

УДК 616.12-008.1

DOI 10.17802/2306-1278-2026-15-3-93-104

КАРДИОМЕТАБОЛИЧЕСКИЙ РИСК ПРИ ОЖИРЕНИИ И МЕТАБОЛИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ: СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ СТРАТИФИКАЦИИ

Ю.Ф. Асаева¹, Л.А. Алексанян¹, М.М. Кукуева², А.И. Пазова¹, С.А. Шарипова¹,
Р.Р. Шакерова², М.С. Ашакаева^{3,4}, О.А. Чернышкова⁵, Х.Н. Бибалаева⁶, Н.А. Гусейнов⁷

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, 8, Москва, Российская Федерация, 119048;

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Островитянова, 1, Москва, Российская Федерация, 117513; ³ Бюджетное учреждение высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», пр. Ленина, 1, Сургут, Российская Федерация, 628403; ⁴ Бюджетное учреждение Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутская городская клиническая поликлиника № 2», Комсомольский пр., 10/1, Сургут, Российская Федерация, 628403; ⁵ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, пл. Павших Борцов, 1, Волгоград, Российская Федерация, 400131; ⁶ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Мира, 310, Ставрополь, Российская Федерация, 355017; ⁷ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Российская Федерация, 117198

Основные положения

- Современные алгоритмы стратификации, опирающиеся на фенотипирование ожирения (учёт висцерального жира и состава тела) и новые биомаркеры, позволяют точнее прогнозировать кардиометаболический риск по сравнению с классическими шкалами, основанными только на индексе массы тела и окружности талии. НАЖБП и индексы инсулинорезистентности (включая TuG и комбинированные индексы) выступают важными независимыми компонентами риска и должны быть включены в клинические алгоритмы ранней стратификации.

Резюме

Ожирение и метаболический синдром являются ключевыми факторами развития сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2 типа. Современные исследования выявляют различные фенотипы ожирения, включая метаболически здоровое ожирение и ожирение при нормальной массе тела, что требует совершенствования подходов к стратификации кардиометаболического риска. Цель исследования – систематизация современных данных о кардиометаболическом риске при ожирении и метаболическом синдроме и анализ современных алгоритмов стратификации риска. Проведен систематический обзор литературы согласно рекомендациям PRISMA. Поиск осуществлялся в базах данных PubMed, Google Scholar, eLibrary за период с 2020 по 2024 г. После скрининга 1099 публикаций в окончательный анализ включено 10 исследований, соответствующих критериям отбора. Современные методы стратификации кардиометаболического риска, основанные на фенотипировании ожирения, оценке висцерального жира и новых биомаркерах, существенно превосходят традиционные подходы. Индексы инсулинорезистентности демонстрируют высокую прогностическую ценность для сердечно-сосудистой смертности. Установлена важная роль неалкогольной жировой болезни печени как компонента кардиометаболического риска. Современные методы стратификации кардиометаболического риска, учитывающие различные фенотипы ожирения и новые биомаркеры, обеспечивают более точное прогнозирование сердечно-сосудистых осложнений по сравнению с традиционными методиками. Перспективными направлениями являются внедрение персонализированных стратегий профилактики и более широкое использование новых шкал стратификации риска в клинической практике.

Для корреспонденции: Ниджат Айдын оглы Гусейнов, qi.mozg@mail.ru; адрес: ул. Миклухо-Маклая 6; Москва, Российская Федерация, 117198

Corresponding author: Nidjat A. Guseynov, qi.mozg@mail.ru; address: 6, Miklukho-Maklaya St., Moscow, Russian Federation, 117198

Ключевые слова Кардиометаболический риск • Метаболический синдром • Ожирение • Инсулинорезистентность • Систематический обзор

Поступила в редакцию: 10.12.2025; поступила после доработки: 05.02.2026; принята к печати: 03.03.2026

CARDIOMETABOLIC RISK IN OBESITY AND METABOLIC SYNDROME: CONTEMPORARY ALGORITHMS FOR STRATIFICATION

Yu.F. Asaeva¹, L.A. Aleksanyan¹, M.M. Kukueva², A.I. Pazova¹, S.A. Sharipova¹, R.R. Shakerova², M.S. Ashakaeva^{3,4}, O.A. Chernyshkova⁵, K.N. Bibalayeva⁶, N.A. Guseynov⁷

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), 8, Trubetskaya St., Moscow, Russian Federation, 119048; ² Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "N.I. Pirogov Russian National Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 1, Ostrovityanova St., Moscow, Russian Federation, 117513; ³ Surgut State University, 1, Lenin Ave., Surgut, Russian Federation, 628403; ⁴ Surgut City Clinical Polyclinic No. 2, 10/1, Komsomolsky Ave., Surgut, Russian Federation, 628403; ⁵ Volgograd State Medical University, 1, Ploshchad Pavshikh Bortsov, Volgograd, Russian Federation, 400131; ⁶ Stavropol State Medical University, 310, Mira St., Stavropol, Russian Federation, 355017; ⁷ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6, Miklukho-Maklaya St., Moscow, Russian Federation, 117198

Highlights

- Modern stratification algorithms, which are based on obesity phenotyping (considering visceral fat and body composition) and novel biomarkers, allow for a more accurate prediction of cardiometabolic risk compared to classical scales that rely solely on body mass index and waist circumference. NAFLD and insulin resistance indices (including TyG and combined indices) serve as important independent risk components and should be integrated into clinical algorithms for early risk stratification.

Abstract

Obesity and metabolic syndrome are key drivers of cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. Contemporary research identifies distinct obesity phenotypes, including metabolically healthy obesity and normal-weight obesity, necessitating refinement of approaches to cardiometabolic risk stratification. The aim of the article was to systematize current evidence on cardiometabolic risk in obesity and metabolic syndrome and to analyze contemporary risk stratification algorithms. A systematic literature review was conducted in accordance with PRISMA guidelines. The search was performed in PubMed, Google Scholar, and eLibrary databases covering the period from 2020 to 2024. Following screening of 1,099 publications, 10 studies meeting the eligibility criteria were included in the final analysis. Contemporary cardiometabolic risk stratification methods based on obesity phenotyping, visceral fat assessment, and novel biomarkers substantially outperform traditional approaches. Insulin resistance indices demonstrate high predictive value for cardiovascular mortality. The important role of non-alcoholic fatty liver disease as a component of cardiometabolic risk has been established. Contemporary cardiometabolic risk stratification methods that account for distinct obesity phenotypes and novel biomarkers provide more accurate prediction of cardiovascular complications compared to conventional approaches. Promising directions include the implementation of personalized prevention strategies and broader adoption of novel risk stratification tools in clinical practice.

Keywords

Cardiometabolic risk • Metabolic syndrome • Obesity • Insulin resistance • Systematic review

Received: 10.12.2025; received in revised form: 05.02.2026; accepted: 03.03.2026

Список сокращений

АГ	– артериальная гипертензия	ОТ	– окружность талии
ГТГ	– гипертриглицеридемия	РАС	– ренин-ангиотензиновая система
ИМТ	– индекс массы тела	СД	– сахарный диабет (2 типа)
МС	– метаболический синдром	ССЗ	– сердечно-сосудистые заболевания
НАЖБП	– неалкогольная жировая болезнь печени	ССО	– сердечно-сосудистые осложнения

Введение

Ожирение и метаболический синдром (МС) в настоящее время признаны одними из ключевых факторов, определяющих рост сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и сахарного диабета (СД) 2 типа во всём мире [1–3]. МС представляет собой совокупность взаимосвязанных метаболических нарушений – абдоминального ожирения, артериальной гипертензии (АГ), дислипидемии и инсулинорезистентности – которые в сочетании существенно повышают риск развития атеросклеротических заболеваний сердца, инсульта и СД [1, 4]. По современным оценкам, распространённость МС неуклонно увеличивается среди разных возрастных групп, что коррелирует с глобальной эпидемией ожирения [3, 5].

Кардиометаболический риск – это риск возникновения сердечно-сосудистых событий (инфаркта миокарда, инсульта и др.) и нарушений обмена (прежде всего СД) под влиянием совокупности факторов, включающих компоненты МС. Пациенты с ожирением и МС относятся к группам высокого кардиометаболического риска. Так, наличие МС ассоциировано с повышением риска развития СД 2 типа в несколько раз, а риск сердечно-сосудистых осложнений (ССО) у таких пациентов возрастает более чем в 2 раза [4, 6]. Кроме того, МС нередко сопровождается хроническим системным воспалением, эндотелиальной дисфункцией и жировой дистрофией печени (НАЖБП), что дополнительно способствует развитию ССЗ [4].

В последние годы активно ведутся исследования, направленные на выделение различных фенотипов ожирения и метаболического риска. Появились представления о так называемом «метаболически здоровом ожирении» – состоянии, при котором у части лиц с ожирением отсутствует типичное для него воспалительно-метаболическое отягощение и сердечно-сосудистый риск значительно ниже среднего [7–8]. С другой стороны, описано явление «ожирения при нормальном весе» – когда при нормальном индексе массы тела (ИМТ) у пациента имеется избыточная жировая масса, особенно висцеральная, что также увеличивает кардиометаболический риск [9, 10]. Учитывая такие фенотипические особенности, совершенствуются алгоритмы стратификации риска – от традиционных шкал, основанных на ИМТ, окружности талии (ОТ) и классических факторах риска, до новых подходов с использованием генетических маркеров, индексов висцерального ожирения и стратификационных шкал, интегрирующих наличие сопутствующих заболеваний.

В связи с этим возникает вопрос: какие современные методы стратификации кардиометаболического риска, учитывающие различные фенотипы ожирения и новые биомаркеры, способны

обеспечить более точное прогнозирование ССО у пациентов с ожирением и МС по сравнению с традиционными методиками, основанными на ИМТ и классических критериях МС? На сегодняшний день нет однозначного ответа на данный вопрос, и настоящий обзор призван попытаться ответить на данный вопрос.

Целью данного обзора является систематизация современных данных о кардиометаболическом риске при ожирении и МС и анализ современных алгоритмов стратификации риска.

Методология систематического обзора

Проведен систематический обзор литературы по проблеме кардиометаболического риска у пациентов с ожирением и МС с акцентом на методы стратификации риска. Обзор выполнен согласно рекомендациям PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) [11].

Стратегия поиска: Поиск источников информации осуществлялся в нескольких базах данных: PubMed, Google Scholar, eLibrary. В поисковую стратегию были включены следующие ключевые слова и их комбинации на английском и русском языках: “cardiometabolic risk”, “obesity”, “metabolic syndrome”, “risk stratification”, «кардиометаболический риск», «ожирение», «метаболический синдром», «стратификация риска». Поиск охватывал период с января 2020 по декабрь 2024 г.

Критерии включения: В анализ включались оригинальные когортные исследования (рандомизированные, наблюдательные, проспективные и ретроспективные исследования), опубликованные в 2020–2024 гг. на русском или английском языке и посвященные оценке кардиометаболического риска при ожирении или МС, а также методам его стратификации.

Критерии исключения: Не рассматривались обзорные статьи, метаанализы, статьи и аннотации в сборниках научных конференций, единичные клинические случаи, статьи, посвященные исключительно детскому или подростковому ожирению/МС, работы узконаправленного характера (например, касающиеся лишь молекулярных механизмов без клинической информации), а также публикации, не прошедшие рецензирование.

Отбор и анализ данных: На этапе скрининга по заголовкам и аннотациям было отобрано 1 099 публикаций, потенциально соответствующих теме обзора. После исключения дубликатов и работ, не удовлетворяющих критериям, для полнотекстового анализа было получено 110 источников. В окончательный анализ включено 10 исследований, наиболее полно отвечающих критериям отбора и целям обзора (*рисунок*).

Для каждого включённого исследования извлекалась следующая информация: авторы, год, стра-

на; дизайн исследования и объём выборки; оцениваемые компоненты кардиометаболического риска; ключевые результаты. Учитывая гетерогенность включённых исследований по дизайну, оцениваемым исходам и популяциям, проведение количественного метаанализа было признано нецелесообразным и результаты синтезированы методом нарративного обзора.

Результаты и обсуждение

1. Характеристика включённых исследований. Всего в окончательный анализ вошли 10 исследований, опубликованных в период с 2020 по 2024 г. Географически работы охватывали Россию (7 исследований [12–18]), Великобританию (1 исследование [19]), Испанию (1 [20]) и Китай (1 [21]). Суммарный объём выборок составил 63 473 человек, при этом более половины участников приходилось на одно популяционное исследование ($n = 40\,032$) [19]. Диапазон выборки варьировался от 102 [18] до 40 032 [19] участников. По дизайну среди включённых работ преобладали кросс-секционные исследования ($n = 4$) [15–18]. Помимо этого, в анализ вошли два проспективных когортных исследования [13, 21], одно ретроспективное когортное исследование [12], одно исследование «случай – контроль» [14] и два крупных популяционных исследования [19, 20].

Тематически работы распределялись следую-

щим образом. Четыре исследования были посвящены оценке кардиометаболического профиля при различных фенотипах ожирения и МС с применением клинических и антропометрических параметров [15–17, 20]; три работы анализировали роль отдельных биомаркеров в стратификации кардиометаболического риска: лептина, витамина D и триглицеридно-глюкозного индекса (TyG) [14, 18, 21]; два исследования изучали генетические детерминанты кардиометаболических нарушений, в частности полиморфизмы генов ренин-ангиотензиновой системы (РАС) и ассоциации с гипертриглицеридемией (ГТГ) [13, 17]; одно исследование было посвящено взаимосвязи вариантов течения метаболически ассоциированной (неалкогольной) жировой болезни печени (НАЖБП) с кардиометаболическими факторами риска [12]. Распределение жировой ткани и его независимый вклад в кардиометаболический риск с применением МР-оценки жировых депо тела рассматривалось в работе Agrawal и соавт. [19]. Краткие характеристики включённых исследований приведены в *таблице*.

2. Оценка кардиометаболического риска при различных фенотипах ожирения и метаболическом синдроме. Одним из ключевых направлений современных исследований является разработка систем фенотипирования ожирения, позволяющих более точно стратифицировать кардиометаболический риск по сравнению с традиционными антропометрическими показателями [22–24]. В исследовании Gómez-Ambrosi и соавт. [20] предложена новая классификационная матрица, объединяющая процентное содержание жировой ткани и ОТ. Применение данной системы позволило выявить на 24% больше пациентов с очень высоким кардиометаболическим риском по сравнению с матрицей на основе ИМТ и ОТ ($p < 0,001$), что подчёркивает ограниченность ИМТ как единственного маркера оценки рисков. Это согласуется с данными популяционного исследования Agrawal и соавт. [19], где с помощью МР-анализа жировых депо было показано, что объём висцерального жира, скорректированный по ИМТ, ассоциирован с повышенным риском развития СД 2 типа и ИБС, тогда как объём подкожной жировой клетчатки в ягодично-бедренный области демонстрировал протективный эффект. Систематический обзор Bennett и соавт. [25] подтверждает, что единого порогового значения объёма висцерального жира для повышенного кардиометаболического риска не существует – он варьирует в зависимости от пола, возраста, ИМТ и этнической принадлежности, что диктует необходимость индивидуализированных подходов к оценке рисков.

Роль метаболического фенотипирования наглядно продемонстрирована в кросс-секционном исследовании Чулкова и соавт. [17], где среди лиц моло-



дого возраста с метаболически нездоровым ожирением выявлены наиболее выраженные нарушения углеводного и липидного обмена, высокие уровни лептина и низкие – адипонектина, в сочетании с повышенной частотой аллеля T гена ангиотензиногена AGTM235T. Метаанализ, проведенный в рамках систематического обзора по переходу от метаболически здорового к нездоровому фенотипу ожирения, подтверждает, что метаболически здоровое ожирение не является доброкачественным состоянием и ассоциировано с повышенным риском ССЗ, а также прогрессирует в метаболически нездоровый фенотип [26]. Применение системы стадирования CMDS (стадирование кардиометаболических заболеваний), показанное в исследовании на когорте из 185 молодых лиц, показало последовательное нарастание частоты абдоминального ожирения, инсулинорезистентности, лептинемии, гиперурикемии и системного воспаления от стадии CMDS 0 к CMDS 3 ($p < 0,05$), что обосновывает использование данной классификации на этапе первичной профилактики [16]. Важным подтверждением практической применимости современных подходов к стратификации риска стало исследование Сергиенко и соавт. [15] с использованием калькулятора Aterostop. Принципиально важным результатом исследования стало выявление прогрессивного нарастания доли лиц с ожирением по мере увеличения категории сердечно-сосудистого риска, как среди мужчин, так и среди женщин. В группе низ-

кого риска доля лиц с ожирением составляла 11,2% у мужчин и 7,7% у женщин, тогда как в группе экстремального риска достигала 41,7% и 50% соответственно [15]. Данная новая методика оценки риска подтвердила высокую клиническую значимость учёта ИМТ в комплексной стратификации кардиометаболического риска и может рассматриваться как клинически значимый и удобный инструмент персонализированной профилактики.

В совокупности рассмотренные данные свидетельствуют о необходимости комплексной оценки кардиометаболического риска с учётом не только ИМТ, но и распределения жировой ткани, метаболического фенотипа и биомаркеров адипокиновой системы.

3. Роль отдельных биомаркеров в стратификации кардиометаболического риска. Наряду с традиционными параметрами МС, ряд биохимических маркеров приобретает самостоятельное стратификационное значение при ожирении и МС [27, 28]. Так, в исследовании «случай – контроль» Мустафиной и соавт. [14] у лиц молодого возраста с ИМТ ≥ 25 кг/м² концентрация лептина в сыворотке крови превышала показатели группы контроля в 4 раза, а пороговые значения для диагностики МС составили 6,5 нг/мл у мужчин и 25,8 нг/мл у женщин. Параллельно этому результаты другого исследования зафиксировали нарастание лептинемии по мере прогрессирования CMDS – от 45,9%

Характеристики выбранных исследований, включенных в обзор
Characteristics of selected studies included in the review

Авторы, год публикации, страна / Authors, year of publication, country	Дизайн исследования, выборка / Study design, sample	Оцениваемые параметры / Estimated parameters	Основные результаты / Main results
Ищенко и соавт., 2024, Россия / Ishchenko et al., 2024, Russia [12]	Ретроспективное когортное исследование, 146 пациентов с МАЖБП / Retrospective cohort study, 146 patients with MAFLD	Взаимосвязь вариантов течения МАЖБП с КМФР / Association between MAFLD clinical variants and CMRFs	Агрессивные формы (стеатогепатит, выраженный стеатоз) ассоциированы с АГ, ИР, дислипидемией. Наличие у пациента трех и более факторов увеличивает риск стеатогепатита и выраженного стеатоза. Сочетание АГ с гиперурикемией достоверно увеличивает риск развития стеатогепатита ($p < 0,05$). Гиперурикемию следует рассматривать как дополнительный КМФР / Aggressive forms (steatohepatitis, severe steatosis) were associated with hypertension, insulin resistance, and dyslipidemia. The presence of three or more risk factors increases the risk of steatohepatitis and severe steatosis. The combination of hypertension with hyperuricemia significantly increases the risk of steatohepatitis ($p < 0.05$). Hyperuricemia should be considered an additional CMRF
Корнеева и соавт., 2021, Россия / Korneeva et al., 2021, Russia [13]	Проспективное когортное исследование, 883 пациента (749 с МС, 134 без МС) / Prospective cohort study, 883 patients (749 with MS, 134 without MS)	Влияние генетических ассоциаций на развитие ГТГ как фактора развития кардиометаболических рисков / Impact of genetic associations on the development of hypertriglyceridemia as a cardiometabolic risk factor	Распространенность ГТГ среди всех обследованных составила 66,6%, среди пациентов с МС – 78,1%. Чаще ГТГ ассоциировалась с гетерозиготными вариантами TG однонуклеотидного полиморфизма rs1378942 гена CSK (50,7%) (ОШ = 1,676 95% ДИ 1,268–2,214, $p = 0,142$), гетерозиготного варианта rs1799752 гена ACE (52,2%) (ОШ = 0,54 95% ДИ 0,571–0,997, $p = 0,142$). Определение генетических предикторов ГТГ позволит своевременно выявлять лиц с повышенным кардиометаболическим риском / The prevalence of hypertriglyceridemia was 66.6% among all subjects and 78.1% among patients with MS. Hypertriglyceridemia was most frequently associated with heterozygous TG variants of SNP rs1378942 of the CSK gene (50.7%) (OR = 1.676, 95% CI 1.268–2.214, $p = 0.142$) and the heterozygous variant rs1799752 of the ACE gene (52.2%) (OR = 0.54, 95% CI 0.571–0.997, $p = 0.142$). Identification of genetic predictors of hypertriglyceridemia will enable timely detection of individuals at elevated cardiometabolic risk
Мустафина и соавт., 2021, Россия / Mustafina et al., 2021, Russia [14]	Исследование «случай – контроль», 393 участника (196 с ожирением, 197 без) / Case-control study, 393 participants (196 with obesity, 197 without)	Взаимосвязь уровня лептина с КМФР у лиц молодого возраста с избыточной массой тела / Association between leptin levels and CMRFs in young adults with overweight	Концентрация лептина в группе лиц с ожирением была в 4 раза больше, чем в группе контроля. Уровень лептина в сыворотке крови ассоциирован с КМФР и МС; концентрация лептина более 6,5 нг/мл у мужчин и 25,8 нг/мл у женщин характерна для лиц с МС / Leptin concentration in the obesity group was 4 times higher than in the control group. Serum leptin level is associated with CMRFs and MS; leptin concentrations above 6.5 ng/mL in men and 25.8 ng/mL in women are characteristic of individuals with MS

Сергиенко и соавт., 2021, Россия / Sergienko et al., 2021, Russia [15]	Кросс-секционное исследование, 456 практически здоровых лиц и пациентов с ССЗ / Cross-sectional study, 456 apparently healthy individuals and patients with CVD	Оценка КМФР, ассоциированного с избыточным весом и ожирением, на основе использования калькулятора Aterostop / Assessment of CMRFs associated with overweight and obesity using the Aterostop calculator	Ожирение отмечалось у 27,4%. Использование калькулятора Aterostop позволило выявить увеличение ИМТ при ИБС, АГ и СД, а также тенденцию к более высокому показателю ИМТ у курящих ($p < 0,05$) / Obesity was observed in 27.4%. Use of the Aterostop calculator revealed increased BMI in CAD, hypertension, and diabetes mellitus, as well as a trend toward higher BMI in smokers ($p < 0,05$)
Синеглазова и соавт., 2024, Россия / Sineglazova et al., 2024, Russia [16]	Кросс-секционное исследование, 185 человек молодого возраста, стратифицированных по стадиям CMDS / Cross-sectional study, 185 young adults stratified by CMDS	Оценка расширенного кардиометаболического профиля с учетом стадирования по CMDS / Assessment of extended cardiometabolic profile according to CMDS staging	От CMDS 0 к CMDS 3 возрастала частота АО (от 0% до 100%, $p < 0,001$), ИМТ ≥ 25 кг/м ² (от 16,2% до 100%, $p < 0,001$), повышенного уровня висцерального жира (от 0% до 23,8%, $p < 0,001$), гиперхолестеринемии (от 24,3% до 52,4%, $p = 0,025$), ИР (от 2,7% до 66,7%, $p < 0,001$), лептинемии (от 45,9% до 90,5%, $p = 0,009$), повышения СРБ (от 2,7% до 57,1%, $p < 0,001$), гиперурикемии (от 16,2% до 61,9%, $p < 0,001$) / From CMDS 0 to CMDS 3, the frequency of abdominal obesity increased (from 0% to 100%, $p < 0,001$), BMI ≥ 25 kg/m ² (from 16.2% to 100%, $p < 0.001$), elevated visceral fat (from 0% to 23.8%, $p < 0.001$), hypercholesterolemia (from 24.3% to 52.4%, $p = 0.025$), insulin resistance (from 2.7% to 66.7%, $p < 0.001$), hyperleptinemia (from 45.9% to 90.5%, $p = 0.009$), elevated CRP (from 2.7% to 57.1%, $p < 0.001$), and hyperuricemia (from 16.2% to 61.9%, $p < 0.001$)
Чулков и соавт., 2022, Россия / Chulkov et al., 2022, Russia [17]	Кросс-секционное исследование; 251 человек, стратифицированных по метаболическим фенотипам / Cross-sectional study, 251 individuals stratified by metabolic phenotypes	Оценка КМФР и полиморфизмов генов RAS при различных метаболических фенотипах / Assessment of CMRFs and RAS gene polymorphisms across different metabolic phenotypes	Более высокая частота аллеля Т гена ангиотензиногена AGTM235T обнаружена у лиц с ожирением по сравнению с лицами без ожирения ($p < 0,05$) / A higher frequency of the T allele of the angiotensinogen gene AGTM235T was found in individuals with obesity compared to those without obesity ($p < 0,05$)
Яковлева и соавт., 2022, Россия / Yakovleva et al., 2022, Russia [18]	Кросс-секционное исследование, 102 мужчины (70 с НАЖБП, 32 без) / Cross-sectional study, 102 men (70 with NAFLD, 32 without)	Взаимосвязь КМФР и уровня витамина Д у мужчин на фоне НАЖБП / Association between CMRFs and vitamin D levels in men with NAFLD	В группе НАЖБП преобладают такие КМФР, как АО, НАСГ и АГ. В группе НАЖБП отмечено достоверное повышение лабораторных маркеров кардиометаболического риска на фоне недостаточной обеспеченности витамином Д. Данные нарушения усугубляются по мере прогрессирования стеатоза. Выявленные взаимосвязи указывают на высокий ССР у мужчин с НАЖБП / CMRFs such as abdominal obesity, NASH, and hypertension predominated in the NAFLD group. A significant increase in laboratory markers of cardiometabolic risk was observed in the NAFLD group in the context of vitamin D insufficiency. These abnormalities worsened with steatosis progression. The identified associations indicate high cardiovascular risk in young men with NAFLD
Agrawal и соавт., 2023, Великобритания / Agrawal et al., 2023, United Kingdom [19]	Популяционное исследование (UK Biobank), 40032 участника / Population-based study (UK Biobank), 40,032 participants	Взаимосвязь между ИМТ и МРТ-оценкой жировых депо (висцеральный, абдоминальный, ягодично-бедренный) и их корреляция с КМФР / Association between BMI and MRI-assessed fat depots (visceral, abdominal subcutaneous, gluteofemoral) and their correlation with CMRFs	Объем висцерального жира (с учетом ИМТ) был ассоциирован с повышенным риском развития СД 2 типа и ИБС, объем абдоминального жира (с учетом ИМТ) в целом не проявлял значимых ассоциаций, тогда как объем ягодично-бедренного жира (с учетом ИМТ) был ассоциирован со сниженным риском / BMI-adjusted visceral fat volume was associated with increased risk of type 2 diabetes and CAD; BMI-adjusted abdominal subcutaneous fat volume showed largely neutral associations, whereas BMI-adjusted gluteofemoral fat volume was associated with reduced risk
Gomez-Ambrosi и соавт., 2024, Испания / Gomez-Ambrosi et al., 2024, Spain [20]	Поперечное исследование, 12754 участника / Cross-sectional study, 12,754 participants	Оценка клинической применимости новой системы фенотипирования ожирения, основанной на сочетании фактического ПЖТ и ОТ, в контексте оценки КМФР / Assessment of clinical applicability of a novel obesity phenotyping system based on the combination of actual body fat percentage (BFP) and waist circumference (WC) in the context of CMRF assessment	Пять групп риска, сформированных на основе матричной комбинации ПЖТ и ОТ, продемонстрировали устойчивое линейное распределение по уровню КМФР, оцененного с помощью шкалы тяжести МС: между группами наблюдалось последовательное увеличение риска ($p < 0,001$). Применение новой классификационной системы позволило дополнительно выявить на 24% больше пациентов с очень высоким риском ($p < 0,001$) по сравнению с эквивалентной матрицей, использующей ИМТ и ОТ вместо ПЖТ и ОТ / Five risk groups formed on the basis of the BFP×WC matrix demonstrated a consistent linear distribution of CMRF levels assessed by the metabolic syndrome severity score, with a sequential increase in risk between groups ($p < 0,001$). The novel classification system identified 24% more patients with very high risk ($p < 0,001$) compared to an equivalent matrix using BMI and WC instead of BFP and WC
Liu и соавт., 2024, Китай / Liu et al., 2024, China [21]	Проспективное когортное исследование, 8271 пациент с МС / Prospective cohort study, 8,271 patients with MS	Взаимосвязь TyG-WHtR и METS-IR со смертностью от всех причин и сердечно-сосудистой смертностью в когорте пациентов с МС / Association of TyG-WHtR and METS-IR with all-cause and cardiovascular mortality in a MS cohort	Индекс TyG-WHtR продемонстрировал наибольшую площадь под кривой (AUC) при прогнозировании 3-летней смертности в группе лиц молодого и среднего возраста: 0,653 для смертности от всех причин и 0,688 для сердечно-сосудистой смертности / The TyG-WHtR index demonstrated the highest area under the curve (AUC) for predicting 3-year mortality in young and middle-aged individuals: 0.653 for all-cause mortality and 0.688 for cardiovascular mortality

Примечание: АГ – артериальная гипертензия; АО – абдоминальное ожирение; ГТГ – гипертриглицеридемия; ДИ – доверительный интервал; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ИМТ – индекс массы тела; ИР – инсулинорезистентность; КМФР – кардиометаболический фактор риска; МАЖБП – метаболически ассоциированная жировая болезнь печени; МРТ – магнитно-резонансная томография; МС – метаболический синдром; НАЖБП – неалкогольная жировая болезнь печени; НАСГ – неалкогольный стеатогепатит; ОТ – окружность талии; ОШ – отношение шансов; ПЖТ – процентное содержание жировой ткани; РАС – ренин-ангиотензиновая система; СД – сахарный диабет; СРБ – С-реактивный белок; ССЗ – сердечно-сосудистое заболевание; CMDS – Cardiometabolic Disease Staging; METS-IR – метаболический индекс инсулинорезистентности; TyG – триглицеридно-глюкозный индекс; WHtR – отношение окружности талии к росту.

Note: BFP – body fat percentage; BMI – body mass index; CAD – coronary artery disease; CI – confidence interval; CMDS – Cardiometabolic Disease Staging; CMRF – cardiometabolic risk factor; CRP – C-reactive protein; CVD – cardiovascular disease; MAFLD – metabolic dysfunction-associated fatty liver disease; METS-IR – metabolic score for insulin resistance; MRI – magnetic resonance imaging; MS – metabolic syndrome; NAFLD – non-alcoholic fatty liver disease; NASH – non-alcoholic steatohepatitis; OR – odds ratio; RAS – renin-angiotensin system; SNP – single nucleotide polymorphism; TyG – triglyceride-glucose index; WC – waist circumference; WHtR – waist-to-height ratio.

на стадии 0 до 90,5% на стадии 3 ($p = 0,009$) [16]. Полученные данные согласуются с результатами исследования пациентов с ожирением и СД 2 типа, в котором продемонстрировано достоверное повышение уровня лептина при метаболических нарушениях ($p = 0,02$) [29]. Другое исследование, посвящённое роли лептина при остром коронарном синдроме, подтвердил его значимость как потенциального биомаркера для стратификации риска, особенно у пациентов с сопутствующим СД 2 типа [30]. Таким образом, лептин может рассматриваться как дополнительный маркер адипозопатии, отражающий не столько степень ожирения, сколько его метаболическую «агрессивность».

Яковлева и соавт. [18] показали, что у молодых мужчин с НАЖБП недостаточная обеспеченность витамином D сопровождается достоверным повышением лабораторных маркеров кардиометаболического риска, нарастающим по мере прогрессирования стеатоза. Эти данные подкрепляются крупным метаанализом Parker и соавт. [31], где высокий уровень 25(OH)D ассоциировался со снижением вероятности кардиометаболических нарушений на 43% (ОШ = 0,57; 95% ДИ 0,48–0,68). Вместе с тем другой метаанализ, включивший 14 рандомизированных контролируемых исследований, показал, что польза от витамина D наиболее выражена у лиц с исходным уровнем 25(OH)D < 15 нг/мл и у пациентов без ожирения, что указывает на необходимость индивидуализированного подхода [32]. Недостаточность витамина D при НАЖБП, по всей видимости, не является лишь эпифеноменом метаболических нарушений, а патогенетически участвует в прогрессировании инсулинорезистентности и усугублении стеатоза.

Liu и соавт. [21] в когорте из 8 271 пациента с МС установили, что «триглицеридно-глюкозный индекс – отношение ОТ к росту» (TyG-WHtR) демонстрирует наибольшую площадь под кривой (AUC) при прогнозировании 3-летней смертности у лиц моложе 65 лет. Так AUC для общей и сердечно-сосудистой смертности составил 0,653 и 0,688 соответственно, при этом в группе пожилых предиктивная ценность индексов отсутствовала [21]. Схожие результаты получены в другом исследовании, где TyG-WHtR был ассоциирован с ССЗ атеросклеротического генеза (ОР = 1,52; 95% ДИ 1,48–1,57 [33]. Интеграция антропометрического компонента (отношения ОТ/рост) в расчётный индекс существенно повышает его дискриминирующую способность, что делает TyG-WHtR перспективным инструментом скрининга в клинической практике [34, 35].

Таким образом, указанные биохимические маркеры обладают самостоятельной стратификационной ценностью и дополняют стандартные компоненты МС. Их включение в расширенный кардио-

метаболический профиль, особенно у лиц молодого и среднего возраста, позволяет повысить точность оценки риска и персонализировать профилактические вмешательства.

4. Генетические детерминанты кардиометаболического риска. Генетическая архитектура кардиометаболических нарушений при ожирении и МС остаётся предметом активного изучения [36, 37]. PАС занимает центральное место в данном контексте, поскольку её компоненты экспрессируются не только в почках и сердечно-сосудистой системе, но и в жировой ткани, что создаёт прямую биологическую связь с адипогенезом и метаболическими нарушениями [38–40].

В работе Чулкова и соавт. [17] был проведён комплексный анализ полиморфизмов генов PАС у лиц молодого возраста, разделённых на четыре метаболических фенотипа. У пациентов с метаболически нездоровым ожирением выявлена значимо более высокая частота мутантного аллеля T гена ангиотензиногена AGTM235T ($p < 0,05$) в сочетании с более высокой частотой AG, выраженными нарушениями углеводного и липидного обмена, повышенными уровнями лептина и сниженными концентрациями адипонектина. Эти данные согласуются с результатами исследования Takakura и соавт. [41] в котором носительство TT-генотипа AGT M235T достоверно ассоциировалось с висцеральным ожирением и инсулинорезистентностью. Связь аллеля T с повышенным кардиоваскулярным риском подтверждена и в работе на португальской когорте, где носительство AGT235 TT увеличивало риск ИБС в сочетании с AG и дислипидемией [42]. Примечательно, что при метаанализе ряда авторов аллель T статистически значимо ассоциирован с риском AG, однако результаты отдельных популяционных исследований демонстрируют гетерогенность, по всей видимости, обусловленную этническими особенностями распределения генотипов [43–45].

В исследовании Корнеевой и соавт. [13] была установлена высокая распространённость ГТГ – 66,6% среди всех обследованных и 78,1% среди пациентов с МС. ГТГ наиболее часто ассоциировалась с гетерозиготными вариантами полиморфизма rs1378942 гена CSK (ОШ = 1,676; 95% ДИ 1,268–2,214) и rs1799752 гена ACE. Сочетание абдоминального ожирения с ГТГ характеризовалось межгенным взаимодействием гетерозиготных генотипов I/D гена ACE, ITGA2B и гомозиготных СС генов TCF7L2 и MTHFR. Указанные данные соответствуют концепции о полигенном происхождении ГТГ при МС, при этом полиморфизм I/D гена ACE традиционно рассматривается как один из модуляторов кардиометаболического риска [46, 47]. Сравнительный анализ с исследованием полиморфизмов PАС при МС у 56 женщин с AG показал,

что сочетанное носительство TT235 и MM174 увеличивало риск развития МС в 8,15 раза ($p = 0,04$), что свидетельствует об аддитивном эффекте множественных полиморфизмов PАС [48].

Совокупность представленных данных указывает на то, что генетические варианты PАС, оказывают модифицирующее влияние на развитие ожирения, дислипидемии и АГ, тогда как их прогностическая значимость существенно возрастает в сочетании с классическими метаболическими факторами риска.

5. НАЖБП как компонент кардиометаболического риска. Согласно современным данным, НАЖБП представляет собой важнейший компонент кардиометаболического фенотипа коморбидности. Полякова и соавт. [49] подчеркивают, что НАЖБП и ССЗ объединяют общие патофизиологические механизмы, включающие висцеральное ожирение, инсулинорезистентность, атерогенную дислипидемию и системное воспаление. Особое внимание авторы уделяют роли эпикардальной жировой ткани, которая при НАЖБП изменяет свои биологические характеристики, усиливая синтез провоспалительных адипокинов и способствуя развитию кардиальной патологии [49]. Это обосновывает необходимость рассматривать НАЖБП не только как заболевание печени, но как системное метаболическое расстройство, требующее комплексного кардиометаболического подхода к лечению. Еще одно отечественное исследование Ищенко и соавт. [12] на когорте 146 пациентов с НАЖБП выявило важные закономерности стратификации кардиометаболического риска. АГ была достоверно ассоциирована с метаболически ассоциированным стеатогепатитом (ОШ = 2,02; 95% ДИ 0,95–4,28). Также гиперурикемия была предложена авторами как дополнительный кардиометаболический фактор риска и критерий МС [12]. Эти данные согласуются с другим исследованием, где показана ассоциация между концентрацией мочевой кислоты и выраженностью стеатоза печени (ОР = 1,94; 95% ДИ 1,64–2,30) [50]. В исследовании Яковлевой и соавт. [18] у молодых мужчин с НАЖБП была выявлена значимая ассоциация между низким уровнем витамина D и кардиометаболическими факторами риска. У пациентов с НАЖБП отмечался дефицит витамина D ($17,5 \pm 0,9$ нг/мл против $26,5 \pm 1,1$ нг/мл в контрольной группе, $p = 0,001$), который сочетался с повышением лабораторных маркеров кардиометаболического риска и усугублялся по мере прогрессирования стеатоза [18].

Полученные данные свидетельствуют о том, что ключевыми детерминантами кардиометаболического риска при НАЖБП выступают АГ, гиперурикемия и дефицит витамина D, нарастающие по мере прогрессирования стеатоза и обуславливаю-

щие необходимость комплексного подхода к ведению таких пациентов.

Таким образом, современные алгоритмы стратификации кардиометаболического риска при ожирении и МС основаны на сочетании классических факторов риска и новых критериев, отражающих индивидуальные особенности пациента: фенотип ожирения, наличие МС или диабета, показатели инсулинорезистентности, генетические и биохимические маркеры. Их совместное использование позволяет более точно прогнозировать вероятность осложнений и формировать группы пациентов, которые особенно нуждаются в активной профилактике.

Ограничения обзора

Настоящий систематический обзор имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации полученных данных. Во-первых, в анализ включено лишь 10 исследований, отобранных из 1 099 публикаций, что обусловлено строгими критериями включения и ограниченными временными рамками поиска, вследствие чего за пределами обзора могли остаться ряд значимых работ более ранних периодов. Во-вторых, выраженная гетерогенность включённых исследований по дизайну, объёму выборок, исследуемым популяциям и оцениваемым исходам не позволила провести количественный метаанализ и ограничила возможности для прямого сравнения результатов. В-третьих, преобладание российских исследований снижает географическую и этническую репрезентативность обзора и ограничивает экстраполяцию выводов на другие популяции. Наконец, часть включённых работ характеризуется относительно небольшими выборками и одномоментным дизайном, что не позволяет устанавливать причинно-следственные связи и требует подтверждения полученных результатов в проспективных исследованиях с более длительным периодом наблюдения.

Заключение

Таким образом, отвечая на поставленный в начале обзора вопрос, можно заключить, что современные методы стратификации кардиометаболического риска, основанные на различных фенотипах ожирения и новых биомаркерах, существенно превосходят традиционные подходы по точности прогнозирования ССО. Например, фенотипирование по составу тела более точно выявляет лиц высокого риска по сравнению с традиционными методами, основанными лишь на оценке ИМТ. Применение индексов инсулинорезистентности демонстрирует значительное улучшение точности прогнозирования сердечно-сосудистой смертности, а методы визуализации висцерального жира предоставляют уникальную депо-специфичную стратификацию.

Интегративные калькуляторы риска показывают высокую практическую эффективность, существенно повышая точность выявления пациентов с высоким кардиометаболическим риском. Тем не менее, традиционные методы стратификации, основанные на измерении ИМТ и ОТ, продолжают играть важную роль, однако в последние годы акцент смещается на более детальные подходы. Перспективными направлениями являются внедрение персонализированных стратегий профилактики, направленных на конкретные фенотипы риска, и более широкое использование новых шкал стратификации кардиометаболического риска в клинической практике.

Конфликт интересов

Ю.Ф. Асаева заявляет об отсутствии конфликта

интересов. Л.А. Алексанян заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.М. Кукуева заявляет об отсутствии конфликта интересов. А.И. Пазова заявляет об отсутствии конфликта интересов. С.А. Шарипова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Р.Р. Шакурова заявляет об отсутствии конфликта интересов. М.С. Ашакаева заявляет об отсутствии конфликта интересов. О. А. Чернышкова заявляет об отсутствии конфликта интересов. Х. Н. Бибалаева заявляет об отсутствии конфликта интересов. Н.А. Гусейнов заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Авторы заявляют об отсутствии финансирования исследования.

Информация об авторах

Асаева Юваль Феликсовна, студент 5 курса лечебного факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0007-5804-5569

Алексанян Лианна Араиковна, студент 5 курса лечебного факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0004-3466-6959

Кукуева Мадина Мусаевна, студент 5 курса педиатрического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0000-4087-2784

Пазова Амина Ибрагимовна, студент 6 курса лечебного факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0003-0108-877X

Шарипова Сабрина Акмалжоновна, студент 6 курса лечебного факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0006-3619-1904

Шакурова Регина Равилевна, студент 6 курса Института материнства детства федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0004-1965-3287

Author Information Form

Asayeva Yuval F., 5th-year student, Faculty of Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0007-5804-5569

Aleksanyan Lianna A., 5th-year student, Faculty of Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0004-3466-6959

Kukuyeva Madina M., 5th-year student, Pediatric Faculty, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “N.I. Pirogov Russian National Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0000-4087-2784

Pazova Amina I., 6th-year student, Faculty of Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0003-0108-877X

Sharipova Sabrina A., 6th-year student, Faculty of Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0006-3619-1904

Shakerova Regina R., 6th-year student, Institute of Motherhood and Childhood, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “N.I. Pirogov Russian National Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0009-0004-1965-3287

Ашакаева Мария Султанмуратовна, аспирант кафедры внутренних болезней бюджетного учреждения высшего образования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутский государственный университет», Сургут, Российская Федерация; врач-терапевт, бюджетного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «Сургутская городская клиническая поликлиника № 2», Сургут, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0000-7987-0452

Чернышкова Ольга Андреевна, студент 6 курса лечебного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0008-2338-0591

Бибалаева Хадижат Набибуллаевна, студент 6 курса лечебного факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ставрополь, Российская Федерация; **ORCID** 0009-0009-7710-4848

Гусейнов Ниджат Айдын оглы, кандидат медицинских наук ассистент кафедры челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Москва, Российская Федерация; **ORCID** 0000-0001-7160-2023

Ashakayeva Maria S., Postgraduate student, Department of Internal Diseases, Surgut State University, Surgut, Russian Federation; General Practitioner, Surgut City Clinical Polyclinic No. 2, Surgut, Russian Federation; **ORCID** 0009-0000-7987-0452

Chernishkova Olga A., 6th-year student, Faculty of Medicine, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation; **ORCID** 0009-0008-2338-0591

Bibalayeva Khadizhat N., 6th-year student, Faculty of Medicine, Stavropol State Medical University, Stavropol, Russian Federation; **ORCID** 0009-0009-7710-4848

Guseynov Nidjat A., PhD, Assistant, Department of Maxillofacial Surgery and Surgical Dentistry, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation; **ORCID** 0000-0001-7160-2023

Вклад авторов в статью

АЮФ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

АЛА – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

КММ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ПАИ – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ШСА – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ШРР – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

АМС – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ЧОА – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

Author Contribution Statement

AyUF – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ALA – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

KMM – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

PAI – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ShSA – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ShRR – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

AMS – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ChOA – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

БХН – вклад в концепцию и дизайн исследования, получение и интерпретация данных исследования, корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

ГНА – вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ данных исследования, написание и корректировка статьи, утверждение окончательной версии для публикации, полная ответственность за содержание

БКН – contribution to the concept and design of the study, data collection and interpretation, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

ГНА – contribution to the concept and design of the study, data analysis, manuscript writing, editing, approval of the final version, fully responsible for the content

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Arabidze GG, Mamedov MN. Cardiovascular-kidney-metabolic syndrome – a new concept of the association of risk factors and metabolic disorders within the cardiovascular and renal continuum. View on the issue. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(5):5772. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2024-5772 EDN: YQSFCR
2. German AI, Sedykh DYu, Hryachkova ON, Kashtalap VV. Abdominal obesity and ten-year prognosis of patients with myocardial infarction. Complex Issues of Cardiovascular Diseases. 2021;10(1):26-39. (In Russ.) doi: 10.17802/2306-1278-2021-10-1-26-39
3. Fahed G, Aoun L, Bou Zerdan M, et al. Metabolic Syndrome: Updates on Pathophysiology and Management in 2021. Int J Mol Sci. 2022;23(2):786. Published 2022 Jan 12. doi:10.3390/ijms23020786
4. Zafar U, Khaliq S, Ahmad HU, et al. Metabolic syndrome: an update on diagnostic criteria, pathogenesis, and genetic links. Hormones (Athens). 2018;17(3):299-313. doi:10.1007/s42000-018-0051-3
5. Bitew ZW, Alemu A, Ayele EG, et al. Metabolic syndrome among children and adolescents in low and middle income countries: a systematic review and meta-analysis. Diabetol Metab Syndr. 2020;12:93. Published 2020 Oct 27. doi:10.1186/s13098-020-00601-8
6. Hayden MR. Overview and New Insights into the Metabolic Syndrome: Risk Factors and Emerging Variables in the Development of Type 2 Diabetes and Cerebrocardiovascular Disease. Medicina (Kaunas). 2023;59(3):561. Published 2023 Mar 13. doi:10.3390/medicina59030561
7. Romantsova TI, Ostrovskaya EV. Metabolically healthy obesity: definitions, protective factors, clinical relevance. Almanac of Clinical Medicine. 2015;1(1):75-86. (In Russ.) doi: 10.18786/2072-0505-2015-1-75-86
8. Ostrominski JW, Powell-Wiley TM. Risk Stratification and Treatment of Obesity for Primary and Secondary Prevention of Cardiovascular Disease. Curr Atheroscler Rep. 2024;26(1):11-23. doi:10.1007/s11883-023-01182-3
9. Mohammadian Khonsari N, Khashayar P, Shahrestanaki E, et al. Normal Weight Obesity and Cardiometabolic Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Endocrinol (Lausanne). 2022;13:857930. Published 2022 Mar 24. doi:10.3389/fendo.2022.857930
10. Rakhmat II, Putra ICS, Wibowo A, et al. Cardiometabolic risk factors in adults with normal weight obesity: A systematic review and meta-analysis. Clin Obes. 2022;12(4):e12523. doi:10.1111/cob.12523
11. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. Published 2021 Mar 29. doi:10.1136/bmj.n71
12. Ishchenko AY, Galushko MY, Bakulin IG. The interrelation of cardiometabolic risk factors and metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease subtypes. Meditsinskiy sovet = Medical Council. 2024;(15):146–157. (In Russ.) doi: 10.21518/ms2024-447
13. Korneeva EV, Voevoda MI, Semaev SE, Maksimov VN. Genetic determinants of hypertriglyceridemia and cardiometabolic risks. International heart and vascular disease journal. 2022;9(32):05-10. (In Russ.) doi: 10.24412/2311-1623-2021-32-05-10
14. Mustafina SV, Denisova DV, Alferova VI, Shramko VS, Shcherbakova LV. Leptin and cardiometabolic risk factors in overweight persons in young age. Atheroscler. 2021;17(2):51-60. (In Russ.) doi: 10.52727/2078-256X-2021-17-2-51-60
15. Sergienko IV, Malyshev PP, Zubareva MY, et al. Assessment of Cardiometabolic Risk Associated With Overweight, Based on the Use of the Aterostop Calculator. The Journal of Atherosclerosis and Dyslipidemias. 2021;42(1):42-51. (In Russ.) doi:10.34687/2219-8202.JAD.2021.01.0004
16. Sineglazova AV, Parve SD, Fakhrutdinova AS, et al. Cardiometabolic profile in relation to CMDs staging in young adults. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2024;17(4): 82-92. (In Russ.) doi: 10.20969/VSKM.2024.17(4).82-92
17. Chulkov VS, Gavrilova ES, Chulkov VS, et al. Cardiometabolic risk factors and renin-angiotensin system polymorphisms in young individuals with various metabolic phenotypes. Arterial Hypertension. 2022;28(1):58-66. (In Russ.) doi:10.18705/1607-419X-2022-28-1-58-66
18. Yakovleva S. V., Pirogova I. Yu. Relationship between cardiometabolic risk factors and 25(OH)D levels in young men with non-alcoholic fatty liver disease. Experimental and Clinical Gastroenterology. 2022;206(10): 50–57. (In Russ.) doi: 10.31146/1682-8658-ecg-206-10-50-57
19. Agrawal S, Klarqvist MDR, Diamant N, et al. BMI-adjusted adipose tissue volumes exhibit depot-specific and divergent associations with cardiometabolic diseases. Nat Commun. 2023;14(1):266. Published 2023 Jan 17. doi:10.1038/s41467-022-35704-5
20. Gómez-Ambrosi J, Catalán V, Ramírez B, et al. Cardiometabolic risk stratification using a novel obesity phenotyping system based on body adiposity and waist circumference. Eur J Intern Med. 2024;124:54-60. doi:10.1016/j.ejim.2024.02.027
21. Liu J, Fu Y, Liang P, et al. The association between novel metabolic parameters and all-cause/cardiovascular mortality in patients with metabolic syndrome is modified by age. Cardiovasc Diabetol. 2025;24(1):96. Published 2025 Feb 28. doi:10.1186/s12933-025-02587-x
22. Rosero-Revelo R, Tamayo M, Correa R, et al. Exploring obesity phenotypes: a longitudinal perspective. Rev Endocr Metab Disord. 2025 Dec;26(6):889-899. doi: 10.1007/s11154-025-09976-3
23. Tanasescu MD, Rosu AM, Minca A, et al. Beyond BMI: Rethinking Obesity Metrics and Cardiovascular Risk in the Era of Precision Medicine. Diagnostics (Basel). 2025 Nov 27;15(23):3025. doi: 10.3390/diagnostics15233025
24. Salmón-Gómez L, Catalán V, Frühbeck G, Gómez-Ambrosi J. Relevance of body composition in phenotyping the obesities. Rev Endocr Metab Disord. 2023 Oct;24(5):809-823. doi: 10.1007/s11154-023-09796-3
25. Bennett JP, Prado CM, Heymsfield SB, Shepherd JA. Evaluation of visceral adipose tissue thresholds for elevated metabolic syndrome risk across diverse populations: A systematic review. Obes Rev. 2024 Sep;25(9):e13767. doi: 10.1111/obr.13767
26. Abiri B, Koochi F, Ebadinejad A, et al. Transition from metabolically healthy to unhealthy overweight/obesity and risk of cardiovascular disease incidence: A systematic

review and meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2022 Sep;32(9):2041-2051. doi: 10.1016/j.numecd.2022.06.010

27. Lara-Guzmán ÓJ, Arango-González AM, Álvarez-Quintero R, et al. Circulating hs-CRP, IL-18, Chemerin, Leptin, and Adiponectin Levels Reflect Cardiometabolic Dysfunction in Adults with Excess Weight. *Int J Mol Sci.* 2025 Jan 29;26(3):1176. doi: 10.3390/ijms26031176

28. Hamed-Shahraki S, Klisic A, Amirhizi F, Mercantepe F. Association of the triglyceride-glucose index with inflammatory markers and dysregulation of adipokines in patients with metabolic syndrome. *BMC Endocr Disord.* 2026 Jan 16;26(1):44. doi: 10.1186/s12902-025-02142-5

29. Montagnana M, Fava C, Targher G, et al. Plasma Leptin in Patients at Intermediate to High Cardiovascular Risk With and Without Type 2 Diabetes Mellitus. *J Clin Lab Anal.* 2017 Mar;31(2):e22031. doi: 10.1002/jcla.22031

30. Ismaiel A, Oliveira-Grilo G, Leucuta DC, et al. Leptin Unveiled: A Potential Biomarker for Acute Coronary Syndrome with Implications for Tailored Therapy in Patients with Type 2 Diabetes-Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Mol Sci.* 2025 Apr 22;26(9):3925. doi: 10.3390/ijms26093925

31. Parker J, Hashmi O, Dutton D, et al. Levels of vitamin D and cardiometabolic disorders: systematic review and meta-analysis. *Maturitas.* 2010 Mar;65(3):225-36. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.12.013

32. Hauger H, Laursen RP, Ritz C, Mølgaard C, et al. Effects of vitamin D supplementation on cardiometabolic outcomes in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Nutr.* 2020 Apr;59(3):873-884. doi: 10.1007/s00394-019-02150-x

33. Xia X, Chen S, Tian X, et al. Association of triglyceride-glucose index and its related parameters with atherosclerotic cardiovascular disease: evidence from a 15-year follow-up of Kailuan cohort. *Cardiovasc Diabetol.* 2024 Jun 19;23(1):208. doi: 10.1186/s12933-024-02290-3

34. Raimi TH, Dele-Ojo BF, Dada SA, et al. Triglyceride-Glucose Index and Related Parameters Predicted Metabolic Syndrome in Nigerians. *Metab Syndr Relat Disord.* 2021 Mar;19(2):76-82. doi: 10.1089/met.2020.0092

35. Lv L, Zhang P, Chen X, Gao Y. The association between triglyceride glucose-waist height ratio index and cardiometabolic multimorbidity among Chinese middle-aged and older adults: a national prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol.* 2025 Sep 2;24(1):358. doi: 10.1186/s12933-025-02919-x

36. Park S, Kim S, Kim B, et al. Multivariate genomic analysis of 5 million people elucidates the genetic architecture of shared components of the metabolic syndrome. *Nat Genet.* 2024 Nov;56(11):2380-2391. doi: 10.1038/s41588-024-01933-1

37. Romeo S, Vidal-Puig A, Husain M, et al. Clinical staging to guide management of metabolic disorders and their sequelae: a European Atherosclerosis Society consensus statement. *Eur Heart J.* 2025 Oct 7;46(38):3685-3713. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf314. Erratum in: *Eur Heart J.* 2025 Nov 21;46(44):4791. doi: 10.1093/eurheartj/ehaf431

38. Ting R, Dutton H, Sorisky A. In vitro studies of the renin-angiotensin system in human adipose tissue/

adipocytes and possible relationship to SARS-CoV-2: a scoping review. *Adipocyte.* 2023 Dec;12(1):2194034. doi: 10.1080/21623945.2023.2194034

39. Vargas Vargas RA, Varela Millán JM, Fajardo Bonilla E. Renin-angiotensin system: Basic and clinical aspects-A general perspective. *Endocrinol Diabetes Nutr (Engl Ed).* 2022 Jan;69(1):52-62. doi: 10.1016/j.endien.2022.01.005

40. Chulkov VS, Lenets EA, Gavrilova ES, et al. Gender differences in cardiometabolic risks among young adults. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2021;10(2):94-98. (In Russ.) doi: 10.17802/2306-1278-2021-10-2S-94-98

41. Takakura Y, Yoshida T, Yoshioka K, et al. Angiotensinogen gene polymorphism (Met235Thr) influences visceral obesity and insulin resistance in obese Japanese women. *Metabolism.* 2006 Jun;55(6):819-24. doi: 10.1016/j.metabol.2006.02.008

42. Freitas AI, Mendonça I, Brión M, et al. RAS gene polymorphisms, classical risk factors and the advent of coronary artery disease in the Portuguese population. *BMC Cardiovasc Disord.* 2008 Jul 17;8:15. doi: 10.1186/1471-2261-8-15

43. Kalideen K, Rayner B, Ramesar R. Genetic Factors Contributing to the Pathogenesis of Essential Hypertension in Two African Populations. *Journal of Personalized Medicine.* 2024;14(3):323. doi: 10.3390/jpm14030323

44. Shahid M, Rehman K, Akash MSH, et al. Genetic Polymorphism in Angiotensinogen and Its Association with Cardiometabolic Diseases. *Metabolites.* 2022 Dec 19;12(12):1291. doi: 10.3390/metabo12121291

45. Melake A, Jegnie M. Angiotensinogen M235T Gene Polymorphism and Risk of Ischemic Heart Disease Complication among Patients with Hypertension in the Ethiopian Population. *Ethiop J Health Sci.* 2025 May;35(3):165-170. doi: 10.4314/ejhs.v35i3.3

46. DeLuca C, Ciciola P, D'Errico G, et al. Genetic Assessment and Clinical Correlates in Severe Hypertriglyceridemia: A Systematic Review. *Genes.* 2025; 16(11):1377. doi: 10.3390/genes16111377

47. Montes-de-Oca-García A, Perez-Bey A, Velázquez-Díaz D, et al. Influence of ACE Gene I/D Polymorphism on Cardiometabolic Risk, Maximal Fat Oxidation, Cardiorespiratory Fitness, Diet and Physical Activity in Young Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar 26;18(7):3443. doi: 10.3390/ijerph18073443

48. Procopciuc LM, Sitar-Tăut A, Pop D, et al. Renin angiotensin system polymorphisms in patients with metabolic syndrome (MetS). *Eur J Intern Med.* 2010 Oct;21(5):414-8. doi: 10.1016/j.ejim.2010.06.001

49. Polyakova OA, Ostroumova OD, Kovaleva GP, Pavleeva EE. Comorbidity of non-alcoholic fatty liver disease and cardiovascular disease: focus on ademetionine and ursodeoxycholic acid. *Medical alphabet.* 2021;1(29):13-20. (In Russ.) doi: 10.33667/2078-5631-2021-29-13-20

50. Feng Y, Zheng S, Liu L, Yang Y. Association of serum uric acid with hepatic steatosis detected by controlled attenuation parameter in the United States population. *Lipids Health Dis.* 2023;22(1):76. Published 2023 Jun 20. doi:10.1186/s12944-023-01846-8

Для цитирования: Асаева Ю.Ф., Алексанян Л.А., Кукуева М.М., Пазова А.И., Шарипова С.А., Шакурова Р.Р., Ашакаева М.С., Чернышкова О.А., Бибалаева Х.Н., Гусейнов Н.А. Кардиометаболический риск при ожирении и метаболическом синдроме: современные алгоритмы стратификации. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2026;15(3): 93-104. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-3-93-104

To cite: Asaeva Yu.F., Aleksanyan L.A., Kukueva M.M., Pazova A.I., Sharipova S.A., Shakerova R.R., Ashakaeva M.S., Chernyshkova O.A., Bibalayeva K.N., Guseynov N.A. Cardiometabolic risk in obesity and metabolic syndrome: contemporary algorithms for stratification. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases.* 2026;15(3): 93-104. DOI: 10.17802/2306-1278-2026-15-3-93-104