

Окружность талии и кардиометаболический риск

Консенсус группы организаций Здоровья Америки: Ассоциации по профилактике ожирения и коррекции массы тела, Северо-Американской ассоциации по изучению ожирения, Общества по ожирению, Американского общества по проблемам питания и Американской диабетологической ассоциации.

Waist Circumference and Cardiometabolic Risk

A Consensus Statement from Shaping America's Health: Association for Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, The Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association

SAMUEL KLEIN, DAVID B. ALLISON, STEVEN B. HEYMSFIELD, DAVID E. KELLEY, RUDOLPH L. LEIBEL, CATHY NONAS, RICHARD KAHN

Ожирение является важнейшим фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний и болезней обмена веществ, включая сахарный диабет, артериальную гипертензию, дислипидемию и ишемическую болезнь сердца (ИБС). Целый ряд ведущих мировых институтов и обществ признают Классификацию массы тела, основанную на индексе массы тела (ИМТ), такие как Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и Национальный институт здоровья [1, 2]. Согласно эпидемиологическим исследованиям имеется прямая корреляция между ИМТ, риском осложнений и смертностью [см. 3, 4]. Мужчины и женщины с ИМТ, превышающим 30 кг/м² имеют ожирение и более высокий риск осложнений в сравнении с теми, кто относится к группе избыточной массы тела (ИМТ от 25 до 29,9 кг/м²) или с нормальной массой тела (ИМТ от 18,5 до 24,9 кг/м²).

Важным фактором риска заболеваний, ассоциированных с ожирением, является распределение жировой массы. Увеличение абдоминального жира (также известное как ожирение верхней половины туловища, или центральное ожирение) также ассоциировано с повышением кардиометаболического риска. Однако, точное определение количества абдоминального жира требует применения дорогостоящих нуклидных методов исследования с применением визуализации. В связи с этим окружность талии (ОТ) часто используется как «суррогатный» маркер количества, так как коррелирует с этим показателем [5] и также связан с риском кардиометаболических заболеваний [6]. Мужчины и женщины, у которых ОТ превышает 40 дюймов (102 см) и 35 дюймов (88 см), соответственно, имеют более высокий подобный риск [7]. Эти пороговые значения были получены на основании регрессионной кривой связи ОТ с ИМТ у лиц с ИМТ более 30 кг/м² у преимущественно белой расы, проживающих на севере Глазго [8].

Панель экспертов Американского института сердца, легких и крови рекомендовала использовать ОТ как часть первоначального обследования и дальнейшего мониторинга снижения массы тела на фоне лечения у лиц с ИМТ более 35 кг/м² [7]. Однако изменение ОТ не нашло широкого применения на практике, и анатомическое, метаболическое и клиническое значение ОТ может считаться сомнительным. В свя-

зи с этим общества по Здоровью Америки (Ассоциация по профилактике ожирения и коррекции массы тела, Северо-Американская ассоциация по изучению ожирения, Общество по ожирению, Американское общество по проблемам питания и Американская диабетологическая ассоциация) создали панель экспертов, включающую членов – специалистов в области лечения ожирения, эпидемиологии заболеваний, связанных с ожирением, патофизиологии метаболизма жировой ткани и в области науки о питании с целью проанализировать имеющиеся данные литературы и выслушать мнение специалистов в других областях по этому вопросу. Встреча панели экспертов состоялась с 17-го по 20-е декабря 2006 года в Вашингтоне и была нацелена на формулировку ответов по следующим ключевым вопросам:

1. Что именно измеряет окружность талии?
2. Каковы биологические механизмы, ответственные за связь между ОТ и кардиометаболическим риском?
3. Каково значение ОТ в определении степени риска? Как предсказательная ценность ОТ соотносится с таковой для ИМТ? Имеет ли изменение ОТ в дополнение к ИМТ значение для повышения предсказательной ценности?
4. Следует ли измерять ОТ в клинической практике?

Вопрос 1. Что измеряет окружность талии?

Техника измерения. Окружность талии представляет собой периметр, который измеряет срез тела на уровне живота. Для определения точного места, на уровне которого должна измеряться ОТ, были предложены различные анатомические ориентиры в различных клинических исследованиях, включающие середину расстояния между последним ребром и *crista iliaca*, область пупка, наименьшее (или наибольшее) из показателей окружности талии, непосредственно под нижним ребром, или сразу над *crista iliaca* [9]. Место измерения окружности талии существенно влияет на абсолютные значения, получаемые при измерении. Наиболее часто используемыми анатомическими ориентирами, применяемыми в исследованиях, показавших связь между значением ОТ и прогнозом, были середина расстояния между нижним ребром и подвздошным бугром (29%), область пупка (28%),

наименьшая окружность талии (22%). Хотя с точки зрения удобства и простоты место измерения, основанное на использовании легко опознаваемых костных ориентиров (например, подвздошный бугор), имеет преимущества, не существует доказательств реальных преимуществ использования того или иного ориентира для определения ОТ.

Измерение окружности талии должно производиться стоя без обуви, на выдохе, при упоре на обе стопы и с руками, свободно висящими воль туловища. Измерительная лента должна быть изготовлена из материала, не поддающегося легкому растяжению, например, стекловолокна. Лента должна располагаться перпендикулярно длинной оси тела и параллельно полу и иметь достаточное натяжение для обеспечения точности измерения. Измерения, как правило, выполняют три раза и регистрируются с точностью до 0,1 см. Несмотря на то, что имеются клинические рекомендации по измерению ОТ [2, 10], не существует общепринятого подхода к выполнению этой процедуры. Средний медперсонал или даже пациент при специальном обучении в состоянии предоставить достаточно надежные данные. С этой целью созданы специальные измерительные ленты, наглядные руководства и видеоролики [11].

В большинстве исследований воспроизводимость измерений ОТ достаточно высока, как для мужчин, так и для женщин (например, для *crista iliaca* интеркласс коэффициент составляет 0,998 для мужчин и 0,999 для женщин) [9, 12, 13]. Корреляции между измерениями, выполненными медицинским работником и самим пациентом после соответствующей подготовки, тоже достаточно высоки (0,95 для мужчин и 0,89 для женщин [14]. Однако самостоятельно полученные данные об ОТ имеют систематическую ошибку и ведут к занижению этого показателя, независимо от места измерения [15].

Анатомические связи. Жировая ткань состоит из адипоцитов, клеток воспаления, сосудов, соединительной и нервной тканей. Жировая ткань распределяется в организме как большие дискретные самостоятельные области и как небольшие количества клеток, прилежащих и проникающих в другие ткани. Большая часть жировой ткани (примерно 85%) располагается с области подкожно-жирового слоя (подкожный жир). Примерно 15% располагается в области живота (интраабдоминальный жир), как у худых, так и у толстых (таблица 1).

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИРОВОЙ ТКАНИ ПО ОРГАНАМ У МУЖЧИН С НОРМАЛЬНОЙ МАССОЙ ТЕЛА И С ОЖИРЕНИЕМ (АДАптировано из 16)

	Нормальная масса тела	Ожирение
ИМТ, кг/м ²	23	37
Масса тела, кг	71	116
Доля жира, %	15	32
Масса жира, кг	10	37
Подкожный жир	9	32
Абдоминальный жир, кг	4,3	12,3
подкожный	2,4	7,2
интраабдоминальный	1,9	5,1
интраперитонеальный	1,1	3,5
ретроперитонеальный	0,8	1,6

Относительный вклад интраабдоминального жира в общую жировую массу зависит от пола, возраста, расы и национальности, уровня физической активности и степени ожирения. Под термином «висцеральный жир», как правило, понимают общее количество интраабдоминального жира, включающего интраперитонеальный (мезентериальный и сальниковый), который дренируется в систему воротной вены и ретроперитонеальный, который имеет отток в системный кровоток.

Золотым стандартом оценки количества подкожного жира (ПЖТ) и интраабдоминального жира (ИАЖТ) является магниторезонансная (МРТ) или компьютерная томография (КТ) [17]. Как МРТ, так и КТ методы оценивают изображения в поперечном сечении, которые в последующем дают представление об общем количестве жира. Как правило, используется единичный срез в межпозвонковой зоне L4–L5, ПЖТ и ИАЖТ оцениваются в см³. Однако для точной оценки ИАЖТ считается более информативным выполнение не L4–L5 среза, а на несколько сантиметров смещенного от межпозвонковой зоны [17, 18]. Более того, место оценки объема интраабдоминальной жировой ткани влияет на связь этого показателя с кардиометаболическим риском. Так, связь с метаболическим синдромом и риском больше при выполнении срезов на уровне L1–L2, чем при L4–L5 [19]. Таким образом, сегодня нет единого стандарта оценки количества абдоминального жира.

Взаимоотношения между окружностью талии, массой тела и ростом могут быть описаны при помощи простой геометрической модели, в которой тело рассматривается как цилиндр, ОТ, соответственно, является его окружностью, рост – длиной, а масса тела – массой. При этом индекс массы тела дает информацию о взаимоотношении объема тела и его массы, а ОТ – о форме. В целом ИМТ и ОТ тесно коррелируют друг с другом с коэффициентом 0,8–0,95 [20], так как ОТ отражает как количество абдоминального жира, так и подкожного жира [21]. В таблице 2 приведены взаимоотношения между ОТ, ИМТ и количеством компонентов жировой ткани у мужчин и женщин белой расы и афроамериканцев [18]. Приведенные данные говорят о том, что как ОТ, так и ИМТ в равной степени отражают общее количество жировой ткани, но ОТ в большей степени дает информацию о ИАЖТ.

Измерение ОТ позволяет получить информацию о распределении жира, чего не дает оценка ИМТ. Однако не существует стандартизованного подхода к измерению ОТ, и в различных исследованиях применяются различные анатомические ориентиры. Более того, место измерения, которое обеспечивало бы оптимальное взаимоотношение с риском патологии и в большей степени бы отражало количество абдоминального жира, не установлено. Тем не менее, точность измерения ОТ достаточно высока в любом месте. Даже самоизмерение дает воспроизводимые результаты у соответствующим образом обученных лиц, хотя и несколько занижает показатели ОТ. Измерение окружности талии не позволяет дифференцировать количество подкожной жировой ткани от ИАЖТ, что требует выполнения МРТ или КТ, при этом клиническое значение последних методов не известно.

Вопрос 2. Каковы биологические механизмы, ответственные за связь между ОТ и риском метаболических и сердечно-сосудистых осложнений?

На сегодняшний день не известно, ответственно ли отложение повышенных количеств триглицеридов в абдоминальной жировой ткани в виде депо за повышение уровня риска, или же это депонирование является спутником других процессов, приводящих к повышению уровня риска, или же имеет значение оба механизма. Кроме того, ОТ является мерой как ИАЖТ, так и ПКЖТ. Следовательно, оценка ОТ не может определить, связан ли риск с увеличением именно ИАЖТ, ПКЖТ или обоим компонентам.

Точный механизм(ы), ответственный за повышение кардиометаболического риска при изменении распределения жира не известен, но имеется целый ряд гипотез. Одна из наиболее ранних гипотез, которая выдвинула интраабдоминальный жир как фактор риска, предполагает, что активация центральной нервной системы и надпочечников за счет стрессовых факторов окружающей среды приводит как к преимущественному отложению жира на туловище, так и к сердечно-сосудистым и метаболическим расстройствам, ассоциированным с таким отложением жира [22]. Позднее было высказано предположение, что сниженная способность подкожного жира к хранению энергетического запаса приводит к переключению химической энергии на абдоминальный жир и «эктопические» участки, такие как печень и скелетные мышцы. Аккумуляция в этих органах жира вызывает их метаболическую дисфункцию. Действительно, повышение жира в печеночной ткани приводит к дислипидемии и инсулинорезистентности [23], повышение содержания жира в скелетных мышцах – к их инсулинорезистентности [24]. Согласно данной теории, абдоминальный жир является лишь маркером степени выхода жирных кислот из подкожных жировых депо. Таким образом, увеличение ОТ может являться маркером системных нарушений регуляции хранения энергии, при которых накопление ИАЖТ является следствием сниженной способности запаса энергии в других жировых тканях. Третья гипотеза предполагает прямое влияние сальникового и мезентериального жира на инсулинорезистентность, метаболизм липопротеинов и артериальное давление. Продукты метаболизма мезентериальной и сальниковой жировой ткани высвобождаются в систему портальной вены, обеспечивающей их доставку непосредственно в печень. Распад триглицеридов в этих жировых депо приводит к высвобождению свободных жирных кислот, которые вызывают инсулинорезистентность в печени и обеспечивают субстрат для

синтеза липопротеинов и хранения нейтральных липидов в гепатоцитах. Кроме этого, специфические белки и гормоны, синтезируемые в интраабдоминальной жировой ткани, такие как воспалительные адипокины, ангиотензиноген и кортизол (продуцируемый за счет местной активности 11-бета-гидроксистерол дегидрогеназы), также могут вносить свой вклад в развитие кардиометаболической патологии. Четвертая гипотеза говорит о том, что гены, предрасполагающие к преимущественному расположению жира на туловище, одновременно независимо предрасполагают к развитию кардиологических и метаболических заболеваний.

Все эти гипотезы не являются взаимоисключающими, при этом, возможно, что все описанные, а также другие неизвестные механизмы, вовлечены в связь между абдоминальным ожирением и его метаболическими последствиями.

Вопрос 3. Каково значение ОТ в определении степени риска? Как предсказательная ценность ОТ соотносится с таковой для ИМТ? Имеет ли изменение ОТ в дополнение к ИМТ значение для повышения предсказательной ценности?

В многочисленных крупных эпидемиологических исследованиях изучался вопрос о роли ОТ как предиктора кардиометаболических факторов риска (например, повышенного АД, дислипидемии и гипергликемии) и осложнений (таких как сахарный диабет, ИБС, смертность) [7, 24–33]. В зависимости от обследуемой популяции и оценки исходов варьирует относительный риск этих событий, связанных с ОТ. Связь между ОТ и риском сахарного диабета значительна и более сильна, чем связь сахарного диабета с ИМТ. Отмечено 10-кратное повышение риска сахарного диабета у лиц, имеющих высокое значение ОТ, по сравнению с максимально низкими ОТ, и это остается статистически значимым после устранения эффекта ИМТ. Эти данные свидетельствуют о том, что определение ОТ может с большей вероятностью выявить лиц с повышением кардиометаболического риска, чем ИМТ. Значения ОТ также связаны с риском развития ИБС. Относительный риск ИБС при сравнении лиц с максимальными и минимальными значениями ОТ повышается в 1,5–2,5 раза и не зависит от ИМТ. Значения ОТ, как правило, связаны с общей смертностью и смертностью от отдельных причин. Данные ряда исследований свидетельствуют о том, что ОТ является важным предиктором СД, ИБС и смертности независимо от традиционных факторов, таких как артериальное давление, глюкоза крови и уровень липопротеидов [7, 26]. Однако, сегодня нет убедительных дан-

Таблица 2
СВЯЗЬ МЕЖДУ ОКРУЖНОСТЬЮ ТАЛИИ, ИМТ И КОМПОНЕНТАМИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

	Мужчины		Женщины	
	ИМТ	ОТ	ИМТ	ОТ
Общее количество жировой ткани	0.82	0.87	0.91	0.87
Массовая доля жира	0.7	0.79	0.86	0.82
Подкожная жировая ткань	0.82	0.83	0.91	0.86
ИАЖТ	0.59	0.79	0.69	0.77

Адаптировано из 18. Приведены коэффициенты корреляции

ных, которые свидетельствуют о том, что измерение ОТ дает клинически значимую информацию, независимую от хорошо известных других кардиометаболических факторов риска.

Взаимосвязь между ОТ и прогнозом зависит от демографических показателей, включающих пол, возраст, расу, этническую группу. ОТ является важным предиктором негативных исходов у мужчин и женщин, у лиц белой расы, афроамериканцев, азиатов и лиц латинской этнической группы, а также у взрослых лиц любого возраста. Связь между ОТ и риском с возрастом меняется значительно меньше, чем аналогичная связь для ИМТ [31]. Однако не известно, может ли ОТ обеспечивать лучшую оценку риска для здоровья у какой-либо этнической группы, лиц определенного пола или возраста.

Для определения порогового значения ОТ, которое может оптимально разделить «нормальные» и «ненормальные» значения и служить основанием для принятия клинического решения, имеет значение характер связи между ОТ и риском (линейная, монотонная, U-образная, ступенчатая и т.д.). Большинство исследований свидетельствует о том, что характер связи между ОТ и прогнозом сам по себе определяет критическое значение для ОТ, выше которого риск монотонно возрастает, а ниже которого остается достаточно низким. Это критическое значение зависит от обследуемой популяции, демографических характеристик и того исхода, который изучается в данном исследовании.

Исследования, посвященные снижению массы тела, свидетельствуют о том, что параллельно с уменьшением ОТ происходит снижение риска сердечно-сосудистых заболеваний и факторов риска, ассоциированных с ожирением. Однако, нет данных, которые бы доказывали связь между снижением ОТ и уменьшением риска. Для оценки роли уменьшения ОТ в снижении кардиометаболического риска необходимы дальнейшие исследования.

Вопрос 4. Следует ли измерять ОТ в клинической практике?

Эксперты пришли к заключению, что необходимость измерения ОТ в клинической практике зависит от ответа на 4 ключевые вопроса:

1. Может ли окружность талии быть надежно измерена? *Ответ: да*

Медицинские работники и даже сами пациенты после соответствующего обучения способны осуществлять воспроизводимые измерения ОТ, как мужчины, так и женщины. Однако не известно, имеет ли измерение на каком-либо анатомическом уровне преимущества перед другими в отношении кардиометаболического риска.

2. Обеспечивает ли окружность талии а) прогнозирование развития сахарного диабета, ИБС, смертности? *Ответ: да.*; б) более существенную предсказательную ценность, чем ИМТ для сахарного диабета, ИБС, смертности? *Ответ: да.*; в) сохраняющуюся более сильную предсказательную ценность в сравнении с ИМТ и учетом других известных факторов риска, таких как уровень глюкозы, липидный спектр и уровень АД? *Ответ: Маловероятно.*

Во многих исследованиях было показано, что окружность талии является важным прогностическим факто-

ром, особенно в отношении сахарного диабета, независимо от ИМТ. Менее многочисленные исследования говорят о том, что окружность талии сохраняет свое значение как независимый предиктор негативного прогноза при учете ИМТ и других кардиометаболических факторов риска. Для того чтобы быть уверенным в том, что ОТ является независимым предиктором риска, необходимы дальнейшие исследования.

3. Могут ли принятые сегодня пороговые значения для ОТ выявить пациентов с высоким риском, которые имеют ИМТ менее 25 кг/м² и не имеют других факторов риска? *Ответ. Да.*

Рекомендуемые пороговые значения для окружности талии (более 102 см для мужчин и более 88 для женщин) были получены при сопоставлении с ИМТ у лиц с ИМТ более 30 кг/м². [2]. Национальное исследование здоровья и питания (NHANES III) выявило, что около 14% женщин и 1% мужчин имеют повышение ОТ при нормальном ИМТ [36]. Дополнительно около 70% женщин с избыточной массой тела (ИМТ от 25 до 29,9 кг/м²) имеют повышение ОТ более 35 дюймов и около 25% мужчин с избыточной массой тела имеют ОТ более 40 дюймов. Данные проекта MONICA, проводимого ВОЗ, включавшего 32 000 лиц из Европы, Австралии и Новой Зеландии, свидетельствуют о том, что около 10% лиц с ИМТ менее 30 кг/м² имеют повышение ОТ, достаточное для выявления повышенного риска [36]. Не известно, какова доля лиц с повышением ОТ, у которых высокий риск может быть определен на основании стандартного обследования. Таким образом, оптимальные критерии для ОТ необходимы для выявления пациентов высокого риска, которые не могут быть выявлены путем стандартного набора кардиометаболических факторов риска и/или ИМТ, не известны и, по-видимому, должны иметь поправку в зависимости от ИМТ, возраста, пола и этнической принадлежности.

4. Повлияет ли оценка ОТ на тактику в отношении пациентов с ИМТ менее 25 кг/м², определяемую в соответствии с рекомендациям института сердца, легких и крови (NHLBI) *Ответ: по-видимому, нет.*

Измерение окружности талии в условиях клинической практики, с учетом занятости медицинского персонала и ограниченности времени на работу с пациентом, а также необходимости специального обучения для получения надежных значений, не является банальной процедурой. Следовательно, окружность талии должна измеряться лишь в том случае, когда она может дать дополнительную информацию, которая повлияет на тактику в отношении пациента. Основываясь на данных NHANES III, 99,9% мужчин и 98,4% женщин получают точно такие же рекомендации по лечению, основанные на рекомендациях NHLBI, при измерении ОТ, как если бы у них оценивали только ИМТ и стандартный набор факторов риска [37]. Однако, складывается впечатление, что применение дифференцированных пороговых значений для ОТ может дать больше клинической информации. Например, анализ данных NHANES и Канадского национального проекта здоровья показал, что применение специфичных для ИМТ значений ОТ позволя-

ет выявить больше пациентов с высоким риском [35]. Для лиц с нормальной массой тела (МТ от 18,5 до 24,9), с избыточной массой тела (ИМТ от 25 до 29,9 кг/м²), первой степенью ожирения (ИМТ от 30 до 34,9 кг/м²) и II/III степенью ожирения (ИМТ более 35 кг/м²) оптимальные пороговые значения для ОТ являются 87, 98, 109 и 124 см для мужчин и 79, 92, 103 и 115 для женщин, соответственно. Таким образом, возможно, что ОТ может быть эффективным инструментом для выявления «метаболически толстых худых» пациентов, которым имеет смысл давать рекомендации по изменению образом жизни и, которые бы не получили их в противном случае, имея нормальный ИМТ. Окружность талии может также выявлять «метаболически нормальных толстых» пациентов, которые не требуют агрессивного подхода к коррекции массы тела, так как не имеют высоко-го кардиометаболического риска.

Заключение

Окружность талии является уникальным индикатором распределения жировой ткани и способна выявлять пациентов с высоким кардиометаболическим риском в большей степени, чем ИМТ. Однако, существующие сегодня пороговые значения для ОТ [2] получены на основании регрессии, построенной при анализе пациентов с ожирением, и, по-видимому, не имеют существенного значения для клиники в плане ведения пациентов с повышенным ИМТ и другими, уже выявленными, факторами риска. В связи с этим, роль измерения окружности талии в том случае, если высокий риск уже определен согласно имеющимся рекомендациям, весьма ограничен. Однако, определение ОТ в ряде случаев может быть весьма полезным для выявления тех пациентов, у которых следует активно искать другие факторы риска, такие как дислипидемия и гипертриглицеридемия. Помимо этого, измерение ОТ целесообразно для наблюдения за больными, находящимися на диетотерапии и при лечении физическими нагрузками, поскольку регулярная аэробная нагрузка может приводить к уменьшению ОТ и степени кардиометаболического риска при неизменном ИМТ [38]. Для того, чтобы определить пороговые значения для ОТ, которые позволяют выявлять пациентов высокого риска в клинической практике, без систематической поправки на ИМТ, необходимы дальнейшие исследования. Выбор этих пороговых значений сложен, так как они зависят от пола, возраста, этнической принадлежности и ИМТ. Тем не менее, тщательный анализ литературы и повторный анализ данных эпидемиологических исследований должен дать возможность получить более надежные критерии для оценки ОТ, чем существующие на сегодняшний день. Такой дополнительный анализ определит дальнейшее место ОТ в клинической практике.

Литература

1. World Health Organization: *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic: Report of a WHO Consultation on Obesity*. Geneva, World Health Organization, 1998
2. National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute: Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults—the evidence report. *Obes Res* 6 (Suppl. 2):51S–209S, 1998

3. Colditz GA, Willett WC, Rotnitzky A, Manson JE: Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women. *Ann Intern Med* 122:481–486, 1995
4. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW Jr: Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N Engl J Med* 341:1097–1105, 1999
5. Pouliot MC, Despres JP, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblay A, Nadeau A, Lupien PJ: Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indices of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 73:460–468, 1994
6. Kissebah AH, Vydelingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW: Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54:254–260, 1982
7. Wang Y, Rimm EB, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB: Comparison of abdominal adiposity and overall obesity in predicting risk of type 2 diabetes among men. *Am J Clin Nutr* 81:555–563, 2005
8. Lean ME, Han TS, Morrison CE: Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 311: 158–161, 1995
9. Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB, Horlick M, Kolter D, Laferrere B, Mayer L, Pi-Sunyer FX, Pierson RN Jr: Comparison of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr* 77:379–384, 2003
10. Douketis JD, Paradis G, Keller H, Martineau C: Canadian guidelines for body weight classification in adults: application in clinical practice to screen for overweight and obesity and to assess disease risk. *CMAJ* 172:995–998, 2005
11. NHANES III Anthropometric Procedures Video. Available from <http://www.cdc.gov/nchs/about/major/nhanes/avideo.htm>.
12. Nordhamn K, Sodergren E, Olsson E, Karlstrom B, Vessby B, Berglund L: Reliability of anthropometric measurements in overweight and lean subjects: consequences for correlations between anthropometric and other variables. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24:652–657, 2000
13. Chen MM, Lear SA, Gao M, Frohlich JJ, Birmingham CL: Intraobserver and interobserver reliability of waist circumference and the waist-to-hip ratio. *Obes Res* 9:651, 2001
14. Rimm EB, Stampfer MJ, Colditz GA, Chute CG, Litin LB, Willett WC: Validity of self-reported waist and hip circumferences in men and women. *Epidemiology* 1:466–473, 1990
15. Bigaard J, Spanggaard I, Thomsen BL, Overvad K, Tjonneland A: Self-reported and technician-measured waist circumferences differ in middle-aged men and women. *J Nutr* 135:2263–2270, 2005
16. Abate N, Garg A, Peshock RM, Stray-Gundersen J, Grundy SM: Relationships of generalized and regional adiposity to insulin sensitivity in men. *J Clin Invest* 96:88–98, 1995
17. Shen W, Wang Z, Punyanitya M, Lei J, Sinav A, Kral JG, Imielinska C, Ross R, Heymsfield SB: Adipose tissue quantification by imaging methods: a proposed classification. *Obes Res* 11:5–16, 2003
18. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, Gallagher D, St-Onge MP, Albu J, Heymsfield SB: Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: estimation from a single abdominal cross-sectional image. *J Appl Physiol* 97:2333–2338, 2004
19. Kuk JL, Church TS, Blair SN, Ross R: Does measurement site for visceral and abdominal subcutaneous adipose tissue alter associations with the metabolic syndrome? *Diabetes Care* 29:679–684, 2006
20. Ford ES, Mokdad AH, Giles WH: Trends in waist circumference among U.S. adults. *Obes Res* 11:1223–1231, 2003
21. Chan DC, Watts GF, Barrett PH, Burke V: Waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as predictors of adipose tissue compartments in men. *QJM* 96:441–447, 2003

22. Bjorntorp P: Body fat distribution, insulin resistance, and metabolic diseases. *Nutrition* 13:795–803, 1997
23. Seppala-Lindroos A, Vehkavaara S, Hakkinen AM, Goto T, Westerbacka J, Sovijarvi A, Halavaara J, Yki-Jarvinen H: Fat accumulation in the liver is associated with defects in insulin suppression of glucose production and serum free fatty acids independent of obesity in normal men. *J Clin Endocrinol Metab* 87:3023–3028, 2002
24. Sinha R, Dufour S, Petersen KF, LeBon V, Enoksson S, Ma YZ, Savoye M, Rothman DL, Shulman GI, Caprio S: Assessment of skeletal muscle triglyceride content by (1)H nuclear magnetic resonance spectroscopy in lean and obese adolescents: relationships to insulin sensitivity, total body fat, and central adiposity. *Diabetes* 51:1022–1027, 2002
25. Katzmarzyk PT, Craig CL: Independent effects of waist circumference and physical activity on all-cause mortality in Canadian women. *Appl Physiol Nut Metab* 31:271–276, 2006
26. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, Lang CC, Rumboldt Z, Onen CL, Lisheng L, Tanomsup S, Wangai P Jr, Razak F, Sharma AM, Anand SS; INTERHEART Study Investigators: Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet* 366:1640–1649, 2005
27. Hu G, Tuomilehto J, Silventoinen K, Barengo N, Jousilahti P: Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *Eur Heart J* 24:2212–2219, 2004
28. Lofgren I, Herron K, Zern T, West K, Patalay M, Shachter NS, Koo SI, Fernandez ML: Waist circumference is a better predictor than body mass index of coronary heart disease risk in overweight premenopausal women. *J Nutr* 134:1071–1076, 2004
29. Suk SH, Sacco RL, Boden-Albala B, Cheun JF, Pittman JG, Elkind MS, Paik MC; Northern Manhattan Stroke Study: Abdominal obesity and risk of ischemic stroke: the Northern Manhattan Stroke Study. *Stroke* 34:1586–1592, 2003
30. Carey VJ, Walters EE, Colditz GA, Solomon CG, Willett WC, Rosner BA, Speizer FE, Manson JE: Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women: the Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol* 145:614–619, 1997
31. Visscher TL, Seidell JC, Molarius A, van der Kuip D, Hofman A, Witteman JC: A comparison of body mass index, waist-hip ratio and waist circumference as predictors of all-cause mortality among the elderly: the Rotterdam study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25:1730–1735, 2001
32. Folsom AR, Kushi LH, Anderson KE, Mink PJ, Olson JE, Hong CP, Sellers TA, Lazovich D, Prineas RJ: Associations of general and abdominal obesity with multiple health outcomes in older women: the Iowa Women's Health Study. *Arch Intern Med* 160:2117–2128, 2000
33. Hu FB, Willett WC, Li T, Stampfer MJ, Colditz GA, Manson JE: Adiposity as compared with physical activity in predicting mortality among women. *N Engl J Med* 351:2694–2703, 2004
34. Baik I, Ascherio A, Rimm EB, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC: Adiposity and mortality in men. *Am J Epidemiol* 152:264–271, 2000
35. Ardern CI, Janssen I, Ross R, Katzmarzyk PT: Development of health-related waist circumference thresholds within BMI categories. *Obes Res* 12:1094–1103, 2004
36. Meisinger C, Doring A, Thorand B, Heier M, Lowel H: Body fat distribution and risk of type 2 diabetes in the general population: are there differences between men and women? The MONICA/KORA Augsburg cohort study. *Am J Clin Nutr* 84:483–489, 2006
37. Kiernan M, Winkleby MA: Identifying patients for weight-loss treatment: an empirical evaluation of the NHLBI Obesity Education Initiative Expert Panel treatment recommendations. *Arch Intern Med* 160:2169–2176, 2000
38. Dekker MJ, Lee S, Hudson R, Kilpatrick K, Graham TE, Ross R, Robinson LE: An exercise intervention without weight loss decreases circulating interleukin-6 in lean and obese men with and without type 2 diabetes mellitus. *Metabolism* 56:332–338, 2007

Опубликовано согласно тексту DIABETES CARE, VOLUME 30, NUMBER 6, JUNE 2007. Перевод А.О.Конради