interventions for the treatment of overweight or obese children from the age of 6 to 11 years. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;6:CD012651. doi:10.1002/14651858.CD012651.
3. Stefan N, Häring H-U, Hu FB, et al. Metabolically healthy obesity: Epidemiology, mechanisms, and clinical implications. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2013;1:152-62. doi:10.1016/S2213-8587(13)70062-7.
4. Samorodskaya IV. Body mass index and the obesity paradox. *Russian Medical Journal.* 2014;2:170. (In Russ.) Самородская И.В. Индекс массы тела и парадокс ожирения. *Русский медицинский журнал.* 2014;2:170.
5. Doyle SL, Donohoe CL, Lysaght J, et al. Visceral obesity, metabolic syndrome, insulin resistance and cancer. *Proc Nutr Soc.* 2012;71:181-9. doi:10.1017/S002966511100320X.
6. Britton KA, Massaro JM, Murabito JM, et al. Body fat distribution, incident cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62:921-5. doi:10.1016/j.jacc.2013.06.027.
7. Thomas EL, Frost G, Taylor-Robinson SD, et al. Excess body fat in obese and normal-weight subjects. *Nutr Res Rev.* 2012;25:150-61. doi:10.1017/S0954422412000054.
8. Drapkina OM, Kim OT. Epigenetics of obesity. *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(6):2632. (In Russ.) Дранкина О.М., Ким О.Т. Эпигенетика ожирения. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020;19(6):2632. doi:10.15829/1728-8800-2020-2632.
9. Yengo L, Sidorenko J, Kemper KE, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies for height and body mass index in ~700000 individuals of European ancestry. *Hum Mol Genet.* 2018;27(20):3641-9. doi:10.1093/hmg/ddy271.
10. 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 Gothenberg, Sweden. *Br Med J.* 1984;289:1257-61. doi:10.1136/bmj.289.6454.1257.
11. Larsson B, Svardsudd K, Welin L, et al. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. *BMJ.* 1984;288:1401-4. doi:10.1136/bmj.288.6428.1401.
12. Thomas EL, Fitzpatrick JA, Malik SJ, et al. Whole body fat: content and distribution. *Prog Nucl Magn Reson Spectrosc.* 2013;73:56-80. doi:10.1016/j.pnmrs.2013.04.001.
13. Matsuzawa Y, Funahashi T, Nakamura T. The concept of metabolic syndrome: contribution of visceral fat accumulation and its

- molecular mechanism. *J Atheroscler Thromb.* 2011;18:629-39. doi:10.5551/jat.7922.
14. Aung KK, Lorenzo C, Hinojosa MA, Haffner SM. Risk of Developing Diabetes and Cardiovascular Disease in Metabolically Unhealthy Normal-Weight and Metabolically Healthy Obese Individuals. *J. Clin. Endocrinol. & Metabolism.* 2013;2013-832.
15. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr.* 1956;4:20-34. doi:10.1093/ajcn/4.1.20.
16. Krotkiewski M, Björntorp P, Sjöström L, et al. Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest.* 1983;72:1150-62. doi:10.1172/JCI111040.
17. Ohlson LO, Larsson B, Svardsudd K, et al. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus. 135 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes.* 1985;34:1055-8. doi:10.2337/diab.34.10.1055.
18. Tokunaga K, Matsuzawa Y, Ishikawa K, Tarui S. A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. *Int J Obes.* 1983;7:437-45.
19. Ramos-Lopez O, Riezu-Boj JI, Milagro FI, et al. Prediction of Blood Lipid Phenotypes Using Obesity-Related Genetic Polymorphisms and Lifestyle Data in Subjects with Excessive Body Weight. *Int J Genomics.* 2018;2018:4283078. doi:10.1155/2018/4283078.
20. Chaston TB, Dixon JB. Factors associated with percent change in visceral versus subcutaneous abdominal fat during weight loss: findings from a systematic review. *Int J Obes.* 2008;32:619-28. doi:10.1038/sj.ijo.0803761.
21. Mahabadi AA, Massaro JM, Rosito GA, et al. Association of pericardial fat, intrathoracic fat, visceral abdominal fat with cardiovascular disease burden: the Framingham Heart Study. *Eur Heart J.* 2009;30:850-6. doi:10.1093/eurheartj/ehn573.
22. Ludescher B, Machann J, Eschweiler GW, et al. Correlation of fat distribution in whole body MRI with generally used anthropometric data. *Invest Radiol.* 2009;44:712-9. doi:10.1097/RLI.0b013e3181afbb1e.
23. Kullberg J, Brandberg J, Angelhed JE, et al. Whole-body adipose tissue analysis: comparison of MRI, CT, and dual energy X-ray absorptiometry. *Br J Radiol.* 2009;82:123-30. doi:10.1259/bjr/80083156.
24. Silver HJ, Niswender KD, Kullberg J, et al. Comparison of gross body fat-water magnetic resonance imaging at 3 Tesla to dual-energy X-ray absorptiometry in obese women. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21:765-74. doi:10.1002/oby.20287.
25. Trayhurn P, Wood IS. Adipokines: inflammation and the pleiotropic role of white adipose tissue. *British Journal of Nutrition.* 2004;92(3):347-55. doi:10.1079/bjn20041213.
26. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *Circulation.* 2007;116(1):39-48. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.675355.
27. Nakanishi K, Fukuda S, Tanaka A, et al. Relationships between periventricular epicardial adipose tissue accumulation, coronary microcirculation, and left ventricular diastolic dysfunction. *The Canadian Journal of Cardiology.* 2017;33(11):1489-97. doi:10.1016/j.cjca.2017.08.001.
28. Kossaify A, Nicolas N. Impact of overweight and obesity on left ventricular diastolic function and value of tissue Doppler echocardiography. *Clinical Medicine Insights. Cardiology.* 2013;7:43-50. doi:10.4137/CMC.S11156.
29. Negi SI, Jeong EM, Shukrullah I, et al. Association of low plasma adiponectin with early diastolic dysfunction. *Congestive Heart Failure (Greenwich, Conn.).* 2011;18(4):187-91. doi:10.1111/j.1751-7133.2011.00276.x.
30. Casaclang-Verzosa G, Gersh BJ, Tsang TS. Structural and functional remodeling of the left atrium: clinical and therapeutic implications for atrial fibrillation. *Journal of the American College of Cardiology.* 2008;51(1):1-11. doi:10.1016/j.jacc.2007.09.026.
31. Bailey GW, Braniff BA, Hancock EW, Cohn KE. Relation of left atrial pathology to atrial fibrillation in mitral valvular disease. *Annals of Internal Medicine.* 1968;69(1):13-20. doi:10.7326/0003-4819-69-1-13.
32. Henry WL, Morganroth J, Pearlman AS, et al. Relation between echocardiographically determined left atrial size and atrial fibrillation. *Circulation.* 1976;53(2):273-9. doi:10.1161/01.cir.53.2.273.
33. Ionin VA, Zaslavskaya EL, Barashkova EI, et al. Predictors of atrial fibrillation recurrence in patients with metabolic syndrome after pulmonary vein isolation. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(3S):5184. (In Russ.) Ионин В. А., Заславская Е. Л., Барашкова Е. И. и др. Предикторы рецидива фибрилляции предсердий у пациентов с метаболическим синдромом после радиочастотной изоляции устьев легочных вен. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(3S):5184. doi:10.15829/1560-4071-2022-5184.
34. Chumakova GA, Gritsenko OV, Gruzdeva OV, Zateev AV. Predicting the risk of left ventricular diastolic dysfunction in obesity. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(4):4811. (In Russ.) Чумакова Г. А., Гриценко О. В., Груздева О. В., Затеев А. В. Прогнозирование риска развития диастолической дисфункции левого желудочка при ожирении. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(4):4811. doi:10.15829/1560-4071-2022-4811.
35. Druzhilov MA, Kuznetsova TYu. Epicardial adiposity as a predictor of COVID-19 severity in overweight and obese patients. *Russian Journal of Cardiology.* 2022;27(3):4850. (In Russ.) Дружилов М. А., Кузнецова Т. Ю. Эпикардальное висцеральное ожирение как предиктор тяжести течения COVID-19 у пациентов с избыточным весом и ожирением. *Российский кардиологический журнал.* 2022;27(3):4850. doi:10.15829/1560-4071-2022-4850.
36. Le Jemtel TH, Samson R, Ayinapudi K, et al. Epicardial adipose tissue and cardiovascular disease. *Current Hypertension Reports.* 2019;21(5):36. doi:10.1007/s11906-019-0939-6.
37. Chumakova GA, Veselovskaya NG. Methods of visceral obesity assessment in clinical practice. *Russian Journal of Cardiology.* 2016;(4):89-96. (In Russ.) Чумакова Г. А., Веселовская Н. Г. Методы оценки висцерального ожирения в клинической практике. *Российский кардиологический журнал.* 2016;(4):89-96. doi:10.15829/1560-4071-2016-4-89-96.
38. Wang TJ, Parise H, Levy D, et al. Obesity and the risk of new-onset atrial fibrillation. *JAMA.* 2004;292(20):2471-7. doi:10.1001/jama.292.20.2471.
39. Ansaldo AM, Montecucco F, Sahebkar A, et al. Epicardial adipose tissue and cardiovascular diseases. *International journal of Cardiology.* 2019;278:254-60. doi:10.1016/j.ijcard.2018.09.089.
40. Pugliese NR, Paneni F, Mazzola M, et al. Impact of epicardial adipose tissue on cardiovascular haemodynamics, metabolic profile, and prognosis in heart failure. *European Journal of Heart Failure.* 2021;23(11):1858-71. doi:10.1002/ehf.2337.
41. Hendricks S, Dykun I, Balcer B, et al. Epicardial adipose tissue is a robust measure of increased risk of myocardial infarction — a meta-analysis on over 6600 patients and rationale for the EPIC-ACS study. *Medicine.* 2021;100(52):e28060. doi:10.1097/MD.00000000000028060.

42. Fisser C, Colling S, Debl K, et al. The impact of epicardial adipose tissue in patients with acute myocardial infarction. *Clinical Research in Cardiology*. 2021;10(10):1637-46. doi:10.1007/s00392-021-01865-4.
43. Jung ED, Chung DS, Lee J. The correlation between visceral fat distance measured by ultrasonography and visceral fat amount by computed tomography in type 2 diabetes. *Korean Diabetes Journal*. 2008;32(5):418-27. doi:10.4093/kdj.2008.32.5.418.
44. Pimanov S, Bondarenko V, Makarenko E. Visceral fat in different locations assessed by ultrasound: Correlation with computed tomography and cut-off values in patients with metabolic syndrome. *Clin. Obes*. 2020;10(6):e12404. doi:10.1111/cob.12404.
45. 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.
46. Neeland IJ, Ross R, Després JP, et al. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019;7(9):715-25. doi:10.1016/S2213-8587(19)30084-1.
47. Abergel E, Tase M, Bohlender J, et al. Which definition for echocardiographic left ventricular hypertrophy? *American Journal of Cardiology*. 1995;75(7):498-502. doi:10.1016/s0002-9149(99)80589-x.
48. Sugimoto T, Dulgheru R, Bernard A, et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: results from the EACVI NORRE study. *European Heart Journal — Cardiovascular Imaging*. 2017;18(8):833-40. doi:10.1093/ehjci/jex140.
49. Pathan F, D'Elia N, Nolan MT, et al. Normal ranges of left atrial strain by speckle-tracking echocardiography: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2017;30(1):59-70.e8. doi:10.1016/j.echo.2016.09.007.
50. Vasilkova TN, Balaeva TB, Mataev SI, Rybina YuA. The influence of various types of fat deposition on the state of the cardiovascular system. *Heart: A journal for practicing physicians*. 2014;13(1):45-9. (In Russ.) Василькова Т. Н., Баклаева Т. Б., Матаев С. И., Рыбина Ю. А. Влияние различных типов жировоголожения на состояние сердечно-сосудистой системы. *Сердце: Журнал для практикующих врачей*. 2014;13(1):45-9. EDN VHFZZL.
51. Bondarenko VM, Pimanov SI, Makarenko EV. Ultrasound diagnosing of visceral adiposity. *Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus Vestnik VGMU*. 2017;16(1):71-9. doi:10.22263/2312-4156.2017.1.71.
52. Hirooka M, Kumagi T, Kurose K, et al. A Technique for the Measurement of Visceral Fat by Ultrasonography: Comparison of Measurements by Ultrasonography and Computed Tomography. *Internal Medicine*. 2005;44(8):794-9. doi:10.2169/internalmedicine.44.794.
53. Drapkina OM, Dzhioeva ON, Balakhonova TV, et al. Ultrasound-assisted examination in internal medicine practice. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(1):3523. (In Russ.) Драпкина О. М., Джиева О. Н., Балахонова Т. В. и др. Ультразвук-ассистированный осмотр в практике врача-терапевта. Методические рекомендации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023;22(1):3523. doi:10.15829/1728-8800-2023-3523.