

# Факторный анализ шанса наличия метаболического синдрома у лиц молодого возраста, длительно проживающих на территориях, приравненных к Крайнему Северу

Е.В. Корнеева<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0143-982X>, evkorneeva39@rambler.ru

М.И. Воевода<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9425-413X>, director@frcftm.ru

Л.В. Щербакова<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9270-9188>, 9584792@mail.ru

<sup>1</sup> Сургутский государственный университет; 628412, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Сургут, проспект Ленина, д. 1

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины; 630117, Россия, Новосибирск, ул. Тимакова, д. 2

<sup>3</sup> Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики» Сибирского отделения Российской академии наук; 630089, Россия, Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, д. 175/1

## Резюме

**Введение.** Применение факторного анализа при изучении метаболического синдрома (МС) позволяет оценить самостоятельное влияние каждого фактора и их синергетический эффект на вероятность развития заболевания.

**Цель.** Оценить шанс наличия МС у коренных и некоренных лиц молодого возраста, длительно проживающих на территориях, приравненных к Крайнему Северу.

**Материалы и методы.** Проведено исследование «случай – контроль» среди 863 молодых людей в возрасте 18–44 лет. В исследовании участвовали 283 мужчины и 580 женщин. По этнической принадлежности участники были разделены на 2 группы: некоренное население (583 человека) и коренное население – представители малочисленных народов Крайнего Севера (ханты) (280 человек). Проведены однофакторный и многофакторный логистические регрессионные анализы связи факторов с шансом наличия МС у лиц молодого возраста в общей выборке, а также с учетом пола и этнической принадлежности.

**Результаты.** Во всех анализируемых группах шанс наличия МС значимо ассоциировался с повышением индекса TyG и уровня холестерина липопротеинов невысокой плотности (ХС-нелПВП). При увеличении индекса TyG на одну условную единицу шанс наличия МС в группе некоренных жителей повышался в 22 раза, что в 4,7 раза выше, чем в группе коренных жителей, а при повышении на 1 ммоль/л уровня ХС-нелПВП выше 3,4 ммоль/л шанс наличия МС возрастал в 3 раза по сравнению с коренными жителями.

**Заключение.** Индекс TyG продемонстрировал более значимую связь с шансом факта МС по сравнению с индексом HOMA-IR. Значимая ассоциация наблюдалась при повышении уровня ХС-нелПВП, преимущественно у мужчин (в 21,4 раза,  $p < 0,001$ ) и у некоренных жителей (в 18,7 раза,  $p < 0,001$ ).

**Ключевые слова:** коренное население (ханты), индексы TyG, TyG-BMI, холестерин липопротеинов невысокой плотности, инсулинорезистентность

**Для цитирования:** Корнеева ЕВ, Воевода МИ, Щербакова ЛВ. Факторный анализ шанса наличия метаболического синдрома у лиц молодого возраста, длительно проживающих на территориях, приравненных к Крайнему Северу. *Медицинский совет*. 2025;19(23):26–33. <https://doi.org/10.21518/ms2025-556>.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

# Factor analysis of the odds of having metabolic syndrome in young people with long-term residence in areas considered as the Far North

Elena V. Korneeva<sup>1</sup>, <https://orcid.org/0000-0002-0143-982X>, evkorneeva39@rambler.ru

Mikhail I. Voevoda<sup>2</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9425-413X>, director@frcftm.ru

Liliya V. Shcherbakova<sup>3</sup>, <https://orcid.org/0000-0001-9270-9188>, 9584792@mail.ru

<sup>1</sup> Surgut State University; 1, Lenin Ave., Surgut, Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, 628412, Russia

<sup>2</sup> Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine; 2, Timakov St., Novosibirsk, 630117, Russia

<sup>3</sup> Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; 175/1, B. Bogatkov St., Novosibirsk, 630089, Russia

**Abstract**

**Introduction.** The use of factor analysis in the study of metabolic syndrome (MS) makes it possible to assess the independent effect of each factor and their synergistic effect on the likelihood of developing the disease.

**Aim.** To assess the risk of developing MS in young indigenous and non-indigenous individuals with long-term residence in areas considered to be the Far North.

**Materials and methods.** A case-control study was conducted among 863 young people aged 18–44 years. The study involved 283 men and 580 women, as well as non-indigenous people (583 people) and indigenous people (small peoples of the Far North – Khanty) (280 people) by ethnicity. A one-factor and multifactorial logistic regression analyses of the relationship between factors and the chance of MS in young people in the general sample, by age and ethnicity, were carried out.

**Results.** In all the analyzed groups, the chance of having a MS was significantly associated with an increase in the TyG index and non-high-density lipoprotein cholesterol (non-HDL-C) levels. With an increase in the TyG index by one conventional unit, the chance of MS in the non-indigenous group increased 22-fold, which is 4.7 times higher than in the indigenous group, and with an increase of 1 mmol/L, the non-HDL-C level was 3.4 mmol/L 3-fold higher than in the indigenous group.

**Conclusion.** The TyG index was significantly associated with the odds of having MS, more so than the HOMA-IR index. A significant association was observed with an increase in non-HDL-C levels, predominantly in men (21.4-fold,  $p < 0.001$ ) and in non-natives (18.7-fold,  $p < 0.001$ ).

**Keywords:** indigenous population (Khanty), TyG indices, TyG-BMI, non-high-density lipoprotein cholesterol, insulin resistance

**For citation:** Korneeva EV, Voevoda MI, Shcherbakova LV. Factor analysis of the odds of having metabolic syndrome in young people with long-term residence in areas considered as the Far North. *Meditinskij Sovet*. 2025;19(23):26–33. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-556>.

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**ВВЕДЕНИЕ**

Начало развития метаболического синдрома (МС) как совокупности его ключевых компонентов не является однородным [1]. На первом этапе формирования МС проявляются метаболические нарушения (увеличение массы тела, дислипидемия, нарушение толерантности к глюкозе, артериальная гипертония), которые варьируют по времени возникновения. Однако, объединяясь в рамках МС, эти нарушения в дальнейшем способствуют развитию нозологических форм заболеваний [2]. Значительная роль в формировании МС и его компонентов отводится генетическим, этническим и средовым факторам. МС – это сложное заболевание, на развитие которого влияет множество факторов, и индивидуальные особенности могут существенно варьироваться.

В последние годы для лучшего понимания МС и выявления его компонентов исследователи активно используют факторный анализ, целью которого является оценка влияния как каждого фактора в отдельности, так и их взаимодействия на шанс формирования МС [3].

**Цель** исследования – оценить шанс наличия МС у коренных и некоренных лиц молодого возраста, длительно проживающих на территориях, приравненных к Крайнему Северу.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Проведено исследование «случай – контроль» среди 863 молодых людей в возрасте 18–44 года (средний возраст  $35,62 \pm 5,04$  года), длительно проживающих в условиях, приравненных к Крайнему Северу (на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры). В исследовании участвовали 283 мужчины (32,8%) и 580 женщин (67,2%). По этнической принадлежности все обследованные молодые люди были разделены на 2 группы:

некоренное население (583 человека) и коренное население – представители малочисленных народов Крайнего Севера (ханты) (280 человек). **Критерии включения:** мужчины и женщины сmonoэтнической идентичностью, длительно проживающие в условиях, приравненных к районам Крайнего Севера, в возрасте 18–44 лет. **Критерии исключения:** лица с хроническими заболеваниями в стадии декомпенсации, моложе 18 лет и старше 44 лет, беременные и кормящие грудью женщины, а также коренные городские жители. Все участники подписали информированное согласие.

В определение МС входили критерии, приведенные в рекомендациях экспертов Всероссийского научного общества кардиологов по диагностике и лечению МС 2009 г. [4].

Проведены антропометрические (масса тела, рост, окружность талии, вычисление индекса массы тела (ИМТ)), лабораторные (общий холестерин (ОХС), холестерин липопroteинов высокой плотности (ХС-ЛПВП), триглицериды (ТГ), глюкоза плазмы натощак (ГПН), инсулин) и генетические (генотипирование методом полимеразной цепной реакции варианта rs28365031 гена ACE) исследования.

Содержание холестерина липопroteинов низкой плотности (ХС-ЛПНП) определяли по формуле Фридвальда при концентрации ТГ ниже 4,5 ммоль/л: ХС-ЛПНП = ОХС – (ХС-ЛПВП + ТГ/2,2), ммоль/л. Проведен расчет холестерина липопroteинов невысокой плотности (ХС-нелПВП) по формуле: ХС-нелПВП = ОХС – ХС-ЛПВП (ммоль/л). Перерасчет глюкозы сыворотки крови в ГПН осуществлялся по формуле Европейской ассоциации по изучению диабета (2005 г.): ГПН (ммоль/л) =  $-0,137 + 1,047 \times$  глюкоза сыворотки (ммоль/л).

Для оценки инсулинерезистентности (ИР) были применены индексы:

1. HOMA-IR (Homeostasis Model of Assessment Resistance Index – гомеостатическая модель оценки индекса резистентности): HOMA-IR = инсулин базальный (мкЕд/мл)  $\times$  глюкоза базальная (ммоль/л)/22,5. В норме

индекс HOMA-IR равен 1–2, пограничные значения составляют 2–4 (в норме не превышает 2,77) [5].

2. TyG (triglycerides and glucose – индекс триглицерид-глюкоза): TyG =  $\ln (\text{ТГ, мг/дл} \times \text{ГПН, мг/дл})/2$ , где  $\ln$  – натуральный логарифм, ГПН (мг/дл) = ГПН (ммоль/л) × 18,081; ТГ (мг/дл) = ТГ (ммоль/л) × 88,5. Значение – не более 4,49 [6].

3. TyG-BMI (body mass index – индекс массы тела): TyG-BMI = TyG × ИМТ (кг/м<sup>2</sup>). Значение – не более 111,8 [7].

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа. Статистический анализ проводился с применением программы IBM SPSS Statistics v. 22 (IBM Corporation). Количественные показатели проверялись на соответствие нормальному распределению с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов (ОШ), определяемый как отношение вероятности наступления события в независимых группах. Были рассчитаны границы 95% доверительного интервала (95% ДИ). Построение прогностической модели риска определенного исхода выполнялось при помощи метода многофакторной логистической регрессии. С помощью анализа ROC-кривых определялось оптимальное разделяющее значение признака, позволяющее классифицировать обследованных лиц по степени шанса и обладающее наилучшим сочетанием специфичности (Sp) и чувствительности (Se). Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение частоты МС среди обследованных лиц молодого возраста представлено на рисунке.

В табл. 1 представлены уровни медиан индексов ИР и медианы ХС-нелПВП у лиц молодого возраста по полу и этнической принадлежности.

При проведении однофакторного логистического регрессионного анализа установлено, что у молодых мужчин и женщин – как в общей выборке, так и среди коренных и некоренных жителей – существует повышенный риск

развития МС при увеличении индексов ИР (HOMA-IR, TyG и TyG-BMI) и уровня ХС-нелПВП ( $p < 0,001$ ) (табл. 2).

В общей выборке при повышении индекса TyG и HOMA-IR на одну условную единицу шанс наличия МС увеличивался в 12,4 и 1,7 раза соответственно. Также шанс наличия МС возрастал при повышении уровня ХС-нелПВП на 1 ммоль/л в общей выборке в 6,4 раза, при ХС-нелПВП  $\geq 3,4$  ммоль/л – в 8,1 раза (табл. 2). При этом женщины имели на 17,0% более высокий шанс наличия МС, связанный с индексом TyG, чем мужчины. У мужчин – на 28,9% более высокий шанс наличия МС, связанный с уровнем ХС-нелПВП  $\geq 3,4$  ммоль/л, чем у женщин (табл. 2).

Наиболее уязвимыми оказались некоренные лица молодого возраста. Так, при увеличении индекса TyG на одну условную единицу шанс наличия МС в группе молодых некоренных жителей повышался в 22 раза, что в 4,7 раза выше, чем в группе коренных жителей. Вероятность наличия МС у некоренных жителей при увеличении на 1 ммоль/л уровня ХС-нелПВП была выше в 2,7 раза, чем у коренных жителей, и в 3 раза при уровне ХС-нелПВП выше 3,4 ммоль/л по сравнению с коренными жителями. У коренных женщин, в отличие от коренных мужчин, наблюдалась тенденция к увеличению вероятности наличия МС, которая не достигла статистической значимости ( $p = 0,06$ ) (табл. 2).

● **Рисунок.** Частота метаболического синдрома в общей выборке, по половой и этнической принадлежности

● **Figure.** Frequency of metabolic syndrome in the total sample, by gender and ethnicity



● **Таблица 1.** Уровни медианы HOMA-IR, TyG, TyG-BMI, ХС-нелПВП у лиц молодого возраста по полу и этнической принадлежности, Me [25; 75]

● **Table 1.** Median levels of HOMA-IR, TyG, TyG-BMI and non-HDL-C in young adults by gender and ethnicity, Me [25; 75]

Параметры	Оба пола	Мужчины	Женщины	Коренное сельское население	Некоренное население
HOMA-IR	4,23 [3,50; 5,73]	4,19 [3,32; 6,08]	4,61 [3,66; 6,36]	4,45 [3,59; 5,86]	4,56 [3,61; 6,49]
TyG	4,83 [4,66; 5,02]	4,88 [4,66; 5,07]	4,87 [4,85; 4,90]	4,51 [4,47; 4,54]	4,56 [4,36; 4,75]
TyG-BMI	146,03 [121,40; 169,96]	147,69 [123,14; 171,98]	154,27 [127,00; 174,91]	149,34 [122,72; 164,78]	137,72 [114,61; 160,44]
ХС-нелПВП, ммоль/л	3,70 [3,20; 4,16]	3,70 [3,40; 4,10]	3,80 [3,30; 4,20]	3,70 [3,40; 4,03]	3,80 [3,30; 4,30]

Примечание. ХС-нелПВП – холестерин липопротеинов невысокой плотности.

● **Таблица 2.** Результаты однофакторного логистического регрессионного анализа факторов, влияющих на вероятность наличия метаболического синдрома у лиц молодого возраста с учетом пола и этнической принадлежности, ОШ, 95% ДИ, р  
 ● **Table 2.** Results of univariate logistic regression analysis of the association of factors with the chance of having metabolic syndrome in young people by gender and ethnicity, OR, 95% CI, p

Параметры	Оба пола	Мужчины	Женщины	Коренное сельское население	Некоренное население
Пол: мужчины vs женщины	1,163 (0,871–1,554), p = 0,306	-	-	1,708 (0,978–2,984), p = 0,060	1,022 (0,724–1,442), p = 0,903
Место проживания: город vs село	1,115 (0,824–1,511), p = 0,480	0,993 (0,603–1,635), p = 0,978	1,164 (0,790–1,717), p = 0,442	-	1,214 (0,867–1,699), p = 0,258
Этническая принадлежность: коренное vs некоренное население	1,121 (0,839–1,499), p = 0,439	1,612 (0,921–2,822), p = 0,095	0,990 (0,702–1,397), p = 0,955	-	-
rs1799752 гена ACE, II+ID vs DD	1,070 (0,771–1,486), p = 0,685	1,736 (0,978–3,080), p = 0,060	0,849 (0,567–1,270), p = 0,425	1,209 (0,681–2,147), p = 0,516	1,006 (0,674–1,502), p = 0,975
HOMA-IR, на 1 усл. ед.	1,656 (1,518–1,807), p < 0,001	1,609 (1,395–1,857), p < 0,001	1,688 (1,511–1,885), p < 0,001	1,581 (1,354–1,847), p < 0,001	1,707 (1,533–1,902), p < 0,001
TyG, на 1 усл. ед.	12,376 (8,432–18,165), p < 0,001	11,121 (5,739–21,548), p < 0,001	13,392 (8,326–21,540), p < 0,001	4,782 (2,673–8,556), p < 0,001	22,026 (13,025–37,245), p < 0,001
TyG-BMI, на 1 усл. ед.	1,015 (1,012–1,017), p < 0,001	1,014 (1,010–1,019), p < 0,001	1,015 (1,012–1,018), p < 0,001	1,010 (1,006–1,015), p < 0,001	1,018 (1,014–1,022), p < 0,001
ХС-нелПВП, на 1 ммоль/л	6,353 (4,719–8,555), p < 0,001	7,219 (4,111–12,677), p < 0,001	6,000 (4,231–8,508), p < 0,001	3,268 (2,036–5,246), p < 0,001	8,886 (6,033–13,089), p < 0,001
ХС-нелПВП: <3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л	8,096 (5,252–12,480), p < 0,001	10,789 (4,155–28,011), p < 0,001	7,667 (4,692–12,528), p < 0,001	3,986 (2,016–7,878), p < 0,001	11,967 (6,776–21,136), p < 0,001

Примечание. Со стандартизацией по возрасту. ХС-нелПВП – холестерин липопротеинов невысокой плотности.

По результатам многофакторного логистического регрессионного анализа связи факторов с шансом наличия МС у лиц молодого возраста в общей выборке, а также по полу и этнической принадлежности, были получены две модели.

Модель 1 объединяла возраст, пол, место проживания, этническую принадлежность, носительство генотипов II+ID и DD варианта rs1799752 гена ACE, индекс TyG-BMI и уровень ХС-нелПВП (<3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л). В модель 2 были включены следующие параметры: возраст, пол, место проживания, этническая принадлежность, носительство генотипов II+ID и DD варианта rs1799752 гена ACE, индекс HOMA-IR и уровень ХС-нелПВП (<3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л).

Согласно модели 1, шанс наличия МС повышался с возрастом в общей выборке (p = 0,003), у мужчин (p = 0,046) и у некоренных жителей (p = 0,003). В общей выборке у некоренных мужчин и женщин шанс наличия МС был выше в 1,5 раза, чем у коренных жителей (p = 0,022). Некоренные мужчины молодого возраста в 2,5 раза чаще имели вероятность наличия МС, чем коренные мужчины (p = 0,009). У коренных женщин вероятность наличия МС была выше в 1,9 раза, чем у коренных мужчин (p = 0,049) (табл. 3). При увеличении индекса TyG-BMI на одну условную единицу статистически значимо возрастал шанс наличия МС во всех представленных группах (табл. 3). Также во всех анализируемых группах наивысший шанс наличия МС продемонстрировал показатель ХС-нелПВП. При повышении уровня ХС-нелПВП <3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л шанс наличия МС с ростом на 1 ммоль/л значительно увеличивался,

преимущественно среди мужчин (в 8,2 раза) и среди некоренных жителей (в 6,2 раза) (p < 0,001) (табл. 3).

При анализе модели 2 были получены статистически значимые различия в группе коренных жителей. Среди коренных женщин шанс наличия МС был выше в 2,2 раза, чем у коренных мужчин (p = 0,018). По этнической принадлежности отмечена более высокая вероятность наличия МС у некоренных мужчин по сравнению с коренными мужчинами (в 2,6 раза, p = 0,013). По месту проживания вероятность наличия МС не отличалась ни в общей выборке, ни по полу, а также среди некоренных жителей (табл. 4). Отличительной особенностью является более высокий риск наличия МС, связанный с повышением уровня ХС-нелПВП (<3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л) по сравнению с увеличением индекса HOMA-IR (табл. 4). В группе молодых мужчин вероятность наличия МС возрастает в 21,4 раза при повышении ХС-нелПВП (p < 0,001), что в 2,3 раза выше, чем у женщин, и в 2 раза выше, чем в общей выборке. У некоренных жителей молодого возраста возрастает шанс наличия МС в 18,7 раза (p < 0,001) при увеличении уровня ХС-нелПВП ≥ 3,4 ммоль/л, что в 3,5 раза выше, чем у коренных жителей (табл. 4).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В общей выборке, среди мужчин и женщин, а также у некоренных молодых жителей ХМАО – Югры шанс наличия МС увеличивался с возрастом, что подтверждается данными научной литературы [8].

● **Таблица 3.** Результаты многофакторного логистического регрессионного анализа факторов, влияющих на вероятность наличия метаболического синдрома у лиц молодого возраста с учетом пола и этнической принадлежности (модель 1), ОШ, 95% ДИ, р  
 ● **Table 3.** Results of multivariate logistic regression analysis of the association of factors with the chance of having MS in young people by gender and ethnicity (model 1), OR, 95% CI, p

Параметры	Оба пола	Мужчины	Женщины	Коренное сельское население	Некоренное население
Возраст, на 1 год	1,038 (1,012–1,064), p = 0,003	1,048 (1,001–1,098), p = 0,046	1,032 (1,002–1,062), p = 0,039	1,011 (0,972–1,051), p = 0,597	1,051 (1,017–1,085), p = 0,003
Пол: мужчины vs женщины	1,183 (0,853–1,640), p = 0,314	-	-	1,870 (1,002–3,491), p = 0,049	1,019 (0,681–1,524), p = 0,929
Место проживания: город vs село	1,221 (0,835–1,785), p = 0,304	1,406 (0,740–2,669), p = 0,298	1,181 (0,733–1,904), p = 0,495	-	1,252 (0,846–1,854), p = 0,260
Этническая принадлежность: коренное vs некоренное население	1,529 (1,065–2,195), p = 0,022	2,540 (1,258–5,128), p = 0,009	1,318 (0,852–2,039), p = 0,214	-	-
rs1799752 гена ACE, II+ID vs DD	1,102 (0,764–1,591), p = 0,602	1,715 (0,900–3,267), p = 0,101	0,897 (0,571–1,409), p = 0,637	1,195 (0,646–2,209), p = 0,571	1,101 (0,694–1,747), p = 0,681
TyG-BMI, на 1 усл. ед	1,011 (1,009–1,014), p < 0,001	1,011 (1,005–1,016), p < 0,001	1,011 (1,008–1,015), p < 0,001	1,007 (1,002–1,012), p = 0,008	1,013 (1,009–1,017), p < 0,001
ХС-нелПВП: <3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л	4,925 (3,121–7,772), p < 0,001	8,193 (2,995–22,412), p < 0,001	4,390 (2,599–7,413), p < 0,001	3,767 (1,807–7,851), p < 0,001	6,196 (3,398–11,297), p < 0,001
Sp, % и Se, %	72,8 и 64,6	79,3 и 62,3	68,2 и 65,2	73,5 и 51,8	74,0 и 69,1

Примечание. ХС-нелПВП – холестерин липопротеинов невысокой плотности.

● **Таблица 4.** Результаты многофакторного логистического регрессионного анализа факторов, влияющих на вероятность наличия метаболического синдрома у лиц молодого возраста с учетом пола и этнической принадлежности (модель 2), ОШ, 95% ДИ, р  
 ● **Table 4.** Results of multivariate logistic regression analysis of the association of factors with the chance of having MS in young people by gender and ethnicity (model 2), OR, 95% CI, p

Параметры	Оба пола	Мужчины	Женщины	Коренное сельское население	Некоренное население
Возраст, на 1 год	1,012 (0,986–1,039), p = 0,377	1,013 (0,964–1,064), p = 0,617	1,009 (0,978–1,041), p = 0,567	0,980 (0,940–1,022), p = 0,343	1,034 (0,999–1,070), p = 0,057
Пол: мужчины vs женщины	1,409 (0,993–1,998), p = 0,055	-	-	2,161 (1,141–4,094), p = 0,018	1,120 (0,721–1,738), p = 0,614
Место проживания: город vs село	1,133 (0,750–1,711), p = 0,554	1,658 (0,811–3,390), p = 0,166	0,979 (0,586–1,637), p = 0,936	-	1,134 (0,738–1,742), p = 0,565
Этническая принадлежность: коренное vs некоренное население	1,106 (0,780–1,569), p = 0,572	2,553 (1,214–5,369), p = 0,013	0,888 (0,561–1,405), p = 0,611	-	-
rs1799752 гена ACE, II+ID vs DD	1,173 (0,793–1,733), p = 0,424	1,659 (0,829–3,318), p = 0,152	1,024 (0,633–1,654), p = 0,924	1,353 (0,702–2,611), p = 0,367	1,133 (0,691–1,859), p = 0,621
HOMA-IR, на 1 усл. ед.	1,696 (1,542–1,865), p < 0,001	1,689 (1,430–1,995), p < 0,001	1,698 (1,510–1,909), p < 0,001	1,555 (1,326–1,823), p < 0,001	1,789 (1,584–2,020), p < 0,001
ХС-нелПВП: <3,4 ммоль/л vs ≥3,4 ммоль/л	10,856 (6,482–18,182), p < 0,001	21,396 (6,641–68,930), p < 0,001	9,379 (5,243–16,779), p < 0,001	5,363 (2,454–11,717), p < 0,001	18,681 (9,134–38,204), p < 0,001
Sp, % и Se, %	83,8 и 64,6	87,6 и 64,9	82,7 и 66,0	86,1 и 54,4	82,9 и 72,7

Примечание. ХС-нелПВП – холестерин липопротеинов невысокой плотности.

Полученные результаты свидетельствуют о повышенной распространенности МС среди некоренного населения по сравнению с коренными жителями, что может объясняться комплексом факторов, включая особенности питания, уровень физической активности и генетические предрасположенности. В ряде исследовательских работ

указывается на более высокую частоту МС среди пришлых мужчин и женщин, чем среди коренных жителей [9, 10].

У финно-угорских народов распространенность МС связана с местом проживания, питанием и образом жизни. Так, например, саамы севера Европы ведут полу涓чевой образ жизни [11]. Тогда как обследованные нами

коренные представители ХМАО – Югры (ханты), особенно женщины, предпочитают оседлость, что объясняет более высокий шанс наличия МС у коренных женщин, чем у мужчин (по модели 1 – в 1,9 раза,  $p = 0,049$ ; по модели 2 – в 2,2 раза,  $p = 0,018$ ).

При проведении однофакторного регрессионного анализа носительства генотипов II+ID и DD варианта rs1799752 гена *ACE* и шанса наличия МС была установлена тенденция к данной ассоциации в группе мужчин, но без статистической значимости ( $p = 0,060$ ). В моделях данной ассоциации не обнаружено. Ген *ACE* участвует в кодировании ангиотензинпревращающего фермента (angiotensin I converting enzyme, ACE). У носителей аллеля D отмечено повышение концентрации фермента ACE, участвующего в превращении ангиотензина I в ангиотензин II. Ряд исследований подтверждает связь воспалительных процессов в жировой ткани, что также играет роль в развитии ожирения, с повышенным уровнем ангиотензина II [12, 13]. Кроме того, ангиотензин II способствует накоплению [14] и хранению липидов [15].

В последние годы медицинское сообщество, уделяя повышенное внимание проблеме МС, стремится найти более точные методы его диагностики и прогнозирования. Использование индекса HOMA-IR для оценки ИР требует определения уровня инсулина, что не всегда целесообразно в клинической практике [16]. В этом контексте индексы ТуG, отражающие ИР как ключевой фактор развития МС, благодаря своей простоте расчета и доступности приобретают все большую значимость [16]. Н. Wan et al., анализируя ROC-кривые, показали, что индекс ТуG имел площадь под кривой (AUC), равную 0,827 (чувствительность – 71,9%, специфичность – 80,5%), что немногого превосходило показатели HOMA-IR (AUC = 0,784) ( $p < 0,01$ ) [17]. Многочисленные исследования подтверждают клиническую пользу индексов ТуG и их модификаций [18, 19] для раннего выявления лиц с повышенным риском сердечно-сосудистых заболеваний [20] и ихсложнений [21], а также сахарного диабета [18].

Несмотря на растущее число исследований, пока недостаточно данных о влиянии этнических особенностей и пищевых привычек на роль индексов ТуG и их модификаций в развитии метаболических нарушений [22]. В рамках нашего исследования были проанализированы индексы ТуG и ТуG-BMI у коренных и некоренных жителей ХМАО – Югры. Полученные результаты показали, что у коренного населения индекс ТуG продемонстрировал меньшую ассоциацию с шансом наличия МС, чем у некоренных жителей. Это может быть связано с сохранением оседлочкового образа жизни и потреблением продуктов с более низким содержанием углеводов.

В последние десятилетия наблюдается значительный сдвиг в понимании факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. Вместо привычного акцента на ОХС все больше внимания уделяется уровню ХС-нелПВП [23]. Исследования показывают, что концентрация этого показателя тесно связана с риском развития МС [24, 25]. Так, более высокий уровень ХС-нелПВП в сыворотке крови ассоциировался с повышенной частотой МС при уровне

ХС-нелПВП  $< 118$  мг/дл или  $> 247$  мг/дл [25]. В проведенном нами исследовании, как в модели 1, так и в модели 2, наиболее высокий шанс наличия МС был отмечен при уровне ХС-нелПВП выше 3,4 ммоль/л во всех исследуемых группах, преимущественно у мужчин ( $p < 0,001$ ) и у некоренных жителей ( $p < 0,001$ ) по сравнению с коренными жителями.

Эта новая парадигма обусловлена тем, что ХС-нелПВП является более точным индикатором атерогенного потенциала липопротеинов, поскольку включает в себя все липопротеины, несущие холестерин, за исключением ХС-ЛПВП [26]. Таким образом, ХС-нелПВП отражает суммарное количество холестерина, переносимого частицами, способными откладываться в стенках артерий и способствовать развитию атеросклероза. Более того, уровень ХС-нелПВП демонстрирует более сильную и последовательную связь с сердечно-сосудистыми событиями, чем ОХС или ХС-ЛПНП в отдельности, особенно в популяциях с высокой распространенностью МС и гипертриглицеридемии [27]. Это связано с тем, что МС часто характеризуется наличием мелких, плотных частиц ХС-ЛПНП, которые являются более атерогенными, а также повышенным уровнем ТГ, что также способствует увеличению концентрации ХС-нелПВП [23].

Ряд работ продемонстрировал, что высокий уровень ХС-нелПВП в молодом возрасте является значимым предиктором будущих сердечно-сосудистых заболеваний. Так, в работе А.М. Navar-Boggs et al. при последовательном наблюдении в течение 35 лет установлено, что длительное воздействие повышенных уровней ХС-нелПВП до 55 лет увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний в возрасте от 55 до 70 лет (ОШ 1,67; 95% ДИ 1,06–2,64) [28]. Авторы отмечают, что 85% молодых людей с длительной гиперлипидемией не получали гиполипидемическую терапию в возрасте 40 лет, согласно действующим национальным рекомендациям [28]. При анализе многофакторных моделей, полученных S.M. Abdullah et al. при обследовании 36 375 участников (72% мужчин, средний возраст 42 года) в течение 10 лет, показано, что уровни ХС-нелПВП от 160 до 189 мг/дл, от 190 до 219 мг/дл и  $\geq 220$  мг/дл были достоверно связаны со смертью от сердечно-сосудистых заболеваний, с коэффициентами риска 1,3 (95% ДИ 1,1–1,6), 1,8 (95% ДИ 1,4–2,2) и 1,5 (95% ДИ 1,2–2,0) [29]. Исследование К.М. Pencina et al. демонстрирует, что уровни липидов в молодом возрасте в значительной степени предсказывают будущие уровни, а также что можно выделить группы с высоким и низким уровнем ХС-нелПВП на основе двух измерений, собранных в возрасте от 25 до 40 лет. Люди с высоким уровнем ХС-нелПВП в молодом возрасте имеют значительный (22,6%) риск последующих сердечно-сосудистых заболеваний в течение 25 лет по сравнению с 6,4% среди лиц с низким уровнем ХС-нелПВП в молодом возрасте [30].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, при проведении однофакторного и многофакторного логистических регрессионных анализов установлено, что с возрастом увеличивается

риск развития МС в общей выборке лиц молодого возраста, в частности среди некоренных жителей ХМАО – Югры. Выявлено, что вероятность наличия МС повышается в группе некоренных мужчин и коренных сельских женщин. ИР значительно увеличивает риск развития МС, при этом индекс ТуG, косвенно отражающий ИР, продемонстрировал более значимую связь с этим риском по сравнению с индексом HOMA-IR. У некоренных жителей вероятность наличия МС, связанного с индексом TuG,

была выше, чем у коренных жителей. Во всех анализируемых выборках шанс наличия МС значимо ассоциировался с повышением уровня ХС-нелПВП, преимущественно у мужчин (в 21,4 раза,  $p < 0,001$ ) и у некоренных жителей (в 18,7 раза,  $p < 0,001$ ) по сравнению с коренными жителями.



Поступила / Received 10.11.2025

Поступила после рецензирования / Revised 25.11.2025

Принята в печать / Accepted 28.11.2025

## Список литературы / References

- Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med.* 2011;9:48. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-9-48>.
- Кытикова ОЮ, Антонюк МВ, Кантур ТА, Новгородцева ТП, Денисенко ЮК. Распространенность и биомаркеры метаболического синдрома. *Ожирение и метаболизм*. 2021;18(3):302–312. <https://doi.org/10.14341/omet12704>. Kytkova OYu, Antonyuk MV, Kantur TA, Novgorodtseva TP, Denisenko YuK. Prevalence and biomarkers in metabolic syndrome. *Obesity and Metabolism*. 2021;18(3):302–312. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/omet12704>.
- Gurka MJ, Ice CL, Sun SS, Deboer MD. A confirmatory factor analysis of the metabolic syndrome in adolescents: an examination of sex and racial/ethnic differences. *Cardiovasc Diabetol.* 2012;11:128. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-11-128>.
- Чазова ИЕ, Мычка ВБ, Кисляк ОА, Кузнецова ИВ, Литвин АЮ, Шестакова МВ. Рекомендации экспертов всероссийского научного общества кардиологов по диагностике и лечению метаболического синдрома (второй пересмотр). М.; 2009. 32 с. Режим доступа: <https://recipute.ru/DPrompter/metabol.pdf>.
- Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and  $\beta$ -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*. 1985;28(7):412–419. <https://doi.org/10.1007/BF00280883>.
- Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects. *Metab Syndr Relat Disord.* 2008;6(4):299–304. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19067533/>.
- Er LK, Wu S, Chou HH, Hsu LA, Teng MS, Sun YC, Ko YL. Triglyceride Glucose-Body Mass Index Is a Simple and Clinically Useful Surrogate Marker for Insulin Resistance in Nondiabetic Individuals. *PLoS ONE*. 2016;11(3):e0149731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149731>.
- Александрова ЮД, Колосницина МГ. Проблема избыточного веса населения России: статистический анализ. *Вопросы статистики*. 2018;25(10): 61–77. Режим доступа: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/776>. Aleksandrova YuD, Kolosnitsyna MG. Overweight Population in Russia: Statistical Analysis. *Voprosy Statistiki*. 2018;25(10):61–77. (In Russ.) Available at: <https://voprstat.elpub.ru/jour/article/view/776>.
- Климова ТМ, Егорова АГ, Захарова РН, Аммосова ЕП, Балтахина МЕ, Федоров АИ, Романова АН. Метаболический синдром среди коренной женской популяции Якутии. *Якутский медицинский журнал*. 2019;(3):66–69. <https://doi.org/10.25789/YMJ.2019.67.19>. Klimova TM, Egorova AG, Zakhارова RN, Ammosova EP, Baltakhina ME, Fedorov AI, Romanova AN. Metabolic syndrome among Yakutia's indigenous female population. *Yakut Medical Journal*. 2019;(3):66–69. Available at: <https://doi.org/10.25789/YMJ.2019.67.19>.
- Симонова ГИ, Мустафина СВ, Рымар ОД, Щербакова ЛВ, Никитенко ТМ, Бобак М, Малютина СК. Метаболический синдром, риск общей и сердечно-сосудистой смертности по данным четырнадцатилетнего проспективного когортного исследования в Сибири. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(6):3821. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3821>. Simonova GI, Mustafina SV, Rymar OD, Scherbakova LV, Nikitenko TI, Bobak M, Malyutina SK. Metabolic syndrome and the risk of cardiovascular and all-cause mortality: data of 14-year prospective cohort study in Siberia. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(6):3821. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3821>.
- Michalsen VL, Kvaløy K, Svartberg J, Siri SRA, Melhus M, Broderstad AR. Change in prevalence and severity of metabolic syndrome in the Sami and non-Sami population in rural Northern Norway using a repeated cross-sectional population-based study design: the SAMINOR Study. *BMJ Open*. 2019;9(6):e027791. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-027791>.
- Kalupahana NS, Moustaid-Moussa N. The renin-angiotensin system: a link between obesity, inflammation and insulin resistance. *Obes Rev*. 2012;13(2):136–149. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3409422/>.
- Kanugula AK, Kaur J, Batra J, Ankireddy Palli AR, Velagapudi R. Renin-Angiotensin System: Updated Understanding and Role in Physiological and Pathophysiological States. *Cureus*. 2023;15(6):e40725. <https://doi.org/10.7759/cureus.40725>.
- Pahlavani M, Kalupahana NS, Ramalingam L, Moustaid-Moussa N. Regulation and Functions of the Renin-Angiotensin System in White and Brown Adipose Tissue. *Compr Physiol*. 2017;7(4):1137–1150. <https://doi.org/10.1002/cphy.c160031>.
- Uchiyama T, Tomono S, Sato K, Nakamura T, Kurabayashi M, Okajima F. Angiotensin II Reduces Lipoprotein Lipase Expression in Visceral Adipose Tissue via Phospholipase C  $\beta$  Depending on Feeding but Increases Lipoprotein Lipase Expression in Subcutaneous Adipose Tissue via c-Src. *PLoS ONE*. 2015;10(10):e0139638. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139638>.
- Tahapary DL, Pratistithita LB, Fitri NA, Marcella C, Wafa S, Kurniawan F et al. Challenges in the diagnosis of insulin resistance: Focusing on the role of HOMA-IR and Trygliceride/glucose index. *Diabetes Metab Syndr*. 2022;16(8):102581. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102581>.
- Wan H, Cao H, Ning P. Superiority of the triglyceride glucose index over the homeostasis model in predicting metabolic syndrome based on NHANES data analysis. *Sci Rep*. 2024;14(1):15499. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66692-9>.
- Lim J, Kim J, Koo SH, Kwon GC. Comparison of triglyceride glucose index, and related parameters to predict insulin resistance in Korean adults: An analysis of the 2007–2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey. *PLoS ONE*. 2019;14(3):e0212963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212963>.
- Son DH, Lee HS, Lee YJ, Lee JH, Han JH. Comparison of triglyceride-glucose index and HOMA-IR for predicting prevalence and incidence of metabolic syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2022;32(3):596–604. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2021.11.017>.
- Wang A, Tian X, Zuo Y, Chen S, Meng X, Wu S, Wang Y. Change in triglyceride-glucose index predicts the risk of cardiovascular disease in the general population: a prospective cohort study. *Cardiovasc Diabetol*. 2021;20(1):113. <https://doi.org/10.1186/s12933-021-01305-7>.
- Wei X, Min Y, Song G, Ye X, Liu L. Association between triglyceride-glucose related indices with the all-cause and cause-specific mortality among the population with metabolic syndrome. *Cardiovasc Diabetol*. 2024;23(1):134. <https://doi.org/10.1186/s12933-024-02215-0>.
- Gounden V, Devaraj S, Jialal I. The role of the triglyceride-glucose index as a biomarker of cardio-metabolic syndromes. *Lipids Health Dis*. 2024;23(1):416. <https://doi.org/10.1186/s12944-024-02412-6>.
- Шальнова СА, Метельская ВА, Куценко ВА, Яровая ЕБ, Капустина АВ, Муромцева ГА и др. Холестерин, не входящий в состав липопротеинов высокой плотности: современный ориентир оценки нарушений липидного обмена. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2022;18(4):366–375. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2022-07-01>. Shalnova SA, Metelskaya VA, Kutsenko VA, Yarovaya EB, Kapustina AV, Muromtseva GA, et al. Non-High Density Lipoprotein Cholesterol: A Modern Benchmark for Assessing Lipid Metabolism Disorders. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2022;18(4):366–375. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2022-07-01>.
- Khan SH, Asif N, Ijaz A, Manzoor SM, Niazi NK, Fazal N. Status of non-HDL-cholesterol and LDL-cholesterol among subjects with and without metabolic syndrome. *J Pak Med Assoc*. 2018;68(4):554–558. Available at: <https://www.archive.jpma.org.pk/PdfDownload/8643>.
- Wang S, Tu J, Pan Y. Threshold Effects in the Relationship Between Serum Non-High Density Lipoprotein Cholesterol and Metabolic Syndrome. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2019;12:2501–2506. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S232343>.
- Ланглауд МР, Нордестгаард БГ, Лангстед Э, Чепмен Дж, Аакре КМ, Баум Х и др. Количественное измерение атерогенных липопротеинов в стратегии снижения содержания липидов: согласованные рекомендации экспертов Европейского общества атеросклероза (EAS) и Европейской федерации клинической химии и лабораторной медицины (EFLM). *Лабораторная служба*. 2021;10(1):45–67. <https://doi.org/10.17116/labs20211001145>. Langlois MR, Nordestgaard BG, Langsted A, Chapman M, Aakre KM, Baum H et al. Quantifying atherogenic lipoproteins for lipid-lowering strategies: consensus-based recommendations from EAS and EFLM. *Laboratory Service*. 2021;10(1):45–67. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/labs20211001145>.

27. Каширина АП, Мустафина СВ, Симонова ГИ. Является ли холестерин липопротеидов невысокой плотности маркером метаболического синдрома и сахарного диабета 2-го типа? Популяционное исследование. *Терапия*. 2023;9(3S):201–202. Режим доступа: <https://therapy-journal.ru/articles/YaVLYaETSYa-LI-HOLESTERIN-LIPOPROTEIDOV-NEVYSOKOI-PLOTNOSTI-MARKEROM-METABOLICHESKOGO-SINDROMA-I-SAHRNOGO-DIABETA-2-GO-TIPA-POPULYACIONNOE-ISSLEDOVAN.html>. Kashirina AP, Mustafina SV, Simonova GI. Is non-high-density lipoprotein cholesterol a marker of metabolic syndrome and type 2 diabetes? A population-based study. *Therapy*. 2023;9(3S):201–202. (In Russ.) Available at: <https://therapy-journal.ru/articles/YaVLYaETSYa-LI-HOLESTERIN-LIPOPROTEIDOV-NEVYSOKOI-PLOTNOSTI-MARKEROM-METABOLICHESKOGO-SINDROMA-I-SAHRNOGO-DIABETA-2-GO-TIPA-POPULYACIONNOE-ISSLEDOVAN.html>.
28. Navar-Boggan AM, Peterson ED, D'Agostino RB Sr, Neely B, Sniderman AD, Pencina MJ. Hyperlipidemia in early adulthood increases long-term risk of coronary heart disease. *Circulation*. 2015;131(5):451–458. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.012477>.
29. Abdullah SM, Defina LF, Leonard D, Barlow CE, Radford NB, Willis BL et al. Long-Term Association of Low-Density Lipoprotein Cholesterol With Cardiovascular Mortality in Individuals at Low 10-Year Risk of Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Circulation*. 2018;138(21):2315–2325. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.118.034273>.
30. Pencina KM, Thanassoulis G, Wilkins JT, Vasan RS, Navar AM, Peterson ED et al. Trajectories of Non-HDL Cholesterol Across Midlife: Implications for Cardiovascular Prevention. *J Am Coll Cardiol*. 2019;74(1):70–79. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.04.047>.

### **Вклад авторов:**

Концепция статьи – Е.В. Корнеева, М.И. Воевода

Концепция и дизайн исследования – Е.В. Корнеева, М.И. Воевода, Л.В. Щербакова

Написание текста – Е.В. Корнеева

Сбор и обработка материала – Е.В. Корнеева, Л.В. Щербакова

Обзор литературы – Е.В. Корнеева

Анализ материала – Е.В. Корнеева, Л.В. Щербакова

Статистическая обработка – Л.В. Щербакова

Редактирование – Е.В. Корнеева, М.И. Воевода

Утверждение окончательного варианта статьи – Е.В. Корнеева, М.И. Воевода

### **Contribution of authors:**

Concept of the article – Elena V. Korneeva, Mikhail I. Voevoda

Study concept and design – Elena V. Korneeva, Mikhail I. Voevoda, Liliya V. Shcherbakova

Text development – Elena V. Korneeva

Collection and processing of material – Elena V. Korneeva, Liliya V. Shcherbakova

Literature review – Elena V. Korneeva

Material analysis – Elena V. Korneeva, Liliya V. Shcherbakova

Statistical processing – Liliya V. Shcherbakova

Editing – Elena V. Korneeva, Mikhail I. Voevoda

Approval of the final version of the article – Elena V. Korneeva, Mikhail I. Voevoda

### **Информация об авторах:**

**Корнеева Елена Викторовна**, к.м.н., доцент кафедры внутренних болезней, Сургутский государственный университет; 628412, Россия, Ханты-Мансийский автономный округ – Югра, Сургут, проспект Ленина, д. 1; evkorneeva39@rambler.ru

**Воевода Михаил Иванович**, академик РАН, д.м.н., профессор, директор, Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины; 630117, Россия, Новосибирск, ул. Тимакова, д. 2; director@frcftm.ru

**Щербакова Лилия Валерьевна**, старший научный сотрудник лаборатории клиническо-популяционных и профилактических исследований терапевтических и эндокринных заболеваний, Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал Федерального исследовательского центра «Институт цитологии и генетики» Сибирского отделения Российской академии наук; 630089, Россия, Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, д. 175/1; 9584792@mail.ru

### **Information about the authors:**

**Elena V. Korneeva**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Internal Diseases, Surgut State University; 1, Lenin Ave., Surgut, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra, 628412, Russia; evkorneeva39@rambler.ru

**Mikhail I. Voevoda**, Acad. RAS, Dr. Sci. (Med.), Professor, Director, Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine; 2, Timakov St., Novosibirsk, 630117, Russia; director@frcftm.ru

**Liliya V. Shcherbakova**, Senior Researcher at the Laboratory of Clinical, Population and Preventive Studies of Therapeutic and Endocrine Diseases, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; 175/1, B. Bogatkov St., Novosibirsk, 630089, Russia; 9584792@mail.ru