



Кудаева И.В., Чистова Н.П.

## Производственная обусловленность метаболического синдрома и его проатерогенных компонентов у лиц с вибрационной болезнью

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия

### РЕЗЮМЕ

**Введение.** В настоящее время распространённость метаболического синдрома (МС) среди взрослого населения в мире составляет примерно 25% — более миллиарда человек. У 34,6% лиц виброопасных профессий встречается МС, наиболее распространёнными диагностическими критериями являются дислипидемия, у 52% пациентов с ВБ регистрируется гиперхолестеринемия. В то же время данных о производственной обусловленности отмеченных нарушений не было найдено.

**Материалы и методы.** Обследован 241 рабочий виброопасных профессий с установленным диагнозом «вибрационная болезнь» (ВБ). У всех определяли наличие компонентов МС в соответствии с диагностическими критериями.

**Результаты.** У пациентов с МС и ВБ, вызванной воздействием локальной вибрации, уровни триглицеридов (ТГ) как диагностический компонент МС были выше, чем у пациентов с ВБ, вызванной комбинированным воздействием локальной и общей вибрации. Установлены высокая степень производственной обусловленности МС ( $RR = 2,1 (1,6-3,1)$ ,  $EF = 52,4\%$ ), нарушений концентрации холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) ( $RR = 3,1 (1,3-7,6)$ ,  $EF = 67\%$ ) и близкая к средней степени производственной обусловленности высокая концентрация холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС ЛПНП) ( $RR = 1,4 (0,96-2,12)$ ,  $EF = 29\%$ ).

**Ограничения исследования:** поперечный дизайн, лица мужского пола в возрасте от 40 до 60 лет с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной или комбинированной вибрации.

**Заключение.** Установлена высокая степень производственной обусловленности метаболического синдрома и низких уровней ХС ЛПВП и близкая к средней степень производственной обусловленности высокой концентрации ХС ЛПНП.

**Ключевые слова:** метаболический синдром; абдоминальное ожирение; вибрационная болезнь

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование проведено с соблюдением этических стандартов Хельсинкской декларации последнего пересмотра. Заключение ЛЭК ФГБНУ ВСИМЭИ № 2 от 21.12.2023 г. Все участники дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

**Для цитирования:** Кудаева И.В., Чистова Н.П. Производственная обусловленность метаболического синдрома и его проатерогенных компонентов у лиц с вибрационной болезнью. Гигиена и санитария. 2025; 104(12): 1694–1699. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-12-1694-1699> <https://elibrary.ru/rjmym5>

**Для корреспонденции:** Кудаева Ирина Валерьевна, e-mail: [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

**Участие авторов:** Кудаева И.В. — дизайн и концепция исследования, статистическая обработка материала, написание текста; Чистова Н.П. — сбор и обработка материала, статистическая обработка материала, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки, выполнено в рамках средств, выделяемых для поисковых научных исследований ФГБНУ ВСИМЭИ

Поступила: 14.11.2025 / Поступила после доработки: 18.11.2025 / Принята к печати: 02.12.2025 / Опубликовано: 15.01.2026

Irina V. Kudaeva, Nadezhda P. Chistova

## Occupational determinacy of metabolic syndrome and its proatherogenic components in individuals with vibration disease

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation

### ABSTRACT

**Introduction.** Currently, the metabolic syndrome (MS) prevalence among the adult population worldwide is about 25%, or more than a billion people. Among individuals in occupations with hazardous vibrations, MS occurs in 34.6% of cases. The most common diagnostic criteria are dyslipidemia, with hypercholesterolemia recorded in 52% of patients with vibration disease (VD). However, data on the occupational risk of these disorders are lacking.

**Materials and Methods.** A total of 241 workers in vibration-prone occupations with a diagnosis of VD was examined. All workers were assessed for the presence of MS components according to diagnostic criteria.

**Results.** In patients with MS and VD caused by exposure to local vibration, triglyceride (TG) levels as a diagnostic component of MS are higher than in patients with VD caused by combined exposure to local and general vibration. A high degree of occupational causation of MS was established ( $RR=2.1 (1.6-3.1)$ ,  $EF=52.4\%$ ), disturbances in the concentration of high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) ( $RR=3.1 (1.3-7.6)$ ,  $EF=67\%$ ); and close to average degree of occupational causation - high levels of low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) ( $RR=1.4 (0.96-2.12)$ ,  $EF=29\%$ ).

**Limitations.** The cross-sectional design included male subjects aged 40 to 60 years with vibration syndrome from exposure to local or combined vibration.

**Conclusion.** A high degree of occupational risk was established for MS, as well as low HDL-C levels, and a near-moderate degree of occupational risk for high LDL-C concentrations.

**Keywords:** metabolic syndrome; dyslipidemia; abdominal obesity

**Compliance with ethical standards.** The study was conducted in compliance with the Helsinki Declaration (last revised) and Order No. 200n of Russian Federation Health Ministry the dated April 1, 2016. Conclusion of the local ethical committee of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research No. 2 dated December 21, 2023. All participants gave informed voluntary written consent to participate in the study.

**For citation:** Kudaeva I.V., Chistova N.P. Occupational determinacy of metabolic syndrome and its proatherogenic components in individuals with vibration disease. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2025; 104(12): 1694–1699. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-12-1694-1699> <https://elibrary.ru/rjmym5> (In Russ.)

**For correspondence:** Irina V. Kudaeva, E-mail: [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

**Contribution:** Kudaeva I.V. — the concept and design of the study, editing, statistical processing, writing text; Chistova N.P. — collection and processing of material, statistical processing, writing text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

**Funding.** The study had no funding and was performed within the framework of the funds allocated for exploratory scientific research of East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

Received: November 11, 2025 / Revised: November 14, 2025 / Accepted: December 2, 2025 / Published: January 15, 2026

## Введение

Метаболический синдром (МС) характеризуется совокупностью симптомов эндокринных и сердечно-сосудистых нарушений: абдоминальное ожирение, нарушение липидного и (или) углеводного обмена и (или) наличие артериальной гипертензии. Глобальная распространённость МС в настоящее время составляет примерно 25%, или более миллиарда человек [1, 2]. Значительная доля лиц трудоспособного возраста, имеющих метаболический синдром, указывает на необходимость определения вклада профессиональных факторов в развитие данного патологического состояния [3]. Основной подход к изучению этой проблемы — анализ встречаемости МС среди различных профессиональных групп. Показано, что специфика рабочей деятельности влияет на формирование МС наряду с общеизвестными факторами риска — образом жизни, полом и возрастом [4]. Результаты исследований в разных странах свидетельствуют о том, что наибольшую распространённость МС имеет среди таких профессиональных групп, как монтажники, операторы и сборщики машин [5], рабочие строительных специальностей [6, 7]. Среди мужчин одни из самых высоких показателей по встречаемости МС установлены у водителей большегрузных машин и операторов мобильных установок (25,7%) [7].

Отечественные исследователи приводят сходные данные. А.А. Воробьева и соавт. установили, что у водителей в 89% случаев регистрировались нарушения липидного обмена, относящиеся к диагностическим критериям МС, а в 33% случаев — нарушения гликемии натощак [8]. Среди неблагоприятных производственных факторов у лиц данной профессиональной группы присутствует вибрация. По данным Кулешовой М.В. и соавт., болезни системы кровообращения занимают второе место среди коморбидной патологии у пациентов с ВБ, а болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ встречаются почти в пять раз чаще, чем в контрольной группе [9]. Подобные результаты были получены также Л.А. Паначевой и соавт. [10].

Результатами многоцентрового исследования подтверждена высокая распространённость нарушений липидного обмена в российской популяции. Так, нарушение содержания холестерина в липопротеидах низкой плотности (ХС ЛПНП) регистрировалось у 44–70%, низкий уровень холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) — у 20%, высокий уровень триглицеридов (ТГ) — у 20% женщин и 30% и мужчин [11]. Доказана производственная обусловленность (связь с воздействием химических токсикантов) развития дислипидемий [12, 13]. Среди лиц виброопасных профессий у 34,6% присутствует МС, наиболее распространёнными диагностическими критериями являются дислипидемии [14], гиперхолестеринемия установлена у 52% пациентов с ВБ [15]. При этом данные о производственной обусловленности отмеченных нарушений не были нами найдены.

*Цель работы* — установить производственную обусловленность метаболического синдрома и его проатерогенных компонентов у лиц, экспонированных вибрацией.

## Материалы и методы

Обследован 241 рабочий виброопасных профессий с установленным диагнозом «вибрационная болезнь». В зависимости от вида воздействующей вибрации и наличия (отсутствия) метаболического синдрома все обследуемые были разделены на четыре группы:

- 1-я группа ( $n = 44$ ) — лица с вибрационной болезнью, обусловленной воздействием локальной вибрации (средний возраст  $44,8 \pm 6,9$  года, стаж в работе с вибрацией —  $18 \pm 5,4$  года);
- 2-я группа ( $n = 33$ ) — пациенты с ВБ, связанной с комбинированным воздействием локальной и общей вибрации (средний возраст  $53,6 \pm 5,7$  года, стаж —  $21,6 \pm 7,3$  года);

- 3-я группа ( $n = 62$ ) — лица с ВБ, обусловленной воздействием локальной вибрации, в сочетании с метаболическим синдромом (средний возраст  $46,9 \pm 6,8$  года, стаж —  $17,7 \pm 5,9$  года);

- 4-я группа ( $n = 102$ ) — пациенты с диагнозом ВБ, обусловленной комбинированным воздействием локальной и общей вибрации, с метаболическим синдромом (средний возраст  $54,8 \pm 4,7$  года, стаж —  $23,7 \pm 7,2$  года).

*Критериями включения* в исследование для всех групп обследуемых были мужской пол, возраст от 40 до 60 лет, наличие подписанного информированного согласия, наличие в анамнезе диагноза «вибрационная болезнь», установленного в связи с комбинированным воздействием локальной и общей вибрации или локальной вибрации (1-я, 2-я степень).

*Критерии исключения:* наличие на момент обследования острых инфекционных или обострение хронических болезней, присутствие в анамнезе следующих заболеваний: сахарный диабет, инсульт, инфаркт, почечная или печёночная недостаточность, туберкулёз любой локализации, онкологические, аутоиммунные патологии, профессиональные болезни, вызванные воздействием химического фактора.

Метаболический синдром диагностировали по критериям Клинических рекомендаций Минздрава России (2013): наличие основного критерия — абдоминального ожирения (окружность талии (ОТ) больше 80 см) и двух дополнительных — уровень артериального давления (АД) больше 140 и 90 мм рт. ст. или проводимое медикаментозное лечение АГ; уровень ТГ  $\geq 1,7$  ммоль/л; концентрация ХС ЛПВП ( $< 1$  ммоль/л — у мужчин); содержание ХС ЛПНП ( $> 3$  ммоль/л); нарушение толерантности к глюкозе и (или) нарушение гликемии натощак — уровень глюкозы плазмы натощак  $\geq 6,1$  и  $< 7$  ммоль/л и (или) её содержание через 2 ч при ПГТТ  $\geq 7,8$  и  $< 11,1$  ммоль/л [16].

Для оценки производственной обусловленности проатерогенных нарушений была сформирована группа из 150 мужчин, сопоставимых по возрасту, работавших в производственных условиях, которые соответствовали классу 2 (допустимому). Распространённость метаболического синдрома изучали с использованием результатов обследования российской популяции.

Для проведения биохимических исследований кровь отбирали при помощи вакуумных пробирок из локтевой вены после 12-часового перерыва в приёме пищи. Исследование уровня глюкозы, ТГ, общего холестерина, ХС ЛПВП осуществляли в сыворотке крови ферментативными методами с использованием тест-систем производства Human на автоматическом биохимическом анализаторе BS-200 (Mindrey). Расчёт содержания ХС ЛПНП производили по формуле Фридвальда [17], артериальное давление измеряли по методу Короткова.

Статистическую обработку результатов выполняли в программе Statistica 10.0 Stat\_Soft® Inc. Минимальный размер выборки был рассчитан по методу Фишера. Распределение данных оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. При множественном сравнении количественных признаков в независимых группах применяли критерий Краскела — Уоллиса, при их попарном сравнении — критерия Манна — Уитни. Статистически значимыми различия при сравнении двух групп считали при  $p < 0,05$ , при сравнении четырёх групп — с учётом поправки Бонферрони при  $p < 0,0125$ . Сравнение относительного количества осуществляли с помощью метода доверительных интервалов (ДИ). Критический уровень нулевой гипотезы об отсутствии статистически значимых различий в этом случае принимали как  $p < 0,05$ . В качестве показателей, необходимых для оценки причинно-следственной связи нарушений здоровья с производственными факторами, рассчитывали относительный риск (RR) и этиологическую долю (EF) [18], выводы делали на основании критерия  $\chi^2$  (хи-квадрат).

Таблица 1 / Table 1

## Показатели липидного обмена у лиц с вибрационной болезнью

## Lipid metabolism indicators in persons with vibration disease

| Показатель<br>Indicator                                                                                                                                    | Референтный<br>интервал<br>Reference<br>interval | Группа / Group**   |                        |                        |                              | Уровень статистической<br>значимости*<br>The level of statistical significance* |                |                |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                                                                                                                                                            |                                                  | 1<br>ЛВ<br>n = 44  | 2<br>ЛВ + ОВ<br>n = 33 | 3<br>ЛВ + МС<br>n = 62 | 4<br>ЛВ + ОВ + МС<br>n = 102 | p <sub>1</sub>                                                                  | p <sub>2</sub> | p <sub>3</sub> | p <sub>4</sub> |
| Концентрация ХС ЛПНП, ммоль/л, Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )<br>LDL-cholesterol concentration, mmol/L, Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )       | > 3.8                                            | 3.1<br>(2.3; 3.8)  | 3.3<br>(2.5; 4.4)      | 3.6<br>(2.9; 4.2)      | 3.7<br>(3.3; 4.4)            | 0.01                                                                            | 0.09           | 0.3            | 0.2            |
| Доля результатов с превышением референса,<br>ХС ЛПНП, % [ДИ]<br>Proportion of results with elevated LDL-cholesterol<br>levels, % [CI]                      |                                                  | 23.7<br>[8.9–38.5] | 36.4<br>[17.0–55.8]    | 45.5<br>[31.5–59.4]    | 46.3<br>[35.7–57.0]          | 0.03                                                                            | 0.3            | 0.07           | 0.9            |
| Концентрация ХС ЛПВП, ммоль/л, Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )<br>HDL-cholesterol concentration, mmol/L, Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )       | < 0.9                                            | 1.3<br>(1.0; 1.6)  | 1.2<br>(0.9; 1.4)      | 1.2<br>(0.9; 1.4)      | 1.1<br>(0.9; 1.3)            | 0.06                                                                            | 0.001          | 0.8            | 0.3            |
| Доля результатов ниже референса, ХС ЛПВП,<br>% [ДИ]<br>Proportion of results with reduced HDL-cholesterol<br>levels, % [CI]                                |                                                  | 13.2<br>[1.0–25.4] | 18.2<br>[2.1–34.3]     | 23.6<br>[11.5–35.8]    | 25.3<br>[15.9–34.7]          | 0.2                                                                             | 0.4            | 0.3            | 0.8            |
| Концентрация триглицеридов, ммоль/л,<br>Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )<br>Triglyceride concentration, mmol/L, Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> ) | > 1.82                                           | 1.3<br>(1.0; 1.6)  | 1.2<br>(1.0; 1.3)      | 2.0<br>(1.4; 2.5)      | 1.7<br>(1.2; 2.1)            | 0.001                                                                           | 0.001          | 0.2            | 0.01           |
| Доля результатов с превышением референса,<br>триглицеридов, % [ДИ]<br>Proportion of results with elevated triglyceride levels,<br>% [CI]                   |                                                  | 16.7<br>[3.4–30.0] | 15.8<br>[5.1–26.5]     | 67.3<br>[54.0–80.6]    | 39.6<br>[29.1–50.0]          | 0.001                                                                           | 0.001          | 0.8            | 0.01           |

Примечание. \* значения статистически значимы при  $p < 0,0125$ , значимость различий:  $p_1$  – между группами 1 и 3;  $p_2$  – между группами 2 и 4;  $p_3$  – между группами 1 и 2;  $p_4$  – значимость различий между группами 3 и 4. ЛВ – локальная вибрация; ЛВ + ОВ – локальная и общая вибрация; ЛВ + МС – локальная вибрация и метаболический синдром; ЛВ + ОВ + МС – локальная и общая вибрация и метаболический синдром.

Note: \* the values are statistically significant when  $p < 0.0125$ , the significance of the differences:  $p_1$  – differences between groups 1 and 3;  $p_2$  – between groups 2 and 4;  $p_3$  – between groups 1 and 2;  $p_4$  – between groups 3 and 4.

\*\* Groups: 1 – individuals with vibration disease (VD) caused by exposure to local vibration (ЛВ); 2 – patients with VD associated with combined exposure to local and general vibration (ЛВ + ОВ); 3 – individuals with VD caused by exposure to local vibration in combination with metabolic syndrome (ЛВ + МС); 4 – patients diagnosed with VD caused by combined exposure to local and general vibration with metabolic syndrome (ЛВ + ОВ + МС).

## Результаты

Анализ показателей липидного обмена, являющихся диагностическими критериями МС, позволил установить, что вне зависимости от вида воздействующей вибрации у лиц с МС (группы 3 и 4) были статистически значимо более высокие как уровни ТГ и частота их встречаемости по сравнению с показателями групп 1 и 2. В то же время для пациентов с ВБ от воздействия локальной вибрации, имеющих МС, характерны более высокие концентрации ХС ЛПНП (как медианных значений, так и частоты превышения референтного уровня) по сравнению с аналогичной группой без коморбидной патологии. Особенность нарушений липидного спектра у лиц с ВБ от комбинированного воздействия вибрации заключалась в более низких уровнях ХС ЛПВП по сравнению с аналогичной группой без МС ( $p < 0,05$ ), однако частота встречаемости данных нарушений не имела статистически значимых межгрупповых различий.

Поскольку значения диагностических критериев МС для показателей липидного обмена отличались от референтных значений, на следующем этапе была проанализирована частота их встречаемости в группах лиц с ВБ в сочетании с МС (табл. 1). Установлено, что у пациентов с коморбидной патологией и ВБ, вызванной воздействием локальной вибрации, медианные значения и частота встречаемости ТГ в качестве диагностического компонента МС были статистически значимо выше, чем в группе 4 (табл. 2).

По двум другим показателям липидного обмена межгрупповых различий установлено не было.

На следующем этапе для установления производственной обусловленности проатерогенных нарушений воздействием вибрации проводили анализ частоты их встречаемости в группе лиц с ВБ и в репрезентативной выборке индивидов, не работающих в контакте с вибрацией. Установлено, что повышенный уровень ХС ЛПНП и сниженное содержание ХС ЛПВП диагностируются статистически значимо чаще у лиц, экспонированных вибрацией (у 40% обследуемых 95%-й ДИ [33,4–46,6] и у 18% обследуемых 95%-й ДИ [13,2–23,8] соответственно), чем в группе сравнения (в 28% случаев 95%-й ДИ [20,2–35,8] и у 6% лиц 95%-й ДИ [2–10,5] (табл. 3).

Полученные результаты позволили установить высокую степень производственной обусловленности нарушений концентрации ХС ЛПВП (OR = 3,6; RR = 3,1; EF = 67%) и близкую к средней степень производственной обусловленности высоких уровней ХС ЛПНП (RR = 1,4) (табл. 4). Производственная степень обусловленности нарушения содержания триглицеридов характеризовалась как малая.

Было установлено, что у лиц с ВБ в 68% случаев встречается МС. В то же время в российской популяции эти значения находятся на уровне  $\approx 45\%$  [19, 20]. Сравнение этих показателей позволяет сделать вывод о высокой степени обусловленности МС (RR = 2,1 [1,6–3,1]; EF = 52,4%) условиями труда.

Таблица 2 / Table 2

**Уровни проатерогенных компонентов у пациентов с вибрационной болезнью и метаболическим синдромом, % [ДИ]****Frequency of metabolic syndrome proatherogenic components occurrence in patients with vibration disease and metabolic syndrome, % [CI]**

| Показатель<br>Indicator                                          | Диагностический критерий<br>МС, ммоль/л<br>The MS criterion, mmol/L | Группа / Group         |                              | p    |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------|------|
|                                                                  |                                                                     | 3<br>ЛВ + МС<br>n = 62 | 4<br>ЛВ + ОВ + МС<br>n = 102 |      |
| Повышенный уровень ХС ЛПНП<br>Elevated LDL cholesterol levels    | ≥ 3.0                                                               | 67.8 [54.6–81.0]       | 76.4 [67.2–85.6]             | 0.2  |
| Сниженный уровень ХС ЛПВП<br>Reduced HDL cholesterol levels      | ≤ 1.0                                                               | 32.3 [19.1–45.5]       | 35.3 [25.1–45.5]             | 0.7  |
| Повышенный уровень триглицеридов<br>Elevated triglyceride levels | ≥ 1.7                                                               | 69.1 [56.0–82.2]       | 50.0 [39.3–60.7]             | 0.02 |

Таблица 3 / Table 3

**Уровни проатерогенных компонентов у лиц с вибрационной болезнью и группы сравнения****Frequency of metabolic syndrome proatherogenic components occurrence in individuals with vibration disease and in the comparison group**

| Показатель<br>Indicator                                          | Группа ВБ / Patients with VD<br>n = 241 |      |                  | Группа сравнения / Comparison group<br>n = 150 |      |                  | p      |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------|------------------|------------------------------------------------|------|------------------|--------|
|                                                                  | абс. / abs.                             | %    | 95% ДИ<br>95% CI | абс. / abs.                                    | %    | 95% ДИ<br>95% CI |        |
| Повышенный уровень ХС ЛПНП<br>Elevated LDL cholesterol levels    | 96                                      | 40.0 | 33.4–46.6        | 42                                             | 28.0 | 20.2–35.8        | < 0.05 |
| Сниженный уровень ХС ЛПВП<br>Reduced HDL cholesterol levels      | 45                                      | 18.5 | 13.2–23.8        | 9                                              | 6.0  | 2.0–10.5         | < 0.05 |
| Повышенный уровень триглицеридов<br>Elevated triglyceride levels | 92                                      | 38.0 | 31.5–44.5        | 47                                             | 31.3 | 23.2–39.4        | > 0.05 |

Таблица 4 / Table 4

**Показатели производственной обусловленности проатерогенных нарушений у пациентов с вибрационной болезнью****Indicators for assessing the proatherogenic disorders occupational cause in patients with vibration disease**

| Показатель<br>Indicator                                          | Отношение шансов<br>Odds ratio<br>OR [CI] | Относительный риск<br>Relative risk<br>RR [CI] | Этиологическая доля<br>Etiological proportion<br>EF, % | Степень обусловленности<br>Conditioning degree | χ <sup>2</sup> |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------|
| Повышенный уровень ХС ЛПНП<br>Elevated LDL cholesterol levels    | 1.7 [1.0–3.1]                             | 1.4 [0.96–2.12]                                | 29                                                     | Близкая к средней<br>Near average              | 3.2            |
| Сниженный уровень ХС ЛПВП<br>Reduced HDL cholesterol levels      | 3.6 [1.3–9.4]                             | 3.1 [1.3–7.6]                                  | 67                                                     | Высокая<br>High                                | 6.8            |
| Повышенный уровень триглицеридов<br>Elevated triglyceride levels | 1.3 [0.75–2.4]                            | 1.2 [0.8–1.8]                                  | 17                                                     | Малая<br>Low                                   | 1.1            |

**Обсуждение**

Результатами проведённых исследований у пациентов с ВБ установлена высокая частота встречаемости как МС (у 68% обследуемых), так и его проатерогенных компонентов (в 68–76% случаев для нарушений ХС ЛПНП, 50–69% – для ТГ, более 30% – для ХС ЛПВП). При этом только процент нарушений концентрации ТГ имеет статистически значимые межгрупповые различия в зависимости от вида воздействующей вибрации. Наши результаты согласуются с данными других исследователей, установивших, что у 7 из 10 пациентов с профессиональной патологией диагностируются высокие уровни ХС ЛПНП [21]. Превышение этого показателя, по данным [21], было более выражено у пациентов с ВБ, вызванной действием общей вибрации, чем локальной. В нашем исследовании подобная закономерность не наблюдалась, однако при сравнении групп пациентов с ВБ без МС установлена тенденция к более высокому значению концентрации ХС ЛПНП при комбинированном воздействии локальной и общей вибрации по сравнению

с воздействием только локальной вибрации. Статистически значимые различия между пациентами с ВБ и МС в зависимости от вида вибрации установлены по уровню сыровоточных ТГ: при ВБ от воздействия локальной вибрации как медианные значения данных показателей, так и частота встречаемости их повышенных значений были больше, чем в группе пациентов с ВБ, сформировавшейся в результате комбинированного воздействия. Для объяснения этого факта в дальнейшем требуется сопоставление данных показателей с уровнем превышения предельной стажевой дозы (ПСД), поскольку ранее было установлено, что с увеличением стажевой дозы локальной вибрации более чем в пять раз увеличивается число лиц, у которых регистрируются болезни эндокринной системы, а частота встречаемости этих патологий у пациентов с кратностью превышения ПСД более восьми раз не имеет связи с возрастом [9]. Также у пациентов необходимо изучить характер питания и состояние желудочно-кишечного тракта как влияющие на уровень ТГ. Данное предположение основывается на том факте, что степень производственной обусловленности нарушений об-

мена триглицеридов установлена как низкая, следовательно, необходим поиск других факторов риска их развития. В частности, показано, что у 40% работающих в условиях подземной добычи руд при воздействии вибрации нормализация рациона и режима питания приводила в течение четырёх лет к снижению повышенных уровней ТГ [14].

Обсуждая высокую и среднюю степень производственной обусловленности МС и показателей обмена холестерина у лиц, экспонированных вибрацией, можно отметить, что проведённое ранее исследование эпидемиологических особенностей МС показало, что у пациентов с профессиональными болезнями вероятность наличия данного патологического состояния возрастает с 52 до 65% по мере увеличения стажа работы во вредных условиях [21].

Предполагаемый механизм развития МС у лиц, экспонированных вибрацией, по нашему мнению, связан с симпатикотонией, являющейся одним из основных патогенетических звеньев ВБ [22]. В настоящее время существуют доказательства роли симпатической нервной системы (СНС) в развитии избыточной массы тела, ожирения и МС [23]. Повышение активности СНС приводит к снижению чувствительности периферических тканей к инсулину и к развитию инсулинорезистентности, лежащей в основе МС [24, 25]. Также существует гемодинамическая теория, согласно которой инсулинорезистентность развивается вследствие спазма сосудов, опосредованного  $\alpha$ -адренорецепторами, последующим снижением капиллярного кровотока в скелетных мышцах, что в совокупности приводит к нарушению захвата глюкозы. При постоянной гиперсимпатикотонии

происходит нарушение микроциркуляторного русла с формированием разреженности микрососудов и дальнейшим снижением количества функционирующих капилляров. В результате количество адекватно кровоснабжаемых миоцитов, являющихся основными потребителями глюкозы, снижается, что ведёт к нарастанию инсулинорезистентности и формированию МС [26, 27].

У лиц с ВБ, протекающей на фоне МС, установлены снижение резерва микрокровотока при окклюзионной пробе, активация миогенных механизмов регуляции вазомоторики, снижение эндотелиального компонента регуляции, что сопровождается развитием как гиперемического, так и спастического типов нарушения микроциркуляции [28] и последующим снижением кровоснабжения миоцитов. Также известно, что воздействие вибрации вызывает повреждение эндотелия и развитие эндотелиальной дисфункции [29, 30]. Это способствует формированию гиперхолестеринемии [31], отмечаемой у пациентов с ВБ.

**Ограничения исследований.** Поперечный дизайн, лица мужского пола с вибрационной болезнью от воздействия локальной или комбинированной вибрации в возрасте от 40 до 60 лет.

## Заключение

Таким образом, установлена высокая степень производственной обусловленности метаболического синдрома и низких уровней ХС ЛПВП и близкая к средней степени производственной обусловленности высокой концентрации ХС ЛПНП.

## Литература

(п.п. 1–3, 5–7, 25, 27, 31 см. References)

- Дьякович О.А. Распространенность метаболического синдрома у работников различных профессиональных групп. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(10): 674–80. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-10-674-680> <https://elibrary.ru/zidnup>
- Воробьева А.А., Власова Е.М., Шевчук В.В., Алексеев В.Б., Носов А.Е., Пономарева Т.А. и др. Формирование метаболического синдрома как фактора риска патологии системы кровообращения у водителей. *Медицина труда и промышленная экология*. 2016; 56(12): 5–10. <https://elibrary.ru/xdmzth>
- Кулешова М.В., Панков В.А., Сливницкая Н.В. Распространённость коморбидной патологии у пациентов с вибрационной болезнью, вызванной воздействием локальной вибрации. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(10): 1079–85. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1079-1085> <https://elibrary.ru/bembqo>
- Паначева Л.А., Платонова Е.А., Кузнецова Г.В. Частота и клинические проявления метаболического синдрома при вибрационной болезни. *Медицина труда и промышленная экология*. 2011; 51(10): 36–9. <https://elibrary.ru/ojbmjy>
- Метельская В.А., Шальнова С.А., Деев А.Д., Перова Н.В., Гомыранова Н.В., Литинская О.А. и др. Анализ распространенности показателей, характеризующих атерогенность спектра липопротеинов, у жителей Российской Федерации (по данным исследования ЭССЕ-РФ). *Профилактическая медицина*. 2016; 19(1): 15–23. <https://doi.org/10.17116/profmed201619115-23> <https://elibrary.ru/vseplp>
- Кудаева И.В., Бударина Л.А. Биохимические критерии развития профессионально обусловленных заболеваний у пожарных. *Медицина труда и промышленная экология*. 2007; 47(6): 12–8. <https://elibrary.ru/kglfvb> (in Russian)
- Кудаева И.В., Бударина Л.А. Изменение биохимических показателей при воздействии паров металлической ртути. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2012; (6): 24–7. <https://elibrary.ru/pjbopf>
- Власова Е.М., Воробьева А.А., Алексеев В.Б., Ивашова Ю.А., Носов А.Е. Распространённость факторов риска метаболического синдрома у работников, занятых подземной добычей руды. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(12): 1418–25. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1418-1425> <https://elibrary.ru/cstysr>
- Ямщикова А.В., Флейшман А.Н., Гидаятowa М.О. Коморбидные состояния у больных вибрационной болезнью. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 718–22. <https://elibrary.ru/afhzba>
- Клинические рекомендации по ведению больных с метаболическим синдромом. М.; 2013.
- Кудаева И.В., Дьякович О.А., Маснавиева Л.Б., Попкова О.В., Абраматев Е.А. Особенности липидного обмена у работников, занятых в производстве алюминия. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(9): 857–60. <https://elibrary.ru/wwulkj>
- Р 2.2.1766–03. 2.2. Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки; 2003.
- Чигирь А.Г. Метаболический синдром: актуальные вопросы диагностики, эпидемиологии и профилактики в мире и в Российской Федерации. *Эпидемиология и вакцинопрофилактика*. 2025; 24(4): 95–105. <https://elibrary.ru/qsorhe>
- Ротарь О.П., Либис Р.А., Исаева Е.Н., Ерина А.М., Шавшин Д.А., Могуля Е.В. и др. Распространенность метаболического синдрома в разных городах РФ. *Российский кардиологический журнал*. 2012; 17(2): 55–62. <https://elibrary.ru/owoepz>
- Кузьмина О.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности метаболического синдрома у больных профессиональными заболеваниями. *Международный эндокринологический журнал*. 2011; (4): 154–60. <https://elibrary.ru/rvnjil>
- Шевцова В.М. Физиологические механизмы формирования адаптационно-компенсаторного процесса при воздействии локальной вибрации в сочетании с шумом и пылью. *Медицина труда и промышленная экология*. 2000; 40(2): 18–23.
- Ксенева С.И., Бородулина Е.В., Трифонова О.Ю., Удот В.В. Вегетативная дисрегуляция в механизмах формирования проявлений метаболического синдрома. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2018; 33(4): 119–24. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-4-119-124> <https://elibrary.ru/pognth>
- Моисеев С.В. Симпатическая нервная система и метаболический синдром. *Клиническая фармакология и терапия*. 2004; (4): 70–4. (in Russian)
- Конради А.О. Ожирение, симпатическая гиперактивность и артериальная гипертензия — есть ли связь? *Артериальная гипертензия*. 2006; 12(2): 131–40. <https://elibrary.ru/pnxtbx>
- Кукс А.Н., Кудаева И.В., Сливницкая Н.В. Состояние микроциркуляции у пациентов с вибрационной болезнью, имеющих метаболические нарушения. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(10): 1096–101. <https://elibrary.ru/ysdnaq>
- Бараева Р.А., Бабанов С.А. Эндотелиальная дисфункция при вибрационной болезни от воздействия локальной и общей вибрации. *Санитарный врач*. 2015; (8): 19–23. <https://elibrary.ru/uhvacj>
- Третьяков С.В. Состояние сердечно-сосудистой системы при действии вибрации (клинические и патогенетические аспекты). *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023; (9): 1–20. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.38>

## References

1. Saklayen M.G. The global epidemic of the metabolic syndrome. *Curr. Hypertens. Rep.* 2018; 20(2): 12. <https://doi.org/10.1007/s11906-018-0812-z>
2. Ranasinghe P., Mathangasinghe Y., Jayawardena R., Hills A.P., Misra A. Prevalence and trends of metabolic syndrome among adults in the Asia-Pacific region: a systematic review. *BMC Public Health.* 2017; 17(1): 101. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4041-1>
3. Scuteri A., Laurent S., Cucca F., Cockcroft J., Cunha P.G., Mañás L.R., et al. Metabolic syndrome across Europe: different clusters of risk factors. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2015; 22(4): 486–91. <https://doi.org/10.1177/2047487314525529>
4. Dyakovich O.A. Prevalence of metabolic syndrome in employees of various professional groups. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2020; 60(10): 674–80. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-10-674-680> <https://elibrary.ru/zidnup> (in Russian)
5. Sánchez-Chaparro M.A., Calvo-Bonacho E., González-Quintela A., Fernández-Labandera C., Cabrera M., Sáinz J.C., et al. Occupation-related differences in the prevalence of metabolic syndrome. *Diabetes Care.* 2008; 31(9): 1884–5. <https://doi.org/10.2337/dc08-0431>
6. Hidaka T., Hayakawa T., Kakamu T., Kumagai T., Hiruta Y., Hata J., et al. Prevalence of metabolic syndrome and its components among Japanese workers by clustered business category. *PLoS One.* 2016; 11(4): e0153368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153368>
7. Davila E.P., Florez H., Fleming L.E., Lee D.J., Goodman E., LeBlanc W.G., et al. Prevalence of the metabolic syndrome among U.S. workers. *Diabetes Care.* 2010; 33(11): 2390–5. <https://doi.org/10.2337/dc10-0681>
8. Vorobeva A.A., Vlasova E.M., Shevchuk V.V., Alekseev V.B., Nosov A.E., Ponomareva T.A., et al. Formation of metabolic syndrome as a risk factor of circulatory diseases in drivers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2016; 56(12): 5–10. <https://elibrary.ru/xdmzth> (in Russian)
9. Kuleshova M.V., Pankov V.A., Slivnitsyna N.V. Prevalence of comorbid pathology in patients with vibration disease caused by exposure to local vibration. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2020; 99(10): 1079–85. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-10-1079-1085> <https://elibrary.ru/bembqo> (in Russian)
10. Panacheva L.A., Platonova E.A., Kuznetsova G.V. Prevalence and clinical manifestations of metabolic syndrome in vibration disease. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2011; 51(10): 36–9. <https://elibrary.ru/ojbmjy> (in Russian)
11. Metelskaya V.A., Shalnova S.A., Deev A.D., Perova N.V., Gomyranova N.V., Litinskaya O.A., et al. Analysis of atherogenic dyslipidemias prevalence among population of Russian Federation (results of the ESSE-RF Study). *Profilakticheskaya meditsina.* 2016; 19(1): 15–23. <https://doi.org/10.17116/profmed201619115-23> <https://elibrary.ru/vseplp> (in Russian)
12. Kudayeva I.V., Budarina L.A. Biochemical criteria of occupationally related diseases formation in firemen. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2007; 47(6): 12–8. <https://elibrary.ru/kgfivb> (in Russian)
13. Kudaeva I.V., Budarina L.A. Biochemical indexes modification at exposure of metallic mercury vapours. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk.* 2012; (6): 24–7. <https://elibrary.ru/pjbopf> (in Russian)
14. Vlasova E.M., Vorobyova A.A., Alekseev V.B., Ivashova Yu.A., Nosov A.E. Analysis of the prevalence of metabolic syndrome risk factors and the option of their correction among workers in underground mining. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2020; 99(12): 1418–25. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1418-1425> <https://elibrary.ru/cstysr> (in Russian)
15. Yamshchikova A.V., Fleishman A.N., Gidayatova M.O. Co-morbid conditions in the vibration disease patients. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2019; 98(7): 718–22. <https://elibrary.ru/afhzba> (in Russian)
16. Clinical guidelines for the management of patients with metabolic syndrome. Moscow; 2013. (in Russian)
17. Kudaeva I.V., Dyakovich O.A., Masnavieva L.B., Popkova O.V., Abramats E.A. Features of the lipid exchange in workers employed in aluminium productions. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2016; 95(9): 857–60. <https://elibrary.ru/wwulkj> (in Russian)
18. R 2.2.1766–03. 2.2. Occupational Hygiene. Guidelines for Assessing Occupational Health Risks. Organizational and Methodological Frameworks, Principles, and Assessment Criteria; 2003. (in Russian)
19. Chigir A.G. Metabolic syndrome: current issues of diagnosis, epidemiology and prevention worldwide and in the Russian Federation. *Epidemiologiya i vaksinoprofilaktika.* 2025; 24(4): 95–105. <https://elibrary.ru/qsorhe> (in Russian)
20. Rotar O.P., Libis R.A., Isaeva E.N., Erina A.M., Shavshin D.A., Moguchaya E.V., et al. Metabolic syndrome prevalence in Russian cities. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal.* 2012; 17(2): 55–62. <https://elibrary.ru/owoepe> (in Russian)
21. Kuzmina O.Yu. Clinical and epidemiological features of metabolic syndrome in patients with occupational diseases. *Mezhdunarodnyi endokrinologicheskii zhurnal.* 2011; (4): 154–60. <https://elibrary.ru/rvnjil> (in Russian)
22. Shevtsova V.M. Physiological mechanisms of the adaptation and compensation process under the influence of local vibration combined with noise and dust. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya.* 2000; 40(2): 18–23. (in Russian)
23. Kseneva S.I., Borodulina E.V., Trifonova O.Yu., Uduv V.V. Dysregulation of the autonomic nervous system in the mechanisms of metabolic syndrome development. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (g. Tomsk).* 2018; 33(4): 119–24. <https://doi.org/10.29001/2073-8552-2018-33-4-119-124> <https://elibrary.ru/pognth> (in Russian)
24. Moiseev S.V. The sympathetic nervous system and metabolic syndrome. *Klinicheskaya farmakologiya i terapiya.* 2004; (4): 70–4. (in Russian)
25. Wenzel R.R., Baumgart D., Bruck H., Erbel R., Heemann U., Mitchell A., et al. Interaction of the sympathetic nervous system with other pressor systems in antihypertensive therapy. *J. Clin. Basic Cardiol.* 2001; 4(3): 185–92.
26. Conrady A.O. Obesity, sympathetic nervous system, and hypertension – are they connected? *Arterial'naya gipertenziya.* 2006; 12(2): 131–40. <https://elibrary.ru/pxntbx> (in Russian)
27. Keulen L., Henriksen E.J., Jacob S., Lang R. Antihypertensive treatment and cardiovascular risk management in patients with the metabolic syndrome - focus on SNS and insulin resistance. *J. Clin. Basic Cardiol.* 2001; 4(3): 193–5.
28. Kuks A.N., Kudaeva I.V., Slivnitsyna N.B. The state of microcirculation in patients with vibration disease providing metabolic disorders. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 2019; 98(10): 1096–101. <https://elibrary.ru/ysdnaq> (in Russian)
29. Baraeva R.A., Babanov S.A. Endothelial dysfunction in vibration disease from exposure to local and general vibration. *Sanitarnyi vrach.* 2015; (8): 19–23. <https://elibrary.ru/uhvace> (in Russian)
30. Tretyakov S.V. Condition of cardiovascular system under vibration (clinical and pathogenetic aspects). *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal.* 2023; (9): 1–20. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.38> (in Russian)
31. Fancher I.S., Levitan I. Membrane cholesterol interactions with proteins in hypercholesterolemia-induced endothelial dysfunction. *Curr. Atheroscler. Rep.* 2023; 25(9): 535–41. <https://doi.org/10.1007/s11883-023-01127-w>

## Сведения об авторах

**Кудеева Ирина Валерьевна**, доктор мед. наук, доцент, зам. директора ФГБНУ ВСИМЭИ по научной работе, зав. КДЛ Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия. E-mail: [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

**Чистова Надежда Павловна**, канд. мед. наук, науч. сотр. лаб. иммуно-биохимических и молекулярно-генетических исследований в гигиене Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665827, Ангарск, Россия. E-mail: [chist1nad2pavl3@gmail.com](mailto:chist1nad2pavl3@gmail.com)

## Information about the authors

**Irina V. Kudaeva**, DSc (Medicine), assistant professor, Deputy Director for Research, head Clinical diagnostic laboratory, East-Siberian Institution of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-5608-0818> E-mail: [kudaeva\\_irina@mail.ru](mailto:kudaeva_irina@mail.ru)

**Nadezhda P. Chistova**, PhD (Medicine), researcher, Laboratory of immune-biochemical and molecular genetic studies in hygiene, East-Siberian Institution of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665827, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-1206-6379> E-mail: [chist1nad2pavl3@gmail.com](mailto:chist1nad2pavl3@gmail.com)