Профилактическая медицина
2025, т. 28, №5, с. 41–48
https://doi.org/10.17116/profmed20252805141

Russian Journal of Preventive Medicine
2025, vol. 28, no. 5, pp. 41–48
https://doi.org/10.17116/profmed20252805141

Эффективность антропометрических суррогатных индексов диагностики метаболического синдрома и его компонентов у мужчин среднего возраста Москвы

© О.М. ДРАПКИНА[1, 2], В.А. ДАДАЕВА[1], В.Б. РОЗАНОВ[1], В.А. МЕТЕЛЬСКАЯ[1, 3], О.Ю. ИСАЙКИНА[1]

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия;
[2]ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия;
[3]ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Один из подходов к диагностике метаболического синдрома (МС) — выявление и характеристика ожирения, однако нет единого мнения о том, какой из антропометрических индексов ожирения является лучшим инструментом для диагностики метаболических нарушений.

Цель исследования. Оценить роль антропометрических суррогатных индексов в диагностике МС и его компонентов у мужчин среднего возраста.

Материалы и методы. Сформирована репрезентативная популяционная выборка мальчиков (московские школьники), родившихся в 1971—1972 гг. Через 32 года (7-й визит) из 1005 приглашенных удалось обследовать только 301 (30%) представителя исходной популяционной выборки. Средний возраст обследованных мужчин составил 42,9 года. Рассчитаны индекс массы тела (ИМТ), доля жировой массы тела, индекс жировой массы тела (ИЖМ), индекс висцерального ожирения (ИВО), индекс накопления липидных продуктов (ИНЛ), триглицерид-глюкозный индекс (ТГИ) и его производное ТГИ-окружность талии (ТГИ-ОТ).

Результаты. Частота выявления МС находилась в прямой зависимости от величины антропометрических индексов. Средние значения ИМТ, ОТ, ИВО, ИЖМ, ИНЛ, ТГИ-ОТ, систолического и диастолического артериального давления (АД), а также уровней общего холестерина (ХС), ХС липопротеинов низкой плотности, триглицеридов, глюкозы и С-реактивного белка были значительно выше, а уровни ХС липопротеинов высокой плотности (ЛПВП) — ниже у мужчин с МС по сравнению с лицами без МС. У мужчин с МС чаще, чем у мужчин без МС, наблюдались абдоминальное ожирение, повышенный уровень АД, гипертриглицеридемия, гипергликемия и сниженный уровень ХС ЛПВП.

Заключение. Наиболее эффективными антропометрическими суррогатными индексами в идентификации МС у мужчин среднего возраста оказались ИВО и ИНЛ. Антропометрические суррогатные индексы могут быть ценными инструментами для идентификации МС.

Ключевые слова: *метаболический синдром, индекс массы тела, индекс жировой массы тела, индекс висцерального ожирения, индекс накопления липидных продуктов, триглицерид-глюкозный индекс*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Драпкина О.М. — https://orcid.org/0000-0002-4453-8430
Дадаева В.А. — https://orcid.org/0000-0002-0348-4480
Розанов В.Б. — https://orcid.org/0000-0002-7090-7906
Метельская В.А. — https://orcid.org/0000-0001-8665-9129
Исайкина О.Ю. — https://orcid.org/0000-0002-8939-0716
Автор, ответственный за переписку: Дадаева В.А. — e-mail: dr.dadaeva@mail.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Драпкина О.М., Дадаева В.А., Розанов В.Б., Метельская В.А., Исайкина О.Ю. Эффективность антропометрических суррогатных индексов диагностики метаболического синдрома и его компонентов у мужчин среднего возраста Москвы. *Профилактическая медицина*. 2025;28(5):41–48. https://doi.org/10.17116/profmed20252805141

Efficiency of anthropometric surrogate indices for the metabolic syndrome and its components diagnosing in middle-aged Moscow men

© O.M. DRAPKINA[1, 2], V.A. DADAEVA[1], V.B. ROZANOV[1], V.A. METELSKAYA[1, 3], O.YU. ISAYKINA[1]

[1]National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia;
[2]Russian University of Medicine, Moscow, Russia;
[3]Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

ABSTRACT
One of approaches to the diagnosis of metabolic syndrome (MS) is the detection and characterization of obesity, but there is no consensus on which of the anthropometric indices of obesity is the best tool for diagnosing metabolic disorders.
Objective. To evaluate the role of anthropometric surrogate indices in the diagnosis of metabolic syndrome and its components in middle-aged men.
Materials and methods. A representative sample of boys (Moscow school students) born in 1971—1972 was formed. After 32 years (the 7th visit), only 301 (30%) representatives of the baseline population sample were able to be surveyed out of 1005 participants. The mean age of examined men was 42.9 years. Body mass index (BMI), body fat mass percentage, fat mass index (FMI), visceral adiposity index (VAI), lipid accumulation product index (LAPI), triglyceride-glucose index (TGI) and its derivative of TGI-waist circumference (TGI-WC) were calculated.
Results. The frequency of MS detection was directly dependent on the value of anthropometric indices. Mean values of BMI, WC, VAI, FMI, LAPI, TGI-WC, systolic and diastolic blood pressure (BP), as well as levels of total cholesterol (CS), low-density lipoprotein CS, triglycerides, glucose and C-reactive protein were significantly higher, and levels of high-density lipoprotein (HDL) CS were lower in men with MS compared to those without MS. Abdominal obesity, elevated BP, hypertriglyceremia, hyperglycemia, and decreased level of HDL-CS have been observed more often in men with MS than in men without MS.
Conclusion. The visceral adiposity index and lipid accumulation product index have been the most effective anthropometric surrogate indices in the identification of metabolic syndrome in middle-aged men. Thus, anthropometric surrogate indices can be valuable tools for metabolic syndrome identification.

Keywords: *metabolic syndrome, body mass index, fat mass index, visceral adiposity index, lipid accumulation product index, triglyceride-glucose index*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Drapkina O.M. — https://orcid.org/0000-0002-4453-8430
Dadaeva V.A. — https://orcid.org/0000-0002-0348-4480
Rozanov V.B. — https://orcid.org/0000-0002-7090-7906
Metelskaya V.A. — https://orcid.org/0000-0001-8665-9129
Isaykina O.Yu. — https://orcid.org/0000-0002-8939-0716
Corresponding author: Dadaeva V.A. — e-mail: dr.dadaeva@mail.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Drapkina OM, Dadaeva VA, Rozanov VB, Metelskaya VA, Isaykina OYu. Efficiency of anthropometric surrogate indices for the metabolic syndrome and its components diagnosing in middle-aged Moscow men. *The Russian Journal of Preventive Medicine.* 2025;28(5):41–48. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/profmed20252805141

Введение

Метаболический синдром (МС) — это симптомокомплекс, который характеризуется наличием как минимум трех из следующих компонентов или более: абдоминальное ожирение (ОЖ), высокий уровень триглицеридов (ТГ), низкий уровень холестерина (ХС) липопротеинов высокой плотности (ЛПВП), повышенный уровень артериального давления (АД) и гипергликемия [1]. По данным исследования ЭССЕ-РФ, распространенность МС в Российской Федерации в 2017 г. составила 33%. При этом в возрастной группе 35—44 года МС встречался у 29,2% мужчин [2]. В метаанализ по данным статей, опубликованных до 23 мая 2021 г., включены 28 млн человек. Авторы показали, что распространенность МС во всем мире колеблется от 12,5 до 31,4%, при этом в регионах Восточного Средиземноморья, а также в Северной и Южной Америке наблюдается значительно более высокая распространенность МС, чем в других регионах [3]. Установлено, что смертность пациентов с МС выше, чем пациентов без метаболических нарушений, составляющих этот синдром [4].

Можно полагать, что раннее выявление метаболических нарушений позволит обосновать и осуществить своевременное вмешательство и предотвратить тяжелые последствия. В настоящем исследовании мы проанализировали как традиционные индикаторы ОЖ, которые используются уже много десятилетий, так и те, которые разработаны сравнительно недавно. Выбраны показатели, которые можно рассчитать на основе 2—3 простейших антропометрических измерений и с их помощью оценить не только соотношение веса и роста (индекс массы тела, ИМТ), но и общую долю жировой массы в организме (%ЖМ) и распределение жира (окружность талии — ОТ) [5]. Полезность ИМТ для оценки ОЖ ограниченна, поскольку значения в верхней части шкалы ИМТ могут быть связаны с увеличением ЖМ либо мышечной массы тела (МТ). Обычно используемая классификация ИМТ исключает людей с повышенным метаболическим риском в результате высокого содержания жира в организме [6]. Измерение ОТ не может в достаточной степени отражать содержание висцерального жира и не позволяет отличить подкожную жировую ткань от висцеральной [7]. Кроме того, обнаружено, что индекс накопления липидов (ИНЛ; Lipid Accumulation Product — LAP) предсказывает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний лучше, чем ИМТ, ОТ и соотношение ОТ и окружности бедер (ОТ/ОБ) [8]. Аналогичным образом сочетание клинических и лабораторных данных позволяет использовать индекс висцерального ОЖ (ИВО; Visceral Adiposity Index — VAI) в качестве нового маркера дисфункции висцеральной жировой ткани (ВЖТ), который рассчитывается на основании антропометрических параметров (ИМТ, ОТ) и метаболических показателей, характеризующих липидный профиль (уровни ТГ и ХС ЛПВП) [9]. Совсем недавно появились данные, свидетельствующие о тесной связи между резистентностью к инсулину и ОЖ, включающие триглицерид-глюкозный индекс (ТГИ; triglyceride glucose index — TyG) и антропометрические индексы ОЖ (например, TyG-ИМТ, TyG-ОТ) для прогнозирования резистентности к инсулину [10]. В настоящее время не было иссле-

дований по изучению взаимосвязи ассоциированных с ОЖ антропометрических показателей, уровней липидов и МС.

Цель исследования — оценить роль антропометрических суррогатных индексов в диагностике МС и его компонентов у мужчин среднего возраста.

Материалы и методы

Исходно в 1984 г. для проведения проспективного наблюдения за динамикой факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний сформирована репрезентативная популяционная выборка мальчиков (московские школьники), родившихся в 1971—1972 гг. За 32 года проспективного наблюдения проведено 7 обследований. По прошествии 32 лет (7-й визит) в продолжение этого исследования из 1005 приглашенных удалось обследовать только 301 (30%) представителя исходной популяционной выборки. Средний возраст обследованных мужчин составил 42,9 года.

Обследование включало опрос по стандартной анкете; сведения о вредных привычках, занятиях физической культурой и спортом; измерение ОТ, систолического (САД) и диастолического (ДАД) АД; определение уровней общего ХС, ХС ЛПВП, ТГ, глюкозы и С-реактивного белка (СРБ) в плазме крови. Уровень ХС липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) рассчитывали по формуле Фридвальда. Общее ОЖ у лиц мужского пола во взрослом возрасте определяли по величине ИМТ ($\geqslant$30 кг/м^2). Диагностировали МС в соответствии с критериями Международной диабетической федерации (International Diabetes Federation — IDF).

Биоимпедансные измерения проводили на анализаторе АВС-01 Медасс (ООО НТЦ «МЕДАСС», Россия) [11]. В настоящей работе из параметров биоимпедансометрии использовали %ЖМ и индекс жировой массы тела (ИЖМ, Fat Mass Index — FMI).

$$\%ИЖМ=\frac{ЖМ}{МТ}\cdot 100,$$

$$ИЖМ=\frac{ЖМ}{рост}$$

Кроме того, рассчитывали 4 антропометрических индекса: ИВО, ИНЛ, ТГИ, ТГИ/ОТ.

$$ИВО=[\frac{ОТ\ (см)}{39{,}68}+(1{,}88\cdot ИМТ\ (кг/м^2)]\cdot .\frac{ТГ\ (ммоль/л)}{1{,}03}\cdot[1{,}31/ХС\ ЛПВП\ (ммоль/л)],$$

$$ИНЛ=(ОТ\ (см)-65)\cdot ТГ(ммоль/л),$$

$$ТГИ=\frac{ln[ТГ\ (мг/дл)\cdot глюкоза\ натощак\ (мг/дл)}{2}$$

К курящим мужчинам относили тех, кто выкуривал одну сигарету или более в сутки. К лицам, избыточно употребляющим алкоголь, относили мужчин, употребляющих >168 г условного 100% алкоголя в неделю [12]. В соответствии с рекомендациями по анализу IPAQ к недостаточно физически активным относили лиц с уровнем физической активности (ФА) <600 МЕТ мин/нед [13].

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программного обеспечения SAS v.9.0 и IBM SPSS Statistics v.23 («IBM Corporation», США). Описательная статистика представлена абсолютным числом лиц в группе (n); долей лиц от общего их числа в группе (%); средним арифметическим (M) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Для проверки нормальности распределения количественных переменных использовали описательную статистику, гистограммы остатков и графики нормальной вероятности (Q-Q-plot). Однородность дисперсий проверяли с помощью теста Левена (Levene's test). Взаимосвязь индикаторов ОЖ и компонентов МС оценивали с помощью корреляций Пирсона. Сравнение двух независимых групп с нормально распределенными количественными переменными выполняли с помощью двустороннего t-критерия Стьюдента для независимых выборок. Связь между квартилями индикаторов ОЖ и МС проверена с использованием многомерного логистического регрессионного анализа, рассчитывали нескорректированное и скорректированное отношения шансов (ОШ), самый низкий квартиль использовали в качестве эталона. Анализ характеристической операционной кривой (receiver operating curve — ROC) использовали для определения оптимальных отрезных точек для ИМТ, ИВО, %ЖМ и ИЖМ в зависимости от площади под кривой (area under the curve — AUC), чувствительности и специфичности. В качестве оптимальных определены значения ИМТ, ИВО, %ЖМ и ИЖМ, которые характеризовались максимальными значениями индекса Юдена = чувствительность+специфичность — 1. Статистическая значимость установлена на двустороннем уровне $p<0{,}05$ во всех анализах.

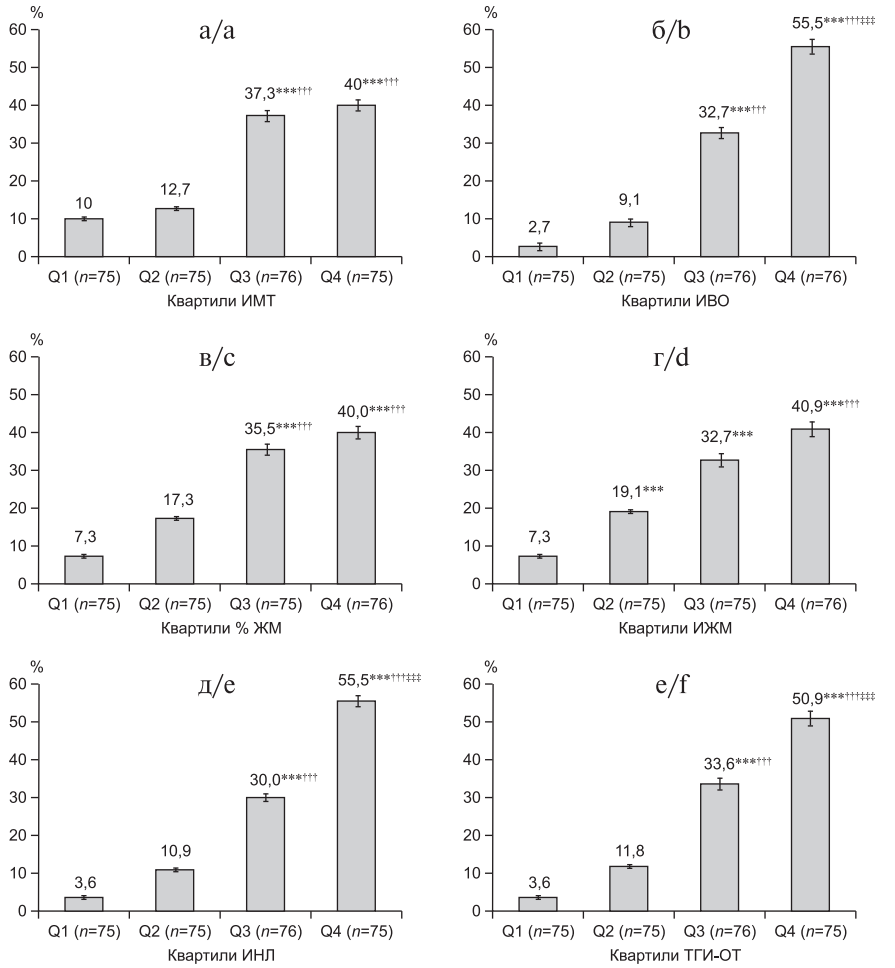
Результаты

Для достижения цели настоящего исследования проанализированы данные 301 участника. Согласно данным о распределении лиц мужского пола с нормальной, избыточной массой тела (МТ) и ОЖ, по результатам первичного обследования выявлено, что избыточную МТ и ОЖ имели 67,1% мужчин, МС — 36,9%. Распределение частоты МС по квартилям суррогатных антропометрических индексов продемонстрировано на **рисунке**. В частности, установлено, что с увеличением квартиля антропометрических индексов частота МС существенно возрастает.

В **табл. 1** представлена характеристика участников исследования с МС и без него на момент 7-го визита. Видно, что лица с МС и без МС были одного возраста. Средние значения ИМТ, ОТ, ИВО (VAI), ИЖМ (FMI), ИНЛ (LAP), ТГИ-ОТ (TyG-WC), САД, ДАД, ОХС, ХС ЛПНП, ТГ, глюкозы и СРБ были значительно выше, а уровни ХС ЛПВП — ниже у мужчин группы с МС по сравнению с мужчинами группы без МС. В группе мужчин с МС также было больше лиц с абдоминальным ОЖ, повышенным уровнем АД, гипертриглицеридемией, гипергликемией и сниженным уровнем ХС ЛПВП.

Коэффициенты корреляции Пирсона между антропометрическими суррогатными индексами и компонентами МС представлены в **табл. 2**. Антропометрические суррогатные индексы ИМТ, ИВО (VAI), %ЖМ, ИЖМ, ИНЛ (LAP), ТГИ-ОТ (TyG-WC) положительно коррелировали с показателями ОТ, САД, ДАД, ТГ и глюкозы, но отрицательно — с уровнем ХС ЛПВП. Выявлена сильная взаимосвязь ОТ со всеми антропометрическими суррогатными индексами, а уровня ТГ — с ИВО (VAI), ИНЛ (LAP) и ТГИ-ОТ (TyG-WC).

Результаты многомерного логистического регрессионного анализа связи МС с антропометрическими сур-



Распределение частоты метаболического синдрома по квартилям антропометрических суррогатных индексов.
а — ИМТ (индекс массы тела); б — ИВО (индекс висцерального ожирения); в — %ЖМ (доля жировой массы тела), г — ИЖМ (индекс жировой массы тела), д — ИНЛ (индекс накопления липидных продуктов), е — ТГИ-ОТ (триглицерид-глюкозный индекс-окружность талии). *** — $p<0{,}001$ — статистически значимые различия с Q1; ††† — $p<0{,}001$ — статистически значимые различия с Q2; ‡‡‡ — $p<0{,}001$ — статистически значимые различия с Q3.

Distribution of frequency of metabolic syndrome by quartiles of anthropometric surrogate indices.
a — BMI (body mass index); b — VAI (visceral adiposity index); c — %FM (percentage of body fat mass), d — FMI (fat mass index), e — LAPI (lipid accumulation product index), f — TGI-WC (triglyceride-glucose index-waist circumference). *** — $p<0.001$ — statistically significant differences with Q1; ††† — $p<0.001$ — statistically significant differences with Q2; ‡‡‡ — $p<0.001$ — statistically significant differences with Q3.

рогатными индексами в зависимости от распределения их по квартилям представлены в **табл. 3**. Все антропометрические суррогатные индексы разделены на 4 квартиля, причем самый низкий квартиль служил контрольной группой. Исходно, до корректировки ОШ на ковариаты, анализируемые антропометрические индексы, а именно %ЖМ, ИЖМ (FMI), ИНЛ (LAP), ТГИ-ОТ (TyG-WC) были связаны с вероятностью развития МС во 2, 3 и 4-м квартилях, а ИМТ, ИВО (VAI) — только в 3-м и 4-м квартилях. После корректировки ОШ на возраст, статус курения, ФА уровни общего ХС, ХС ЛПНП, СРБ, антропометрические индексы %ЖМ и ИЖМ (FMI) оставались связанными с МС во 2, 3 и 4-м квартилях, по остальным антропометрическим индексам выявлена связь с МС только в 3-м и 4-м квартилях. После добавления в модель к имеющимся ковариатам ОТ связь антропометрических индексов с МС сохранилась в 3-м и 4-м квартилях. Причем связь между ИЖМ (FMI) и МС была наиболее слабой.

При анализе ROC-кривых антропометрических суррогатных индексов для идентификации абдоминального ОЖ по ОТ, повышенных уровней АД, ТГ, глюкозы, пониженного уровня ХС ЛПВП и МС у мужчин среднего возраста наибольшие значения AUC показаны для ТГИ-ОТ (TyG-WC) и ИЖМ (FMI), ИМТ и %ЖМ, ИВО (VAI) и ИНЛ (LAP). Пороговые значения для указанных антропометрических суррогатных индексов соответствовали высокой чувствительности и специфичности **(табл. 4)**.

Обсуждение

В настоящем исследовании частота МС у мужчин среднего возраста составила 36,9%. Величины ИМТ, ИВО, %ЖМ, ИЖМ, ИНЛ и ТГИ-ОТ были статистически значимо связаны с компонентами МС. Кроме того, анализ ROC-кривых показал, что ИНЛ, ИВО, индекс ТГИ-ОТ и МТ/рост являются важными предикторами МС, при этом

Таблица 1. **Характеристика участников исследования**
Table 1. **Characteristics of the study participants**

Показатель	Все участники (*n*=301)	Метаболический синдром		
		есть (МС+) (*n*=110)	нет (МС–) (*n*=191)	*p*
Возраст, годы	42,9 (42,9—43,0)	42,9 (42,8—43,0)	42,9 (42,9—43,0)	0,524
ИМТ, кг/м^2	27,6 (27,1—28,2)	30,2 (29,3—31,2)	26,2 (25,6—26,7)	<0,001
ИВО (VAI)	2,3 (2,1—2,5)	3,8 (3,3—4,3)	1,4 (1,3—1,6)	<0,001
ОТ, см	94,4 (92,9—95,9)	102,1 (99,7—104,5)	90,0 (88,3—91,6)	<0,001
%ЖМ	24,7 (24,0—25,4)	28,1 (27,0—29,1)	22,8 (21,8—23,7)	<0,001
ИЖМ (FMI), кг/м^2	7,1 (6,8—7,4)	8,7 (8,2—9,3)	6,2 (5,8—6,5)	<0,001
ИНЛ (LAP)	48,2 (42,6—53,7)	81,4 (70,0—92,8)	29,0 (26,4—25,2)	<0,001
ТГИ-ОТ (TyG-WC)	436,8 (427,6—446,0)	495,7 (481,6—509,8)	402,9 (393,9—411,9)	<0,001
САД, мм рт.ст.	122 (120—124)	131 (128—134)	117 (116—119)	<0,001
ДАД, мм рт.ст.	82 (81—84)	89 (87—91)	78 (77—80)	<0,001
ОХС, ммоль/л	5,7 (5,6—5,9)	6,3 (6,1—6,6)	5,4 (5,2—5,5)	<0,001
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,0 (0,96—1,04)	0,81 (0,77—0,85)	1,11 (1,06—1,16)	<0,001
ХС ЛПНП, ммоль/л	4,1 (3,9—4,2)	4,6 (4,3—4,8)	3,8 (3,6—3,9)	<0,001
ТГ, ммоль/л	1,4 (1,3—1,5)	2,1 (1,9—2,3)	1,1 (1,0—1,2)	<0,001
Глюкоза, ммоль/л	5,2 (5,1—5,3)	5,6 (5,2—5,9)	5,0 (4,9—5,1)	<0,001
СРБ, мг/л	3,9 (3,4—4,3)	4,6 (3,8—5,4)	3,4 (2,9—3,9)	0,010
ОТ (>94 см), *n* (%)	138 (45,8)	78 (70,9)	60 (31,4)	<0,001
АД (⩾130/85 мм рт.ст.), *n* (%)	107 (35,5)	78 (70,9)	29 (15,2)	<0,001
ТГ (⩾1,7 ммоль/л), *n* (%)	77 (25,6)	64 (58,2)	13 (6,8)	<0,001
ХС ЛПВП (<1,0 ммоль/л), *n* (%)	178 (59,1)	103 (93,6)	75 (39,3)	<0,001
Глюкоза (⩾6,1 ммоль/л), *n* (%)	18 (6,0)	16 (14,5)	2 (1,0)	<0,001
Недостаточная ФА (<600 МЕТ-мин/нед), *n* (%)	37 (12,3)	17 (15,5)	20 (10,5)	0,204
Текущее курение (>1 сигареты в день), *n* (%)	136 (45,2)	55 (50,0)	81 (42,4)	0,202
Избыточное употребление алкоголя (>168 г/нед), *n* (%)	67 (22,3)	31 (28,2)	36 (18,8)	0,059

Примечание. Данные представлены в виде Me (Q_{25}—Q_{75}) и *n* (%). АД — артериальное давление; ХС ЛПНП — холестерин липопротеинов низкой плотности; СРБ — С-реактивный белок; ФА — физическая активность. Здесь и в **табл. 2**: ИМТ — индекс массы тела; ИВО — индекс висцерального ожирения (VAI — Visceral Adiposity Index); ОТ — окружность талии; %ЖМ — доля жировой массы тела; ИЖМ — индекс жировой массы тела (FMI — Fat Mass Index); ИНЛ — индекс накопления липидов (LAP — Lipid Accumulation Product); ТГИ-ОТ — триглицерид-глюкозный индекс — окружность талии (TyG-WC — Triglyceride Glucose-Waist Circumference); САД — систолическое АД; ДАД — диастолическое АД; ОХС — общий холестерин; ХС ЛПВП — холестерин липопротеинов высокой плотности; ТГ — триглицериды.
Note. Data are presented as Me (Q25—Q75) and *n* (%). BP — blood pressure; LDL-CS — low-density lipoprotein cholesterol; CRP — C-reactive protein; PA — physical activity. Here and in the tab. 2: BMI — body mass index; VAI — visceral adiposity index; WC — waist circumference; %FM — percentage of body fat mass; FMI — fat mass index; LAPI — lipid accumulation product index; TGI-WC — triglyceride-glucose index — waist circumference; SBP — systolic BP; DBP — diastolic BP; TCS — total cholesterol; HDL-CS — high-density lipoprotein cholesterol; TG — triglycerides.

Таблица 2. **Корреляции между антропометрическими суррогатными индексами и компонентами метаболического синдрома**
Table 2. **Correlation between anthropometric surrogate indices and components of metabolic syndrome**

Показатель	ИМТ	ИВО	% ЖМ	ИЖМ	ИНЛ (LAP)	ТГИ-ОТ (TyG-WC)
ОТ, см	0,928***	0,492***	0,870***	0,935***	0,709***	0,947***
САД, мм рт.ст.	0,452***	0,282***	0,404***	0,443***	0,393***	0,455***
ДАД, мм рт.ст.	0,453***	0,245***	0,416***	0,448***	0,369***	0,462***
ХС ЛПВП, ммоль/л	–0,353***	–0,559***	–0,338***	–0,346***	–0,373***	–0,434***
ТГ, ммоль/л	0,456***	0,924***	0,410***	0,449***	0,900***	0,700***
Глюкоза, ммоль/л	0,147**	0,191**	0,186**	0,184**	0,241***	0,318***

Примечание. ** — p<0,01; *** — p<0,001.
Note. ** — p<0.01; *** — p<0.001.

ИВО, ИНЛ и ТГИ-ОТ имеют наибольшую диагностическую точность и прогностическую мощность в отношении МС. Полученные данные согласуются с результатами ранее опубликованных исследований, в которых показано, что распространенность МС увеличивается с ростом уровня ИНЛ (LAP) как у мужчин, так и у женщин [14].

Несмотря на то что ИВО (VAI) не является диагностическим инструментом сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний, его можно использовать для оценки висцерального ожирения посредством измерения ОТ, ИМТ, ТГ и ХС ЛПВП [15]. В результате ИВО может быть полезным инструментом для оценки кардиометаболического риска, связанного с висцеральным ожирением. Установлено, что ИВО (VAI) является более сильным прогностическим фактором в отношении МС по сравнению с ТГИ [16]. Такой результат объясняет-

Таблица 3. **Результаты многомерного логистического регрессионного анализа связи метаболического синдрома с антропометрическими суррогатными индексами в зависимости от их распределения по квартилям**

Table 3. **Results of multidimensional logistic regression analysis of the association of metabolic syndrome with anthropometric surrogate indices depending on their distribution by quartiles**

Индекс	Квартили	*n*	ОШ (95% ДИ)		
			нескорректированное	скорректированное†	скорректированное‡
ИМТ	Q_1 (<24, 30)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (24,34—27,02)	75	1,34 (0,56—3,17)	1,02 (0,40—2,56)	0,95 (0,37—2,44)
	Q_3 (27,12—30,68)	76	6,81 (3,12—14,91)***	6,03 (2,61—13,93)***	4,61 (1,61—13,20)**
	Q_4 (30,72—45,89)	75	8,26 (3,76—18,15)***	6,31 (2,69—14,80)***	4,45 (1,36—14,57)**
ИВО (VAI)	Q_1 (<0,91)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (0,91—1,68)	75	3,69 (0,97—14,00)	3,08 (0,79—12,04)	2,55 (0,64—10,20)
	Q_3 (1,68—2,89)	76	21,60 (6,25—74,61)***	18,33 (5,17—64,95)***	12,94 (3,46—48,36)***
	Q_4 (2,91—17,27)	75	104,57 (28,71—380,93)***	88,99 (23,27—340,25)***	62,64 (15,73—249,55)***
%ЖМ	Q_1 (<19,90)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (20,10—24,50)	75	2,84 (1,16—6,98)*	2,86 (1,10—7,41)*	2,42 (0,91—6,43)
	Q_3 (24,60—29,70)	76	9,07 (3,83—21,48)***	8,21 (3,24—20,79)***	5,15 (1,77—15,01)**
	Q_4 (29,90—41,20)	75	11,52 (4,86—27,30)***	9,51 (3,78—23,89)***	4,96 (1,53—16,07)**
ИЖМ (FMI)	Q_1 (<4,93)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (4,93—6,77)	75	3,26 (1,34—7,93)**	2,81 (1,10—7,17)*	2,53 (0,98—6,53)
	Q_3 (6,83—9,07)	75	7,54 (3,19—17,82)***	6,11 (2,47—15,14)***	3,36 (1,08—10,51)*
	Q_4 (9,08—16,33)	76	12,56 (5,28—29,88)***	9,42 (3,75—23,69)***	4,45 (1,27—15,58)*
ИНЛ (LAP)	Q_1 (<17,0)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (17,02—36,20)	75	3,38 (1,04—11,01)*	2,67 (0,80—8,97)	2,98 (0,88—10,14)
	Q_3 (36,48—62,35)	76	13,62 (4,51—41,08)***	11,99 (3,82—37,64)***	16,69 (4,65—59,87)***
	Q_4 (62,51—410,20)	75	77,30 (24,17—247,18)***	64,64 (18,87—221,45)***	101,42 (23,55—436,70)***
ТГИ-ОТ (TyG-WC)	Q_1 (<374,78)	75	1,0	1,0	1,0
	Q_2 (374,87—433,25)	75	3,72 (1,15—12,0)*	2,48 (0,73—8,39)	2,79 (0,82—9,47)
	Q_3 (433,52—495,22)	76	16,83 (5,59—50,71)***	12,70 (4,05—39,87)***	70,0 (13,45—364,22)***
	Q_4 (495,30—741,36)	75	52,29 (16,83—162,42)***	40,36 (12,16—133,92)***	330,35 (53,23—>999,99)***

Примечание. ОШ — отношение шансов; Q_1—Q_4 — квартили; † — ОШ, скорректированное на возраст, статус курения, физическую активность, общий холестерин, холестерин липопротеинов низкой плотности, С-реактивный белок. ‡ — в модель † добавлена окружность талии. Здесь и в **табл. 4**: ИВО — индекс висцерального ожирения (VAI — Visceral Adiposity Index); ИЖМ — индекс жировой массы тела (FMI — Fat Mass Index); %ЖМ — доля жировой массы тела, ИМТ — индекс массы тела; ИНЛ — индекс накопления липидов (LAP — Lipid Accumulation Product); ТГИ-ОТ — триглицерид-глюкозный индекс-окружность талии (TyG-WC — Triglyceride Glucose-Waist Circumference). * — p<0,05; ** — p<0,01; *** — p<0,001.

Note. OR — odds ratio; Q1—Q4 — quartiles; † — OR, adjusted for age, smoking status, physical activity, total cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, C-reactive protein. ‡ — waist circumference is added to the † model. Here and in the tab. 4: FM — body fat mass; VAI — visceral adiposity index; FMI — fat mass index; %FM — percentage of body fat mass; BMI — body mass index; LAPI — lipid accumulation product index; TGI-WC — triglyceride-glucose index-waist circumference. * — p<0.05; ** — p<0.01; *** — p<0.001.

ся тем фактом, что индекс ТГИ (TyG) представляет собой комбинацию уровня глюкозы и ТГ в крови и не включает ОТ, которая является важным компонентом МС. Комбинация индекса ТГИ с антропометрическими характеристиками существенно улучшает идентификацию и прогнозирование МС [17]. В отличие от других антропометрических показателей ИНЛ (LAP) позволяет проводить градацию лиц с избыточным весом на «метаболически здоровых» и «метаболически больных» [18]. Индекс МТ/рост и ИНЛ (LAP) по критериям IDF и ATP III являются лучшими показателями для скрининга МС [19]. Y. Li и соавт. (2023) также установили, что ОТ, ИМТ и МТ/рост по отдельности обладают меньшей прогностической силой в отношении МС, чем в сочетании с индексом ТГИ (ТГИ-ОТ, ТГИ-ИМТ и ТГИ-МТ/рост) [1]. При диагностике нарушений обмена веществ точку отсечения ОТ следует выбирать, исходя из критериев IDF, а не NCEP ATP III, так как именно критерии IDF дают возможность более раннего выявления метаболических нарушений, особенно для мужчин [20].

Ограничения настоящего исследования заключаются в том, что мы не смогли определить временную связь между показателями ожирения и МС вследствие его одномоментного характера. В будущих исследованиях необходимо оценить связь между изменениями антропометрических показателей и риском МС во времени и разработать клинические инструменты, такие как пороговые значения, для прогнозирования риска МС.

Заключение

Результаты настоящего исследования показали высокую частоту метаболического синдрома у мужчин среднего возраста. Установлено, что наиболее значимыми антропометрическими суррогатными индексами в идентификации метаболического синдрома у мужчин среднего возраста являются индекс висцерального ожирения и индекс накопления липидных продуктов, применение которых можно рассматривать как экономически эффективную стратегию скрининга.

Таблица 4. **Показатели эффективности антропометрических суррогатных индексов в идентификации метаболического синдрома и его компонентов**

Table 4. **Performance of anthropometric surrogate indices in the identification of metabolic syndrome and its components**

МС и его компоненты	Индексы	Отрезная точка	Чувствительность (%)	Специфичность (%)	AUC	Индекс Юдена
ОТ (>94 см)	ИМТ	27,92	84,1 (76,9—89,7)	92,0 (86,7—95,7)	0,95 (0,92—0,97)***	0,76 (0,68—0,80)
	ИВО (VAI)	1,54	78,3 (70,4—84,8)	66,3 (58,4—73,5)	0,77 (0,72—0,82)***	0,44 (0,33—0,52)
	%ЖМ	26,00	85,5 (78,5—99,9)	90,2 (84,5—94,3)	0,95 (0,91—0,97)***	0,76 (0,68—0,82)
	ИЖМ (FMI)	7,02	91,3 (85,3—95,4)	89,6 (83,8—93,8)	0,97 (0,94—0,98)***	0,81 (0,73—85,0)
	ИНЛ (LAP)	32,4	89,9 (83,6—94,3)	79,9 (70,8—84,0)	0,91 (0,87—0,94)***	0,68 (0,59—0,75)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	438,75	91,3 (85,3—95,4)	91,4 (86,0—95,2)	0,98 (0,95—0,99)***	0,84 (0,77—0,88
АД (⩾130/85 мм рт.ст.)	ИМТ	28,08	67,3 (57,5—76,0)	73,2 (66,4—79,3)	0,74 (0,69—0,79)***	0,40 (0,28—0,48)
	ИВО (VAI)	1,67	69,2 (59,5—77,7)	59,8 (52,5—66,8)	0,65 (0,59—0,70)***	0,29 (0,16—0,38)
	%ЖМ	28,08	67,3 (57,5—76,0)	73,2 (66,4—79,3)	0,74 (0,69—0,79)***	0,40 (0,28—0,48)
	ИЖМ (FMI)	5,87	84,1 (75,8—90,5)	51,5 (44,3—58,8)	0,72 (0,67—0,77)***	0,36 (0,23—0,43)
	ИНЛ (LAP)	43,4	61,7 (51,8—70,9)	75,8 (69,1—81,6)	0,71 (0,66—0,76)***	0,38 (0,25—0,46)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	434,59	73,8 (64,4—81,9)	63,9 (56,7—70,7)	0,73 (0,67—0,77)***	0,38 (0,27—0,47)
ХС ЛПВП (<1,0 ммоль/л)	ИМТ	24,65	81,5 (75,0—86,9)	45,5 (36,5—54,8)	0,66 (0,60—0,71)***	0,27 (0,14—0,34)
	ИВО (VAI)	1,46	82,0 (72,6—87,4)	81,3 (73,3—87,8)	0,87 (0,83—0,91)***	0,63 (0,53—0,71)
	%ЖМ	24,2	61,8 (54,2—69,0)	61,8 (52,6—70,4)	0,66 (0,60—0,71)***	0,24 (0,13—0,30)
	ИЖМ (FMI)	5,99	69,7 (62,3—76,3)	55,3 (56,1—64,3)	0,67 (0,61—0,72)***	0,25 (0,14—0,31)
	ИНЛ (LAP)	28,08	73,6 (66,5—79,9)	68,3 (59,3—76,4)	0,74 (0,69—0,79)***	0,42 (0,30—0,50)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	403,92	74,2 (67,1—80,4)	59,3 (50,1—68,1)	0,71 (0,65—0,76)***	0,34 (0,21—0,42)
ТГ (⩾1,7 ммоль/л)	ИМТ	27,12	75,3 (64,2—84,4)	58,9 (52,2—65,4)	0,71 (0,66—0,76)***	0,34 (0,24—0,42)
	ИВО (VAI)	2,54	96,1 (89,0—99,2)	90,6 (86,0—94,1)	0,98 (0,96—0,99)***	0,87 (0,79—0,91)
	%ЖМ	25,40	74,0 (62,8—83,4)	62,1 (55,3—68,4)	0,71 (0,65—0,71)***	0,36 (0,25—0,46)
	ИЖМ (FMI)	7,60	66,2 (54,6—76,6)	71,0 (64,6—76,8)	0,72 (0,66—0,77)***	0,37 (0,27—0,48)
	ИНЛ (LAP)	56,65	84,4 (74,4—91,7)	90,2 (85,5—93,7)	0,94 (0,91—0,97)***	0,75 (0,64—0,81)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	460,68	76,6 (65,6—85,5)	80,4 (74,5—85,3)	0,84 (0,80—0,88)***	0,57 (0,45—0,65)
Глюкоза (⩾6,1 ммоль/л)	ИМТ	30,49	61,1 (35,7—82,7)	76,7 (71,3—81,5)	0,66 (0,61—0,72)*	0,38 (0,18—0,58)
	ИВО (VAI)	2,44	66,7 (41,0—86,7)	68,5 (62,8—73,9)	0,63 (0,58—0,69) *	0,35 (0,18—0,55)
	%ЖМ	30,50	55,6 (30,8—78,5)	81,3 (76,2—85,6)	0,70 (0,65—0,75) **	0,37 (0,15—0,53)
	ИЖМ (FMI)	9,21	61,1 (35,7—82,7)	79,9 (74,7—84,4)	0,71 (0,65—0,76) **	0,41 (0,19—0,62)
	ИНЛ (LAP)	38,25	77,8 (52,4—93,6)	55,1 (49,1—61,0)	0,70 (0,64—0,75) **	0,33 (0,20—0,45)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	518,47	61,1 (35,7—82,7)	86,9 (82,4—90,6)	0,80 (0,75—0,84)***	0,49 (0,28—0,59)
МС	ИМТ	27,12	77,3 (68,3—84,7)	66,0 (58,8—72,7)	0,74 (0,69—0,79)***	0,43 (0,34—0,53)
	ИВО (VAI)	2,16	80,9 (72,3—87,8)	84,3 (78,3—89,1)	0,88 (0,84—0,91)***	0,65 (0,54—0,73)
	%ЖМ	25,20	73,6 (64,4—81,6)	67,0 (59,9—73,6)	0,74 (0,68—0,78)***	0,41 (0,29—0,50)
	ИЖМ (FMI)	7,46	67,3 (57,7—75,9)	73,8 (67,0—79,9)	0,75 (0,69—0,80)***	0,41 (0,30—0,50)
	ИНЛ (LAP)	42,05	79,1 (70,3—86,3)	80,6 (74,3—86,0)	0,87 (0,82—0,90)***	0,61 (0,51—0,69)
	ТГИ-ОТ (TyG-WC)	435,15	84,5 (76,4—90,7)	71,2 (64,2—77,5)	0,83 (0,78—0,87)***	0,57 (0,47—0,65)

Примечание. ОТ — окружность талии; АД — артериальное давление; ХС ЛПВП — холестерин липопротеинов высокой плотности; ТГ — триглицериды; МС — метаболический синдром; AUC ROC (Area Under Curve — площадь под кривой; Receiver Operating Characteristic — рабочая характеристика приемника).

Note. BP — blood pressure, WC — waist circumference; HDL-CS — high-density lipoprotein cholesterol; TG — triglycerides; MS — metabolic syndrome; AUC ROC — area under curve, receiver operating characteristic.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования — Драпкина О.М.; сбор и обработка материала — Розанов В.Б., Исайкина О.Ю.; статистический анализ данных — Розанов В.Б.; написание текста — Розанов В.Б., Дадаева В.А.; научное редактирование — Драпкина О.М., Метельская В.А., Розанов В.Б.

Authors contribution: study design and concept — Drapkina O.M.; data collection and processing — Rozanov V.B., Isaykina O.Yu.; statistical analysis — Rozanov V.B.; text writing — Rozanov V.B., Dadaeva V.A.; scientific editing — Drapkina O.M., Metelskaya V.A., Rozanov V.B.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Li Y, Gui J, Liu H, et al. Predicting metabolic syndrome by obesity- and lipid-related indices in midaged and elderly Chinese: a population based cross-sectional study. *Frontiers in Endocrinology*. 2023;14:1201132. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1201132
2. Баланова Ю.А., Имаева А.Э., Куценко В.А. и др. от имени рабочей группы. Метаболический синдром и его ассоциации с социально-демографическими и поведенческими факторами риска в российской популяции 25—64 лет. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(4):2600.
Balanova YuA, Imaeva AE, Kutsenko VA, et al on behalf of the working group. Metabolic syndrome and its associations with sociodemographic and behavioral risk factors in the Russian population aged 25—64 years. *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*. 2020;19(4):2600. (In Russ.). https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2600
3. Noubiap JJ, Nansseu JR, Lontchi-Yimagou E, et al. Geographic distribution of metabolic syndrome and its components in the general adult population: A meta-analysis of global data from 28 million individuals. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2022;188:109924. https://doi.org/10.1016/j.diabres.2022.109924
4. Gluvic Z, Zaric B, Resanovic I, et al. Link between Metabolic Syndrome and Insulin Resistance. *Current Vascular Pharmacology*. 2017;15(1):30-39. https://doi.org/10.2174/1570161114666161007164510
5. Głuszek S, Ciesla E, Głuszek-Osuch M, et al. Anthropometric indices and cut-off points in the diagnosis of metabolic disorders. *PLoS One*. 2020; 15(6):e0235121. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235121
6. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Catalán V, et al. Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat. *Diabetes Care*. 2012;35(2):383-388. https://doi.org/10.2337/dc11-1334
7. Oh YH, Moon JH, Kim HJ, et al. Visceral-to-subcutaneous fat ratio as a predictor of the multiple metabolic risk factors for subjects with normal waist circumference in Korea. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2017;10:505-511. https://doi.org/10.2147/DMSO.S150914
8. Kyrou I, Panagiotakos DB, Kouli GM, et al. Lipid accumulation product in relation to 10-year cardiovascular disease incidence in Caucasian adults: The ATTICA study. *Atherosclerosis.* 2018;279:10-16. https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.015
9. Bijari M, Jangjoo S, Emami N, et al. The Accuracy of Visceral Adiposity Index for the Screening of Metabolic Syndrome: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Endocrinology*. 2021;2021:6684627. https://doi.org/10.1155/2021/6684627
10. Khamseh ME, Malek M, Abbasi R, et al. Triglyceride Glucose Index and Related Parameters (Triglyceride Glucose-Body Mass Index and Triglyceride Glucose-Waist Circumference) Identify Nonalcoholic Fatty Liver and Liver Fibrosis in Individuals with Overweight/Obesity. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 2021;19(3):167-173. https://doi.org/10.1089/met.2020.0109
11. Дадаева В.А., Еганян Р.А., Розанов В.Б. и др. Особенности компонентного состава тела, физического и психического здоровья женщин с избыточным весом. *Профилактическая медицина*. 2022;25(9):60-69.
Dadaeva VA, Eganyan RA, Rozanov VB, et al. Body composition, physical and mental health of overweight females. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2022;25(9):60-69. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/profmed20222509160
12. Александри А.Л., Константинов В.В., Деев А.Д. и др. Потребление алкоголя и его связь со смертностью от сердечно-сосудистых заболеваний мужчин 40—59 лет (данные проспективного наблюдения за 21,5 года). *Терапевтический архив*. 2003;75(12):8-11.
Alexandri AL, Konstantinov VV, Deev AD, et al. Alcohol consumption and its link with cardiovascular mortality in 40—59 year old males (data of a 21.5 year prospective study). *Terapevticheskiy arkhiv*. 2003;75(12):8-11. (In Russ.).
13. The IPAQ Group. *Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire.* 2005. Accessed March 14,2025. https://sites.google.com/site/theipaq/scoring protocol
14. Dai H, Wang W, Chen R, et al. Lipid accumulation product is a powerful tool to predict non-alcoholic fatty liver disease in Chinese adults. *Nutrition and Metabolism*. 2017;14:49. https://doi.org/10.1186/s12986-017-0206-2
15. Amato MC, Giordano C, Galia M, et al; AlkaMeSy Study Group. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care*. 2010;33(4):920-922. https://doi.org/10.2337/dc09-1825
16. Li R, Li Q, Cui M, et al. Clinical surrogate markers for predicting metabolic syndrome in middle-aged and elderly Chinese. *Journal of Diabetes Investigation*. 2018;9:411-418. https://doi.org/10.1111/jdi.12708
17. Raimi TH, Dele-Ojo BF, Dada SA, et al. Triglycerideglucose index and related parameters predicted metabolic syndrome in Nigerians. *Metabolic Syndrome and Related Disorders.* 2021;19(2):76-82. https://doi.org/10.1089/met.2020.0092
18. Du T, Yu X, Zhang J, et al. Lipid accumulation product and visceral adiposity index are effective markers for identifying the metabolically obese normal-weight phenotype. *Acta Diabetologica*. 2015;52(5):855-863. https://doi.org/10.1007/s00592-015-0715-2
19. Zhang XH, Zhang M, He J, et al. Comparison of Anthropometric and Atherogenic Indices as Screening Tools of Metabolic Syndrome in the Kazakh Adult Population in Xinjiang. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016;13(4):428. https://doi.org/10.3390/ijerph13040428
20. Głuszek S, Ciesla E, Głuszek-Osuch M, et al. Anthropometric indices and cut-off points in the diagnosis of metabolic disorders. *PLoS One*. 2020; 15(6):e0235121. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235121

Поступила 18.02.2025
Received 18.02.2025
Принята к печати 11.03.2025
Accepted 11.03.2025