

Возможности лучевых методов исследования в диагностике висцерального ожирения*

Суслева Н.М.

Possibility radiological methods in diagnostics of visceral adiposity

Suslyeva N.M.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

© Суслева Н.М.

Ожирением страдают 50% мужчин и 70% женщин. Наибольший риск развития сердечно-сосудистых заболеваний связан с висцеральным ожирением. Компьютерная томография является наилучшим методом определения висцерального ожирения, но высокая стоимость, низкая доступность и ионизирующее излучение ограничивают ее использование. Ультразвуковое определение внутрибрюшного расстояния между брюшными мышцами и аортой, как было показано, высоко коррелирует с компьютерно-томографическим определением жира и совместно с другими антропометрическими методами может стать альтернативой определения висцерального жира, а также широко использоваться в клинических и антропометрических исследованиях.

Ключевые слова: висцеральное ожирение, компьютерная томография, ультразвуковое исследование.

Obesity is present in over 50% of men and 70% of women. Greater health risks development of cardio-vascular disease have been associated with the visceral obesity. Computed tomography is the reference method for intra-abdominal fat evaluation, but high cost, low availability and ionizing radiation risks prevent it from being a widely usable method. Ultrasound measurement of intra-abdominal distance between abdominal muscle and aorta, which has been shown to correlate well with computed tomography intra-abdominal fat measurements, is proposed together with other anthropometric measurements as an alternative means of predicting body fat and also confirmed as a reliable instrument for clinical and epidemiologic studies.

Key words: visceral obesity, computed tomography, ultrasonography.

УДК 616-056.257-018.26-003.826-098-073.75

Избыточное накопление в организме жировой ткани является одной из основных причин, вызывающих эндокринные, обменные и другие хронические заболевания, сокращающих продолжительность жизни человека и оказывающих существенное влияние на качество жизни. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 30% населения планеты страдают избыточным весом. Ожирение выступает одним из компонентов метаболического синдрома (МС), который в течение последних десятилетий стали называть «эпидемией для высокоразвитых стран» [1, 2].

МС представляет собой комплекс метаболических, гормональных и клинических нарушений, являющихся факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, в основе которых лежит инсулинорезистентность

и компенсаторная гиперинсулинемия. В индустриальных странах среди населения старше 30 лет распространенность МС составляет, по данным различных авторов, 10—20% [20, 25]. Это заболевание чаще встречается у мужчин, у женщин его частота возрастает в менопаузальном периоде. По предложению Н. Arnesen [3] под метаболическим синдромом понимают сочетание по крайней мере двух из пяти следующих факторов: резистентность к инсулину со сниженной толерантностью к углеводам и гиперинсулинемией; дислиппротеидемия с гипертриглицеридемией и сниженным уровнем холестерина липопротеинов высокой плотности; склонность к тромбообразованию в связи с увеличенной активностью VII фактора свертывания крови (проконвертина) и повышением в плазме крови уровня

* Работа выполнена под руководством д-ра мед. наук, профессора В.Д. Завадовской.

ингибитора активатора плазминогена; артериальная гипертензия (АГ) при повышенной активности симпатической нервной системы; центральное ожирение с повышенной секрецией свободных жирных кислот в портальную вену.

Клиническая значимость нарушений и заболеваний, объединенных рамками синдрома, заключается в том, что их сочетание в значительной степени ускоряет развитие и прогрессирование атеросклеротических сосудистых заболеваний, которые, по оценкам ВОЗ, занимают первое место среди причин смертности населения индустриально развитых стран. Поэтому ранняя диагностика метаболического синдрома — это в первую очередь профилактика, предупреждение или отсрочка манифестации сахарного диабета типа 2 (СД-2) и атеросклеротических сосудистых заболеваний, являющихся основными провоцирующими факторами ишемической болезни сердца (ИБС) [26].

Современные библиографические данные свидетельствуют о том, что жировая ткань обладает ауто-, пара- и эндокринной функцией и секретирует большое количество веществ, обладающих различными биологическими эффектами, в том числе в развитии и прогрессировании инсулинорезистентности — основного звена в патогенезе МС. В последнее десятилетие широко обсуждается значение распределения жировой ткани, поскольку именно этот факт определяет риск развития сопутствующих ожирению метаболических осложнений [15, 16, 24]. Жировая ткань висцеральной области имеет высокую плотность андрогенных, кортикостероидных рецепторов, богатую иннервацию, широкую капиллярную сеть и отличается значительной метаболической активностью. В связи с этим абдоминальное ожирение и процент висцерального жира запускают сложную цепь метаболических нарушений [18].

Одним из способов диагностики МС является установление объема висцеральной жировой ткани при наличии первичной инсулинорезистентности и сопутствующей системной гиперинсулинемии. Особую опасность представляет собой ожирение с преимущественным отложением жира в абдоминальной области [22].

Существуют различные методики определения количества висцеральной жировой ткани, среди которых основными считаются антропометрические и ме-

тоды лучевой диагностики — компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковое исследование (УЗИ). Клиническая антропометрия является наиболее доступным методом диагностики метаболического синдрома в практической деятельности врача [32]. Установлено, что окружность талии (ОТ), равная 100 см, косвенно свидетельствует о таком объеме висцеральной жировой ткани, при котором, как правило, развиваются метаболические нарушения и значительно возрастает риск развития СД-2. Выделяют различные показатели, при которых диагностируется висцеральное ожирение в зависимости от возраста и пола. Окружность талии более 100 см в возрасте до 40 лет и более 90 см в возрасте 40—60 лет как у мужчин, так и у женщин является показателем абдоминально-висцерального ожирения. Учет гендерного фактора свидетельствует, что ОТ более 88 см у женщин и более 102 см у мужчин выступает признаком патологического отложения абдоминального жира [38]. Существует еще один методический подход к оценке антропометрических данных — показатель отношения окружности талии к окружности бедер (ОТ/ОБ). Коэффициент ОТ/ОБ у мужчин более 1,0 (0,9), у женщин более 0,85 (0,8) свидетельствует о накоплении жировой ткани в абдоминальной области. Однако большая погрешность результатов антропометрических параметров не позволяет ограничиваться только этой методикой [9, 42].

Новые возможности в изучении абдоминальной жировой ткани и диагностики МС внесли современные высокоразрешающие диагностические технологии.

Наиболее точными методами, имеющимися в настоящее время для измерения количества брюшного жира, являются КТ и МРТ. Оба метода дают возможность точного разделения жировой ткани от окружающей нежировой и разделения внутрибрюшных от подкожных жировых депо.

На сегодняшний день применение КТ и МРТ позволило изучить топографию жировой ткани в абдоминальной области и разделить ее на висцеральную (ВЖТ) и подкожную жировую ткань (ПЖТ).

Компьютерная томография

Изначально КТ при ожирении использовалась как вспомогательный метод для измерения антропометрических показателей: сагиттального диаметра, окруж-

ности талии, бедер и ОТ/ОБ. Было установлено, что сагиттальный диаметр (L_4 — L_5) является более четким показателем объема ВЖТ, чем измерение обхвата талии и ОТ/ОБ; измерение, основанное на сагиттальном диаметре, имеет погрешность порядка 20%, в то время как измерения, основанные на ВЖТ, имеют не намного меньшую погрешность (10—14%).

Впоследствии с внедрением постпроцессорных способов обработки изображений стало возможным определять объемные характеристики тканей, в том числе и висцерального жира.

ВЖТ в компьютерно-томографическом изображении — это свободный жир, расположенный внутри брюшной полости, в том числе жир сальниковый, мезентериальный, ретро- и экстраперитонеальный, включая жир в паренхиматозных органах (рис. 1). Денситометрические показатели жировой ткани соответствуют диапазону от -30 до -190 НУ.

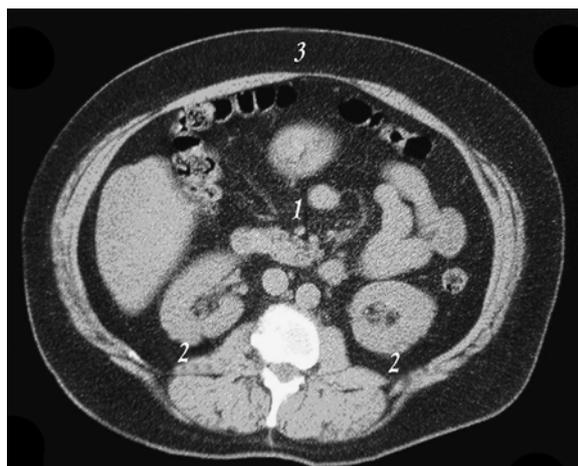


Рис. 1. Анатомия жировых депо: 1 — сальниковый и мезентериальный жир; 2 — ретро- и экстраперитонеальный жир; 1 + 2 — висцеральный (внутрибрюшной) жир; 3 — подкожный жир

Практически все авторы едины во мнении, что наиболее важным показателем висцерального ожирения при томографических методах исследования в рамках ВС является количественная его характеристика, а именно площадь, занимаемая висцеральным жиром на определенном уровне, измеренная на одном срезе. Существует несколько подходов к выбору уровня срезов. Идея производить снимок на пупочном уровне принадлежит Г.А. Вогкан [11], который обнаружил, что на пупочном уровне находится наибольшее количество жира и лучше прослеживается разграничение подкожного и интраабдоминального слоя. Впоследст-

вии японские исследователи (Tokunaga К. и соавт.) также предложили проводить исследования на уровне пупка [40]. Помимо японских ученых данным методом пользуются ученые из Кореи [19]. Однако L. Sjöström предположил, что исследования на так называемом пупочном уровне, проведенные многими исследователями, являются недостаточно точными, так как пупок у людей, страдающих ожирением, может находиться на разных уровнях относительно позвоночника. При определении продольного уровня необходимо ориентироваться на скелет [37].

При использовании только одного среза при измерении ВЖТ важным считается четкое определение продольного уровня, так как при изменении положения пациента даже на несколько сантиметров количество ВЖТ значительно варьирует. В доказательство этого Н. Kvist и В. Chowdhury показали связь площадей висцеральной жировой ткани от Th8—Th9 до крестцово-подвздошного сочленения в зависимости от положения тела на различных группах пациентов [12, 27]. При этом наибольшие значения площадей ВЖТ были связаны с возрастанием риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ).

По данным W. Mayo-Smith, установленная погрешность при измерении общего объема жировой ткани составила 0,4%, что доказывает высокую точность КТ [31]. По мнению других авторов, составляющие жировой ткани — висцеральная и подкожная жировая ткань могут быть измерены с погрешностью 1,2 и 0,5% соответственно [43]. С тех пор как по результатам нескольких срезов объем висцерального жира был отграничен от области ПЖТ, исследователи пришли к выводу, что количество ВЖТ не зависит от индивидуальных особенностей распределения жировой ткани и погрешность составляет около 1% [13].

Для изучения точности повторных исследований в области ВЖТ при помощи КТ были изучены поперечные срезы брюшной полости на уровне L_4 у женщин пременопаузального возраста, от худощавых до страдающих ожирением. Повторное исследование проводилось после изменения положения пациента. Высокая корреляция была показана между повторными исследованиями ($r = 0,99$), при этом погрешность составила для значения объема общей абдоминальной жировой ткани (ОАЖТ) 1,2%, для ПКЖ — 1,9%, для ВЖТ — 3,9% [39], что позволяет с высокой точностью

использовать данную методику для пролонгированных исследований.

На сегодняшний день отсутствуют единые данные о значениях, отражающих пограничные состояния (таблица).

Пороговые значения висцеральной жировой ткани у пациентов с риском развития сердечно-сосудистых осложнений

Авторы исследований	КТ		МРТ	Пол		Ожирение		ВЖТ, см ²
	Пупок	L ₄ —L ₅		М	Ж	есть	нет	
Desprès J.-P. и соавт.		+		+	+	+	+	≥130
Hunter G.R. и соавт.		+		+		+	+	≥131
Williams M.J. и соавт.		+			+	+	+	≥110
Anderson B. и соавт.		+	+	+	+	+	+	≥132
Matsuzawa Y. и соавт.	+				+		+	≥133
Saito Y. и соавт.	+					+	+	≥100
					+	+	+	≥90
Lottenberg S.A. и соавт.	+			+	+	+	+	≥107

J.-P. Desprès и соавт., G.R. Hunter и соавт. M.J. Williams и соавт., исследуя мужчин и женщин с различной массой тела, обнаружили, что площадь ВЖТ на уровне L₄—L₅ более 110 см² у женщин пре- и постменопаузального возраста сопряжена с возрастанием риска ССЗ. Те же ученые установили, что мужчины подвергаются риску сердечных заболеваний при площади ВЖТ более 131 см² [14]. С другой стороны, J.-P. Desprès и соавт. показали, что как у мужчин, так и у женщин величина 100 см² связана со значительным повышением риска ССЗ и является пограничным значением, а дальнейшее ухудшение обмена веществ наблюдается при величине более 130 см². По тому же принципу S. Lemieux на примере 213 мужчин и 190 женщин определил пороговую величину антропометрических параметров, связанных с количеством ВЖТ, составляющих 130 см²: обхват талии 95 см у обоих полов, сагиттальный диаметр 22,8 см у мужчин и 25,2 см у женщин, ОТ/ОБ 0,94 у мужчин и 0,88 у женщин [29]. У обоих полов пороговая величина этих антропометрических показателей была в целом ниже у людей старше 40 лет. P.J. Anderson, исследуя взаимосвязь между ВЖТ при КТ, МРТ и факторами сердечно-сосудистого риска при СД-2, нашел пороговую величину — 132 см² [4].

Некоторые авторы при изучении большого количества пациентов с МС говорят о возможности оценки не только абсолютных, но и относительных количественных показателей висцерального жира. Так, японские и корейские исследователи вводят в свою методику коэффициент ПКЖ/ВЖТ [30]. S. Fujioka, Y. Matsu-

zawa доказали, что соотношение интраабдоминального висцерального жира и подкожного жира как относительный показатель измерений интраабдоминального жира тесно связано с нарушением глюкозного и жирового обмена веществ у страдающих ожирением. Эти метаболические показатели были значительно выше в так называемой висцеральной группе (с уровнем ВЖТ/ПКЖ не менее 0,4), чем в «подкожной» группе (с уровнем ВЖТ/ПКЖ менее 0,4). Те же авторы обнаружили, что глюкозный и липидный обмен веществ в «висцеральной» группе был нарушен независимо от пола, возраста и индекса массы тела, коэффициент ВЖТ/ПКЖ у мужчин был выше, чем у женщин, а высокий коэффициент ВЖТ/ПКЖ в основном наблюдался у людей старшего возраста [35].

На рис. 2, 3 изображены поперечные срезы на уровне L₄—L₅, полученные с помощью КТ, двух женщин, заметно различающихся по количеству висцерального, но почти одинаковых по количеству подкожного жира.

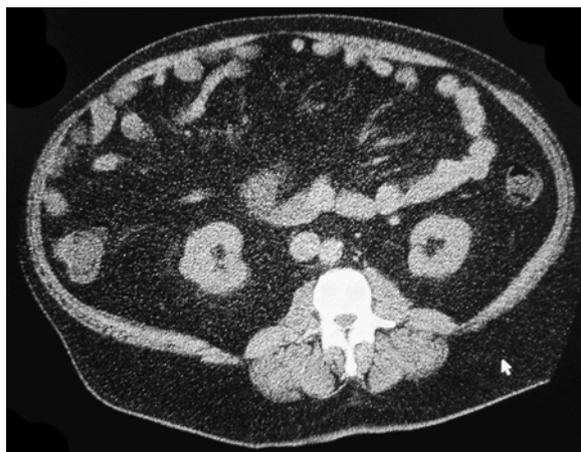


Рис. 2. Компьютерная томография на уровне L₄—L₅: пациентка С. 1957 г. р., представлен висцеральный тип, коэффициент ВЖТ/ПКЖ составляет 0,9

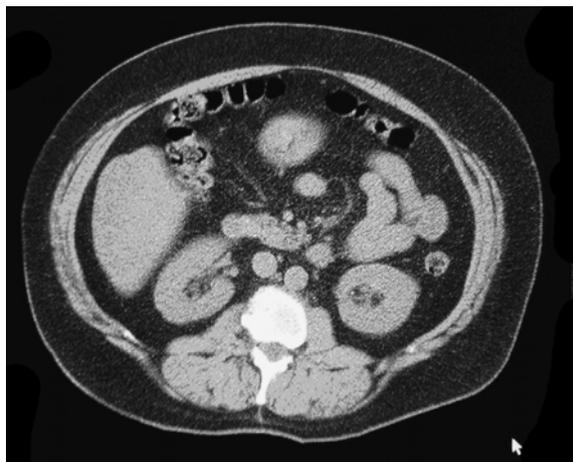


Рис. 3. Компьютерная томография на уровне L₄—L₅: пациентка Л. 1962 г. р., представлен подкожный тип, коэффициент ВЖТ/ПКЖ составляет 0,3

Магнитно-резонансная томография

Значение МРТ в оценке висцерального ожирения (ВО) состоит в том, что этот метод не несет лучевой нагрузки, что делает его оптимальным для пролонгированных исследований, в которых суммарная доза облучения может иметь значение.

Многие исследователи, изучающие методы оценки распределения абдоминального жира, предлагают использовать при МРТ T1-взвешенные спин-эхо-последовательности. Это обусловлено тем, что жир в отличие от большинства нежировых тканей имеет высокий сигнал в T1-взвешенном изображении (T1-ВИ), что обеспечивает подсчет объема жира. Наряду с получением только T1-ВИ некоторые авторы предлагают включать в алгоритм магнитно-резонансного (МР) исследования пациентов с МС различные МР-последовательности (T2-ВИ, FSat). В целом количественные характеристики при изучении ВО при МРТ аналогичны таковым при проведении КТ.

Используя данные МРТ, R. Ross установил, что величина ВЖТ и ее составляющих, а именно ретроперитонеального жира, находится в пределах границ, обнаруженных L. Sjöstrom при КТ [34].

Различия у авторов в основном наблюдаются при выборе оптимальных последовательностей для диагностики метаболических нарушений. L.F. Donnelly и соавт., используя фантом брюшной полости с моделями висцерального и подкожного жира, провели анализ результатов нескольких МР-последовательностей для подсчета объемов ВЖТ и ПКЖ [18]. Так, использовались T1-ВИ,

3D-градиент-эхо-последовательность, быстрая Диксон-последовательность (быстрая спин-эхо-последовательность с фазово-корреляционным алгоритмом, который обеспечивает быструю реконструкцию изображений; для каждого среза используются три последовательности: одна с подавлением спина воды, одна с подавлением жира и последняя с подавлением воды и жира). В данном исследовании Диксон-техника была статистически более точна в отображении жира, чем любая спин-эхо-техника или 3D-измененная градиент-эхо-последовательность. Быстрые Диксон-изображения воспроизвели 18% жира в малых областях по сравнению с 1%, отображенным в спин-эхо-изображениях, и 0,01% в 3D-измененных градиент-эхо-изображениях. Так как жировая ткань в брюшной полости и в подкожных тканях может быть разделена нежировыми тканями, такими как фасции, сосудистые, кишечные структуры, возможность отображения жира в маленьких объемах может служить повышению точности при метаболическом синдроме. Несмотря на то что прогнозирование объемов жира во внутрибрюшной и подкожной областях может быть важным в некоторых исследованиях, величина, наиболее часто используемая для изучения факторов риска ССЗ и СД-2 — отношение внутрибрюшной жировой ткани к подкожной (ВЖТ/ПКЖ). В данном исследовании все три МР-техники были выполнены таким образом, чтобы сделать возможным подсчет этого коэффициента. Статистически значимых различий между данными визуализирующими техниками в прогнозировании отношения висцерального и подкожного жира не обнаружено. Исследования, предназначенные для МРТ-скрининга большого числа субъектов с целью выявления только ВЖТ/ПКЖ, могут быть более эффективными при использовании быстрых МР-последовательностей (3D-последовательность). Затраченное время для них в 10 раз короче, чем для T1-ВИ, и в 22 раза быстрее, чем Диксон-последовательность. Эти временные показатели могут быть важны, так как одним из ограничивающих факторов в планировании программ с использованием МРТ в подсчете внутрибрюшного жира является затрата времени. Хотя потраченное время — это только отрезок времени, которое необходимо для сканирования пациента, простое повторение МР-последовательности было бы идеальным для повышения точности исследований, уменьшения двигатель-

ных артефактов и снижения стоимости. Были определены наиболее рентабельные способы изучения количества ВЖТ. Точное определение его необходимо в исследованиях, обращающих внимание на механизм действия ВЖТ, который приводит к повышению риска сердечно-сосудистых заболеваний. Согласно последним исследованиям, быстрая Диксон-последовательность применима для обеспечения наиболее точной и полезной информацией [31].

В целом МРТ в определении ВО показывает результаты, сходные с КТ, при этом не подвергая ионизирующему излучению. Единственным недостатком МРТ в диагностике ВО выступает длительность исследования [21].

Несмотря на то что выявление висцерального типа ожирения наиболее эффективно с помощью КТ и МРТ, высокая стоимость этих методов ограничивает их применение в практическом здравоохранении.

Ультразвуковое исследование

Широкое внедрение УЗИ во многие области медицины позволило расширить его возможности в диагностике ожирения. С увеличением частоты и разрешающей способности метода, а также глубины исследования более 10 см УЗИ помогло оценить не только подкожный, но и висцеральный жир. Наиболее простой и быстрой среди множества предлагаемых методик определения ВО является измерение расстояния между брюшной стенкой и аортой на определенном уровне как показатель, соотносимый с количеством висцерального жира, выявленным при КТ или МРТ в рамках МС. Различные авторы приводят данные по точности своих измерений. А. Bellisari сообщает, что точность 87,73% для подкожного жира и 64,30% для висцерального жира не позволяет использовать ультразвуковой метод в качестве диагностики ВО [10]. Он определял внутрибрюшную толщину как расстояние от белой линии живота до задней стенки аорты. Но гораздо проще измерять то же расстояние до передней стенки аорты, так как она расположена ближе к датчику. F. Armellini и M. Zamboni, а также G. Tornaghi сообщают о точности таких измерений — 99,6% для подкожного и 93,5% для висцерального жира соответственно [9].

О значимости УЗИ висцерального жира говорят работы С.С. Leite с соавт. В исследовании, проводимом на

191 мужчине, у 53,5% из которых присутствовал фактор риска ССЗ, было показано, что ультразвуковое измерение интраабдоминального жира позволяло лучше предсказать риск ССЗ, чем антропометрические измерения (ОТ и сагиттальный диаметр). Верхние пороги умеренного риска и высокого риска были 7 см (чувствительность 72%, специфичность 53%) и 9 см (53% чувствительность и 83% специфичность) соответственно [28]. Другие авторы говорят о величине 10 см, которая соответствует висцеральному ожирению [23].

Во многих работах показана высокая корреляция между интраабдоминальной жировой тканью, измеренной КТ и ультразвуком. F. Armellini обнаружил обоснованную взаимосвязь ($r = 0,67$) интраабдоминальных ультразвуковых измерений с КТ на уровне L₄—L₅ [6]. При аналогичных сопоставлениях G. Tornaghi обнаружил высокую корреляцию между интраабдоминальной толщиной и областью ВЖТ на КТ ($r = 0,89—0,91$) [39]. R.V. Radominski в 24 исследованиях также выявил высокую корреляцию между УЗИ и КТ ($r = 0,79$ в подкожном абдоминальном жире и $r = 0,84$ в ВЖТ), снова отметив, что толщина висцерального жира, определяемая сонографическим методом, является отличным показателем всей висцеральной абдоминальной жировой ткани, измеренной томографическими методиками. Более того, соотношение абдоминального сагиттального диаметра и КТ в исследовании R.V. Radominski было ниже, чем наблюдаемое при УЗИ и КТ, что говорит о больших возможностях УЗИ по сравнению с антропометрическими методиками в диагностике висцерального ожирения [33]. В перекрестной проверке интраабдоминальная жировая ткань, измеренная КТ, высоко коррелировала с интраабдоминальной жировой тканью, вычисленной при помощи первичного УЗИ ($r = 0,84$) [36].

Имеются данные, указывающие на превосходство УЗИ по сравнению с КТ. Так, F. Armellini и соавт. обнаружили у женщин, страдающих ожирением, после похудения заметное снижение интраабдоминального жира, а не подкожного [5]. Также отмечалась высокая корреляция между изменениями в ВЖТ с использованием КТ и УЗИ, показывающих, что ультразвуковой метод может быть применен для измерения распределения жира в период потери массы тела [7]. Это является еще одним подтверждением надежности ультразвукового интраабдоминального исследования.

По последним литературным данным, расстояние между прямыми мышцами живота и передней стенки аорты может быть рекомендовано для определения ВО [8]. Данный ультразвуковой метод, как было показано, хорошо коррелирует с результатами КТ и МРТ и совместно с антропометрическими измерениями, а в последующем и как их альтернатива может быть использован для определения жира тела в широких клинических и эпидемиологических исследованиях.

Несмотря на обнадеживающие данные о возможностях УЗИ в диагностике абдоминального жира, далеко не все возможные методы в этом направлении изучены.

В целом определение ВЖТ лучевыми методами является востребованным исследованием для клиницистов в рамках диагностики ВО у больных метаболическим синдромом. Томографические методики (КТ и МРТ) на сегодняшний день остаются эталонами в определении площади ВЖТ, хотя пороговые ее значения, при которых возрастает риск развития сердечно-сосудистых осложнений, продолжают оставаться предметом дискуссий. Авторы, в первую очередь клиницисты, отдают предпочтение КТ-методике как наиболее распространенной и доступной. МРТ в диагностике ВО занимает менее значимую позицию, так как малая ее доступность и сложность проведения позволяют применять ее только в больших медицинских или научных центрах. УЗ-диагностика ВО требует дальнейшего детального изучения, но при внедрении ее в широкую клиническую практику даст возможность применять ее в скрининговых исследованиях, будет способствовать ранней диагностике ВО и, как следствие, метаболического синдрома. УЗИ позволит на более раннем этапе проводить профилактические мероприятия, направленные на предотвращение сердечно-сосудистых осложнений, а также оценить динамику количества ПКЖ, ВЖТ в процессе лечения.

Литература

1. Анциферов М.Б. Исследование UKPDS и основные принципы пероральной терапии сахарного диабета 2 типа // Ожирение. Метаболический синдром. Сахарный диабет 2 типа / под ред. И.И. Дедова. М., 2000. С. 53—61.
2. Бутрова С.А. Метаболический синдром: патогенез, клиника, диагностика, подходы к лечению // РМЖ. 2001. Т. 9, № 2. С. 56—60.
3. Научный симпозиум «Метаболический синдром. Новые подходы к лечению» // Кардиология. 2000. № 8. С. 77—80.
4. Anderson P.J., Chan J.C.N., Chan Y.L. et al. Visceral fat and cardiovascular risk factors in chinese NIDDM patients. // *Diabetes Care*. 1997. V. 20. P. 1854—1858.
5. Armellini F., Zamboni M., Castelli S. et al. Measured and predicted total and visceral adipose tissue in women. Correlations with metabolic parameters // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1994. V. 18. P. 641—647.
6. Armellini F., Zamboni M., Rigo L. et al. The contribution of sonography to the measurement of intra-abdominal fat // *J. Clin. Ultrasound*. 1990. V. 18. P. 563—567.
7. Armellini F., Zamboni M., Rigo L. Sonography detection of small intraabdominal fat variations // *Int. J. Obes.* 1991. V. 15. P. 847—852.
8. Armellini F., Zamboni M. Total and intraabdominal fat measurements by ultrasound and computed tomography // *Int. J. Obes.* 1993. V. 17. P. 209—214.
9. Ashwell M., Cole T.J., Dixon A.K. Obesity: new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography // *Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.)*. 1985. V. 290. P. 1692—1694.
10. Bellisari A. Reliability of B mode ultrasonic measurements of subcutaneous adipose tissue and intraabdominal depth: comparisons with skinfold thicknesses // *Int. J. Obes.* 1993. V. 17. P. 475—480.
11. Borkan G.A., Gerzof S.G., Robbins A.H. et al. Assessment of abdominal fat content by computed tomography // *Am. J. Clin. Nutr.* 1982. V. 36. P. 172—177.
12. Chowdhury B., Kvist H., Andersson B. et al. CT-determined changes in adipose tissue distribution during a small weight reduction in obese males // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1993. V. 17. P. 685—691.
13. Chowdhury B., Sjöström L., Alpsten M. et al. A multicompartiment body composition technique based on computerized tomography // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1994. V. 18. P. 219—234.
14. Desprès J.-P., 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. V. 6. P. 137—159.
15. Desprès J.-P. Lipoprotein metabolism in visceral obesity // *Int. J. Obes.* 1991. V. 15. P. 45—5.
16. Desprès J.-P. Obesity and lipid metabolism: relevance of body fat distribution // *Curr. Opin. Lipidol.* 1991. V. 2. P. 5—15.
17. Desprès J.-P. Visceral obesity and dyslipidemia: contribution of insulin resistance and genetic susceptibility // Angel A., Anderson H., Bouchard C. et al. (eds). *Progress in Obesity Research: Proceedings of the Seventh International Congress on Obesity*. 1996. V. 7. P. 525—532.
18. Donnelly L.F., O'Brien K.J., Dardzinski B.J. et al. Using a Phantom to Compare MR Techniques for Determining the Ratio of Intraabdominal to Subcutaneous Adipose Tissue // *AJR*. 2003. V. 180. P. 993—998.
19. Enzi G., Gasparo M., Biondetti P.R. et al. Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex, age and overweight, evaluated by computed tomography // *Am. J. Clin. Nutr.* 1986. V. 44. P. 739—746.
20. Feinleib M. Epidemiology of obesity in relation to health hazards // *Ann. Intern. Med.* 1985. V. 103. P. 1019—1024.
21. Glover G.H., Schneider E. Three-point Dixon technique for true water/fat decomposition with B0 field inhomogeneity

- correction // *Magn. Reson. Med.* 1991. V. 18. P. 371—383.
22. *Goodpaster B.H., Thaete F.L., Simoneau J.-A., Kelley D.E.* Subcutaneous abdominal fat and thigh muscle composition predict insulin sensitivity independently of visceral fat // *Diabetes.* 1997. V. 46. P. 1579—1585.
 23. *Guimarães M.M.M., de Oliveira Júnior A.R., Penido M.G. et al.* Ultrasonographic measurement of intra-abdominal fat thickness in HIV-infected patients treated or not with antiretroviral drugs and its correlation to lipid and glycemic profiles // *Ann. Nutr. Metab.* 2007. V. 51. P. 35—41.
 24. *Howard B.V.* Lipoprotein metabolism in diabetes mellitus // *J. Lipid. Res.* 1987. V. 28. P. 613—628.
 25. *Kannel W.B.* Lipids, diabetes and coronary heart disease: insights from the Framingham Study // *Am. Heart. J.* 1985. V. 110. P. 1100—1107.
 26. *Keys A.* Overweight, obesity, coronary heart disease and mortality // *Nutr. Rev.* 1980. V. 38. P. 297—307.
 27. *Kvist H., Sjöström L., Tylén U.* Adipose tissue volume determinations in women by computed tomography: technical considerations // *Int. J. Obes.* 1986. V. 10. P. 53—67.
 28. *Leite C.C., Wajchenberg B.L., Radominski R. et al.* Intra-abdominal thickness by ultrasonography to predict risk factors for cardiovascular disease and its correlation with anthropometric measurements // *Metabolism.* 2002. V. 51 (8). P. 1034—1040.
 29. *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. V. 65. P. 685—693.
 30. *Matsuzawa Y., Nakamura T., Shimomura I., Kotani K.* Visceral fat accumulation and cardiovascular disease // *Angel A., Anderson H., Bouchard C. et al. (eds).* *Progress in Obesity Research: Proceedings of the Seventh International Congress on Obesity (Toronto, Canada, August 20—25, 1994).* London: John Libbey & Company, 1996. V. 7. P. 569—572.
 31. *Mayo-Smith W., Hayes C.W., Biller B.M.K. et al.* Body fat distribution measured with CT: correlations in healthy subjects, patients with anorexia nervosa and patients with Cushing's syndrome // *Radiology.* 1989. V. 170. P. 515—518.
 32. *Pouliot M.-C., Després J.-P., Lemieux S. et al.* Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women // *Am. J. Cardiol.* 1994. V. 73. P. 460—468.
 33. *Radominski R.B.* The Use of Sonography in the Assessment of Abdominal Fat Distribution. Ph.D. Thesis, University of São Paulo Medical School, São Paulo, Brazil, 1998.
 34. *Ross R., Rissanen J., Hudson R.* Sensitivity associated with the identification of visceral adipose tissue levels using waist circumference in men and women: effects of weight loss // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1996. V. 20. P. 533—538.
 35. *Saito Y., Kobayashi J., Seimiya K. et al.* Contribution of visceral fat accumulation to postprandial hyperlipidemia in human obesity. Eighth International Congress on Obesity // *Int. J. Obes.* 1998. V. 496. P. 226—228.
 36. *Sjöström L.* A computed tomography based multicompartiment body composition technique and anthropometric predictions of lean body mass, total and subcutaneous adipose tissue // *Int. J. Obes.* 1991. V. 15. P. 19—30.
 37. *Sjöström L., Kvist H., Cederblad A., Tylén U.* Determination of total adipose tissue and body fat in women by computed tomography, ⁴⁰K and tritium // *Am. J. Physiol.* 1986. V. 250. P. 736—745.
 38. *Sjöström L.* Measurement of fat distribution // *Bouchard C., Johnston F.E. (eds).* *Fat Distribution during Growth and Later Health Outcomes.* Alan R. Liss, New York, 1988. P. 53—61.
 39. *Thaete F.L., Colberg S.R., Burke T., Kelley D.E.* Reproducibility of computed tomography measurement of visceral adipose tissue area // *Int. J. Obes.* 1995. V. 19. P. 464—467.
 40. *Tokunaga K., Matsuzawa Y., Ishikawa K., Tarui S.* A novel technique for determination of body fat by computed tomography // *Int. J. Obes.* 1983. V. 7. P. 437—445.
 41. *Tornaghi G., Raiteri R., Pozzato C. et al.* Anthropometric or ultrasonic measurements in assessment of visceral fat? A comparative study // *Int. J. Obes.* 1994. V. 18. P. 771—775.
 42. *WHO:* Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation of obesity. Geneva, 1997. P. 51—210.
 43. *Zamboni M., Armellini F., Muller D. et al.* Methodological and clinical aspects of subcutaneous fat distribution // *Angel A., Anderson H., Bouchard C. et al. (eds).* *Progress in Obesity Research: Proceedings of the Seventh International Congress on Obesity (Toronto, Canada, August 20—25, 1994).* London: John Libbey & Company, 1996. V. 7. P. 145—150.

Поступила в редакцию 17.05.2010 г.

Утверждена к печати 26.05.2010 г.

Сведения об авторах

Н.М. Суслева — аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ (г. Томск).

Для корреспонденции

Суслева Надежда Маратовна, тел. 8-913-871-3345, e-mail: hopes@sibmail.com