

Оригинальные исследования

© Коллектив авторов, 2026
УДК 616-092.12

Даренская М.А., Беленькая Л.В., Колесников С.И., Сутурина Л.В., Шолохов Л.Ф.,
Данусевич И.Н., Лазарева Л.М., Наделяева Я.Г., Колесникова Л.И.

Метаболический синдром у женщин репродуктивного возраста: анализ «неинсулиновых» индексов инсулинорезистентности

ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека» Министерства образования и науки
Российской Федерации, 664003, Иркутск, ул. Тимирязева, д. 16

Введение. Распространённость метаболического синдрома (МС) среди женщин репродуктивного возраста в РФ отражает общемировые тенденции и составляет 20–40%. Косвенные (неинсулиновые) индексы оценки инсулинорезистентности (ИР) представляются важным инструментом для оценки риска метаболических нарушений без необходимости сложных лабораторных исследований. **Цель исследования** – анализ косвенных (неинсулиновых) индексов инсулинорезистентности у женщин репродуктивного возраста с метаболическим синдромом.

Методика. Обследовано 385 женщин репродуктивного возраста (18–44 года), из которых 92 составили контрольную группу (практически здоровые женщины) и 293 – группа с МС. Диагноз МС определялся согласно критериям NCEP ATP III (The National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III (ATP III)). Для диагностики МС применялись любые три критерия из пяти. В работе использованы клинико-инструментальные, лабораторные и статистические методы исследования. Для оценки ИР были использованы расчетные антропометрические (BFP (Body Fat Percentage), BAI (Body Adiposity Index), окружность талии (ОТ)/рост), биохимические (TYG (Triglyceride–Glucose Index), триацилглицериды (ТАГ)/холестерин липопротеиды высокой плотности (ХСЛПВП)), и смешанные (WTI (Waist–Triglyceride Index), LAP (Lipid accumulation product)) индексы.

Результаты. Результаты исследования показали статистически значимо более высокие значения показателей: BFP ($p < 0,0001$), BAI ($p < 0,0001$), ОТ/рост ($p < 0,0001$), TYG ($p < 0,0001$), ТАГ/ХСЛПВП ($p < 0,0001$), WTI ($p < 0,0001$) и LAP ($p < 0,0001$) в группе женщин с МС в сравнении с контрольной группой. К показателям, имеющим наибольшую специфичность и чувствительность, были отнесены: BFP ($p < 0,0001$) и BAI ($p < 0,0001$).

Заключение. Анализ «неинсулиновых» индексов инсулинорезистентности у женщин репродуктивного возраста с МС может служить дополнительным критерием для выделения групп риска по прогрессированию метаболических расстройств, а также оценки тяжести течения патологического процесса. Настоящее исследование показало высокую диагностическую значимость антропометрических индексов (BFP и BAI) наряду с биохимическими и смешанными показателями инсулинорезистентности, что позволит оптимизировать проведение коррекционных мероприятий в данной когорте пациенток.

Ключевые слова: метаболический синдром; инсулинорезистентность; неинсулиновые индексы; женщины; репродуктивный возраст

Для цитирования: Даренская М.А., Беленькая Л.В., Колесников С.И., Сутурина Л.В., Шолохов Л.Ф., Данусевич И.Н., Лазарева Л.М., Наделяева Я.Г., Колесникова Л.И. Метаболический синдром у женщин репродуктивного возраста: анализ «неинсулиновых» индексов инсулинорезистентности. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2026; 70(1): 5–15.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2026.01.5-15

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Сутурина Л.В., Беленькая Л.В., Даренская М.А.; сбор и обработка материала – Беленькая Л.В., Сутурина Л.В., Шолохов Л.Ф., Данусевич И.Н., Лазарева Л.М., Наделяева Я.Г.; подготовка иллюстративного материала – Беленькая Л.В., Даренская М.А.; статистическая обработка материала – Даренская М.А., Беленькая Л.В.; написание текста – Даренская М.А., Беленькая Л.В.; редактирование – Колесников С.И., Сутурина Л.В., Колесникова Л.И. Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Для корреспонденции: Даренская Марина Александровна, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 23.06.2025

Принята к печати 12.09.2025

Опубликована 27.03.2026

Darenskaya M.A., Belenkaya L.V., Kolesnikov S.I., Suturina L.V., Sholokhov L.F., Danusevich I.N., Lazareva L.M., Nadelyaeva Ya.G., Kolesnikova L.I.

Metabolic syndrome in women of reproductive age: analysis of «non-insulin» indices of insulin resistance

Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, 16 Timiryazeva str., Irkutsk, 664003, Russian Federation

Background. The metabolic syndrome (MS) prevalence among reproductive age women at the Russian Federation reflects global trends and consist of 20–40%. Indirect (non-insulin) indices of insulin resistance (IR) are an important tool for assessing the risk of metabolic disorders without complex laboratory tests. **The aim** of this study was to analyze of indirect (non-insulin) indices of insulin resistance in women of reproductive age with metabolic syndrome.

Methods. A total of 385 women of reproductive age (18–44 years) were examined. 92 women formed the control group (practically healthy women) and 293 – the group with MS. Clinical, instrumental, laboratory and statistical research methods were used. The diagnosis of MS was determined according to the NCEP ATP III (The National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III (ATP III) criteria. Any three of the five criteria to diagnose MS were used. Clinical, instrumental, laboratory and statistical research methods were used. Anthropometric (BFP (Body Fat Percentage), BAI (Body Adiposity Index), waist circumference (WC)/height), biochemical (TYG (Triglyceride-Glucose Index), triacylglycerides (TAG)/high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)), and mixed (WTI (Waist-Triglyceride Index), LAP (Lipid accumulation product)) indices were used.

Results. The results of the study showed statistically significantly higher values of the following indicators: BFP ($p < 0.0001$), BAI ($p < 0.0001$), WC/height ($p < 0.0001$), TYG ($p < 0.0001$), TAG/HDL-C ($p < 0.0001$), WTI ($p < 0.0001$) and LAP ($p < 0.0001$) in the group of women with MS compared to the control group. The indicators with the highest specificity and sensitivity were: BFP ($p < 0.0001$) and BAI ($p < 0.0001$).

Conclusion. Analysis of «non-insulin» indices of insulin resistance in women of reproductive age with MS can serve as an additional criterion for identifying risk groups for the progression of metabolic disorders, as well as assessing the severity of the pathological process. This study has shown the high diagnostic significance of anthropometric indices (BFP and BAI) along with biochemical and mixed indices of insulin resistance, which will optimize the implementation of corrective measures in this cohort of patients.

Keywords: metabolic syndrome; insulin resistance; non-insulin indices; women; reproductive age

For citation: Darenskaya M.A., Belenkaya L.V., Kolesnikov S.I., Suturina L.V., Sholokhov L.F., Danusevich I.N., Lazareva L.M., Nadelyaeva Ya.G., Kolesnikova L.I. Metabolic syndrome in women of reproductive age: analysis of «non-insulin» indices of insulin resistance. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2026; 70(1): 5–15. (in Russian).

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2026.01.5-15

Author's contribution: concept and design of the study – Suturina L.V., Belenkaya L.V., Darenskaya M.A.; collection and processing of material – Belenkaya L.V., Suturina L.V., Sholokhov L.F., Danusevich I.N., Lazareva L.M., Nadelyaeva Ya.G.; preparation of illustrative material – Belenkaya L.V., Darenskaya M.A.; statistical processing – Darenskaya M.A., Belenkaya L.V.; writing the text – Darenskaya M.A., Belenkaya L.V.; editing the text – Kolesnikov S.I., Suturina L.V., Kolesnikova L.I. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all authors.

For correspondence: Marina A. Darenskaya, Doctor of Biological Sciences, prof. of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Pathophysiology of Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Information about the authors:

Darenskaia M.A., <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>

Belenkaya L.V., <https://orcid.org/0000-0003-4904-3709>

Kolesnikov S.I., <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>

Sholokhov L.F., <https://orcid.org/0000-0003-3588-6545>

Danusevich I.N., <https://orcid.org/0000-0002-8862-5771>

Lazareva L.M., <https://orcid.org/0000-0002-7662-8529>

Nadelyaeva Ya.G., <https://orcid.org/0000-0002-5747-7315>

Suturina L.V., <https://orcid.org/0000-0002-6271-7803>

Kolesnikova L.I., <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>

Financing. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 23.06.2025

Accepted 12.09.2025

Published 27.03.2026

Введение

Метаболический синдром (МС) является довольно распространенным патологическим состоянием, чья частота встречаемости зависит от возрастного фактора и используемых критериев диагностики [1, 2]. Так, если у людей старше 30 лет данный параметр равняется 6,7%, то к возрасту 60 лет увеличивается уже до 43,5% [3, 4]. Распространенность МС среди женщин репродуктивного возраста в РФ отражает общемировые тенденции и составляет 20–40% [5]. МС находится в тесной ассоциации с висцеральным ожирением, артериальной гипертензией (АГ), а также сердечно-сосудистыми рисками [6]. Основовоположником современной концепции МС считается американский ученый Джеральд Равен (Jerald Reaven), предложивший в 1988 г. патофизиологическую модель развития МС, в которой ключевым фактором была названа инсулинорезистентность (ИР) [7].

ИР трактуется как нарушение биологического действия инсулина, приводящее к снижению потребления глюкозы тканями, следствием чего является компенсаторная гипергликемия [8, 9]. ИР, наряду с гиперинсулинемией, оказывает как прямое, так и опосредованное негативное воздействие на стенки сосудов, что влечет за собой развитие дислипидемии, способствует дисгормональным и метаболическим нарушениям, активации симпатoadреналовой системы и т.д. [10, 11]. Данные изменения лежат в основе практически всех составляющих МС, вследствие чего ИР является важным фактором патогенеза данного симптомокомплекса [12]. Доказан полигенный характер ИР, в развитии которой могут иметь значение мутации генов субстрата инсулинового рецептора, гликогенсинтазы, гормончувствительной липазы, β_3 -адренорецепторов, фактора некроза опухолей- α , разобщающего протеина, а также молекулярные дефекты белков, передающих сигналы инсулина и т.д. [13, 14]. Значимая роль в прогрессировании ИР и связанных с ней метаболических расстройств принадлежит жировой ткани абдоминальной области, нейрогормональным нарушениям, а также повышенной активности симпатической нервной системы [9, 10, 12, 15, 16]. Среди внешних факторов, неблагоприятно влияющих на чувствительность тканей к инсулину, наибольшее значение имеют гиподинамия и избыточное потребление жира [9].

Основовоположающим показателем ИР является эугликемический гиперинсулинемический «клэмп-тест», отличающийся инвазивностью и сложностью воспроизведения [7]. В клинике очень часто применяют оральный тест толерантности к глюкозе, который определяет, помимо ИР, также уровень гиперинсулинемии [6, 8]. Косвенные (неинсулиновые) индексы оценки ИР в настоящее время представляются важным инструментом, позволяющим выявлять и оценивать риск метаболических нарушений без необходимости сложных лабораторных исследований [17]. Данные индексы, основанные на доступных биохимических показателях, таких как уровни глюкозы, липидов (например, холестерина липопротеидов высокой плотности (ХСЛПВП)), предоставляют возможность для ранней профилактики развития серьезных осложнений, связанных с ИР [18]. Так, соотношение триацилглицеридов (ТАГ) к ХСЛПВП (ТГ/ХСЛПВП) было предложено в качестве косвенного маркера ИР по причине серьезных изменений в липидном обмене при МС, что отражается на уровне данных показателей в крови [5, 9]. Наряду с показателями, учитывающими биохимические маркеры, в настоящее время используются индексы, включающие антропометрические показатели, такие как окружность талии (ОТ), рост, индекс массы тела (ИМТ), % висцерального жира и т.д., которые, в свою очередь, применяются для оценки метаболического здоровья и в большей степени отражают распределение жира, косвенно связанного с ИР [19].

Получение новых сведений относительно косвенных индексов ИР и их значений при МС у женщин репродуктивного возраста крайне актуально по причине негативного влияния ИР на репродуктивную функцию женщин [20, 21]. Данные сведения позволят уточнить недостающие знания о патогенезе данного процесса и, соответственно, улучшить оценку прогрессирования метаболических нарушений, оптимизировать способы коррекции и выделять группы риска.

На основании вышеизложенного, **цель** исследования – анализ косвенных (неинсулиновых) индексов инсулинорезистентности у женщин репродуктивного возраста с метаболическим синдромом.

Методика

Обследовано 385 женщин репродуктивного возраста (18–44 года), из которых 92 составили контрольную

группу (практически здоровые женщины) и 293 – группу с МС.

Диагноз МС определялся согласно критериям NCEP ATP III (The National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III (ATP III)). Для диагностики МС применялись любые три критерия из пяти: абдоминальное ожирение (ОТ у женщин ≥ 80 см); гипертриглицеридемия (уровень ТАГ $\geq 1,7$ ммоль/л); низкий уровень ХСЛПВП ($< 1,3$ ммоль/л); гипергликемия (уровень глюкозы $> 5,6$ ммоль/л); повышение артериального давления ($\geq 130/85$ мм рт. ст.) [22, 23].

Критерии включения в группу с МС: наличие не менее 3-х из 5-ти признаков МС, наличие подписанного информированного согласия, готовность участницы соблюдать все процедуры исследования, доступность в течение всего срока исследования.

Критерии исключения из группы с МС: текущая беременность или лактация, удаление матки и/или придатков с двух сторон, абляция эндометрия и/или эмболизация маточных артерий, прием гормональных препаратов, в том числе препаратов менопаузальной гормонотерапии, инсулиносенситайзеров; наличие факторов, повышающих риск для субъекта, либо мешающих полному выполнению участником условий исследования.

Критерии не включения в группу контроля (практически здоровые женщины): текущая беременность или лактация, гистерэктомия в анамнезе, двусторонняя овариэктомия, абляция эндометрия и/или эмболизация маточных артерий, текущий или предыдущий (в течение 3 месяцев) прием гормональных препаратов (тиреоидные гормоны, глюкокортикостероиды, а также инсулиносенситайзеры), хронические заболевания в анамнезе (сердечно-сосудистые, онкологические, мочеполовые заболевания, сахарный диабет, гипертония и др.), индекс массы тела ≥ 30 кг/м².

В работе использовались клинико-инструментальные, лабораторные и статистические методы исследования. Исследование включало проведение анкетирования, инструментальную оценку состояния молочных желез, гинекологическое бимануальное исследование органов малого таза, цитологическое исследование мазков. Антропометрическое обследование проводили по общепринятым методикам. Массу тела испытуемых измеряли с точностью до 0,1 кг с помощью электронных стандартизированных напольных весов, для измерения роста использовали фиксированный ростомер, калиброванный в сантиметрах. ИМТ определяли по формуле G. Brey (1978), как массу тела в килограммах, деленную на рост в квадрате, выраженной в метрах (кг/м²). Проводилось измерение ОТ – на уровне нижних краев 10-х ребер, расположенных по медиальной аксиллярной линии (при спокойном дыхании) и окружности бедер (ОБ)

– в положении стоя (ноги вместе) на уровне гребней подвздошных костей, при этом измерительная лента располагалась параллельно полу. ОТ и ОБ фиксировали с точностью до 0,1 см. Использовали расчет отношения величины ОТ к величине ОБ. Определение доли жировой ткани и висцерального жира проводили на анализаторе состава человека InBody770 (RU.НС.005.006.СМ.00154, ИнБодиКо, Лтд, Республика Корея). АД измеряли в положении сидя, после пяти минут отдыха на не доминирующей (левой) руке. Пульс измеряли на лучевой артерии в течение 30 секунд.

С целью проведения биохимического исследования крови у каждой женщины забирали кровь из локтевой вены с помощью одноразовых вакуумных систем (BDVacutainer), после 15-минутного отдыха, натощак, с 8 до 9 часов утра, с учетом фаз менструального цикла. Содержание ТАГ, холестерина липопротеидов низкой (ХСЛПНП) и ХСЛПВП проводились с использованием коммерческих наборов Bio Systems, Испания. Измерения осуществлялись на биохимическом анализаторе BTS-350 (Испания). Определение уровня глюкозы проводили с помощью коммерческих наборов BioSystems спектрофотометрически на биохимическом анализаторе BTS-350 (Испания). Содержание ТАГ, ХСЛПНП, ХСЛПВП и глюкозы выражали в ммоль/л.

Все участницы подписывали информированное согласие на участие в исследовании в соответствии с Хельсинкской декларацией ВМА (в редакции 2013 г.). Исследование одобрено комитетом по биомедицинской этике при ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ (Выписка из протокола заседания № 2.1 от 24.02.2016 г.).

Исследование выполнено с использованием оборудования ЦКП «Центр разработки прогрессивных персонализированных технологий здоровья» ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, Иркутск.

Для оценки ИР были введены расчетные индексы [24, 25, 26, 27]:

$$1) \text{BFP (Body Fat Percenta)} = 1,2 \cdot \text{ИМТ} + 0,23 \cdot \text{возраст} - 5,4$$

$$2) \text{BAI (Body Adiposity Index)} = \frac{\text{ОБ}}{\text{Рост}(\sqrt{\text{Рост} - 18})}$$

$$3) \frac{\text{ОТ}}{\text{Рост}}$$

$$4) \text{TyG (Triglyceride-Glucose Index)} = \frac{\ln(\text{ТАГ}^{\text{ммоль/л}} \cdot \text{глюкоза}^{\text{ммоль/л}})}{2}$$

$$5) \frac{\text{ТАГ}}{\text{ХСЛПВП}}$$

$$6) \text{WTI (Waist-Triglyceride Index)} = \text{ОТ} \cdot \text{ТАГ}$$

$$7) \text{LAP (Lipid accumulation product)} = (\text{ОТ} - 58) \cdot \text{ТАГ}$$

Статистический анализ результатов проводился с использованием программы Statistica 10.0 (Statsoft Inc.,

США). Для определения близости к нормальному распределению количественных признаков использовали визуально-графический метод и критерии согласия Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса и Шапиро-Уилка. Проверка равенства генеральных дисперсий осуществлялась с помощью критерия Фишера (F-test). Результаты исследования представлены в виде медианы (Me), первой и третьей квартилей (Q1; Q3). Сравнение межгрупповых различий выполнено с использованием непараметрического критерия Манна-Уитни. За уровень статистической значимости принимали значение $p < 0,05$.

Результаты

На первом этапе был проведен анализ клинико-анамнестических данных в исследуемых группах (табл. 1). Результаты обследования показали, что группа женщин

с МС не отличалась от контрольной группы по показателям возраста, роста, ($p > 0,05$) (табл. 1).

Однако, в данной группе, в сравнении с контрольными значениями, было выявлено статистически значимое увеличение массы тела ($p < 0,0001$), ИМТ ($p < 0,0001$), ОТ ($p < 0,0001$), ОБ ($p < 0,0001$), САД ($p < 0,0001$), ДАД ($p < 0,0001$), % висцерального жира ($p < 0,0001$), % жира ($p < 0,0001$) (табл. 1).

Анализ изменений показателей липидного обмена в группе женщин репродуктивного возраста с МС показал наличие статистически значимых различий в отношении повышенного уровня ТАГ ($p < 0,0001$), глюкозы ($p < 0,0001$) и сниженного уровня ХСЛПВП ($p < 0,0001$) в сравнении с контролем (табл. 2).

Анализ косвенных индексов ИР показал статистически значимо более высокие значения всех исследуемых

Таблица 1 / Table 1

Сравнительная характеристика клинико-анамнестических данных у женщин репродуктивного возраста с МС (Me (Q25; Q75%))
Comparative characteristics of clinical and anamnestic data in women of reproductive age with MS (Me (Q25; Q75%))

Параметры Parameters	Контрольная группа Control group	МС MS	Статистически значимые различия Statistically significant differences
	(1)	(2)	
Возраст, лет Age, years	31,0 (27,0;35,0)	38,0 (34,0;42,0)	
Масса тела, кг Weight, kg	58,9 (53,45;64,35)	79,9 (70,0;90,9)	1-2
Рост, см Height, cm	164,50 (159,25;167,30)	162,50 (159,0;167,0)	
Индекс массы тела Body mass index	22,13 (20,58;23,72)	30,35 (26,88;34,22)	1-2
Окружность талии, см Waist circumference, cm	70,0 (65,0;74,0)	89,0 (83,0;99,0)	1-2
Окружность бедер, см Hip circumference, cm	94,0 (91,0;98,0)	108,0 (100,0;114,0)	1-2
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст. Systolic blood pressure, mmHg	115,5 (110,0;120,0)	133,0 (128,0;141,0)	1-2
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст. Diastolic blood pressure, mmHg	74,0 (69,5;79,0)	87,0 (81,0;92,0)	1-2
% висцерального жира % visceral fat	4,0 (3,0;6,0)	8,0 (6,22;9,0)	1-2
% жира % fat	32,1 (26,1;36,15)	43,3 (38,3;48,3)	1-2

показателей: BFP ($p < 0,0001$), BAI ($p < 0,0001$), ОТ/рост ($p < 0,0001$), TYG ($p < 0,0001$), ТАГ/ХСЛПВП ($p < 0,0001$), WTI ($p < 0,0001$), LAP ($p < 0,0001$) в группе женщин с МС по сравнению с контрольной группой (табл. 3).

Далее нами был проведен ROC-анализ исследуемых косвенных индексов ИР (табл. 4).

Было показано, что наиболее информативными показателями среди исследуемых индексов ИР, обладающими

Таблица 2 / Table 2

Показатели липидного обмена и глюкозы у женщин репродуктивного возраста с МС (Ме (Q25; Q75%))

Lipid metabolism indicators and glucose in women of reproductive age with MS (Me (Q25; Q75%))

Параметры Parameters	Контрольная группа Control group	Группа с МС MS	Статистически значимые различия Statistically significant differences
	(1)	(2)	
Глюкоза, ммоль/л Glucose, mmol/l	4,59 (4,11;4,95)	5,26 (4,62;5,82)	1–2
Триацилглицериды, ммоль/л Triacylglycerides, mmol/l	0,86 (0,64;1,05)	1,06 (0,84;1,47)	1–2
Холестерин липопротеидов низкой плотности, ммоль/л Low-density lipoprotein cholesterol, mmol/l	2,98 (2,60;3,33)	2,97 (2,68;3,48)	
Холестерин липопротеидов высокой плотности, ммоль/л High-density lipoprotein cholesterol, mmol/l	1,10 (0,96;1,26)	0,95 (0,85;1,09)	1–2

Таблица 3 / Table 3

Индексы ИР у женщин репродуктивного возраста с МС (Ме (Q25; Q75%))

IR indices in women of reproductive age with MS (Me (Q25; Q75%))

Параметры Parameters	Контрольная группа Control group	МС MS	Статистически значимые различия Statistically significant differences
	(1)	(2)	
Процент жира в организме / Body Fat Percentage	28,23 (25,6;30,71)	39,55 (35,33;44,47)	1–2
Индекс жировой массы тела / Body Adiposity Index	55,84 (53,44;58,34)	65,80 (60,81;71,84)	1–2
Окружность талии/рост Waist circumference/height	0,42 (0,40;0,45)	0,55 (0,51;0,61)	1–2
Триглицеридно-глюкозный индекс / Triglyceride-Glucose Index	4,37 (4,19;4,48)	4,55 (4,41;4,69)	1–2
Триацилглицериды/холестерин липопротеиды высокой плотности / Triacylglycerides/high-density lipoprotein cholesterol	0,74 (0,54;0,96)	1,15 (0,86;1,52)	1–2
Индекс «талия-триглицериды» / Waist-Triglyceride Index	55,87 (42,36;70,78)	99,96 (74,82;135,9)	1–2
Индекс накопления липидов / Lipid accumulation product	8,78 (5,06;12,92)	34,10 (24,48;48,32)	1–2

Таблица 4 / Table 4

Наиболее информативные показатели для группы с МС и контрольной группы**The most informative indicators for the group with MS and the control group**

Параметр Parameter	AUC	p-value	Cut-off point	95% ДИ 95% DI	Чувствительность Sensitivity	Специфичность Specificity
Процент жира в организме / Body Fat Percentage	0,834	< 0,0001	> 34,49	0,808–0,860	79,86	72,97
Индекс жировой массы тела / Body Adiposity Index	0,812	< 0,0001	> 62,53	0,789–0,842	68,60	80,31

высокой чувствительностью и специфичностью, являются BFP ($p < 0,0001$) и BAI ($p < 0,0001$) (табл. 4).

Обсуждение

ИР при МС является центральным компонентом, который играет существенную роль в развитии заболевания, и его ни в коем случае нельзя игнорировать [7]. В первую очередь, ИР рассматривается как состояние гиперинсулинемии, когда компенсаторная секреция инсулина растет для поддержания стабильной концентрации глюкозы в крови, при этом снижается способность инсулина поглощать и использовать глюкозу [28]. ИР является активным участником многих метаболических расстройств, в том числе ожирения, неалкогольной жировой болезни печени, АГ, атеросклероза, синдрома поликистозных яичников и т.д. [29, 30]. Значимость негативного влияния ИР на репродуктивную функцию женщин детородного возраста неоспорима, поскольку ИР повышает вероятность бесплодия [20]. Кроме того, ИР повышает риск неудачного переноса эмбрионов во время вспомогательных репродуктивных технологий у бесплодных женщин и может влиять на репродуктивный результат пациенток [29, 31].

В нашем исследовании у женщин репродуктивного возраста с МС показан рост значений всех исследованных «неинсулиновых» индексов ИР. К сугубо антропометрическим индексам относят BFP и индекс BAI. BFP, как показатель процентного содержания жира в организме, считается важным аспектом здоровья, который отличается от простого измерения веса, так как дает более детализированное представление о пропорции жировой и мышечной массы в организме [25]. BFP в контексте женской популяции показывает долю жировой массы относительно общей массы тела и необходим для оценки состава тела, определения степени ожирения [24]. Исследования показали нелинейные зависимости между BFP и сердечно-сосудистыми расстройствами, которые наблюдались как при метаболически здоровом, так и при метабо-

чески нездоровом ожирении (у обоих P для нелинейности $< 0,0001$) [32]. В ходе популяционного кросс-секционного исследования было определено, что вероятность дислипидемии и повышенного уровня С-реактивного белка была в 1,29 и 1,38 раза выше в группе с BFP $\geq 28,0\%$, чем в группе с BFP $< 28,0\%$, соответственно [33]. BFP считают хорошим прогностическим фактором АГ, гипертриглицеридемии и гиполПВП в женской популяции с сахарным диабетом [34].

BAI – индекс ожирения, основанный на ОБ и росте, является показателем, который используется для оценки уровня жировой массы в организме [25]. BAI используется для оценки процентного содержания жира в организме без учета массы тела, что делает его полезным инструментом в ситуациях, когда вес может быть не точным показателем жировой массы, в том числе у людей с высокой мышечной массой [25, 34]. В настоящее время данный индекс рассматривается как важный дополнительный показатель ИМТ и может быть рекомендован для оценки количества жира в организме и кардиометаболических рисков [35]. В полностью скорректированной модели было показано, что вероятность развития МС увеличивалась на 27 % при каждом увеличении BAI на единицу, причем данный показатель положительно коррелировал с уровнем ХСЛПВП [25]. У женщин BAI был связан с уровнем ХСЛПВП, гипергликемией и АГ [36]. В целом BAI показал более высокую чувствительность – 81% (95% ДИ = 70,6% – 88,9%), чем ИМТ [37].

ОТ/рост считается показателем, аналогичным предыдущему антропометрическому индексу. К качественным биохимическим параметрам ИР относят индексы – TyG, TAG/ХСЛПВП. Как альтернативные индексы, данные показатели были введены для интеграции в стандартное обследование [38]. TyG некоторыми исследователями признан наиболее специфичным маркером среди многих (непрямых) моделей. Так, выявлено соответствие между индексом TyG и оценкой гомеостатической модели резистентности к инсулину (НОМА-IR), показана его по-

тенциальная применимость при оценке метаболического здоровья в различных группах населения [39]. Показано, что индекс TyG хорошо коррелирует с ИР и может быть использован в качестве надежного предиктора МС у людей с избыточным весом и ожирением, а также у людей с нормальным весом, что примечательно, поскольку позволяет выявить факторы риска на ранней стадии [40, 41, 42]. Отмечены его высокие чувствительность и специфичность для скрининга МС [40]. Показана его более высокая кривая AUROC по сравнению с НОМА-IR [43]. Кроме того, в недавнем исследовании была продемонстрирована прогностическая ценность для сахарного диабета 2-го типа при пороговом значении 8,9 с чувствительностью 72,3% и специфичностью 79,1% [37]. При увеличении TyG на 1 единицу шансы развития МС увеличивались в 12,06 раза, что в 7,25 раза чаще, чем у индекса НОМА-IR [44, 45].

ТАГ к ХСЛПВП был предложен как косвенный маркер ИР, так как связан с тем, что метаболические процессы, которые приводят к ИР, также приводят к изменениям в липидном спектре и отражаются на уровнях сыровоточных ТАГ и ХСЛПВП [46]. Считается, что инсулин ингибирует высвобождение свободных жирных кислот из жировой ткани и содействует хранению ТАГ в адипоцитах, однако при ИР этот регуляторный механизм оказывается нарушенным [47]. Данные научных исследований подтверждают положительную корреляцию между МС, сердечно-сосудистыми заболеваниями и соотношением ТГ/ХСЛПВП [27]. Соотношение ТГ/ЛПВП-ХС может служить атерогенным индексом для МС [48]. Анализ ROC-кривых для выявления взаимосвязи между соотношением ТГ/ХСЛПВП и накоплением кардиометаболических факторов риска, включая висцеральное ожирение, АГ и СД показал оптимальные пороговые значения в 2,237 единиц у женщин [49]. В то же время есть данные о слабой или умеренной корреляции данного индекса с «инсулиновыми» индексами, в частности, с индексом НОМА [50].

WTI и LAP относят к смешанным индексам, содержащим помимо параметров антропометрического ряда, также биохимические показатели; применяются для оценки метаболического здоровья и в большей степени отражают распределение жира, косвенно связанного с ИР [51, 52]. WTI индекс считается эффективным в прогнозировании уровня ТАГ и центрального ожирения [53]. На данный момент LAP признается сильным предиктором МС у женщин [AUC=0,85, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,83–0,86] [54]. Выявлена значимая разница в значениях AUC между LAP и WTI ($P < 0,001$) у женщин, но различия в значениях AUC между LAP и TyG, VAI не были значимыми [54]. LAP показал значительно более высокую кривую AUSROC для выявления МС по сравнению с ИМТ, соотношением талии к росту, соотношением талии к бёдрам, индексом округлости тела, индексом формы тела, BAI у обоих полов, а также окружностью талии и индексом объёма брюшной полости у женщин [55]. В зависимости от пола, LAP и WTI были лучшими показателями для различения METS и демонстрировали самые высокие значения индекса Юдена с пороговыми значениями 49,8 (чувствительность 68,5%, специфичность 82,4%) и 8,7 (чувствительность 70,7%, специфичность 81,9%), соответственно, у женщин [56].

Закключение

Анализ «неинсулиновых» индексов инсулинорезистентности у женщин репродуктивного возраста с МС может служить дополнительным критерием для выделения групп риска по прогрессированию метаболических расстройств, а также для оценки тяжести течения патологического процесса. Настоящее исследование показало высокую диагностическую значимость антропометрических индексов (BFP и BAI) наряду с биохимическими и смешанными показателями инсулинорезистентности, что позволит оптимизировать проведение коррекционных мероприятий в данной когорте пациенток.

Литература

(п.п. 2; 3; 7; 10; 14–22; 24–44; 46–49; 51–56 см. References)

1. Бельская Л.В., Сутурина Л.В., Даренская М.А., Аталян А.В., Лазарева Л.М., Наделяева Я.Г. и др. Возрастные детерминанты метаболического синдрома у женщин репродуктивного возраста основных этнических групп Прибайкалья. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4): 39–48. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.4.5>
2. Вильсон Н.И., Бельская Л.В., Шолохов Л.Ф., Игумнов И.А., Наделяева Я.Г., Сутурина Л.В. Метаболический синдром: эпидемиология, критерии диагностики, расовые особенности. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(4): 180–91. <https://doi.org/10.29413/ABS.2021-6.4.16>
3. Воевода М.И., Ковалькова Н.А., Рагино Ю.И., Травникова Н.Ю., Денисова Д.В. Распространённость метаболического синдрома у жителей Новосибирска от 25 до 45 лет. *Терапевтический архив*. 2016; 88(10): 51–6. <https://doi.org/10.17116/terarkh2016881051-56>
4. Соснова Е.А. Метаболический синдром. *Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф. Снегирева*. 2016; 3(4): 172–80. <http://dx.doi.org/10.18821/2313-8726-2016-3-4-172-180>
5. Шаронова Л.А., Булгакова С.В., Долгих Ю.А., Косарева О.В., Тренева Е.В., Курмаев Д.П. Ожирение как основной компонент метаболического синдрома и фактор риска коморбидности. *Экспери-*

- ментальная и клиническая гастроэнтерология. 2024; (2): 101–10. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-222-2-101-110>
9. Беленков Ю.Н., Привалова Е.В., Каплунова В.Ю., Зекцер В.Ю., Виноградова Н.Н., Ильгисонис И.С. и др. Метаболический синдром: история развития, основные критерии диагностики. *Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии*. 2018; 14(5): 757–64. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2018-14-5-757-764>
 11. Куршаков А.А., Сайфутдинов Р.Г., Анчикова Л.И., Валеева И.Х., Никишова Т.В. Инсулинорезистентность и эндотелиальная дисфункция при метаболическом синдроме. *Казанский медицинский журнал*. 2011; 92(2): 173–6.
 12. Титов В.Н. Биологическая функция трофологии (питания) и патогенез метаболического синдрома – физиологического переживания. Филогенетическая теория общей патологии, лептин и адипонектин. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2014; 58(2): 68–79.
 13. Кайдашев И.П. Активация ядерного фактора kB как молекулярной основы патогенеза метаболического синдрома. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2013; 57(3): 65–72.
 23. Консенсус экспертов по междисциплинарному подходу к ведению, диагностике и лечению больных с метаболическим синдромом. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2013; 12(6): 41–82.
 45. Корнеева Е.В., Воевода М.И. Ассоциация триглицеридно-глюкозного индекса и его модификаций с метаболическим синдромом у лиц молодого возраста. *Вестник современной клинической медицины*. 2025; 18(2): 35–40. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2025.18\(2\).35-40](https://doi.org/10.20969/VSKM.2025.18(2).35-40)
 50. Мадянов И.В. Косвенные способы оценки инсулинорезистентности при метаболическом синдроме. *РМЖ*. 2021; 29(2): 10–2.
- ## References
1. Belenkaia L.V., Suturina L.V., Darenskaya M.A., Atalyan A.V., Lazareva L.M., Nadelyaeva I.G., et al. Age-related determinants of the metabolic syndrome in women of reproductive age of the main ethnic groups of the Baikal Region. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4): 39–48. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.4.5> (In Russian)
 2. Suturina L., Lizneva D., Lazareva L., Danusevich I., Nadeliaeva I., Belenkaya L., et al. Ethnicity and the Prevalence of Polycystic Ovary Syndrome: The Eastern Siberia PCOS Epidemiology and Phenotype Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2024; 110(1): e207. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgae424>
 3. Noubiap J.J., Nansseu J.R., Lontchi-Yimagou E., Nkeck J.R., Nyaga U.F., Ngouo A., 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.diabetes.2022.109924>
 4. Vilson N.I., Belenkaya L.V., Sholokhov L.F., Igumnov I.A., Nadelyaeva Ya.G., Suturina L.V. Metabolic syndrome: Epidemiology, diagnostic criteria, racial characteristics. *Acta Biomedica Scientifica*. 2021; 6(4): 180–91. <https://doi.org/10.29413/ABS.2021-6.4.16> (In Russian)
 5. Voevoda M.I., Kovalkova N.A., Ragino Yu.I., Travnikova N.Yu., Denisova D.V. Prevalence of metabolic syndrome in 25–45-year-old Novosibirsk dwellers. *Therapeutic Archive*. 2016; 88(10): 51–6. <https://doi.org/10.17116/terarkh2016881051-56> (In Russian)
 6. Sosnova E.A. Metabolic syndrome. *Arhiv akusherstva i ginekologii im. V.F. Snegireva*. 2016; 3(4): 172–80. <http://dx.doi.org/10.18821/2313-8726-2016-3-4-172-180> (In Russian)
 7. Reaven G.M. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988; 37: 1595–607. <https://doi.org/10.2337/diab.37.12.1595>
 8. Sharonova L.A., Bulgakova S.V., Dolgikh Yu.A., Kosareva O.V., Treneva E.V., Kurmaev D.P. Obesity as a main component of metabolic syndrome and a risk factor for comorbidity. *Jeksperimental'naja i klinicheskaja gastrojenterologija*. 2024; (2): 101–10. <https://doi.org/10.31146/1682-8658-ecg-222-2-101-110> (In Russian)
 9. Belenkov Yu.N., Privalova E.V., Kaplunova V.Yu., Zektser V.Yu., Vиноградова N.N., Ilgisonis I.S., et al. Metabolic syndrome: history of development, main diagnostic criteria. *Racional'naja farmakoterapija v kardiologii*. 2018; 14(5): 757–64. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2018-14-5-757-764> (In Russian)
 10. Belenkaya L.V., Darenskaya M.A., Kolesnikov S.I., Sholokhov L.F., Danusevich I.N., Lazareva L.M., et al. Metabolic Syndrome in Reproductive Age Women of Various Ethnic Groups. Neuroendocrine Status and Lipid Peroxidation System. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2024; 177(6): 705–10. <https://doi.org/10.1007/s10517-024-06254-1>
 11. Kurshakov A.A., Saifutdinov R.G., Anchikova L.I., Valeeva I.Kh., Nikishova T.V. Insulin resistance and endothelial dysfunction in metabolic syndrome. *Kazanskij medicinskij zhurnal*. 2011; 92(2): 173–6. (In Russian)
 12. Titov V.N. Biological function of trophology and the pathogenesis of metabolic syndrome – syndrome of overeating. Phylogenetically theory of general pathology, role of leptin and adiponectin. *Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal*. 2014; 58(2): 68–79. (In Russian)
 13. Kaidashev I. Conception for permanent activation of nuclear factor kB as molecular basis for metabolic syndrom pathogenesis. *Pathological physiology and experimental therapy, Russian Journal*. 2013; 57(3): 65–72. (In Russian)
 14. James D.E., Stuckli J., Birnbaum M.J. The aetiology and molecular landscape of insulin resistance. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*. 2021; 22(11): 751–71. <https://doi.org/10.1038/s41580-021-00390-6>
 15. Lee S.H., Park S.Y., Choi C.S. Insulin resistance: from mechanisms to therapeutic strategies. *Diabetes & metabolism journal*. 2022; 46(1): 15–37. <https://doi.org/10.4093/dmj.2021.0280>
 16. Darenskaya M.A., Belenkaia L.V., Suturina L.V., Kolesnikov S.I., Sholokhov L.F., Lazareva L.M., et al. Metabolic syndrome in caucasian women with hyperandrogenism: lipid metabolism and lipid peroxidation system. *International Journal of Biomedicine*. 2025; 15(1): 84–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59659-3>
 17. Liao J., Wang L., Duan L., Gong F., Zhu H., Pan H., et al. Insulin resistance surrogates are associated with all-cause mortality and cardiovascular mortality in population with metabolic syndrome: a retrospective

- cohort study of NHANES. *Scientific Reports*. 2025; 15(1): 4706. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88296-7>
18. Bazyar H., Zare Javid A., Masoudi M.R., Haidari F., Heidari Z., Hajjalizadeh S., et al. Assessing the predictive value of insulin resistance indices for metabolic syndrome risk in type 2 diabetes mellitus patients. *Scientific Reports*. 2024; 14(1): 8917. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59659-3>
19. Tamini S., Bondesan A., Caroli D., Sartorio A. The Lipid Accumulation Product Index (LAP) and the Cardiometabolic Index (CMI) Are Useful for Predicting the Presence and Severity of Metabolic Syndrome in Adult Patients with Obesity. *Journal of Clinical Medicine*. 2024; 13(10): 2843. <https://doi.org/10.3390/jcm13102843>
20. Wang Z., Yan J., Chen H., He L., Xu S. The reproductive endocrine feature and conception outcome of women with unknown etiological menstrual cycle (36–45 days) with long follicular phase. *Gynecol Endocrinol*. 2022; 38: 742–7. <https://doi.org/10.1080/09513590.2022.2101636>
21. Darenskaya M.A., Belenkaia L.V., Atalyan A.V., Lazareva L.M., Nadelyaeva Ya.G., Danusevich I.N., et al. State of pituitary-ovarian link of the neuroendocrine regulation system in women of reproductive age with ovarian hyperandrogenism. *International Journal of Biomedicine*. 2024; 14(1): 66–71. [https://doi.org/10.21103/Article14\(1\)_OA9](https://doi.org/10.21103/Article14(1)_OA9)
22. Grundy S.M., Cleeman J.I., Daniels S.R., Donato K.A., Eckel R.H., Franklin B.A., et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement: Executive Summary. *Circulation*. 2005; 112(17): 2735–52. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.169404>
23. Expert consensus on an interdisciplinary approach to the management, diagnosis, and treatment of patients with metabolic syndrome. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2013; 12(6): 41–82. (In Russian)
24. Rao J., Ding C., Shi Y., Zhou W., Yu C., Wang T., et al. Association of body fat percentage with diabetes in hypertensive adults of different genders: a cross-sectional study. *Frontiers in Endocrinology*. 2025; 16: 1467886. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1467886>
25. Kheirouri S., Alizadeh M. Contribution of body adiposity index and conicity index in prediction of metabolic syndrome risk and components. *Human Nutrition & Metabolism*. 2024; 38: 200290. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2024.200290>
26. Nabipoorashrafi S.A., Seyedi S.A., Rabizadeh S., Ebrahimi M., Ranjbar S.A., Reyhan S.K., et al. The accuracy of triglyceride-glucose (TyG) index for the screening of metabolic syndrome in adults: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases*. 2022; 32(12): 2677–88. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2022.07.024>
27. Kosmas C.E., Rodriguez Polanco S., Bousvarou M.D., Papakonstantinou E.J., Peca Genao E., Guzman E., et al. The triglyceride/high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio as a risk marker for metabolic syndrome and cardiovascular disease. *Diagnostics*. 20223; 13(5): 929. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13050929>
28. Jamilian M., Mansury S., Bahmani F., Heidar Z., Amirani E., Asemi Z. The effects of probiotic and selenium co-supplementation on parameters of mental health, hormonal profiles, and biomarkers of inflammation and oxidative stress in women with polycystic ovary syndrome. *J Ovarian Res*. 2018; 11: 80. <https://doi.org/10.1186/s13048-018-0457-1>
29. Lei R., Chen S., Li W. Advances in the study of the correlation between insulin resistance and infertility. *Frontiers in endocrinology*. 2024; 15: 1288326. <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1288326>
30. Darenskaya M.A., Belenkaya L.V., Atalyan A.V., Danusevich I.N., Lazareva L.M., Nadelyaeva Ya.G., et al. Oxidative stress reactions in women of reproductive age with metabolic syndrome. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2023; 174(5): 601–4. <https://doi.org/10.1007/s10517-023-05754-w>
31. Bai X., Chang R., Qing M., Jiang B., Zhang, C. Impact of insulin resistance on in vitro fertilization outcomes in overweight and obese women: a retrospective cohort study. *Human Fertility*. 2025; 28(1): 2526768. <https://doi.org/10.1080/14647273.2025.2526768>
32. Xiong Q., Zhang Y., Li J., An Y., Yu S. Comparison of cardiovascular disease risk association with metabolic unhealthy obesity identified by body fat percentage and body mass index: Results from the 1999–2020 National Health and Nutrition Examination Survey. *Plos one*. 2024; 19(8): e0305592. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0305592>
33. Zhang R., Dong S.Y., Wang F., Ma C., Zhao X.L., Zeng Q., et al. Associations between body composition indices and metabolic disorders in Chinese adults: a cross-sectional observational study. *Chinese Medical Journal*. 2018; 131(04): 379–88. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.225059>
34. Shukohifar M., Mozafari Z., Rahmanian M., Mirzaei M. Performance of body mass index and body fat percentage in predicting metabolic syndrome risk factors in diabetic patients of Yazd, Iran. *BMC endocrine disorders*. 2022; 22(1): 216. <https://doi.org/10.1186/s12902-022-01125-0>
35. Zwierzchowska A., Celebańska D., Rosolek B., Gawlik K., Żebrowska, A. Is body mass index (BMI) or body adiposity index (BAI) a better indicator to estimate body fat and selected cardiometabolic risk factors in adults with intellectual disabilities? *BMC cardiovascular disorders*. 2021; 21: 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12872-021-01931-9>
36. Luo W.S., Ding Y., Guo Z.R. Body adiposity index and other indexes of body composition in predicting cardiovascular disease in the Chinese population: A Cohort study. *Perfusion*. 2024; 02676591241300973. <https://doi.org/10.1177/02676591241300973>
37. Habib R., Mashhadi S.F., Javed A., Rathore M.A. Comparison of body adiposity index and body mass index for assessment of body fat percentage among office workers: A validation study. *Pakistan Journal of Medical Sciences*. 2025; 41(6): 1677–82. <https://doi.org/10.12669/pjms.41.6.11630>
38. He J., He S., Liu K., Wang Y., Shi D. Chen X. The TG/HDL-C Ratio Might Be a Surrogate for Insulin Resistance in Chinese Non-obese Women. *Int. J. Endocrinol*. 2014; 2014: 105168. <https://doi.org/10.1155/2014/105168>
39. Aman M., Resnawita D., Rasyid H., Kasim H., Bakri S., Umar H., et al. The concordance of triglyceride glucose index (TyG index) and homeostatic model assessment for insulin resistance (HOMA-IR) in non-diabetic subjects of adult Indonesian males. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2021; 9: 227–30. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2020.09.003>
40. Ștefan A.G., Clenciu D., Mitrea A., Vladu I.M., Protasiewicz-Timofitiuc D.C., Roșu M.M., et al. Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Romania. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025; 26(6): 2389. <https://doi.org/10.3390/ijms26062389>
41. Mirr M., Skrypnik D., Bogdański P., Owecki M. Newly proposed insulin resistance indexes called TyG-NC and TyG-NHtR show efficacy in diagnosing the metabolic syndrome. *Journal of endocrinological*

- investigation. 2021; 44(12): 2831–43. <https://doi.org/10.1007/s40618-021-01608-2>
42. Khan S.H., Sobia F., Niazi N.K., Manzoor S.M., Fazal N., Ahmad F. Metabolic clustering of risk factors: Evaluation of Triglyceride-glucose index (TyG index) for evaluation of insulin resistance. *Diabetology & metabolic syndrome*. 2018; 10: 74. <https://doi.org/10.1186/s13098-018-0376-8>
 43. Son D.H., Lee H.S., Lee Y.J., Lee J.H., Han J.H. Comparison of triglyceride-glucose index and HOMA-IR for predicting prevalence and incidence of metabolic syndrome. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases*. 2022; 32(3): 596–604. <https://doi.org/10.1016/j.nu-mecd.2021.11.017>
 44. Mansoori A., Nosrati M., Dorchin M., Mohammadyari F., Derakhshan-Nezhad E., Ferns G., et al. A novel index for diagnosis of type 2 diabetes mellitus: Cholesterol, High density lipoprotein, and Glucose (CHG) index. *Journal of diabetes investigation*. 2025; 16(2): 309–14. <https://doi.org/10.1111/jdi.14343>
 45. Korneeva E.V., Voevoda M.I. Association of the triglyceride-glucose index and its modifications with metabolic syndrome in young people. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy mediciny*. 2025; 18(2): 35–40. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2025.18\(2\).35-40](https://doi.org/10.20969/VSKM.2025.18(2).35-40) (In Russian)
 46. Caceres Mendez E., Murgueitio Guzman C., Beltran Espana J., Garcia Pena A., Diaz Brochero C. Utility of the triglycerides/HDL cholesterol ratio in older adult patients in Colombia. *European Heart Journal*. 2024; 45(1): ehae666–3132. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.3132>
 47. Nakashima R., Ikeda S., Shinohara K., Matsumoto S., Yoshida D., Ono Y., et al. Triglyceride/high density lipoprotein cholesterol index and future cardiovascular events in diabetic patients without known cardiovascular disease. *Scientific Reports*. 2025; 15(1): 9217. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-92933-6>
 48. Mardi P., Abdi F., Ehsani A., Seif E., Djalalinia S., Heshmati J., et al. Is non-high-density lipoprotein associated with metabolic syndrome? A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in endocrinology*. 2022; 13: 957136. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.957136>
 49. Wakabayashi I., Daimon T. Comparison of discrimination for cardio-metabolic risk by different cut-off values of the ratio of triglycerides to HDL cholesterol. *Lipids in health and disease*. 2019; 18(1): 156. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-1098-0>
 50. Madyanov I.V. Indirect methods for assessing insulin resistance in metabolic syndrome. *RMJ*. 2021; 2: 10–2. (In Russian)
 51. Xia M.F., Chen Y., Lin H.D., Ma H., Li X.M., Aleteng Q., et al. A indicator of visceral adipose dysfunction to evaluate metabolic health in adult Chinese. *Scientific Reports*. 2016; 6(1): 38214. <https://doi.org/10.1038/srep38214>
 52. Adejumo E.N., Adejumo A.O., Azenabor A., Ekun A.O., Enitan S.S., Adebola O.K., et al. Anthropometric parameter that best predict metabolic syndrome in South west Nigeria. *Diabetes & metabolic syndrome*. 2019; 13(1): 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2018.08.009>
 53. Pokharel D.R., Maskey A., Kafle R., Kathayat G., Manandhar B., Manandhar K.D. Diagnostic potential of Waist – Triglyceride Index, Triglyceride – Glucose Index and Related Indices for the detection of Metabolic Syndrome in Nepali adults: A Cross-Sectional Study. *Human Nutrition & Metabolism*. 2025; 200324. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2025.200324>
 54. Li Y., Zheng R., Li S., Cai R., Ni F., Zheng H., et al. Association between four anthropometric indexes and metabolic syndrome in US adults. *Frontiers in Endocrinology*. 2022; 13: 889785. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.889785>
 55. Witarto B.S., Witarto A.P., Visuddho V., Wungu C.D.K., Maimunah U., Rejeki P.S., et al. Gender-specific accuracy of lipid accumulation product index for the screening of metabolic syndrome in general adults: a meta-analysis and comparative analysis with other adiposity indicators. *Lipids in Health and Disease*. 2024; 23(1): 198. <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02190-1>
 56. Alfawaz H.A., Khan N., Ansari M.G., Khattak M.N., Saadawy G.M., Al-Daghri N.M. Sex-specific cut-offs of seven adiposity indicators and their performance in predicting metabolic syndrome in Arab adults. *Journal of Clinical Medicine*. 2023; 12(23): 7280. <https://doi.org/10.3390/jcm12237280>

Сведения об авторах:

Даренская Марина Александровна, проф. РАН, доктор биол. наук, гл. науч. сотр., руководитель лаб. патоф. ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru

Беленькая Лилия Васильевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. физиологии и патологии эндокринной системы ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Колесников Сергей Иванович, акад. РАН, доктор мед. наук, проф., гл. науч. сотр. ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, засл. деят. науки РФ

Сутурина Лариса Викторовна, проф., доктор мед. наук, гл. науч. сотр., руководитель отдела охраны репродуктивного здоровья, ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Шолохов Леонид Федорович, проф., доктор мед. наук, вед. науч. сотр., руководитель лаб. физиологии и патологии эндокринной системы, ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Данусевич Ирина Николаевна, доктор мед. наук, гл. науч. сотр., руководитель лаб. гинекологической эндокринологии, ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Лазарева Людмила Михайловна, доктор мед. наук, науч. сотр. лаб. гинекологической эндокринологии, ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Наделяева Яна Геннадьевна, канд. мед. наук, науч. сотр. лаб. гинекологической эндокринологии, ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ

Колесникова Любовь Ильинична, акад. РАН, доктор мед. наук, проф., науч. рук. ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ, засл. деят. науки РФ