

<https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-4-95-105>

Метаболический синдром: актуальные вопросы диагностики, эпидемиологии и профилактики в мире и в Российской Федерации

А. Г. Чигирь*

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

Резюме

Актуальность. Метаболический синдром вслед за ожирением имеет тенденцию к распространению во всех странах мира. Однако отсутствие единых критериев диагностики затрудняет оценку эпидемиологических закономерностей и унификацию подхода к выявлению лиц с высоким риском развития сердечно-сосудистых осложнений и СД 2 типа. Разработка мер профилактики МС позволит предотвратить развитие связанных с ним патологий, входящих в число ведущих причин смерти во всем мире. **Цель.** Проанализировать современные аспекты диагностики и эпидемиологии, а также факторы риска и направления профилактики МС в мире и РФ. **Результаты.** Рост распространенности ожирения и метаболического синдрома наблюдается в различных странах мира. Учитывая как индивидуальные, так и популяционные факторы риска, описанные в литературе на сегодняшний день, в стратегии профилактики МС необходимо включать принципы персонализированной медицины. **Выводы.** Мультидисциплинарный подход к проблеме метаболического синдрома позволит не только улучшить выявление и диагностику МС, но и применить меры профилактики в группах риска, выявленных с использованием эпидемиологических методов сбора и обработки информации.

Ключевые слова: метаболический синдром, ожирение, фактор риска, полиморфизм, генетика, персонализированная медицина, эпидемиология, профилактика

Конфликт интересов не заявлен.

Для цитирования: Чигирь А. Г. Метаболический синдром: актуальные вопросы диагностики, эпидемиологии и профилактики в мире и в Российской Федерации. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2025;24(4):95-105. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-4-95-105>

Metabolic Syndrome: Current Issues of Diagnosis, Epidemiology and Prevention Worldwide and in the Russian Federation

AG Chigir**

Sechenov University, Moscow, Russian Federation

Abstract

Relevance. The prevalence of metabolic syndrome, following the prevalence of obesity is increasing all over the world. However, the lack of standardized diagnostic criteria makes it difficult to assess the epidemiological patterns of it. The development of preventive measures for this condition will prevent the development of pathologies that are the leading causes of mortality worldwide.

Objective. To highlight modern aspects of diagnosis, epidemiology, risk factors, existing and perspective directions of the prevention of metabolic syndrome in the world and in the Russian Federation, according to the scientific literature. **Results.** The increasing prevalence of obesity and metabolic syndrome is observed in different countries of the world. Taking into account both individual and population risk factors, that are described in the literature for today, it is necessary to include the principles of personalized medicine in the prevention strategies of this condition. **Conclusions.** A multidisciplinary approach to the problem of metabolic syndrome will not only improve the detection and diagnosis of this condition, but also apply preventive measures in the risk groups, which can be identified using epidemiological methods of gathering and processing information.

Keywords: metabolic syndrome, obesity, risk factor, polymorphism, genetics, personalized medicine, epidemiology, prevention

No conflict of interest to declare.

For citation: Chigir AG. Metabolic syndrome: current issues of diagnosis, epidemiology and prevention of it the world and in the Russian Federation. Epidemiology and Vaccinal Prevention. 2025;24(4):95-105 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2025-24-4-95-105>

* Для переписки: Чигирь Александра Геннадьевна, аспирант кафедры эпидемиологии и доказательной медицины Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 127540, Москва, ул. Дубнинская, д. 10, корп. 5, кв. 60. chigir.alexandra.2012@mail.ru. ©Чигирь А. Г.

** For correspondence: Chigir Alexandra G., postgraduate student of the department of epidemiology and evidence based medicine of the F. Erisman Institute of public health, Sechenov University, 10/5/60, Dubninskaya st., Moscow, 127540, Russia. chigir.alexandra.2012@mail.ru. ©Chigir AG.

Введение

В рамках прошедшего в июне 2024 г. Петербургского международного экономического форума состоялся Российский фармацевтический форум «Лекарственная безопасность», где специалистами, работающими в сфере здравоохранения, бизнеса, и представителями общества в ходе экспертных дискуссий были затронуты темы, касающиеся основных проблем и векторов развития отечественного здравоохранения. Одной из обсуждаемых тем стала глобальная эпидемия ожирения, которое вместе с избыточной массой тела, из эстетической проблемы, волнующей преимущественно женщин, переросло в реальную угрозу здоровья нации. Под ожирением следует понимать хроническое заболевание обмена веществ, проявляющееся избыточным развитием жировой ткани, прогрессирующее при естественном течении, имеющее определенный круг осложнений и обладающее высокой вероятностью рецидива после окончания курса лечения [1]. Ожирение является предиктором таких социально значимых заболеваний, как сахарный диабет, болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, и даже онкология. Следует отметить, что экспертным сообществом обсуждается вопрос включения ожирения в перечень социально значимых заболеваний, что поможет изменить отношение к нему не только граждан, но и врачей, не уделяющих ему должного внимания и рассматривающих его в комплексе с другими болезнями. Действительно, проблема ожирения находится в центре внимания современной медицины и здравоохранения в целом. Ожирение не только ухудшает качество жизни человека независимо от пола, возраста и расы, но и влияет на работоспособность и, в прямом смысле, на экономику государства. Последнее связано с тем, что затраты на оказание медицинской помощи людям с избыточной массой тела и ожирением существенно выше, а лечение часто требует не только специального подбора лекарственных средств и изменения образа жизни, но и оперативного вмешательства [2,3]. Прошедшая пандемия COVID-19 дала понять, что риск тяжелого течения заболевания и летального исхода были существенно выше среди пациентов с избыточной массой веса. При этом ограничительные меры (карантинные мероприятия), предотвращая передачу инфекции, приводили к снижению двигательной активности и тем самым негативно влияли на профилактику метаболических нарушений [4]. В принятом на 66-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения Глобальном плане действий по профилактике неинфекционных заболеваний и борьбе с ними на 2013–2020 гг. конкретизированы заболевания, борьба с которыми является первоочередной в связи с высокой преждевременной смертностью в странах как с низким, так и с выше среднего и высоким уровнем дохода. К числу этих

заболеваний отнесены сердечно-сосудистые, онкологические, хронические респираторные заболевания и сахарный диабет, на течение и исход которых ожирение может оказывать влияние и даже быть предиктором развития некоторых из них [5]. Жировая ткань не только играет основную роль в депонировании энергии в форме триглицеридов и использовании их в виде свободных жирных кислот в зависимости от потребности организма, но и может участвовать в регуляции различных функций и процессов за счет влияния на эндокринную систему [6]. В последнее время различные гормонально-метаболические нарушения, а также заболевания, ассоциированные с ожирением, стали рассматриваться в совокупности, поскольку практически каждое из них, являясь фактором риска развития болезней сердечно-сосудистой системы, в сочетании увеличивает риск развития атеросклеротических изменений сосудов [7]. В связи с этим фокус внимания исследователей направлен на метаболический синдром (МС). Изучение среди участников Фремингемского исследования распространенности МС показало его рост с 21,3 до 32,8 % с начала до середины 90-х годов прошлого столетия. Следует отметить, что с учетом распространенности ожирения и сердечно-сосудистой патологии в наши дни рост может быть существенно выше [8]. В связи с этим выявление и профилактика МС являются важнейшими направлениями снижения риска развития заболеваний, являющихся ведущими причинами смерти во всем мире [9].

Цель исследования – проанализировать современные аспекты диагностики и эпидемиологии, а также факторы риска и направления профилактики МС в мире и РФ.

Материалы и методы

В ходе работы проведен анализ научных публикаций, отобранных в библиографических базах данных Scopus, PubMed, eLIBRARY. Поиск материалов осуществлялся с октября 2023 г. по ноябрь 2024 г., по ключевым словам: metabolic syndrome, prevalence of metabolic syndrome, epidemiology of obesity, abdominal obesity, epidemiology of cardiovascular diseases, gene, polymorphism, risk factors, molecular genetic factors (Scopus, PubMed); метаболический синдром, эпидемиология ожирения, ожирение в Российской Федерации (eLIBRARY). В обзор включено 48 источников (среди которых 17 (35 %) русскоязычных и 31 (65 %) иностранных), опубликованных с 1988 по 2024 гг.

Появление и эволюция понятия «метаболический синдром»

Медико-социальная значимость сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2 типа (СД 2 типа), а также высокие показатели заболеваемости и смертности, побудили ученых еще в XX веке задуматься о разработке тактики и профилактики этих заболеваний [10]. Несмотря на то,

что связь ожирения, повышенного артериального давления (АД) и нарушений углеводного обмена была отмечена еще в начале XX столетия, ключевым моментом рождения концепции МС считается 1988 г., когда американский эндокринолог G. Reaven предложил понятие «синдром X», объединяющее нарушения углеводного обмена, артериальную гипертензию и дислипидемию, высказав предположение, что основой этих состояний может являться инсулинорезистентность и компенсаторная гиперинсулинемия [10–12]. Он описал данный феномен у лиц с нормальной массой тела, но в дальнейшем показал, что в большинстве случаев при подобных нарушениях имеется ожирение, как правило, по абдоминальному типу [12,13]. В 1989 г. N. Kaplan показал, что у большинства пациентов с МС имеется абдоминальное ожирение, и предложил термин «смертельный квартет», включив данный тип ожирения в число важных составляющих синдрома наряду с артериальной гипертензией, нарушением толерантности к глюкозе и гипертриглицеридемией [14]. В 1998 г. ВОЗ определила МС как группу факторов, включающую артериальную гипертензию, низкий уровень холестерина липопротеинов высокой плотности, высокий уровень триглицеридов, нарушение толерантности к глюкозе или СД 2 типа, инсулинорезистентность, повышение отношения окружность талии/окружность бедер, микроальбуминурию. В 1990 г. метаболические нарушения и заболевания, развивающиеся у лиц с ожирением, были объединены в понятие «метаболического синдрома». А в 2005 г. S. Holt выделил понятие «Синдром X, Y, Z», в которое, помимо известных проявлений МС, сопровождающихся повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний (синдром X), входили также синдром поликистозных яичников, жировая дистрофия печени (синдром Y) и онкологические заболевания (синдром Z) [11]. Несмотря на это, на сегодняшний день в медицинской литературе чаще других употребляется именно термин «метаболический синдром», однако к единому мнению о необходимости рубрикации его в качестве самостоятельного диагноза и использования в клинической практике эксперты пока не пришли [15].

Различные концепции и критерии диагностики МС

МС представляет собой группу модифицируемых и взаимосвязанных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и СД 2 типа. Согласно Рекомендаций Минздрава РФ по ведению больных с метаболическим синдромом (2013 г.) МС характеризуется увеличением массы висцерального жира, снижением чувствительности периферических тканей к инсулину и гиперинсулинемией, которые вызывают развитие нарушений углеводного, липидного, пуринового обменов и артериальной гипертензии. Существующие на сегодняшний день критерии диагностики МС представлены в таблице 1 [1].

Из таблицы видно, что в процессе изучения учеными проблемы МС критерии диагностики становились специфичнее. Так, например, критерии диагностики, выдвинутые Международной федерацией диабета (International Diabetes Federation, IDF) совместно с Американской кардиологической ассоциацией (American Heart Association, AHA) и Национальным институтом сердца, легких и крови США (National Heart, Lung, and Blood Institute of USA, NHLBI), учитывают этническую и расовую принадлежность при определении абдоминального ожирения. Тем не менее зарубежные и отечественные критерии отличаются не только их количеством, но и пороговыми значениями. В последнее время специалистами предлагается использовать такой критерий, как обхват шеи, при диагностике ожирения и МС. Например, Hai A.A. с соавт. отмечают, что данный параметр является более практичным, так как на него не влияют состояние после приема пищи или глубина дыхания (что существенно отражается на обхвате талии), а также может быть использован у таких специфических групп пациентов, как лежащие больные и беременные женщины [16]. В исследовании авторы опираются на результаты ROC-анализа Hingorjo M.R. с соавт., в котором получены пороговые значения обхвата шеи для выявления МС: для мужчин ≥ 38 см (чувствительность модели 87,5 %, специфичность модели 64 %) и для женщин ≥ 34 см (чувствительность модели 53,5 %, специфичность модели 71 %), позволяющие заподозрить у пациента МС [17]. По данным Hai A.A. с соавт., 90 % респондентов с МС имели величины обхвата шеи выше пороговых. Однако авторы указывают на то, что эти пороговые значения специфичны для конкретной популяции и для широкого использования в качестве диагностического критерия необходимо проведение исследований в других странах [16]. Valencia-Sosa E. с соавт. в своем исследовании предполагают, что измерение обхвата шеи может стать более простым и экономичным альтернативным методом для выявления детей, находящихся в группе риска по МС: была показана связь между рассчитанными пороговыми значениями обхвата шеи для мальчиков и девочек и наличием у них компонентов МС (ОШ 21,6, 95 % ДИ 7,11–65,74, $p < 0,001$) [18]. Согласно Ren C. с соавт., показателем, ухудшающим прогноз у лиц старше 80 лет с недостаточностью питания при прогнозе наличия у них МС, может выступать малый обхват икроножной мышцы. В исследовании у группы пожилых пациентов с МС и недостаточностью питания показатели обхвата икроножной мышцы были достоверно ниже, чем у лиц с МС и нормальным усвоением пищи ($27,1 \pm 4,0$ см и $30,8 \pm 3,9$ см, $p < 0,01$). Данный факт указывает на возможность использования критерия обхвата икроножной мышцы для прогноза и выявления лиц с риском или ранними проявлениями МС среди пожилых людей [19]. Однако разнообразие

Таблица 1. Сравнительная характеристика критериев МС, выдвигаемых различными медицинскими сообществами

Table 1. Comparative characteristics of MetS criteria, proposed by different organizations

	Критерии диагностики МС Criteria for MetS					
Критерии Criteria	ВОЗ (1999 г.) WHO (1999)	EGIR (1999 г.)	NCEP ATP III (2001 г.)	AACE (2003 г.)	IDF, AHA, NHBLI (2005 г.)	Минздрав РФ (2013 г.) Ministry of Health of the Russian Federation (2013)
Абдоминальное ожирение Central obesity	ОТ/ОБ>0,9 (мужчины) ОТ/ОБ>0,85 (женщины) ИМТ≥30 кг/м² WTR>0,9 (male) WTR>0,85 (female) BMI≥30 kg/m²	ОТ≥94 см (муж.) ОТ≥80 см (жен.) WC≥94 cm (male) WC≥80 cm (female)	ОТ≥102 см (муж.) ОТ≥88 см (жен.) WC≥102 cm (male) WC≥88 cm (female)	ИМТ≥25 кг/м² BMI≥25 kg/m²	Абдоминальное ожирение (данные, специфичные для отдельных стран и популяций) Central obesity (Population- and country-specific definitions)	ОТ≥94 см (муж.) ОТ≥80 см (жен.) WC≥94 cm (male) WC≥80 cm (female)
АД Blood pressure	≥140/90 мм рт ст ≥140/90 mmHg	≥140/90 мм рт ст или прием антигипертензивных препаратов ≥140/90 mmHg or drug treatment for elevated blood pressure	≥130/85 мм рт ст ≥130/85 mmHg		≥135/85 мм рт ст или прием антигипертензивных препаратов ≥135/85 mmHg or antihypertensive drug treatment	≥140/90 мм рт ст ≥140/90 mmHg
Триглицериды Serum triglycerides	≥ 1,7 ммоль/л ≥ 1,7 mmol/l				≥ 1,7 ммоль/л или медикаментозная терапия дислипидемии ≥ 1,7 mmol/l or drug treatment for dyslipidemia	≥ 1,7 ммоль/л ≥ 1,7 mmol/l
ХС ЛПВП Serum HDL cholesterol	<0,9 ммоль/л (муж.) <1,0 ммоль/л (жен.) <0,9 mmol/l (male) <1,0 mmol/l (female)	<1,0 ммоль/л <1,0 mmol/l	<1,0 ммоль/л (муж.) <1,3 ммоль/л (жен.) <1,0 mmol/l (male) <1,3 mmol/l (female)		<1,0 ммоль/л (муж.) <1,3 ммоль/л (жен.) или медикаментозная терапия дислипидемии <1,0 mmol/l (male) <1,3 mmol/l (female) or drug treatment for dyslipidemia	<1,0 ммоль/л (муж.) <1,3 ммоль/л (жен.) <1,0 mmol/l (male) <1,3 mmol/l (female)
ХС ЛПНП Serum LDL cholesterol	-					>3,0 ммоль/л >3,0 mmol/l
Гипергликемия натощак Impaired fasting glucose	-	≥6,1 ммоль/л ≥6,1 mmol/l			≥6,1 ммоль/л или прием сахароснижающих препаратов ≥6,1 or drug treatment of elevated glucose	≥6,1 ммоль/л ≥6,1 mmol/l

Примечание: EGIR – European Group for the Study of Insulin Resistance (Европейская группа изучения инсулинорезистентности), NCEP-ATP III – National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (III Национальная образовательная программа по холестерину), AACE – American Association of Clinical Endocrinology (Американская ассоциация клинических эндокринологов), IDF – International Diabetes Federation (Международная федерация диабета), AHA – American Heart Association (Американская кардиологическая ассоциация), NHLBI – National Heart, Lung, and Blood Institute (Национальный институт сердца, легких и крови США), ОТ – обхват талии, ОБ – обхват бедер, ИМТ – индекс массы тела, АД – артериальное давление, ХС ЛПВП – холестерин липопротеинов высокой плотности, ХС ЛПНП – холестерин липопротеинов низкой плотности, СД 2 типа – сахарный диабет 2 типа.

Note: WHO – World Health Organization, EGIR – European Group for the Study of Insulin Resistance, NCEP – ATP III – National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, AACE – American Association of Clinical Endocrinology, IDF – International Diabetes Federation, AHA – American Heart Association, NHLBI – National Heart, Lung, and Blood Institute of USA, WC – waist circumference, WTR – waist-to-hip ratio, BMI – body mass index, Serum HDL cholesterol – serum high-density lipoprotein cholesterol, Serum LDL cholesterol – serum low-density lipoprotein cholesterol, T2DM – type 2 diabetes mellitus

Таблица 1. Продолжение
Table 1. Continuation

	Критерии диагностики МС Criteria for MetS					
Инсулино-резистентность Insulin resistance	СД 2 типа, или гипергликемия натощак, или нарушенная толерантность к глюкозе T2DM or impaired fasting glucose or impaired glucose tolerance	Уровень инсулина выше 75-го перцентиля пациентов без СД Plasma insulin >75 th percentile among patients without diabetes mellitus				
Нарушение толерант-ности к глюкозе Impaired glucose tolerance			Повышенный уровень глюкозы по результатам перорального теста толерантности к глюкозе Elevated plasma glucose after lab test		Повышенный уровень глюкозы по результатам перорального теста толерантности к глюкозе и/или в сочетании с гипергликемией натощак Elevated plasma glucose after lab test and/or combined with impaired fasting glucose	
Другие критерии Other criteria	Микроаль-буминурия (> 20 мкг/мин или отношение альбумин/креати-нин ≥ 30 мг/г) Urinary albumin excretion rate> 20 mcg/min or albumin/creatinin ratio ≥ 30 mg/g					
Диагноз МС Diagnosis of MetS	Инсулинорезистентность + 2 любых критерия Insulin resistance + any 2 criteria	Любые 3 критерия Any 3 criteria	Нарушение толерантности к глюкозе + 2 любых критерия Impaired glucose tolerance + any 2 criteria	Абдоминальное ожирение + 2 любых критерия Central obesity + any 2 criteria	Абдоминальное ожирение + 2 любых критерия Central obesity + any 2 criteria	

критериев диагностики и отсутствие единого подхода к изучению проблемы затрудняет описание эпидемиологических характеристик МС.

Эпидемиологические аспекты МС

МС, став одним из серьезных вызовов системам здравоохранения во всем мире вследствие его связи с развитием СД 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний, является актуальным аспектом эпидемиологических исследований. Оценка распространенности МС затруднена из-за различных критериев диагностики, используемых исследователями и врачами [20]. Например, в систематическом обзоре Adil S.O. и соавт., выполненном для оценки распространенности МС среди практически здоровых лиц в Пакистане, наибольший показатель распространенности МС был установлен с использованием критериев IDF – 33,2 % (95 % ДИ 18,5–48,0), в то время как при критериях

III Национальной образовательной программы по холестерину (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III, NCEP-ATP III) он составил 23,9 % (95 % ДИ 8,0–39,8) [21]. Схожие различия показали результаты систематического обзора de Siqueira Valadares L.T. и соавт. при изучении распространенности МС в Бразилии: показатель составил 33 % при использовании критериев IDF, и 31 % при критериях NCEP-ATP III [22]. Ожирение, являясь одним из главных компонентов МС, может служить индикатором его распространенности в мировом масштабе. Однако эксперты отмечают, что в странах с высокой распространенностью ожирения и избыточной массы тела имеется и высокая распространенность недостаточности питания, что объединяется понятием «Двойное бремя недоедания». Это явление особенно актуально в странах с низким уровнем дохода и странах с уровнем дохода ниже среднего. Проблема затрагивает более

трети стран, расположенных в Африке к югу от Сахары, в Южной и Восточной Азии и Тихоокеанском бассейне [23]. Так, согласно данным Phelps Nowell Н. и соавт., опубликованным в 2024 г. в журнале *Lancet*, на первом месте по распространенности двойного бремени недоедания в мире располагается Американское Самоа (территория в южной части Тихого океана), где распространенность феномена среди женщин составляет 81,7 % (95 % ДИ 73,6–88,8) и 70,6 % (95 % ДИ 59,8–79,8) среди мужчин. Самая низкая распространенность феномена среди женщин отмечается в Китае и Южной Корее, а среди мужчин – в Южной Корее и Сьерра-Леоне [24]. Несмотря на последнее, в Китае, по данным Xiao J. и соавт., также наблюдается рост распространенности МС среди сельских жителей, обусловленный быстрыми темпами экономического прогресса и изменением образа жизни в сторону снижения физической активности [25]. Интерес представляют данные исследования Park D. и соавт., в котором отражен значительный рост распространенности МС в Южной Корее среди мужчин за длительный период (2001–2020 гг.) с 25,8 % до 40 % ($p < 0,05$), при этом распространенность МС среди женщин не изменилась. Предположительно, это обусловлено изменением пищевых привычек, а также снижением физической активности, которое связано с преимущественным использованием мужчинами личного транспорта (машин). Одновременно именно мужчины реже стали заниматься спортом [26]. Распространенность МС преимущественно среди жителей пригородных территорий отмечена не только в Китае, но и в Пакистане, где результаты систематического обзора выявили наибольшую распространенность МС (68 %, 95 % ДИ 66,6–69,3) в поселке городского типа [21]. В Бразилии, по результатам систематического обзора, распространенность МС в общинах Киломбо (18 %, 95 % ДИ 22–34) превышала его распространенность среди жителей сельских территорий (15 %, 95 % ДИ 12–18), однако была ниже распространенности МС среди городского населения (34 %, 95 % ДИ 27–40) [22].

Различия в распространенности МС среди городского и сельского населения нужно трактовать с осторожностью, так как с ростом урбанизации, а также миграцией населения в города и автоматизацией производства физическая активность живущих за городом людей снижается. Это подтверждается результатами систематического обзора Ranasinghe P. и соавт., в котором указывается на рост распространенности МС как среди горожан, так и среди проживающих за городом жителей стран Азиатско-Тихоокеанского региона. В этом регионе проживает более половины населения планеты, при этом он включает в себя как «богатые», так и «бедные» страны [27].

В РФ распространенность МС, по данным выборочных исследований, встречается в диапазоне 10 %–30 % среди совокупного населения, и с возрастом число

больных увеличивается [1,20]. В отдельных исследованиях изучалась распространенность МС среди жителей, проживающих на определенных территориях. Например, в исследовании Бикбова М. М. и соавт. изучена распространенность МС в двух выборках участников в возрасте 40 лет и старше и 85 лет и старше, проживающих в Республике Башкортостан. В первом случае распространенность составила 26,7 % (95 % ДИ 25,5–27,8), в более старшей возрастной группе она оказалась выше – 43,1 % (95 % ДИ 40,3–46,1) [28].

Гринштейн Ю. И. и соавт. в своем исследовании с участием жителей центральных районов Красноярского края установили с использованием критериев NCEP-ATP III распространенность МС на уровне 26,8 % (95 % ДИ 24,59–29,02), с критериями IDF – 34,9 % (95 % ДИ 32,55–37,32). Более широкая распространенность МС по критериям IDF, чем по критериям NCEP-ATP III также отмечалась в ранее описанных зарубежных исследованиях [21,22]. С возрастом распространенность МС среди жителей Красноярского края закономерно возрастала: с 6,9 % среди лиц в возрасте 25–34 лет до 45,2 % среди лиц 55–64 лет [29].

Российские ученые также принимали участие в международных исследованиях по изучению эпидемиологических характеристик и факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и ожирения: ВОЗ MONICA 1985–1995 гг. (Multinational Monitoring of Trends and Determinants of Cardiovascular Disease – изучение тенденций заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и определяющих их факторов), HAPIEE 2003–2005 гг. (Health, Alcohol and Psychosocial factors In Eastern Europe – изучение влияния пищевых привычек, употребления алкоголя и психосоциальных факторов на здоровье жителей Восточной Европы). Так, в разные периоды изучения распространенность ожирения составляла от 19 % до 28 % и от 39 % до 46 % соответственно среди мужчин и женщин, проживающих в Москве (в проекте ВОЗ MONICA). В рамках проекта HAPIEE при обследовании населения Сибири была выявлена 35 % распространенность МС среди совокупного населения, а также 20,7 % среди мужчин и 47 % среди женщин [30].

Одним из наиболее крупных эпидемиологических проектов является исследование «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска в регионах Российской Федерации» (ЭССЕ-РФ), все этапы которого представляют собой одномоментные скрининг-обследования. Первый этап этого широкомасштабного скрининга, включавший 13 субъектов РФ, был проведен в 2012–2014 гг. Анализ результатов первого этапа исследования показал, что ожирение по индексу массы тела отмечалось у 29,7 % всей выборки (26,9 % мужчин и 30,8 % женщин). Второй этап программы ЭССЕ-РФ проводился в 2017 г. и показала распространенность ожирения по индексу массы тела среди 27,9 % мужчин и 31,8 % женщин.

В ходе исследования ЭССЕ-РФ в 2012–2014 гг. изучалась распространенность ожирения в 13 крупных городах России. Ожирением наиболее часто страдали жители Иваново и Воронежа мужского пола, в Тюмени и Воронеже – женщины, реже – жительницы Санкт-Петербурга и Самарской области и мужчины, проживающие в Волгоградской и Самарской областях. Третий этап ЭССЕ-РФ был проведен в 2020–2022 гг. и показал, что проблема ожирения была не менее актуальна и в период пандемии COVID-19 [4,31].

Факторы риска развития МС

Снижение проявления общих факторов риска возникновения хронических неинфекционных заболеваний (курение, злоупотребление алкоголем, нерациональное питание, низкая физическая активность) играет первоочередную роль в профилактике МС. Группа факторов риска для МС: повышенное АД, ожирение (в большей степени абдоминальное), гипергликемия и гиперхолестеринемия являются как звеньями патогенеза и компенсаторными механизмами при развитии МС, так и нарушениями обмена веществ, развивающимися вследствие иных причин [32]. Актуальными факторами риска, представляющими интерес для ученых и врачей, являются хроническое воспаление и окислительный стресс, в патогенезе которых лежит избыточное накопление свободных радикалов в организме, что может приводить к дисбалансу в работе антиоксидантной системы и способно влиять на работу гипоталамуса, регулирующего пищевое поведение и процессы воспаления [10]. Все чаще учеными выявляются закономерности развития ожирения и связанных с ним нарушений в функционировании организма у лиц, относящихся к определенной национальности и проживающих на определенных территориях. Так, в исследовании Moore J.X. и соавт. показано, что распространенность МС в США характеризовалась в 2007–2012 гг. не только закономерностями распределения по полу, но и по национальной принадлежности. В выборке, состоящей из американцев мексиканского происхождения, а также светлокожих и темнокожих лиц, не являющихся латиноамериканцами, среди мужчин МС реже наблюдался среди темнокожих не латиноамериканцев, чем среди светлокожих латиноамериканцев (ОШ 0,77, 95 % ДИ 0,66–0,89). Среди женщин, не являющихся латиноамериканками, МС чаще наблюдался среди темнокожих, чем среди светлокожих американок (ОШ 1,20, 95 % ДИ 1,02–1,40). Следовательно, в данном случае можно предположить, что светлокожие и темнокожие жительницы США, не являющиеся латиноамериканками, имели большую предрасположенность к развитию МС [33].

Примером развития МС под влиянием климато-географических условий является российское исследование Ивановой Е. Г. и соавт. по изучению МС среди населения, проживающего на территории

Крайнего Севера. Участники исследования были разделены на группы в зависимости от наличия у них компонентов МС (абдоминальное ожирение, артериальная гипертензия, повышенный уровень триглицеридов и сниженный уровень липопротеинов высокой плотности) согласно российским клиническим рекомендациям по диагностике. Результаты показали, что наибольшая распространенность МС (45,1 %, $p < 0,05$) отмечалась в группе, в которую входили участники с 4-компонентным типом МС, в группе с 5-компонентным МС распространенность составляла 23,1 % ($p < 0,05$). Данный факт может указывать на то, что у живущих в суровых условиях лиц МС может развиваться как адаптационный механизм в ответ на преимущественно углеводный тип питания и интенсивный обмен веществ [34]. Приспособительные реакции в организме могут затрагивать не только обмен веществ, но и более глубокие внутренние регуляторные процессы.

Генетические предикторы МС

Рост распространенности МС в течение короткого периода времени указывает на второстепенную роль генетической предрасположенности в этиопатогенезе этой патологии [20]. Однако генетика и, в особенности, эпигенетические процессы играют значимую роль в понимании формирования МС у лиц одной семьи, проживающих на единой территории и подверженных воздействию схожих факторов риска. Сегодня в рамках комплекса исследований полногеномного поиска ассоциаций (Genome-wide association studies, GWAS) изучается предрасположенность к многофакторным заболеваниям с помощью определения нуклеотидной последовательности в генах, ассоциированных с риском их развития. При наличии у человека такой предрасположенности под влиянием внешних факторов и образа жизни в ходе реализации генетической информации возможен синтез измененных продуктов вышеуказанных генов, играющих роль в метаболических процессах [35]. Маркерами таких изменений в геноме являются однонуклеотидные полиморфизмы (далее – полиморфизмы), которые представляют собой точечные замены нуклеотидов в первичной структуре ДНК. Они не оказывают прямого воздействия на геном и не меняют его структуру. Однако, накапливаясь в результате биосинтеза ДНК, они могут повлиять на конечный продукт гена. Нарушенная функция, недостаточное или избыточное количество синтезируемого продукта влияют на метаболические процессы, в которых он задействован [36]. Например, в китайском исследовании Wang Q. и соавт. показана связь МС и наличия в генотипе у лиц с МС двух полиморфизмов rs6773957 и rs3774261 (в определенных локусах которых имелась замена аденина на гуанин – A>G) гена, кодирующего белок адипонектин – ADIPOQ, который синтезируется в белой жировой ткани и регулирует метаболизм липопротеинов, богатых

триглицеридами. В обоих случаях частота встречаемости данных полиморфизмов в основной группе была значимо выше, чем в контрольной ($p = 0,031$ и $p = 0,049$ соответственно). Риск МС был связан с присутствием G аллели в генотипе [37]. Связь двух других полиморфизмов гена ADIPOQ с риском развития предиктора МС-ожирения была изучена Пожевой А. В. и Сорокиной Е. Ю. у жителей Московского региона в исследовании «случай-контроль». В этой группе лиц была обнаружена статистически значимая связь полиморфизма rs266729 (замена цитозина на гуанин – C>G) с индексом массы тела у мужчин при гомозиготном носительстве GG (замене в обеих хромосомах). У респондентов, страдающих ожирением, связь генотипа GG с индексом массы тела была статистически значима ($p = 0,04$). Связи ИМТ с другим полиморфизмом rs16861194 (замена аденина на гуанин – A>G) у жителей Московского региона в исследовании обнаружено не было [38]. Связь полиморфизма rs266729 с плазменным уровнем адипонектина, а также с СД 2 типа была подтверждена в исследовании Сметнева С. А. и соавт. – уровень этого белка в группе пациентов, страдающих коронарным атеросклерозом, с генотипами CC и CG был достоверно выше, чем в группе пациентов, также страдающих атеросклерозом, с генотипом GG ($p = 0,037$). При этом различий в двух группах по выраженности коронарного атеросклероза получено не было. В данном исследовании с использованием шкал генетического риска описано совокупное влияние трех полиморфизмов гена ADIPOQ (rs17300539, rs182052, rs266729) на плазменный уровень адипонектина и риск наличия нестабильной стенокардии и СД 2 типа [39]. Метод шкал генетического риска основан на оценке риска развития того или иного заболевания, при котором суммируются эффекты множества полиморфизмов и оценивается предрасположенность к развитию интересующей патологии [39,40]. Одним из генов, продукт которого вовлечен во множество разнообразных биохимических процессов, таких как репарация РНК или регуляция дифференцировки клеток бурой и белой жировой ткани, служит ген FTO. Его продуктом является альфа-кетоглутарат-зависимая диоксигеназа, и наиболее значимая ее функция заключается в деметилировании РНК, а также одноцепочечных ДНК. FTO экспрессируется во многих тканях организма, при этом уровень экспрессии различается в зависимости от типа ткани и клеток, а также при патологиях и различных стадиях их развития. Высокая значимость полиморфизма FTO гена для формирования variability фенотипических признаков, а также риска развития заболевания различных систем и органов подтверждена как в исследованиях GWAS, так и в работах российских ученых [41,42]. Исторически название гена FTO (fat mass and obesity-associated – ген, ассоциированный с массой жира и ожирением) связано как с его большим размером, так и с часто выявляемой

ассоциацией локализованных в нем полиморфных вариантов с индексом массы тела и ожирением. В дальнейшем были выявлены ассоциации полиморфизмов этого гена, которые присутствуют у людей, страдающих заболеваниями, для которых избыточная масса тела и ожирение выступают в качестве факторов риска [41,43]. Ассоциированные с ожирением полиморфизмы гена FTO характеризуются широкой variabельностью частот аллелей в разных этно-территориальных группах, при этом имеется и сходство частот регистрации некоторых аллелей у представителей одной расовой группы [41]. Так, Hardy D.S. и соавт. при изучении связи МС и его компонентов с наличием в генотипе полиморфизма гена FTO rs9939609 (замена тимина на аденин – T>A) в группах респондентов европейского происхождения и респондентов-американцев африканского происхождения выявили, что более существенную связь изучаемого полиморфизма с МС имеют европейцы. Компонентом МС, для которого связь была наиболее существенной, оказалось абдоминальное ожирение: в группе европейцев, в генотипах которых присутствовала аллель A в гетеро- и гомозиготном состоянии, данный показатель был на 6 % выше (ОР 1,06, 95 % ДИ 1,05–1,07). Существенные различия в группе с абдоминальным ожирением были отмечены и для других компонентов МС: артериальная гипертензия, гиперинсулинемия, низкий уровень липопротеинов высокой плотности и повышенный уровень триглицеридов ($p < 0,05$). Среди американцев африканского происхождения имела связь лишь у лиц, имевших генотип высокого риска AA и высокий уровень триглицеридов (ОР 1,11, 95 % ДИ 1,02–1,21). Европейцы с МС чаще имели генотипы AT и AA с аллелью высокого риска A, чем генотип низкого риска TT. Среди европейцев, не страдающих МС, преобладали лица с генотипом TT. В ходе данного динамического продольного исследования участники после очередного измерения жизненно важных показателей могли перейти в группу тех, у кого МС проявился, и наоборот. Исследователи отмечают, что среди респондентов американцев африканского происхождения, перешедших в группу «освободившихся от МС», преобладали лица с генотипами AA и AT, содержащими аллель риска A. В группе европейцев такой закономерности не наблюдалось, однако отмечается, что среди респондентов без МС преобладали лица с генотипом TT, в то время как доля лиц с генотипами AT и AA была меньше. Несмотря на то, что, по мнению авторов, результаты исследования необходимо трактовать с осторожностью в связи с меньшим числом американцев африканского происхождения в выборке, можно предположить, что связь МС с присутствием в генотипе полиморфизма rs9939609 гена FTO может являться более существенной для европейцев и увеличивать риск развития заболевания в данной популяции [44].

Сегодня поиск новых молекулярных маркеров МС продолжается. Актуальным является изучение комплексного влияния однонуклеотидных полиморфизмов на риск развития МС и его компонентов, в том числе с использованием шкал генетического риска.

В крупном исследовании GWAS, проведенном Park S. и соавт. (2024), было идентифицировано 11 генов, ассоциированных с МС и его компонентами в европейской популяции, для некоторых из которых связь выявлена впервые. Также в ходе исследования с использованием шкал генетического риска были построены модели прогнозирования развития МС у лиц, имеющих одну или несколько составляющих МС в анамнезе. Согласно результатам, модель, включающая в себя несколько компонентов МС и связанных с ними генов, показала более высокую «предсказательную силу» при прогнозе развития МС по сравнению с моделями, включающими единичные компоненты МС (изменение коэффициента детерминации при добавлении в исходную модель независимых переменных – компонентов МС – $\Delta R^2 = 0,75\%$, 95 % ДИ 0,49–1,04) [45].

Перспективные направления профилактики МС

Учитывая как индивидуальные, так и популяционные факторы риска МС, описанные в литературе на сегодняшний день, в стратегиях профилактики МС необходимо шире использовать принципы персонализированной медицины. Такой подход учитывает индивидуальные характеристики пациента, например, дефекты определенных ферментов, которые могут быть использованы при диагностике состояний, требующих комплексного подхода. Результаты одного из недавних исследований (Lee M.K. и соавт., 2023) показывают, что МС и ассоциированный с ним СД 2 типа стали чаще выявляться у молодых людей [46]. Однако образ и темп жизни, ресурсы организма и влияющие на них факторы риска разнятся в группах молодых людей и возрастных пациентов. Поэтому такие многофакторные и постепенно развивающиеся заболевания, как МС, требуют комплексного подхода к профилактике, учитывающего условия,

в которых человек находится на разных жизненных этапах.

Изучение влияния на человека в течение жизни различных факторов (биологических, поведенческих, окружающей среды) выполняется в рамках направления, называемого «life course epidemiology» («эпидемиология жизненного цикла»). Такой подход был предложен Parekh N. и Zizza C. в 2013 г. Ученые указывали на то, что пре- и постнатальный периоды, а также пубертатный, являются «критическими окнами», когда организм наиболее восприимчив к различным воздействиям, что является толчком для развития хронических заболеваний [47]. Сегодня принципы «эпидемиологии жизненного цикла» являются перспективными для разработки программ профилактики хронических заболеваний, а также мер по охране здоровья населения [48].

Заключение

Проведенный анализ литературных данных позволяет предположить, что на сегодняшний день проблема МС привлекает внимание не только клиницистов различного профиля, но и эпидемиологов. Многочисленные зарубежные и отечественные исследования подтверждают, что распространенность МС превышает распространенность ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний. Однако отсутствие единых критериев МС, а также соответствующего диагноза в международной классификации болезней, не позволяет представить истинную распространенность МС и оценить в полной мере его медико-демографическую значимость. Патогенез МС неразрывно связан с множеством факторов, включающих наследственную предрасположенность и образ жизни, род деятельности и территорию проживания, качество медицинской помощи и неполноценное питание. В связи с этим проведение исследований, направленных на изучение причин развития МС, с учетом индивидуальных и популяционных факторов риска, влияющих на человека на протяжении всей жизни, позволит не только персонализировать подход к пациентам, но и снизить расходы на медицинскую помощь, обеспечивая профилактику неинфекционных болезней.

Литература

1. Клинические рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. Министерство здравоохранения РФ. Утверждены Российским медицинским обществом по артериальной гипертензии и профильной комиссией по кардиологии. 2013. Доступно на: https://www.gipertonik.ru/clinical_recommendations. Ссылка активна на 16 января 2025.
2. Vesikansa A., Mehtälä J., Mutanen K., et al. The association between body mass index groups and metabolic comorbidities with healthcare and medication costs: a nationwide biobank and registry study in Finland // *Journal of Market Access & Health Policy*. 2023. Vol. 11, N1. P. 2166313.
3. Le Roux C.W., Chubb B., Nertoft E., et al. Obesity and healthcare resource utilization: results from Clinical Practice Research Database (CPRD) // *Obesity Science & Practice*. 2018. Vol. 4, N5. P. 409–416.
4. Баланова Ю. А., Драпкина О. М., Куценко В. А. и др. Ожирение в российской популяции в период пандемии COVID-19 и факторы, с ним ассоциированные. Данные исследования ЭССЕ-РФ3 // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023. Т. 22, № 85. С. 3793.
5. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2013. ISBN: 978-92-4-150623-6.
6. Дедов И. И., Мельниченко Г. А., Бутрова С. А. Жировая ткань как эндокринный орган // *Ожирение и метаболизм*. 2006. Т. 3, № 1. С. 6–13.
7. Бутрова С. А., Дзгоева Ф. Х. Висцеральное ожирение- ключевое звено метаболического синдрома. *Ожирение и метаболизм*. 2004. Т. 1, № 1. С. 10–16.
8. Ford E.S., Giles W.H., Mokdad A.H. Increasing Prevalence of the Metabolic Syndrome Among U.S. Adults *Diabetes Care*. 2004; Vol. 27, N10. P. 2444–2449
9. Dattani S., Spooner F., Ritchie H., et al. (2023) Causes of Death. Published online at OurWorldInData.org. Доступно на: <https://ourworldindata.org/causes-of-death>. Ссылка активна на 16 января 2025.
10. Аникин Д. А., Соловьева И. А., Демко И. В. и др. Свободнорадикальное окисление как патогенетическое звено метаболического синдрома Ожирение и метаболизм. 2022. Т. 19, № 3. С. 306–316.

11. Учамприна В. А., Романцова Т. И., Калашникова М. Ф. Метаболический синдром: аргументы «за» и «против» Ожирение и метаболизм. 2012. Т. 9, № 2. С. 17–27.
12. Reaven G.M. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease *Diabetes*. 2018. Vol. 37, N12. P. 1595–1607.
13. Соснова Е. А. Метаболический синдром. Архив акушерства и гинекологии им. В. Ф. Снегирева. 2016. Т. 3, № 4. С. 172–180.
14. Kaplan N.M. The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Archives of internal medicine*. 1989. Vol. 149, N7. P. 1514–1520.
15. Simmons R.K., Alberti K.G., Gale E.A., et al. The metabolic syndrome: useful concept or clinical tool? Report of a WHO Expert Consultation. *Diabetologia*. 2010. Vol. 53, N4. P. 600–605.
16. Hai A.A., Iftikhar S., Latif S., et al. Prevalence of Metabolic Syndrome in Overweight and Obese Patients and Their Measurement of Neck Circumference: A Cross-sectional Study. *Cureus*. 2019. Vol. 11, N11. P. e6114
17. Hingorjo M.R., Zehra S., Imran E. et al. Neck circumference: A supplemental tool for the diagnosis of metabolic syndrome. *Journal of the Pakistan Medical Association*. 2016. Vol. 66, N10. P.1221–1226.
18. Valencia-Sosa E., González-Pérez G.J., Chávez-Palencia C., et al. Neck Circumference as a Valuable Tool to Identify the Risk of Metabolic Syndrome in Mexican Children. *Children*. 2024. Vol. 11, N8. P. 908.
19. Ren C., Zhang X., Zhu Y., et al. Low calf circumference can predict nutritional risk and mortality in adults with metabolic syndrome aged over 80 years. *BMC Endocrine Disorders*. 2022. Vol. 22, N1. P. 47.
20. Кыткова О. Ю., Антонов М. В., Кантур Т. А. и др. Распространенность и биомаркеры метаболического синдрома. Ожирение и метаболизм. 2021. Т. 18, № 3. С. 302–312.
21. Adil, S.O., Islam M.A., Musa K.I., et al. Prevalence of Metabolic Syndrome among Apparently Healthy Adult Population in Pakistan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2023. Vol. 11, N4. P. 531.
22. De Siqueira Valadares L.T., de Souza L.S.B., Salgado Júnior V.A., et al. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults in the last 10 years: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2022. Vol. 22, N1. P. 327.
23. Popkin B.M., Corvalan C., Grummer-Strawn L.M. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*. 2020. Vol. 395, N10217. P. 65–74.
24. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*. 2024. Vol. 403, N10431. P. 1027–1050.
25. Xiao J., Wu C.L., Gao Y.X., et al. Prevalence of metabolic syndrome and its risk factors among rural adults in Nantong, China. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. P. 38089.
26. Park D., Shin M.J., Després J.P., et al. 20-Year Trends in Metabolic Syndrome Among Korean Adults From 2001 to 2020. *JACC: Asia*. 2023. Vol. 3, N3. P. 491–502.
27. Ranasinghe P., Mathangasinghe Y., Jayawardena R., et al. Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the asia-pacific region: a systematic review. *BMC Public Health*. 2017. Vol. 17, N1. P. 101.
28. Bikbov M.M., Kazakbaeva G.M., Gilmanshin T.R., et al. Prevalence of metabolic syndrome in a Russian population: The Ural Eye and Medical Study and the Ural Very Old Study. *Metabolism Open*. 2022. N14. P. 100183.
29. Гринштейн Ю. И., Шабалин В. В., Руф П. Р. и др. Распространенность метаболического синдрома в популяции Красноярского края и особенности его ассоциации с гиперурикемией. Российский кардиологический журнал. 2020. Т. 25, № 6. С. 3852.
30. Алферова В. И., Мустафина С. В. Распространенность ожирения во взрослой популяции Российской Федерации (обзор литературы). Ожирение и метаболизм. 2022. Т. 19, № 1. С. 96–105.
31. Баланова Ю. А., Шальнова С. А., Деев А. Д. и др. Ожирение в российской популяции — распространенность и ассоциации с факторами риска хронических неинфекционных заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23, № 6. С. 123–130.
32. Дралкина О. М., Концевая А. В., Калинина А. М. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022. Т. 21, № 4. P. 3235.
33. Moore J.X., Chaudhary N., Akinyemi T. J. Metabolic Syndrome Prevalence by Race/Ethnicity and Sex in the United States, National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–2012. *Preventing Chronic Disease*. 2017. Vol. 14. P. E24.
34. Иванова Е. Г., Фомин И. В. Артериальная гипертензия и метаболический синдром у некоренных жителей Крайнего Севера. Профилактическая медицина. 2022. Т. 25, № 9. С. 46–52.
35. Uffelmann E., Huang Q.Q., Munung N.S., et al. Genome-wide association studies.. *Nature Reviews Methods Primers*. 2021. Vol. 1. P. 59.
36. Антонова Е. В., Дегтярева А. О., Карболина Е. Е. и др. Однонуклеотидные замены в геноме человека, влияющие на связывание факторов транскрипции, и их роль в развитии патологий. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 27, № 6. С. 662–675.
37. Wang Q., Ren D., Bi Y., et al. Association and functional study between ADIPOQ and metabolic syndrome in elderly Chinese Han population. *Aging (Albany NY)*. 2020. Vol. 12, N24. P. 25819–25827.
38. Пожжева А. В., Сорокина Е. Ю. Ассоциация полиморфизмов rs266729 и rs16861194 гена ADIPOQ с риском развития ожирения у жителей Московского региона. Альманах клинической медицины. 2021. Т. 49, № 5. С. 315–322.
39. Сметнев С. А., Мешков А. Н., Климушина М. В. и др. ассоциация вариантов нуклеотидной последовательности гена ADIPOQ с плазменным уровнем адипонектина, степенью выраженности коронарного атеросклероза и частотой сердечно-сосудистых заболеваний. Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23, № 8. P. 25–31.
40. Choi S.W., Mak T.S., O'Reilly P.F. Tutorial: a guide to performing polygenic risk score analyses. *Nature Protocols*. 2020. Vol. 15, N9. P. 2759–2772.
41. Кучер А. Н. Ген FTO и болезни: значимость генетического полиморфизма, эпигенетических модификаций и средовых факторов. Генетика. 2020. Т. 56, № 9. С. 985–1005.
42. Scuteri A., Sanna S., Chen W.M., et al. Genome-Wide Association Scan Shows Genetic Variants in the FTO Gene Are Associated with Obesity-Related Traits. *PLOS Genetics*. 2007. Vol. 3, N7. P. e115.
43. Hardy D.S., Racette S.B., Hoelscher D.M. Macronutrient Intake as a Mediator with FTO to Increase Body Mass Index. *Journal of the American College of Nutrition*. 2014. Vol. 33, N4. P. 256–266.
44. Hardy D.S., Garvin J.T., Mersha T.B., et al. Ancestry specific associations of FTO gene variant and metabolic syndrome: A longitudinal ARIC study. *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99, N6. P. e18820.
45. 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. *Nature Genetics*. 2024. Vol. 56, № 11. P. 2380–2391.
46. Lee M.K., Lee J.H., Sohn S.Y., et al. Cumulative exposure to metabolic syndrome in a national population-based cohort of young adults and sex-specific risk for type 2 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2023. Vol. 15, N1. P. 78.
47. Parekh N., Zizza C. Life course epidemiology in nutrition and chronic disease research: a timely discussion. *Advances in Nutrition*. 2013. Vol. 4, N5. P. 551–553.
48. Wagner C., Carmeli C., Jackisch J., et al. Life course epidemiology and public health. *The Lancet Public Health*. 2024. Vol. 9, N4. P. e261–e269.

References

1. Clinical recommendations for the management of patients with metabolic syndrome. Ministry of Health of the Russian Federation. Approved by the Russian Medical Society for Arterial Hypertension and the Profile Commission for Cardiology. 2013. Available at: https://www.gipertonik.ru/clinical_recommendations. Accessed: 16 Jan 2025. (In Russ).
2. Vesikansa A., Mehtälä J., Mutanen K, et al. The association between body mass index groups and metabolic comorbidities with healthcare and medication costs: a nationwide biobank and registry study in Finland. *Journal of Market Access & Health Policy*. 2023;11(1):2166313. doi: 10.1080/20016689.2023.2166313
3. Le Roux CW, Chubb B, Nørtoft E, et al. Obesity and healthcare resource utilization: results from Clinical Practice Research Database (CPRD). *Obesity Science & Practice*. 2018;4(5):409–416. doi: 10.1002/osp4.291
4. Balanova YuA, Drapkina OM, Kutsenko VA, et al. Obesity in the Russian population during the COVID-19 pandemic and associated factors. Data from the ESSE-RF3 study. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2023;22(8S):3793. (In Russ). doi: 10.15829/1728-8800-2023-3793
5. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020. World Health Organization; Geneva, Switzerland: 2013. ISBN: 978-92-4-150623-6
6. Dedov I, Mel'nishenko GA, Butrova SA. Zhirovaya tkan' kak endokrinnyy organ. Obesity and metabolism. 2006;3(1):6–13. (In Russ). doi: 10.14341/2071-8713-4937
7. Butrova SA, Dzgoeva FK. Vistseral'noe ozhirenie - klyuchevoe zvenometabolicheskogo sindroma. Obesity and metabolism. 2004;1(1):10–16. (In Russ). doi: 10.14341/2071-8713-5173
8. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing Prevalence of the Metabolic Syndrome Among U.S. Adults. *Diabetes Care*. 2004;27(10):2444–2449. doi: 10.2337/diacare.27.10.2444
9. Dattani S, Spooner F, Ritchie H, et al. (2023) - "Causes of Death" Published online at OurWorldinData.org. Available at: <https://ourworldindata.org/causes-of-death>. Accessed 16 Jan 2025.
10. Anikin DA., Solovyeva IA, Demko IV, et al. Free-radical oxidation as a pathogenetic factor of metabolic syndrome. *Obesity and metabolism*. 2022;19(3):306–316. (In Russ). doi: 10.14341/omet12804

11. Uchamprina VA, Romantsova TI, Kalashnikov MF. Metabolic syndrome: arguments pro's and con's. *Obesity and metabolism*. 2012;9(2):17–27. (In Russ). doi: 10.14341/omet2012217-27
12. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 2018;37(12):1595–1607. doi: 10.2337/diab.37.12.1595
13. Sosnova EA. Metabolic syndrome. V.F. Snegirev Archives of Obstetrics and Gynecology, Russian journal. 2016; 3(4): 172–180. (In Russ). doi: 10.18821/2313-8726-2016-3-4-172-180
14. Kaplan NM. The deadly quartet. Upper-body obesity, glucose intolerance, hypertriglyceridemia, and hypertension. *Archives of Internal Medicine*. 1989;149(7):1514–1520. doi:10.1001/archinte.149.7.1514
15. Simmons RK, Alberti KG, Gale EA, et al. The metabolic syndrome: useful concept or clinical tool? Report of a WHO Expert Consultation. *Diabetologia*. 2010;53(4):600–605. doi:10.1007/s00125-009-1620-4
16. Hai AA, Iftikhar S, Latif S, et al. Prevalence of Metabolic Syndrome in Overweight and Obese Patients and Their Measurement of Neck Circumference: A Cross-sectional Study. *Cureus*. 2019;11(11):e6114. doi: 10.7759/cureus.6114
17. Hingorjo MR, Zehra S, Imran E, et al. Neck circumference: A supplemental tool for the diagnosis of metabolic syndrome. *Journal of the Pakistan Medical Association*. 2016;66(10):1221–1226.
18. Valencia-Sosa E, González-Pérez GJ, Chávez-Palencia C, et al. Neck Circumference as a Valuable Tool to Identify the Risk of Metabolic Syndrome in Mexican Children. *Children (Basel)*. 2024;11(8):908. doi: 10.3390/children11080908
19. Ren C, Zhang X, Zhu Y, et al. Low calf circumference can predict nutritional risk and mortality in adults with metabolic syndrome aged over 80 years. *BMC Endocrine Disorders*. 2022;22(1):47. doi: 10.1186/s12902-022-00964-1
20. Kytikova OY, Antonyuk MV, Kantur TA, et al. Prevalence and biomarkers in metabolic syndrome. *Obesity and metabolism*. 2021;18(3):302–312. (In Russ). doi: 10.14341/omet12704
21. Adil SO, Islam MA, Musa KI, et al. Prevalence of Metabolic Syndrome among Apparently Healthy Adult Population in Pakistan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(4):531. doi:10.3390/healthcare11040531
22. De Siqueira Valadares LT, de Souza LSB, Salgado Júnior VA, et al. Prevalence of metabolic syndrome in Brazilian adults in the last 10 years: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2022;22(1):327. doi:10.1186/s12889-022-12753-5
23. Popkin BM, Corvalan C, Grummer-Strawn LM. Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*. 2020;395(10217):65–74. doi:10.1016/S0140-6736(19)32497-3
24. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*. 2024;403(10431):1027–1050. doi:10.1016/S0140-6736(23)02750-2
25. Xiao J, Wu CL, Gao YX, et al. Prevalence of metabolic syndrome and its risk factors among rural adults in Nantong, China. *Scientific Reports*. 2016;6:38089. doi:10.1038/srep38089
26. Park D, Shin MJ, Després JP, et al. 20-Year Trends in Metabolic Syndrome Among Korean Adults From 2001 to 2020. *JACC: Asia*. 2023;3(3):491–502. doi:10.1016/j.jaccasi.2023.02.007
27. Ranasinghe P, Mathangasinghe Y, Jayawardena R, et al. Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the asia-pacific region: a systematic review. *BMC Public Health*. 2017;17(1):101. doi:10.1186/s12889-017-4041-1
28. Bikbov MM, Kazakbaeva GM, Gilmanshin TR, et al. Prevalence of metabolic syndrome in a Russian population: The Ural Eye and Medical Study and the Ural Very Old Study. *Metabolism Open*. 2022;14:100183. doi:10.1016/j.metop.2022.100183
29. Grinshtein Yul, Shabalin VV, Ruf RR, et al. The prevalence of metabolic syndrome in the Krasnoyarsk Krai population and the features of its association with hyperuricemia. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(6):3852. (In Russ). doi: 10.15829/1560-4071-2020-3852
30. Alferova VI, Mustafina SV. The prevalence of obesity in the adult population of the Russian Federation (literature review). *Obesity and metabolism*. 2022;19(1):96–105. (In Russ). doi: 10.14341/omet12809
31. Balanova YuA, Shalnova SA, Deev AD, et al. OBESITY IN RUSSIAN POPULATION — PREVALENCE AND ASSOCIATION WITH THE NON-COMMUNICABLE DISEASES RISK FACTORS. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;6(6):123–130. (In Russ). doi: 10.15829/1560-4071-2018-6-123-130
32. Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, et al. 2022 Prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(4):3235. (In Russ). doi: 10.15829/1728-8800-2022-3235
33. Moore JX, Chaudhary N, Akinyemi T. Metabolic Syndrome Prevalence by Race/Ethnicity and Sex in the United States, National Health and Nutrition Examination Survey, 1988–2012. *Preventing Chronic Disease*. 2017;14:E24. doi: 10.5888/pcd14.160287
34. Ivanova EG, Fomin IV. Arterial hypertension and metabolic syndrome in non-indigenous residents of the Far North. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2022;25(9):46–52. (In Russ). doi:10.17116/profmed20222509146
35. Uffelmann E, Huang QQ, Munung NS, et al. Genome-wide association studies. *Nature Reviews Methods Primers*. 2021;1:59. doi:10.1038/s43586-021-00056-9
36. Antontseva EV, Degtyareva AO, Korbolina EE, et al. Human-genome single nucleotide polymorphisms affecting transcription factor binding and their role in pathogenesis. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. 2023;27(6):662–675. (In Russ). doi:10.18699/VJGB-23-77
37. Wang Q, Ren D, Bi Y, et al. Association and functional study between ADIPOQ and metabolic syndrome in elderly Chinese Han population. *Aging (Albany NY)*. 2020;12(24):25819–25827. doi:10.18632/aging.104203
38. Pogozheva AV, Sorokina EYu. Association of rs266729 and rs16861194 polymorphisms of the ADIPOQ gene with the risk of obesity in residents of the Moscow region. *Almanac of Clinical Medicine*. 2021; 49 (5): 315–322. (In Russ). doi:10.18786/2072-0505-2021-49-038
39. Smetnev SA, Meshkov AN, Klimushina MV, et al. ASSOCIATION OF THE VARIANTS OF NUCLEOTIDE SEQUENCE OF THE GENE ADIPOQ WITH PLASMATIC LEVEL OF ADIPO-NECTIN, THE GRADE OF CORONARY ATHEROSCLEROSIS SEVERITY AND RATE OF CARDIOVASCULAR DISEASES. *Russian Journal of Cardiology*. 2018;8(8):25–31. (In Russ). doi:10.15829/1560-4071-2018-8-25-31
40. Choi SW, Mak TS, O'Reilly PF. Tutorial: a guide to performing polygenic risk score analyses. *Nature Protocols*. 2020;15(9):2759–2772. doi:10.1038/s41596-020-0353-1
41. Kucher AN. The FTO Gene and Diseases: The Role of Genetic Polymorphism, Epigenetic Modifications, and Environmental Factors. *Russian Journal of Genetics*. 2020;56(9):985–1005. (In Russ). doi:10.31857/S0016675820090131
42. Scuteri A, Sanna S, Chen WM, et al. Genome-Wide Association Scan Shows Genetic Variants in the FTO Gene Are Associated with Obesity-Related Traits. *PLOS Genetics*. 2007;3(7):e115. doi:10.1371/journal.pgen.0030115
43. Hardy DS, Racette SB, Hoelscher DM. Macronutrient Intake as a Mediator with FTO to Increase Body Mass Index. *Journal of the American College of Nutrition*. 2014;33(4):256–266. doi:10.1080/07315724.2013.879458
44. Hardy DS, Garvin JT, Mersha TB, et al. Ancestry specific associations of FTO gene variant and metabolic syndrome: A longitudinal ARIC study. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99(6):e18820. doi:10.1097/MD.00000000000018820
45. 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. *Nature Genetics*. 2024;56(11):2380–2391. doi:10.1038/s41588-024-01933-1
46. Lee MK, Lee JH, Sohn SY, et al. Cumulative exposure to metabolic syndrome in a national population-based cohort of young adults and sex-specific risk for type 2 diabetes. *Diabetology & Metabolic Syndrome*. 2023;15(1):78. doi:10.1186/s13098-023-01030-z
47. Parekh N, Zizza C. Life course epidemiology in nutrition and chronic disease research: a timely discussion. *Advances in Nutrition*. 2013;4(5):551–553. doi:10.3945/an.113.004275
48. Wagner C, Carmeli C, Jackisch J, et al. Life course epidemiology and public health. *The Lancet Public Health*. 2024;9(4):e261–e269. doi:10.1016/S2468-2667(24)00018-5

Об авторе

- **Александра Геннадьевна Чигирь** – аспирант кафедры эпидемиологии и доказательной медицины Института общественного здоровья им. Ф.Ф. Эрисмана, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). chigir.alexandra.2012@mail.ru. ORCID: 0009-0003-0352-298X.

Поступила: 17.01.2025. Принята к печати: 20.05.2025.
Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

About the Author

- **Alexandra G. Chigir** – postgraduate student of the department of epidemiology and evidence based medicine of the F. Erisman Institute of public health, Sechenov University. chigir.alexandra.2012@mail.ru. ORCID: 0009-0003-0352-298X.

Received: 17.01.2025. Accepted: 20.05.2025.
Creative Commons Attribution CC BY 4.0.