

## Антропометрические индексы ожирения и кардиометаболический риск: есть ли связь?

Сваровская А. В., Гарганеева А. А.

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. Томск, Россия

Жировая ткань в настоящее время рассматривается в качестве ключевого органа в отношении избыточного количества пищевых липидов, которые определяют, будет ли организм поддерживать нормальный гомеостаз или будут возникать состояния воспаления, инсулинорезистентности. В последние годы в литературе возросло количество информации об относительно новых прогностических моделях — индексе висцерального ожирения и индексе накопления липидов. Цель обзора — критический анализ результатов исследований по изучению взаимосвязи различных индексов ожирения и кардиометаболического риска. Проанализированы 105 источников литературы, из них 53 источника исключены, т.к. интересующие процессы не были подробно описаны или включали оценку взаимосвязей различных индексов ожирения с метаболическими параметрами. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования новых индексов ожирения, которые обладают хорошей предиктивной способностью, и достаточно просты и удобны в применении. Необходимо использовать дополнительные методы антропометрического и клинического обследования с целью оценки метаболического фенотипа ожирения, что позволит стратифицировать пациентов по уровню кардиоме-

таболического риска для последующего формирования комплекса профилактических мероприятий, направленных на улучшение диагностики и стратегии лечения.

**Ключевые слова:** ожирение, абдоминальное ожирение, индекс массы тела, окружность талии, отношение окружности талии к окружности бедер, отношение окружности талии к росту, индекс накопления липидов, индекс висцерального ожирения.

**Отношения и деятельность.** Статья выполнена в рамках темы прикладных научных исследований по государственному заданию АААА-А20-120041090007-8.

Поступила 23/11-2020

Получена рецензия 16/01-2021

Принята к публикации 26/03-2021



**Для цитирования:** Сваровская А. В., Гарганеева А. А. Антропометрические индексы ожирения и кардиометаболический риск: есть ли связь? *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(4):2746. doi:10.15829/1728-8800-2021-2746

### Anthropometric obesity indices and cardiometabolic risk: is there an association?

Svarovskaya A. V., Garganeeva A. A.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center. Tomsk, Russia

Adipose tissue is currently regarded as a key organ for excess dietary lipids, which determine whether the body will maintain normal homeostasis or whether inflammation and insulin resistance will develop. In recent years, there is more information about novel prognostic models — the visceral adiposity index and the lipid accumulation product. The aim of this review was to analyze the results of studies examining the relationship between various indices of obesity and cardiometabolic risk. We analyzed 105 literature sources, 53 of which were ruled out, because the processes of interest were not described in detail or included an assessment of the relationship of various obesity indices with metabolic parameters. The results obtained indicate the advisability of using novel obesity indices, which have a good predictive ability and are simple and convenient to use. It is necessary to use additional methods of anthropometric and clinical examination in order to assess the metabolic phenotype of obesity, which will make it possible to stratify patients by the level of cardiometabolic risk.

**Keywords:** obesity, abdominal obesity, body mass index, waist circumference, waist-to-hip ratio, waist-to-height ratio, lipid accumulation product, visceral obesity index.

**Relationships and Activities.** The paper was made within the state assignment АААА-А20-120041090007-8.

Svarovskaya A. V.\* ORCID: 0000-0001-7834-2359, Garganeeva A. A. ORCID: 0000-0002-9488-6900.

\*Corresponding author:

kuznecova-alla@list.ru

**Received:** 23/11-2020

**Revision Received:** 16/01-2021

**Accepted:** 26/03-2021

**For citation:** Svarovskaya A. V., Garganeeva A. A. Anthropometric obesity indices and cardiometabolic risk: is there an association? *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021;20(4):2746. (In Russ.) doi:10.15829/1728-8800-2021-2746

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: kuznecova-alla@list.ru

Тел.: +7 (906) 957-53-85

[Сваровская А. В.\* — д.м.н., с.н.с. отделения патологии миокарда, ORCID: 0000-0001-7834-2359, Гарганеева А. А. — д.м.н., профессор, зав. отделением патологии миокарда, ORCID: 0000-0002-9488-6900].

ВЖТ — висцеральная жировая ткань, ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИВО — индекс висцерального ожирения, ИМТ — индекс массы тела, ИР — инсулинорезистентность, ЛВП — липопротеиды высокой плотности, МС — метаболический синдром, ОТ — окружность талии, ОБ — окружность бедер, СД — сахарный диабет, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ТГ — триглицериды, ХС — холестерин, LAP — Lipid Accumulation Product (индекс накопления липидов).

## Введение

Высокая распространенность избыточного веса и ожирения, которые являются основными факторами риска развития ишемической болезни сердца (ИБС), представляет собой глобальную проблему общественного здравоохранения [1]. По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), избыточный вес имеет почти треть населения планеты, из них ~650 млн больных ожирением (больше всего больных в США ~100 млн). За последние 40 лет число людей, страдающих от ожирения, возросло втрое, и при сохранении текущей тенденции к 2025г их количество достигнет 1 млрд.

В России от лишнего веса страдает ~ половина взрослого населения, а ожирением болен ~ каждый четвертый. По данным Роспотребнадзора, всего лишь за пять лет, с 2013 по 2018гг, число больных увеличилось почти вдвое, причем особенно быстро растут темпы ожирения у детей. По прогнозам ВОЗ к 2030г в России будет 2,5 млн детей и подростков, страдающих от ожирения.

При наличии ожирения в 2-3 раза увеличивается риск развития ИБС, в основе которой лежит атеросклеротическое поражение коронарных артерий, с последующим развитием фатальных сердечно-сосудистых катастроф. У женщин выше риск развития рака молочной железы в постменопаузальном периоде, рака эндометрия, толстой кишки, синдрома поликистозных яичников, патологии беременных и новорожденных, нарушается менструальная функция, развивается бесплодие, а у мужчин — гинекомастия и гипогонадизм [2]. Более высокая частота сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) у пациентов с ожирением, по-видимому, связана с эндотелиальной дисфункцией и субклиническим воспалением [3]. Согласно литературным данным, абдоминальное ожирение сопровождается уменьшением эндотелий-зависимой вазодилатации даже в отсутствие установленных факторов риска ССЗ. Эндотелиальная дисфункция обладает высоким прогностическим значением в отношении риска развития серьезных кардиоваскулярных событий и летального исхода. Помимо эндотелиальной дисфункции, раннее развитие атеросклероза при ожирении также, вероятно, связано с жесткостью сосудов и воспалением их стенки [4].

Жировая ткань в настоящее время рассматривается в качестве ключевого органа в отношении избыточного количества пищевых липидов, которые определяют, будет ли организм поддерживать нормальный гомеостаз (метаболически здоровое ожирение) или возникнет состояние воспаления, инсулинорезистентности (ИР) с неблагоприятными

последствиями для сердечно-сосудистой системы. При ожирении, особенно висцеральном, происходят различные изменения в структуре и функции жировой ткани, которая в настоящее время рассматривается как эндокринный орган, способствующий взаимодействию с жизненно важными органами и тканями, такими как мозг, печень, скелетные мышцы, сердце и кровеносные сосуды [5].

Известны многочисленные методы точного определения состава тела, такие как магнитно-резонансная томография, компьютерная томография, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, гидростатическое взвешивание, плетизмография, анализ биоэлектрического импеданса. Несмотря на преимущество в точности, их использование в клинической практике ограничено финансовыми и временными затратами, а также необходимостью иметь специально обученный персонал.

Цель настоящего обзора — провести критический анализ результатов исследований о взаимосвязи различных индексов ожирения и кардиометаболического риска.

## Материал и методы

Для основного поиска источников использовали базы данных: Scopus, PubMed/MEDLINE и Google Scholar, ELIBRARY. Поиск осуществлялся по ключевым словам: ожирение, абдоминальное ожирение, индекс массы тела (ИМТ), окружность талии (ОТ), отношение ОТ к окружности бедер (ОБ), отношение ОТ к росту, индекс накопления липидов, индекс висцерального ожирения (ИВО). В обзор включали работы, отражающие современные представления о механизмах взаимосвязей общепринятых и новых индексов ожирения с ССЗ. Поиски ограничивались исследованиями с участием лиц обоего пола >18 лет любой этнической группы. Глубина поиска составила 15 лет, однако предпочтение отдавалось современным источникам. Проанализировано 105 источников литературы, из них 53 источника исключены, т.к. интересующие процессы не были подробно описаны или включали оценку взаимосвязей различных индексов ожирения с метаболическими параметрами. В обзор включены результаты как крупных метаанализов, так и небольших ретроспективных исследований.

## Основная часть

### ИМТ

Наиболее часто используемым антропометрическим инструментом для оценки относительного веса и классификации ожирения является ИМТ. Увеличение данного показателя прямо коррелирует



Рис. 1 Взаимосвязь маркеров ожирения, факторов риска и сердечно-сосудистых событий. Адаптировано из [10].

Примечание: \* — сердечно-сосудистые события — это ИБС, стенокардия, перенесенный инфаркт миокарда, стентирование коронарных артерий, коронарное шунтирование, острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, ампутация нижних конечностей вследствие заболевания периферических артерий. ИМТ — индекс массы тела, ОТ — окружность талии, ОБ — окружность бедер.

ет с развитием сахарного диабета (СД) 2 типа, ССЗ, дислипидемии, артериальной гипертензии, заболеваний желчного пузыря, остеопороза и гиперурикемии [6].

ИМТ признан ВОЗ как наиболее эффективный и простой критерий ожирения [7]. Кроме того, американская кардиологическая ассоциация предложила дополнительные подгруппы ожирения, чтобы привлечь внимание быстро растущую когорту пациентов с массивным ожирением, и ввела ожирение 4-й степени, соответствующее  $\text{ИМТ} \geq 50 \text{ кг/м}^2$ , и 5-й степени с  $\text{ИМТ} \geq 60 \text{ кг/м}^2$  [8].

Высокие значения ИМТ показывают U- или J-образную связь с клиническими исходами и смертностью [9]. Наличие такой обратной связи привело к разногласиям в литературе, названным “парадоксом ожирения”. Суть данного парадокса заключается в том, что у пациентов с высоким ИМТ, имеет место лучшая выживаемость и меньшее количество сердечно-сосудистых событий по сравнению с пациентами с низкой массой тела и с хроническими заболеваниями.

Причины такого “парадокса ожирения” остаются неясными. Даже при неудовлетворительном состоянии здоровья, плохой приверженности к терапии, отсутствии физической активности, большом количестве сопутствующих заболеваний и факторов риска у пациентов с избыточным весом и ожирением, по-видимому, прогноз лучше, чем у лиц с нормальной массой тела [10].

Согласно данной концепции, пациенты без ожирения, у которых развилось ССЗ, могли быть более склонны к развитию этих заболеваний вследствие наличия других факторов, таких как: отсутствие контроля за индивидуальными изменениями в распределении жира в организме (висцеральное ожирение/подкожный жир), уровень кардиореспираторного фитнеса, высокая мышечная масса, кахексия, слабость, уровень физической активности,

качество питания, повышение маркеров дисфункции жировой ткани (рисунок 1).

Проблема “парадокса ожирения” заключается в том, что, как правило, избыток жира в организме чаще связывают с метаболическими нарушениями, чем с высоким уровнем мышечной массы. Другим объяснением этого парадокса является отсутствие контроля над основными индивидуальными различиями в региональном распределении жировой ткани [11]. Вместе с тем, данный феномен дает мощный стимул для проведения дополнительных экспериментальных и клинических исследований, анализирующих патофизиологические механизмы взаимосвязи ожирения и ССЗ.

Широко используемый в настоящее время показатель ИМТ имеет ограничения в отношении способности отличать жировую массу от мышечной, что может привести к диагнозу “ожирение” у людей с высокой долей мышечной массы. Другим ограничением ИМТ является отсутствие способности идентифицировать висцеральный жир [10].

У азиатов по сравнению с европейцами при одинаковом ИМТ процент жира, содержание внутриклеточных липидов и внутрипеченочного жира выше [12]. В Международном исследовании прогнозирования висцерального ожирения и его связи с кардиометаболическим риском установлено, что, несмотря на более низкие абсолютные значения ИМТ, для жителей Восточной Азии было характерно наибольшее накопление висцерального жира и самый низкий уровень глубокой подкожной жировой ткани по сравнению с представителями европеоидной расы, латиноамериканцами и жителями Юго-Восточной Азии [13]. Лица, принадлежащие к монголоидной расе, также имеют большую предрасположенность к кардиометаболическим нарушениям по сравнению с европейцами при любом уровне ожирения. Эти данные подчеркивают необходимость определения ожирения

с разными пороговыми значениями ИМТ у населения разной расовой и этнической принадлежности. В разных азиатских популяциях пороговые значения ИМТ для избыточной массы тела и ожирения варьируют от 22 до 25 кг/м<sup>2</sup> для избыточного веса и от 26 до 31 кг/м<sup>2</sup> для ожирения [14].

В настоящее время имеются данные, подтверждающие мнение, что региональное накопление жира гораздо важнее в стратификации риска ССЗ, чем наличие общего ожирения. Исходя из этого, простой антропометрический индекс ожирения, такой как ИМТ, не должен иметь определяющее значение при верификации ожирения, а стратификация риска на основании только данного показателя, особенно у лиц с хроническими ССЗ, является недостаточной для всесторонней оценки вероятности развития заболеваний, ассоциирующихся с ожирением [15].

Согласно данным литературы, при ожирении значимую роль играют характер распределения жировой ткани, морфологические изменения висцеральной жировой ткани (ВЖТ), а также процессы ремоделирования и воспаления с последующим развитием дисфункции [16].

#### **ОТ, отношение ОТ к ОБ**

Отношение ОТ/ОБ играет важную роль в качестве фактора риска развития кардиоваскулярных событий [17, 18]. Увеличение ОТ, также как отношения ОТ/ОБ предсказывает высокий риск ССЗ у мужчин и женщин. Результаты регрессионного метаанализа 15 проспективных исследований показали, что увеличение ОТ на 1 см, а отношения ОТ/ОБ на 0,01 ед. связаны с повышенным риском развития ССЗ на 2 и 5%, соответственно [16].

Тем не менее, измерение ОТ и ОБ у пациентов со значительным ожирением связано с техническими проблемами. Измерение ОТ часто осложняется наличием выраженного поясничного лордоза, а измерение ОБ затруднено вследствие отложения жира преимущественно на животе в виде “фартука” [19]. Кроме того, ОТ увеличивается с ростом тела и веса человека и это приводит к тому, что более высокие значения ОТ сопряжены с более высоким ИМТ [20].

Некоторые исследователи показали, что именно ОТ, а не ИМТ следует применять в качестве скринингового инструмента для определения абдоминального ожирения и избыточного веса [18, 21].

Существует мнение, что клиническая практика должна также включать новые индексы, такие как отношение ОТ к росту (ОТ/рост), ИВО, индекс накопления липидов (LAP — Lipid Accumulation Product). Показано, что эти новые индексы характеризуются более высокой чувствительностью и специфичностью, чем обычные параметры, такие как ОТ и ИМТ, и могут значительно улучшить оценку риска ССЗ [22].

#### **Отношение ОТ/рост**

Основная проблема при использовании отношения ОТ/ОБ состоит в том, что эти показатели обычно значительно изменяются при потере или при наборе веса, в связи с чем данный показатель не подходит для оценки ожирения. Поэтому отношение ОТ/рост можно рассматривать как важный показатель жира в организме, т.к. рост взрослого человека практически не меняется [23].

Считается, что ОТ является хорошим маркером для оценки интраабдоминального (висцерального) жира, который метаболически активен [24]; ОТ широко используется в качестве индекса для оценки центрального ожирения, которое, как доказано, связано с ИР [25], смертностью от всех причин, ССЗ [26] и риском гипертонии [27]. Некоторые исследователи показали, что этот индекс может использоваться отдельно в качестве инструмента скрининга для определения избыточного веса и ожирения вместо ИМТ [27]. Однако ОТ не позволяет в достаточной мере дифференцировать висцеральный и подкожный жир.

Отношение ОТ/рост предлагается в качестве антропометрического показателя для оценки центрального ожирения. Этот показатель тесно связан с метаболическими факторами риска и смертностью, независимо от массы тела [28]. Метаанализ Savva SC, et al. показал, что с помощью отношения ОТ/рост можно лучше, чем с помощью ИМТ, предсказать наличие кардиометаболических факторов риска, особенно при СД [29].

Так, в исследовании Tutunchi H, et al. (2020) [30] в случайной выборке из популяции жителей Ирана установлено, что ОТ и отношение ОТ/рост были лучшими диагностическими показателями ожирения и избыточного веса по сравнению с отношением ОТ/ОБ. Показано, что ОТ и отношение ОТ/рост обладают более высокой диагностической способностью для оценки наличия избыточного веса и ожирения (площадь под ROC-кривой (AUC) 0,972 и 0,978 у женщин и 0,987 и 0,978 у мужчин, соответственно), чем отношение ОТ/ОБ (AUC 0,79 и 0,84) у мужчин и женщин, соответственно.

#### **ИВО**

В последние годы в литературе возросло количество информации об относительно новой прогностической модели, называемой ИВО или VAI (Visceral Adiposity Index). Согласно данным Amato M [31], ИВО рассчитывается по следующей формуле в зависимости от пола:

- для мужчин  $\text{ИВО} = [\text{ОТ}/39,68 + (1,88 \times \text{ИМТ})] \times (\text{ТГ}/1,03) \times (1,31/\text{ХС ЛВП})$ ;

- для женщин  $\text{ИВО} = [\text{ОТ}/36,58 + (1,89 \times \text{ИМТ})] \times (\text{ТГ}/0,81) \times (1,52/\text{ХС ЛВП})$ ,

где ТГ — триглицериды, ХС ЛВП — холестерин липопротеинов высокой плотности.

В этом же исследовании у пациентов первичного звена в зависимости от возрастных квинти-



Таблица 1

Пороговые значения для индекса ИВО (при стратификации амбулаторных пациентов по возрасту с целью выявления висцеральной жировой дисфункции по критериям Amato M.)

Возраст	Пороговые значения	Распределение по квинтилю	Чувствительность (%)	Специфичность (%)
<39 лет	2,52	Первый квинтиль	100	99,45
≥39 и <42 лет	2,23	Второй квинтиль	84,62	92,39
≥42 и <52 лет	1,92	Третий квинтиль	90,48	72,55
≥52 и <66 лет	1,93	Четвертый квинтиль	77,22	82,29
≥66 лет	2,00	Пятый квинтиль	68,5	76,0

лей распределения определены пороговые значения ИВО с целью разделения пациентов с наличием или отсутствием метаболического синдрома (МС) по критериям NCEP ATP III (The National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III) (таблица 1). Для людей в возрасте ≥42 и <52 лет порог составил 1,92 с чувствительностью 91% и специфичностью 73% [31].

Pekgor S, et al. (2019) были получены высокие пороговые значения ИВО у людей в более раннем возрасте (~30 лет) [32]. Amato M, et al. в другом исследовании, включавшем 91 пациента с СД 2 типа, определили значение ИВО, характерное для больных СД 2 типа, как 2,0. Его чувствительность (65%) была ниже, чем в предыдущем исследовании, где установлено пороговое значение ИВО для МС, однако специфичность (81%) была выше [33].

В исследовании Liu PJ, et al. (2016) на основании логистической регрессии среди всех индексов ожирения ИВО оказался единственным показателем, достоверно связанным как с предиабетом, так и с СД 2 типа у лиц обоего пола после поправки на другие факторы [34].

В исследовании Jabłonowska-Lietz B, et al. (2017) была обнаружена значимая корреляция между ИВО и индексом ВЖТ, измеренным с помощью биоэлектрического импеданса [35]. Индекс ВЖТ тесно связан с риском ССЗ и метаболическими нарушениями, поэтому ИВО был предложен в качестве сурrogатного маркера ВЖТ и полезного инструмента в повседневной клинической практике, а также в популяционных исследованиях для оценки кардиометаболического риска, связанного с висцеральным ожирением [34].

Некоторые исследователи предположили, что ИВО ассоциирован с разной локализацией атеросклеротического поражения. Так, в исследовании Li R, et al. (2017) показана тесная взаимосвязь ИВО с повышенным риском развития стенозов интракраниальных артерий у 450 женщин среднего и пожилого возраста [36]. В исследовании Randerianarisoa E, et al. (2019) у 731 взрослого человека среднего возраста, независимо от других установленных факторов риска ССЗ, доказана корреляция ИВО с толщиной комплекса интима-медиа сон-

ных артерий. После поправки на другие факторы, включая возраст, систолическое и диастолическое артериальное давление, курение и уровень высокочувствительного С-реактивного белка в многомерном регрессионном анализе, было обнаружено, что ИВО является независимым маркером ИР [37]. Исследование Biswas E, et al. [38] у 200 пациентов с острым коронарным синдромом на основе анализа логистической регрессии показало, что ИВО является хорошим предиктором клинической и ангиографической степени тяжести атеросклероза. Учитывая простоту определения ИВО, этот индекс может служить полезным инструментом для выявления пациентов с высоким риском метаболических и атеросклеротических осложнений.

#### Индекс накопления липидов (LAP)

LAP — маркер центрального накопления жира, который был предложен в качестве индикатора риска ИР, МС, СД 2 типа и ССЗ [39]. LAP — это комбинация двух доступных показателей: ОТ, как показателя висцерального ожирения и концентрации циркулирующих ТГ в крови натощак.

Более высокий уровень LAP был связан с нарушенным гомеостазом глюкозы и ИР, а также с повышенной активностью аланинаминотрансферазы в сыворотке крови у здоровых людей [40]. Исследование, проведенное в Аргентине, показало, что и ИВО, и LAP являются маркерами ИР у пациентов с синдромом поликистозных яичников в смешанной этнической популяции и оба коррелируют с метаболическими факторами, такими как соотношение ТГ/ХС ЛВП, которые отражает уровень сердечно-сосудистого риска [41].

Многие исследователи использовали LAP для прогнозирования риска ССЗ в различных группах населения, например, среди пациентов с СД 2 типа [42] или при наличии ИР [43], а также у амбулаторных [44] и стационарных больных [45]. На основании результатов перекрестного исследования, проведенного в Японии, обнаружена выраженная ассоциация LAP с артериальным и пульсовым давлением, которая позволяет предполагать, что LAP может лучше дискриминировать пациентов высокого риска [46].

Rotter I, et al. (2017) [47] изучали взаимосвязь между LAP и МС и его компонентами. Результаты

показали, что LAP достоверно положительно коррелировал с уровнем общего ХС в сыворотке крови, базальной гипергликемией, инсулином, но отрицательно коррелировал с уровнем ХС липопротеинов низкой плотности у пожилых мужчин.

Кроме того, LAP был независимым предиктором сердечно-сосудистых исходов у лиц с нормальным ИМТ, но не превосходил другие антропометрические показатели [48]. Недавний кросс-секционный анализ показал, что ИВО и LAP являются надежными предикторами кардиометаболического риска у субъектов с ожирением, независимо от наличия СД 2 типа [49].

Поскольку традиционные методы оценки количества висцерального жира недоступны для повседневного клинического применения, LAP может широко использоваться в эпидемиологических исследованиях и некоторых крупномасштабных клинических испытаниях.

Преимуществом индекса LAP по сравнению с другими антропометрическими показателями является то, что он позволяет идентифицировать фенотип ожирения. Так, с использованием индекса LAP можно проводить разделение людей с избыточным весом на “метаболически здоровых” и “метаболически нездоровых”. В то же время среди лиц, имеющих нормальный вес, индекс LAP дает возможность выявлять пациентов с метаболическим ожирением [50].

При метаболически здоровом ожирении чрезмерное накопление жировых отложений не приводит к неблагоприятным метаболическим эффектам, таким как ИР, нарушение толерантности к глюкозе, дислипидемия и гипертония. Точная диагностика фенотипа ожирения может способствовать правильному выбору комплекса терапевтических мероприятий, направленных на снижение массы тела. В то же время раннее выявление метаболически “нездоровых” людей с нормальной массой тела может значительно улучшить эффективность прогнозирования неблагоприятных кардиоваскулярных событий.

Индекс LAP является маркером, отражающим совокупность анатомических и биохимических изменений, связанных с избыточным накоплением

липидов в организме. Это делает его мощным инструментом для выявления предрасположенности к метаболическим нарушениям и ССЗ. Индекс LAP достаточно прост в использовании, не требует дорогостоящих лабораторных тестов и должен быть включен в лабораторный скрининг как ранний, точный и недорогой предиктор кардиометаболического риска.

Таким образом, представляется целесообразным, сохранив критерии оценки ожирения по ИМТ (ВОЗ, 1997), дополнить ее определением фенотипа ожирения и кардиометаболического риска [51]. Предлагаемая классификация позволит стратифицировать пациентов по риску осложнений ожирения, кардиометаболическому риску с использованием простых методов антропометрического и клинического обследования, оценить метаболический фенотип ожирения и эффективность проводимого лечения.

## Заключение

Несмотря на большое количество проведенных исследований, посвященных определению оптимального способа оценки ожирения, связанного с метаболическими нарушениями и ССЗ, остается много спорных вопросов. Учитывая это, пороговые значения антропометрических индексов для определения избыточного веса и ожирения, основанные преимущественно на данных популяций Европы и Америки, могут существенно отличаться у населения Российской Федерации. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения и апробации новых антропометрических индексов с определением собственных пороговых значений, характеризующих участие ожирения в патогенезе сердечно-сосудистой патологии, которые бы обладали хорошей предиктивной способностью и были бы достаточно просты и удобны в применении, что откроет новые возможности в стратификации кардиометаболического риска.

**Отношения и деятельность.** Статья выполнена в рамках темы прикладных научных исследований по государственному заданию АААА-А20-120041090007-8.

## Литература/References

1. Ndumele CE, Matsushita K, Lazo M, et al. Obesity and subtypes of incident cardiovascular disease. J Am Heart Assoc. 2016;5:334-9. doi:10.1161/JAHA.116.003921.
2. Kozupееva DA, Mustafina SV. Metabolically healthy obesity and atherosclerosis related diseases (scientific review). Atherosclerosis. 2016;12(2):42-7. (In Russ.) Козупеева Д. А., Мустафина С. В. Метаболически здоровое ожирение и атеросклероз-ассоциированные заболевания. Атеросклероз. 2016;12(2):42-7.
3. Rossi R, Iaccarino D, Nuzzo A, et al. Influence of body mass index on extent of coronary atherosclerosis and cardiac events in a cohort of patients at risk of coronary artery disease. Nutr Metab Cardiovasc Dis. 2011;21(2):86-93. doi:10.1016/j.numecd.2009.09.001.
4. Barbarash OL, Voevoda MI, Galstyan GR, et al. Pre-diabetes as an interdisciplinary problem: definition, risks, approaches to the diagnostics and prevention of type 2 diabetes and cardiovascular complications. Russian Journal of Cardiology. 2019;24(4):83-91. (In Russ.) Барбараш О. Л., Воевода М. И., Галстян Г. Р. и др. Предиабет как междисциплинарная проблема: определение, риски, подходы к диагностике и профилактике сахарного диа-

- бета 2 типа и сердечно-сосудистых осложнений. Российский кардиологический журнал. 2019;(4):83-91. doi:10.15829/1560-4071-2019-4-83-91.
5. Svarovskaya AV, Teplyakov AT. Insulin resistance in diabetes mellitus. Control of the risk of cardiovascular complications. Tomsk: Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Science. 2018. 196 p. (In Russ.) Сваровская А.В., Тепляков А.Т. Инсулинорезистентность при сахарном диабете. Контроль над риском кардиоваскулярных осложнений. Томск: НИИ кардиологии, Томский НИМЦ, 2018. 196 с. ISBN: 978-5-6040497-6-1.
6. Roriz C, Karla A, Passos S, et al. Anthropometric clinical indicators in the assessment of visceral obesity: an update. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2016;36(2):168-79. doi:10.12873/362carneirororiz.
7. Reckelhoff JF. Gender differences in the regulation of blood pressure. *Hypertension.* 2001;37(5):1199-208. doi:10.1161/01.HYP.37.5.1199.
8. Poirier P, Cornier MA, Mazzone T, et al. Bariatric surgery and cardiovascular risk factors: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123(15):1683-701. doi:10.1161/CIR.0b013e3182149099.
9. The Global BMI Mortality Collaboration. Body-mass index and all-cause mortality: individual participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet.* 2016;388(10046):776-86. doi:10.1016/S0140-6736(16)30175-1.
10. Hamer M, Stamatakis E. Overweight and obese cardiac patients have better prognosis despite reporting worse perceived health and more conventional risk factors. *Prev Med.* 2013;57(1):12-6. doi:10.1016/j.ypmed.2013.02.012.
11. Wormser D, Kaptoge S, Di AE, et al. Separate and combined associations of body-mass index and abdominal adiposity with cardiovascular disease: collaborative analysis of 58 prospective studies. *Lancet.* 2011;377(9771):1085-95. doi:10.1016/S0140-6736(11)60105-0.
12. Heymsfield SB, Peterson CM, Thomas DM, et al. Why are there race/ethnic differences in adult body mass index-adiposity relationships? A quantitative critical review. *Obes Rev.* 2016;17(3):262-75. doi:10.1111/obr.12358.
13. Nazare JA, Smith JD, Borel AL, et al. Ethnic influences on the relations between abdominal subcutaneous and visceral adiposity, liver fat, and cardiometabolic risk profile: The international study of prediction of intra-abdominal adiposity and its relationship with cardiometabolic risk/intra-abdominal adiposity. *Am J Clin Nutr.* 2012;96(4):714-26. doi:10.3945/ajcn.112.035758.
14. Halder S, Chia SC, Henry CJ. Body composition in Asians and Caucasians: comparative analyses and influences on cardiometabolic outcomes. *Adv Food Nutr Res.* 2015;75:97-154. doi:10.1016/bs.afnr.2015.07.001.
15. Belenkaya LV. Criteria of obesity for Asian population. Literature review. *Acta biomedica scientifica.* 2018;3(3):99-102. (In Russ.) Бельнская Л.В. Критерии ожирения в азиатской популяции. Обзор литературы. *Acta biomedica scientifica.* 2018;3(3):99-102. doi:10.29413/ABS.2018-3.3.15.
16. Tutunchi H, Ostadrahimi A, Hosseinzadeh-Attar M-J, et al. A systematic review of the association of neuregulin 4, a brown fat-enriched secreted factor, with obesity and related metabolic disturbances. *Obes Rev.* 2020;21:e12952. doi:10.1111/obr.12952.
17. Druzhilov MA, Druzhilova OYu, Kuznetsova TYu, et al. Obesity as cardiovascular risk factor: accent on quality and functional activity of adipose tissue. *Russ J Cardiol.* 2015;(4):111-117. (In Russ.) Дружилов М.А., Дружилова О.Ю., Кузнецова Т.Ю. и др. Ожирение как фактор сердечно-сосудистого риска: акцент на качество и функциональную активность жировой ткани. *Российский кардиологический журнал.* 2015;(4):111-117. doi:10.15829/1560-4071-2015-4-111-117.
18. Ahmad N, Adam SI, Nawi AM, et al. Abdominal obesity indicators: waist circumference or waist-to-hip ratio in Malaysian adults population. *Int J Prev Med.* 2016;7:82. doi:10.4103/2008-7802.183654.
19. Borel A-L, Coumes S, Reche F, et al. Waist, neck circumferences, waist-to-hip ratio: Which is the best cardiometabolic risk marker in women with severe obesity? The SOON cohort. *PLoS One.* 2018;13(11):e0206617. doi:10.1371/journal.pone.0206617.
20. Despres JP. Excess visceral adipose tissue/ectopic fat the missing link in the obesity paradox? *J Am Coll Cardiol.* 2011;57:1887-9. doi:10.1016/j.jacc.2010.10.063.
21. Tran NTT, Blizzard CL, Luong KN, et al. The importance of waist circumference and body mass index in cross-sectional relationships with risk of cardiovascular disease in Vietnam. *PLoS One.* 2018;13(5):e0198202. doi:10.1371/journal.pone.0198202.
22. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2012;13(3):275-86. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
23. Yoo EG. Waist-to-height ratio as a screening tool for obesity and cardiometabolic risk. *Korean J Pediatr.* 2016;59(11):425-31. doi:10.3345/kjp.2016.59.11.425.
24. Eloi JC, Epifanio M, de Gonçalves MM, et al. Quantification of abdominal fat in obese and healthy adolescents using 3 tesla magnetic resonance imaging and free software for image analysis. *PLoS One.* 2017;12(1):e0167625. doi:10.1371/journal.pone.0167625.
25. Wolfgram PM, Connor EL, Rehm JL, et al. In Nonobese Girls, Waist Circumference as a Predictor of Insulin Resistance Is Comparable to MRI Fat Measures and Superior to BMI. *Horm Res Paediatr.* 2015;84(4):258-65. doi:10.1159/000439130.
26. David CN, Mello RB, Bruscati NM, et al. Overweight and Abdominal Obesity Association with All-Cause and Cardiovascular Mortality in the Elderly Aged 80 and Over: A Cohort Study. *J Nutr Health Aging.* 2017;21(5):597-603. doi:10.1007/s12603-016-0812-0.
27. Nurdiantami Y, Watanabe K, Tanaka E, et al. Association of general and central obesity with hypertension. *Clin Nutr.* 2018;37(4):1259-63. doi:10.1016/j.clnu.2017.05.012.
28. Ashtary-Larky D, Daneghian S, Alipour M, et al. Waist circumference to height ratio: better correlation with fat mass than other anthropometric indices during dietary weight loss in different rates. *Int J Endocrinol Metab.* 2018;16(4):e55023. doi:10.5812/ijem.55023.
29. Savva SC, Lamnisos D, Kafatos A. Predicting cardiometabolic risk: waist-to-height ratio or BMI. A meta-analysis. *Diabetes Metab Syndr Obes.* 2013;6:403-19. doi:10.2147/DMSO.S34220.
30. Tutunchi H, Ebrahimi Mameghani M, Ostadrahimi A, et al. What are the optimal cut-off points of anthropometric indices for prediction of overweight and obesity? Predictive validity of waist circumference, waist-to-hip and waist-to-height ratios. *Health Promot Perspect.* 2020;10(2):142-7. doi:10.34172/hpp.2020.23.
31. Amato MC, Giordano C, Pitrone M, et al. Cut-off points of the visceral adiposity index (VAI) identifying a visceral adipose dysfunction associated with cardiometabolic risk in a Caucasian Sicilian population. *Lipids Health Dis.* 2011;10:183. doi:10.1186/1476-511X-10-183.

32. Pekgor S, Duran C, Berberoglu U, et al. The role of visceral adiposity index levels in predicting the presence of metabolic syndrome and insulin resistance in overweight and obese patients. *Metab Syndr Relat Disord*. 2019;17:296-302. doi:10.1089/met.2019.0005.
33. Amato MC, Pizzolanti G, Torregrossa V, et al. Visceral adiposity index (VAI) is predictive of an altered adipokine profile in patients with type 2 diabetes. *PLoS One*. 2014;9:e91969. doi:10.1371/journal.pone.0091969.
34. Liu PJ, Ma F, Lou HP, et al. Visceral adiposity index is associated with pre-diabetes and type 2 diabetes mellitus in Chinese adults aged 20-50. *Ann. Nutr. Metab*. 2016;68:235-43. doi:10.1159/000446121.
35. Jabłonowska-Lietz B, Wrzosek M, Włodarczyk M, et al. New indexes of body fat distribution, visceral adiposity index, body adiposity index, waist-to-height ratio, and metabolic disturbances in the obese. *Kardiol Pol*. 2017;75:1185-91. doi:10.5603/KP.a2017.0149.
36. Li R, Li Q, Cui M, et al. Visceral adiposity index, lipid accumulation product and intracranial atherosclerotic stenosis in middle-aged and elderly Chinese. *Sci Rep*. 2017;7:7951. doi:10.1038/s41598-017-07811-7.
37. Randrianarisoa E, Lehn-Stefan A, Hieronimus A, et al. Visceral adiposity index as an independent marker of subclinical atherosclerosis in individuals prone to diabetes mellitus. *J Atheroscler Thromb*. 2019;26(9):821-34. doi:10.5551/jat.47274.
38. Biswas E, Choudhury AK, Amin MR, et al. Visceral adiposity index score is the better predictor of clinical and coronary angiographic severity assessment than other adiposity indices in patients with acute coronary syndrome. *Mymensingh Med J*. 2019;28:382-8.
39. Mazidi M, Kengne A-Pascal, Katsiki N, et al. Lipid accumulation product and triglycerides/glucose index are useful predictors of insulin resistance. *J Diabetes Complicat*. 2018;32:266-70. doi:10.1016/j.jdiacomp.2017.10.007.
40. Oh JY, Sung YA, Lee H. The lipid accumulation product as a useful index for identifying abnormal glucose regulation in young Korean women. *Diabet Med*. 2013;30(4):436-42. doi:10.1111/dme.12052.
41. Abruzzese GA, Cerrone GE, Gamez JM, et al. Lipid accumulation product (LAP) and visceral adiposity index (VAI) as markers of insulin resistance and metabolic associated disturbances in young argentine women with polycystic ovary syndrome. *Horm Metab Res*. 2017;49(01):23-9. doi:10.1055/s-0042-113463.
42. Wakabayashi I, Daimon T. A strong association between lipid accumulation product and diabetes mellitus in Japanese women and men. *J Atheroscler Thromb*. 2014;21(3):282-8. doi:10.5551/jat.20628.
43. Mario FM, Graff SK, Spritzer PM. Adiposity Indexes as PhenotypeSpecific Markers of Preclinical Metabolic Alterations and Cardiovascular Risk in Polycystic Ovary Syndrome: A Cross-Sectional Study. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2017;125(5):307-15. doi:10.1055/s-0042-119524.
44. de Oliveira C, Roriz A, Ramos LB, et al. Indicators of Adiposity Predictors of Metabolic Syndrome in the Elderly. *Ann Nutr Metab*. 2017;70(1):9-15. doi:10.1159/000455333.
45. Vieira BA, Sauer P, Marcadenti A, et al. Association between LAP index (lipid accumulation product) and metabolic profile in hospitalized patients. *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2771-4. doi:10.3305/nh.2015.31.6.8957.
46. Wakabayashi I. Associations of blood lipid-related indices with blood pressure and pulse pressure in middle-aged men. *Metab Syndr Relat Disord*. 2015;13(1):22-8. doi:10.1089/met.2014.0093.
47. Rotter I, Ryl A, Szyllinska A, et al. Lipid Accumulation Product (LAP) as an Index of Metabolic and Hormonal Disorders in Aging Men. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*. 2017;125(3):176-82. doi:10.1055/s-0042-116071.
48. Er LK, Wu S, Chou HH, et al. Triglyceride glucose-body mass index is a simple and clinically useful surrogate marker for insulin resistance in nondiabetic individuals. *PLoS One*. 2016;11(3):e0149731. doi:10.1371/journal.pone.0149731.
49. Wanderley Rocha DR, Jorge AR, Bráulio VB, et al. Visceral adiposity measurements, metabolic and inflammatory profile in obese patients with and without type 2 diabetes mellitus: a cross-sectional analysis. *Curr Diabetes Rev*. 2017;13(1):11-8. doi:10.2174/1573399812666151015115924.
50. Lwow F, Jedrzejuk D, Milewicz AL, Szmigiero L. Lipid accumulation product (LAP) as a criterion for the identification of the healthy obesity phenotype in postmenopausal women. *Gerontol*. 2016;82:81-7. doi:10.1016/j.exger.2016.06.007.
51. Shlyakhto EV, Nedogoda SV, Konradi AO, et al. The concept of novel national clinical guidelines on obesity. *Russian Journal of Cardiology*. 2016;(4):7-13. (In Russ.) Шляхто Е. В., Недогода С. В., Конради А. О. и др. Концепция новых национальных клинических рекомендаций по ожирению. *Российский кардиологический журнал*. 2016;(4):7-13. doi:10.15829/1560-4071-2016-4-7-13.