

Читать
онлайнRead
onlineГерасимиди С.К.¹, Глухов Д.В.², Еремеева А.Г.^{2,3}, Калинина С.А.²

Методы исследования сердечно-сосудистой системы машинистов электропоездов, переболевших COVID-19

¹ЧУЗ «КБ "РЖД-Медицина" имени Н.А. Семашко», 111398, Москва, Россия;²ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, Россия;³ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Работники транспортной отрасли подвержены риску развития болезней системы кровообращения, на что оказывают влияние многие факторы, в том числе вирус SARS-CoV-2. Применение инструментальных, клинических и лабораторных методов является информативным способом комплексной диагностики функционального состояния сердечно-сосудистой системы, что актуально для выявления ранних маркеров болезней. **Материалы и методы.** Обследованы 90 машинистов электропоездов (41 ± 6 лет): 65 переболели COVID-19 в I–II кварталах 2022 г., 25 – группа контроля. В программу обследования были включены сбор анамнеза, антропометрия, анализ липидного профиля, ультразвуковые и функциональные исследования. Анализ данных проведен в зависимости от формы течения COVID-19 и показателей артериального давления работников.

Результаты. Повышенное артериальное давление выявлено у 58,5% переболевших, из них 60,9% имели нарушение релаксации левого желудочка, 42,4% – повышение сосудистого сопротивления, 52,2 и 30,4% – эктазии общей и внутренней сонных артерий соответственно. Нарушений ритма, ишемии и патологических отклонений частоты сердечных сокращений не выявлено. Артериальная гипертензия чаще встречалась у машинистов с ожирением. У работников старше 40 лет риск сердечно-сосудистых событий был выше 7,5%.

Ограничения исследования. Количественные ограничения, обусловленные числом машинистов, переболевших COVID-19.

Заключение. Для определения сердечно-сосудистой патологии значимыми параметрами были не только клинические данные и значения показателей артериального давления, но и линейные размеры с определением диастолической функции левого желудочка, а также индекс резистентности сосудов на экстра- и интракраниальном уровнях. Исследование брахиоцефальных артерий носит рекомендательный характер, но может быть предложено как обязательный метод определения маркеров болезней системы кровообращения, в том числе для машинистов электропоездов, переболевших COVID-19.

Ключевые слова: машинисты электропоездов; новая коронавирусная инфекция COVID-19; артериальная гипертензия; эхокардиография; индекс резистентности; медицинский осмотр

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ МТ» (протокол № 1 от 16 февраля 2022 г.). Все участники дали информированное добровольное письменное согласие на участие в исследовании.

Для цитирования: Герасимиди С.К., Глухов Д.В., Еремеева А.Г., Калинина С.А. Методы исследования сердечно-сосудистой системы машинистов электропоездов, переболевших COVID-19. *Гигиена и санитария*. 2025; 104(10): 1319–1325. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-10-1319-1325> <https://elibrary.ru/vgatyz>

Для корреспонденции: Герасимиди София Константиновна, e-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru

Участие авторов: Герасимиди С.К. – концепция исследования, сбор и обработка материала, написание текста; Глухов Д.В. – концепция и дизайн исследования; Еремеева А.Г. – статистическая обработка материала, редактирование текста; Калинина С.А. – обзор литературы, редактирование 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 финансовой поддержки.

Поступила: 24.07.2024 / Поступила после доработки: 06.08.2025 / Принята к печати: 15.10.2025 / Опубликовано: 14.11.2025

Sofia K. Gerasimidi¹, Dmitrii V. Glukhov², Anastasia G. Eremeeva^{2,3}, Svetlana A. Kalinina²

Justification of the optimal set of diagnostic methods for examining the cardiovascular system of electric train drivers who have had COVID-19

¹KB "RZHD-Meditsina" im. N.A. Semashko, 111398, Moscow, Russian Federation;²Izmerov Research Institute of Occupational Health, 105275, Moscow, Russian Federation;³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) 119991, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Employees in the transportation industry are at risk of developing cardiovascular disease, influenced by factors including the SARS-CoV-2 virus. Using instrumental, clinical, laboratory diagnostic methods provides an informative way to comprehensively diagnose of the cardiovascular system functional state, which is important for identifying early markers of disease.

Materials and Methods. Ninety electric train drivers (average age 41.0 ± 6.0 years) were examined: 65 had had SARS-CoV-2 infection in the first and second quarters of 2022, while 25 served as the control group. The study included medical histories, anthropometrics, lipid profiles, ultrasounds, and functional diagnostics. The data were analyzed by the COVID-19 severity and blood pressure levels.

Results. Elevated blood pressure was detected in 58.5% of patients. Of those, 60.9% had impaired left ventricular relaxation, 42.4% had increased vascular resistance, and 52.2% and 30.4% had extravascular and intravascular carotid artery dilation, respectively. No arrhythmias, ischemia, or abnormal heart rates were detected. Obese drivers were more likely to have hypertension. Employees over 40 years of age have a 7.5% higher risk of cardiovascular events.

Limitations. There are quantitative limitations due to the number of train drivers with COVID-19.

Conclusions. To determine cardiovascular pathology, significant parameters included not only clinical data and blood pressure indicator values, but also linear dimensions and diastolic left ventricular function, as well as vascular resistance index at extracranial and intracranial levels. While the study of the brachiocephalic arteries is recommended as a mandatory method for identifying markers of cardiovascular disease in electric train drivers who have recovered from COVID-19.

Keywords: electric train drivers; new coronavirus infection; arterial hypertension; echocardiography; resistance index; medical examination

Compliance with ethical standards. This study was approved by the local ethics committee of the Izmerov Research Institute of Occupational Health (extract from Protocol No. 1 dated 16.02.2022). All participants gave informed voluntary written consent to participate in the study.

For citation: Gerasimidi S.K., Glukhov D.V., Ereemeeva A.G., Kalinina S.A. Justification of the optimal set of diagnostic methods for examining the cardiovascular system of electric train drivers who have had COVID-19. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2025; 104(10): 1319–1325. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-10-1319-1325> <https://elibrary.ru/vgatyw> (In Russ.)

For correspondence: Sofia K. Gerasimidi, e-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru

Contribution: Gerasimidi S.K. — research concept, collection and processing of material, writing of the text; Glukhov D.V. — research concept and design; Ereemeeva A.G. — statistical processing of the material, text editing; Kalinina S.A. — literature review, text editing. 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.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: July 24, 2023 / Revised: August 6, 2023 / Accepted: October 15, 2023 / Published: November 14, 2025

Введение

Машинисты электропоездов относятся к ключевым профессиональным группам железнодорожного транспорта, от состояния их здоровья и надёжности деятельности напрямую зависят стабильность и безопасность перевозочного процесса. Указанная категория работников рассматривается как группа риска развития болезней системы кровообращения (БСК), в том числе артериальной гипертензии (АГ), встречаемость которой превышает 50% [1–4]. В связи с этим раннее выявление нарушений состояния здоровья машинистов приобретает повышенную значимость, поскольку даже незначительное ухудшение самочувствия может привести к снижению концентрации внимания и скорости реакции, что создаёт потенциальную угрозу для жизни пассажиров и безопасности движения.

К развитию БСК у машинистов электропоездов могут приводить воздействие вредных факторов производственной среды и особенности организации трудового процесса (класс условий труда 3.2) [5, 6]. Среди данных факторов ключевое значение имеет напряжённость трудового процесса: перенапряжение от воздействия интенсивных нервно-эмоциональных нагрузок повышает риск кардиоваскулярной патологии [7, 8]. Непроизводственные факторы риска (курение, повышенная масса тела, гиперхолестеринемия) оказывают дополнительное негативное влияние на сердечно-сосудистую систему (ССС) машинистов [3].

Респираторные инфекции, в том числе новая коронавирусная инфекция COVID-19, также являются потенциальными триггерами развития БСК [9, 10]. Вирус SARS-CoV-2 проникает в организм человека через рецепторы ангиотензинпревращающего фермента 2-го типа, поражает различные органы и ткани, что обуславливает полиморфизм клинической картины COVID-19 [11]. Проникнув в клетки эндотелия, вирус может приводить к макро- и микрососудистым дисфункциям, что также способствует развитию БСК или утяжеляет их течение [12, 13].

Исследователями установлено, что повышение артериального давления (АД) отмечается у переболевших COVID-19 даже спустя 3–12 мес [14–17]. Последствия пандемии COVID-19 продолжают изучать в связи с обнаружением стойких изменений со стороны сердечно-сосудистой системы — аритмий, признаков диастолической дисфункции и др. [18, 19].

Для своевременного выявления сердечно-сосудистой патологии машинисты электропоездов проходят медицинские осмотры с применением информативных методов диагностики, носящих как обязательный¹, так и рекоменда-

тельный характер. Изучение состояния ССС с применением комплексной диагностики актуально для выявления ранних маркёров БСК, в том числе среди машинистов электропоездов, переболевших COVID-19. Определение долгосрочных последствий COVID-19 представляет значительный интерес для расширения теоретических знаний и совершенствования клинической практики.

Цель исследования — комплексная оценка состояния сердечно-сосудистой системы машинистов электропоездов, перенёсших COVID-19, для обоснования оптимального набора диагностических методов её проведения.

Материалы и методы

Исследование проведено в Центральном федеральном округе Российской Федерации. Обследованы 90 машинистов электропоездов, продолжающие трудовую деятельность в той же должности. Критерии включения работников в исследование: мужской пол, возраст 30–50 лет, стаж работы в должности более 10 лет, наличие в анамнезе АГ (контролируемой), болезней эндокринной системы (ожирение I степени), гиперхолестеринемии, повышенной массы тела, инфекции COVID-19, перенесённой в I–II кварталах 2022 г. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ МТ», протокол № 1 от 16 февраля 2022 г. Все обследованные лица дали письменное информированное согласие на участие в исследовании и публикацию полученных результатов в обезличенной форме.

Критерии не включения работников в исследование: профессиональные занятия спортом; наличие в анамнезе БСК (течение АГ с поражением органов-мишеней, ишемическая болезнь сердца, пороки сердца), эндокринной системы (тиреотоксикоз, сахарный диабет, ожирение II–III степени), бронхиальная астма.

В группу контроля вошли 25 машинистов с нормальной массой тела, не болевших COVID-19 и не имевших повышенных показателей АД. Коронавирусная инфекция подтверждена методом полимеразной цепной реакции или иммуноферментным анализом. Лёгкой формой коронавирусной инфекции в амбулаторных условиях переболели 33 машиниста (температура тела менее 38 °С, кашель, слабость, боли в горле); 32 машиниста перенесли болезнь в среднетяжёлой или тяжёлой форме, были госпитализированы с $SpO_2 \leq 93\%$ и типичными для вирусного поражения изменениями в лёгких, выявленными методом компьютерной томографии.

В зависимости от формы COVID-19 и показателей АД работники были поделены на группы:

- группа I — переболевшие COVID-19 в лёгкой форме, имеющие АГ (возраст $39,7 \pm 4,9$ года; $n = 10$);
- группа II — переболевшие COVID-19 в лёгкой форме, не имеющие АГ (возраст $40,5 \pm 5,4$ года; $n = 23$);

¹ Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 19.10.2020 г. № 428 «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических (в течение трудовой деятельности) медицинских осмотров на железнодорожном транспорте» (Зарегистрирован 27.11.2020 г. № 61125).

Таблица 1 / Table 1

Показатели линейных размеров полости левого желудочка, $Me [Q_{25}; Q_{75}]$ Indicators of linear dimensions of the left ventricular cavity, $Me [Q_{25}; Q_{75}]$

Показатель Index	Переболевшие COVID-19 в лёгкой форме Those who have had a mild form of COVID-19		Переболевшие COVID-19 в среднетяжёлой либо тяжёлой форме Those who have had moderate / severe COVID-19		Контроль Control
	Группа / Group				
	I n = 10	II n = 23	III n = 13	IV n = 19	V n = 25
МЖПд, мм IVSd, mm	10.0 [9.4; 10.5]	9.5 [9.1; 9.9]	10.4 [9.7; 10.6]	9.6 [9.2; 10.3]	9.4 [9.1; 9.6]
ЗСЛЖд, мм LVPW, mm	9.6 [9.4; 10.0]	9.2 [9.0; 9.8]	9.8 [9.4; 10.1]	9.4 [9.1; 10.2]	8.9 [8.6; 9.3]
КДР, мм LVDd, mm	54.0 [52.0; 55.0]	52.0 [52.0; 52.0]	54.0 [52.5; 54.5]	53.0 [52.0; 54.0]	50.0 [49.0; 52.0]
ИММЛЖ, г/м² LVMI, g/m²	90.1 [82.2; 98.6]	80.3 [74.6; 91.5]	94.7 [84.0; 98.5]	83.0 [76.5; 85.0]	78.2 [72.6; 87.0]

- группа III – переболевшие COVID-19 в среднетяжёлой либо тяжёлой форме, имеющие АГ (возраст $42,6 \pm 5,1$ года; $n = 13$);
- группа IV – переболевшие COVID-19 в среднетяжёлой либо тяжёлой форме, не имеющие АГ (возраст $43,1 \pm 4,1$ года; $n = 19$);
- группа V – контрольная (возраст $40,8 \pm 5,6$ года; $n = 25$).

Каждому работнику провели инструментальные, лабораторные и клинические исследования: эхокардиографию (эхоКГ), ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий (УЗИ БЦА) на экстра- и интракраниальном уровне, холтеровское мониторирование электрокардиограммы (ХМ ЭКГ), велоэргометрию (ВЭМ), забор крови для определения уровня общего холестерина (ОХ) и липопротеидов высокой плотности (ЛПВП), сбор анамнеза, антропометрических данных, измерение АД, определение сердечно-сосудистого риска (ССР) по шкалам SCORE разных модификаций.

По каждому работнику имелся архив исследований эхоКГ, лабораторные данные, данные антропометрии, статус курильщика, показатели АД до заболевания COVID-19, полученные в рамках периодических медицинских осмотров, и рекомендации по результатам прохождения врачебной экспертной комиссии. Архив УЗИ БЦА, ХМ ЭКГ и ВЭМ до заболевания COVID-19 был представлен лишь у некоторых работников, в исследовании эти данные не использовались.

Ультразвуковые исследования проведены на аппарате для ультразвуковой диагностики Logiq P6 (GE Ultrasound, Южная Корея) с использованием секторного фазированного (от 1 до 8 МГц) и линейного (от 4 до 12 МГц) датчиков и водорастворимого геля средней вязкости «Медиагель» (ООО «Гельтек-Медика», Россия). Применяли следующие режимы: В-режим, М-режим, режимы импульсного доплера, цветное доплеровское картирование. В полости сердца оценивались толщина межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в диастолу (МЖПд и ЗСЛЖд), конечного диастолического размера (КДР), пиковая скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ (Е); пиковая скорость позднего диастолического наполнения (А), их соотношение (Е/А), время замедления потока раннего наполнения и время изоволюмического расслабления желудочка (DT и IVRT, мс) [20]. Расчёт индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ) проводился при помощи калькулятора [21].

На экстракраниальном уровне были доступны визуализации и оценке общие сонные артерии (ОСА), внутренние сонные артерии (ВСА), на интракраниальном уровне – средние мозговые артерии (СМА). На экстракраниальном уровне оценивались форма, диаметр, толщина комплекса интима-медиа (КИМ) для ОСА и индекс резистентности (RI), на интракраниальном уровне – только RI. В работе приведены данные RI справа, поскольку статистически значимые различия между показателями слева и справа отсутствовали ($p > 0,05$).

ХМ ЭКГ проводилось с использованием аппаратной системы суточного мониторирования ЭКГ «Миокард холтер-2» (ООО «НИМП ЕСН», Россия), использовалась трёхканальная система отведений. Были проанализированы данные частоты сердечных сокращений (ЧСС): среднесуточная, среднедневная и средненочная. ВЭМ проведена на аппарате Ergoselect 200 (Ergoline GMBH, Германия), исследованы показатели АД и ЧСС на пике физической нагрузки.

Анализ биохимического материала проведён с использованием прибора Advia 1800 (Siemens, Германия). Показатели ОХ и ЛПВП использовались для расчёта не-ЛПВП. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по формуле А. Кетле (кг/м²). Индекс курения рассчитан по формуле: пачка/лет². АД измеряли с помощью механического тонометра LD-71 (Little Doctor, Китай), стетоскопа Lightweight II SE (3M Littmann, США) по методике Короткова в положении сидя.

Исследования выполнены в 2022–2023 гг. в комиссионный и межкомиссионный периоды. В работе представлены результаты исследований, завершённых в IV квартале 2023 г.

Статистический анализ данных проведён с помощью IBM SPSS Statistics 26. Нормальность распределения данных оценена с помощью критерия Шапиро – Уилка. При сравнении групп в зависимости от формы течения COVID-19 и показателей АД использованы критерий Краскела – Уоллиса и пост-хок Данна – Бонферрони; ANOVA по критерию Фишера и пост-хок Шеффе, в случае неоднородности дисперсий использован робастный критерий Уэлча и пост-хок Геймса – Хоуэлла. Для определения связи между категориальными переменными использован критерий χ^2 .

Результаты

Показатели морфометрии и диастолической функции ЛЖ.

В доковидном периоде (архив за 2021 г.) изменений не выявлено. В постковидном периоде также не наблюдалось изменений показателей: толщина МЖП и ЗСЛЖ в диастолу была не более 11 мм [22]. Индекс массы миокарда левого желудочка был выше у машинистов с артериальной гипертензией (АГ), но не превышал порога нормы – 115 г/м² (табл. 1).

Дисперсионный анализ по критерию Краскела – Уоллиса выявил статистически значимые различия по всем показателям эхоКГ между группами машинистов ($p < 0,001$):

- МЖПд: $H(4) = 21,424$, пост-хок-критерии установили различия между группами III и II, V ($p < 0,008$);
- ЗСЛЖд: $H(4) = 35,747$, различия между группами V и I, III, IV ($p < 0,006$);
- КДР: $H(4) = 45,096$, различия между группами V и I, II, III, IV ($p = 0,000$), II и III ($p < 0,028$);

² Табакокурение. Профилактика и помощь в отказе от табачной зависимости. Алкоголь: метаболические мишени воздействия. Возможности профилактики. Учебно-методическое пособие для студентов старших курсов лечебного факультета, клинических ординаторов и интернов, врачей ОВП и терапевтов. Под ред. В.В. Горбаня. Краснодар, КубГМУ; 2015.

Таблица 2 / Table 2

Показатели RI брахиоцефальных артерий, Me [Q₂₅; Q₇₅]Indicators of the RI of brachiocephalic arteries, Me [Q₂₅; Q₇₅]

Показатель Index	Переболевшие COVID-19 в лёгкой форме Those who have had a mild form of COVID-19		Переболевшие COVID-19 в среднетяжёлой либо тяжёлой форме Those who have had moderate / severe COVID-19		Контроль Control
	Группа / Group				
	I n = 10	II n = 23	III n = 13	IV n = 19	V n = 25
OCA CCA	0.67 [0.66; 0.69]	0.61 [0.61; 0.63]	0.70 [0.68; 0.73]	5.4 [5.2; 5.4]	0.61 [0.61; 0.61]
BCA ICA	0.65 [0.61; 0.68]	0.62 [0.60; 0.63]	0.69 [0.67; 0.71]	6.5 [5.9; 6.8]	0.58 [0.56; 0.59]
CMA MCA	0.55 [0.54; 0.60]	0.53 [0.52; 0.54]	0.70 [0.58; 0.72]	5.4 [5.3; 5.5]	0.52 [0.52; 0.55]

- ИММЛЖ: Н(4) = 17,737, различия между группами III и II, V ($p < 0,017$).

В постковидном периоде отмечались как сохранённая функция, так и признаки нарушения релаксации (I степень диастолической дисфункции) у 13 машинистов с АГ. У них наблюдалось снижение Е/А до ≤ 1 и увеличение времени DT и IVRT (у 60,9%).

Выявлены статистически значимые различия показателей диастолической функции левого желудочка между группами машинистов по соотношению пиков Е/А – Н(4) = 59,215, DT – Н(4) = 43,191, IVRT – Н(4) = 52,750 ($p = 0,000$). Пост-хок-критерии установили различия между группами I и II, IV, V, а также III и II, IV, V ($p < 0,008$) по всем показателям ДФ ЛЖ.

Показатели ультразвукового исследования БЦА. Толщина комплекса интима-медиа (КИМ) у всех работников не превышала 1 мм. Статистически значимые различия отмечены между группами II и I, III (Н(4) = 26,828; $p = 0,000$). Статистический анализ выявил различия в диаметрах экстракраниальных сосудов: по ОСА – Н(4) = 47,717, по ВСА – Н(4) = 32,271 ($p = 0,000$). Различия выявлены между группами I и II, IV, V; а также III и II, IV, V ($p < 0,011$). У 12 машинистов (52,2%) с АГ выявлены признаки эктазии ОСА ($> 6,9$ мм), у 7 (30,4%) – эктазия ВСА ($> 6,3$ мм) [23]. Девиации ОСА выявлены у 14 машинистов (15,6%), на уровне ВСА – у восьми (8,9%): в группе I – у двух и одного, в III – у восьми и четырёх, в IV – у трёх и одного соответственно. В группе II у двух машинистов отмечены девиации ВСА, в V – у одного на уровне ОСА. Девиации, вероятно, носят как врождённый, так и приобретённый характер.

Скорость кровотока в ОСА, СМА и ВСА оставалась в пределах нормы [23], однако были выявлены статистически значимые различия по RI ($p = 0,000$), который показывает разницу между систолической и диастолической фазами сердечного цикла (табл. 2). Выявлены статистически значимые различия по показателям индексов резистентности брахиоцефальных артерий ($p = 0,000$):

- RI ОСА: Н(4) = 51,411, пост-хок-критерии установили различия между группами I и II, IV, V, а также III и II, IV, V ($p < 0,007$);
- RI ВСА: Н(4) = 54,501, различия между группами III и II, IV, V, а также V и I, II, III, IV ($p < 0,027$);
- RI СМА: Н(4) = 42,537, различия между группами I и II, IV, V, а также III и II, IV, V ($p < 0,035$).

Повышенный RI чаще встречался у машинистов с АГ. Данный показатель особенно выражен в СМА: при лёгкой форме COVID-19 – у 40% работников, при среднетяжёлой и тяжёлой – у 43,5%.

Показатели ХМ ЭКГ. Нарушений ритма сердца выявлено не было, показатели ЧСС находились в пределах референтных: среднесуточная – 35–90 уд./мин, среднедневная – 70–90 уд./мин, средненочная – 50–90 уд./мин. Статистически значимые различия между работниками, переболевшими COVID-19 в лёгкой и среднетяжёлой либо тяжёлой

форме, отсутствуют ($p > 0,05$). Выявлены различия между значениями показателей среднедневной ЧСС (Н(4) = 22,874; $p = 0,000$) в группах III и IV, V ($p < 0,001$) и средненочной ЧСС (Н(4) = 16,042; $p = 0,002$) в группах V и II, III ($p < 0,025$).

Показатели ВЭМ. Все тесты дали отрицательный результат по ишемии (ST-сегмент не изменён, нарушений ритма нет). АД и ЧСС не превышали допустимых значений (220/110 мм рт. ст. и 160 уд./мин). Восстановление гемодинамики происходило к пятой минуте. Статистически значимые различия выявлены между показателями АДс (Н(4) = 25,326; $p = 0,000$) и АДд (Н(4) = 34,116; $p = 0,000$) на пике нагрузки между группами V и I, II, III, IV ($p < 0,032$).

Показатели АД. Показатели АД в доковидном периоде среди всех работников соответствовали нормальному и нормальному повышенному АД и не превышали значений 130/90 мм рт. ст. В постковидном периоде у некоторых машинистов отмечено повышение АД в отличие от контрольной группы, машинисты которой имели стабильное АД. Среднегрупповые показатели АД составили:

- группа I – $144 \pm 4,9 / 91 \pm 2,8$ мм рт. ст.;
- группа II – $125,4 \pm 4,8 / 83,9 \pm 2,8$ мм рт. ст.;
- группа III – $144,8 \pm 5,2 / 90,9 \pm 3,1$ мм рт. ст.;
- группа IV – $131 \pm 4,6 / 86,3 \pm 3,2$ мм рт. ст.;
- группа V (контроль) – $122 \pm 1,6 / 81,6 \pm 1,4$ мм рт. ст.

Сравнение значений показателей АДс и АДд после заболевания COVID-19 выявило наличие статистически значимых различий среди машинистов всех групп: для АДс – Н(4) = 67,961 ($p = 0,000$) и для АДд – Т(4; 31,422) = 48,272 ($p = 0,000$). Пост-хок-критерии установили различия между всеми группами ($p < 0,035$). Среди переболевших машинистов у 58,5% выявлены повышенные показатели АД, соответствующие параметрам «АГ I степени», – 35,4%, «нормальное повышенное АД» – 23,1%.

Индекс массы тела. ИМТ до и после заболевания COVID-19 не имели статистически значимых различий ($p > 0,05$). Показатели ИМТ после заболевания COVID-19 соответствовали:

- группы I и II: нормальная масса тела – 24,2%; избыточная – 39,4%, ожирение I степени – 36,4%;
- группы III и IV: нормальная масса тела – 21,9%; избыточная – 25%, ожирение I степени – 53,1%;
- группа V (контроль): нормальная масса тела – 100%.

Среди переболевших машинистов после заболевания установлено наличие связи между величиной ИМТ и уровнем АД ($\chi^2(2) = 12,516$; $p = 0,002$): у работников с ожирением АГ встречается чаще, чем у лиц с нормальной и избыточной массой тела: 60% против 46,7 и 13,3% соответственно. В связи с тем, что линейные показатели полости ЛЖ не выходили за пределы нормальных значений, влияние массы тела на них не оценивалось.

По данным амбулаторных карт установлено, что большая часть работников курит (58,5%). Индекс курильщика в каждой исследуемой группе составил менее 10 (низкий риск развития хронической обструктивной болезни лёгких). В связи с этим данный показатель был исключён из анализа.

Липидный профиль. Показатели ОХ машинистов до и после COVID-19 не выходили за пределы 2,9–6,2 ммоль/л (принято за норму на базе проведенного исследования). В среднем до заболевания значения ОХ составляли $5,2 \pm 1$ ммоль/л, после — $5,1 \pm 1$ ммоль/л, однако у девяти машинистов (13,8%) выявлено повышение данного показателя в постковидном периоде.

Показатели ЛПВП также не выходили за пределы значений, принятых за норму на базе исследования, — 0,9–2,5 ммоль/л. До и после заболевания COVID-19 значение ЛПВП составляло $1,3 \pm 0,3$ ммоль/л. Таким образом, статистически значимых различий в значениях ОХ и ЛПВП не выявлено ($p > 0,05$).

Суммарный ССР по шкалам SCORE. ССР рассчитан с учётом возраста, АДс, уровня холестерина, не-ЛПВП и статуса курильщика. У машинистов до 50 лет значение ССР составляло $< 7,5\%$ в 2022 г., $> 7,5\%$ в 2023 г. В группе работников до 40 лет значение ССР соответствовало $< 4\%$ на протяжении всего наблюдения.

Обсуждение

Комплексная оценка состояния ССС у машинистов электропоездов с помощью клинических, лабораторных и инструментальных методов выявила значимые различия между машинистами с АГ и без АГ, перенёсшими COVID-19, и контрольной группой. Обследование проводилось в комиссионный и межкомиссионный периоды 2022–2023 гг., обязательными были сбор анамнеза, измерение АД, эхоКГ, ХМ ЭКГ, ВЭМ, определение липидного профиля, рекомендательный характер носило ультразвуковое исследование БЦА.

Установлено, что менее 60% машинистов, перенёсших COVID-19, имели уровень АД, соответствующий категориям «нормальное повышенное» и «артериальная гипертензия I степени», тогда как в контрольной группе уровень АД в большинстве случаев оставался в пределах нормы. Этот факт может свидетельствовать о потенциальном влиянии новой коронавирусной инфекции на развитие или обострение АГ, что согласуется с опубликованными данными [14–17] о постковидных нарушениях со стороны ССС.

Полученные с помощью эхоКГ результаты показали, что линейные размеры ЛЖ у всех обследуемых находились в пределах нормальных значений, однако у лиц с АГ, переболевших COVID-19, они были достоверно выше по сравнению с машинистами без АГ. Подобные изменения при сохранении неблагоприятных условий могут стать предикторами дилатации и гипертрофии левых отделов сердца, что подтверждается результатами ранее проведенных исследований [18, 24]. Диастолическая дисфункция левого желудочка была выявлена у 60,9% машинистов с АГ, переболевших COVID-19. В подобном исследовании выявлено нарушение внутрисердечной гемодинамики у лиц, перенёсших COVID-19 [19]. Это нарушение, как известно, тесно связано с повышенным АД и считается ранним маркером поражения миокарда.

На фоне повышенного АД у переболевших COVID-19 машинистов выявлено повышение сосудистого сопротивления на интракраниальном уровне (более 50% обследованных). Это может свидетельствовать о персистирующих нарушениях регуляции сосудистого тонуса и эндотелиальной дисфункции, развившейся после инфекции. Толщина КИМ при этом не превышала диагностических порогов у всех работников. Кроме того, у машинистов с АГ были обнаружены эктазии ОСА и ВСА: 52,2 и 30,4% обследованных соответственно. Менее 20% имели девиации БЦА, которые могут быть как врождёнными, так и приобретёнными. Однако клиническая значимость этих изменений требует дальнейшего наблюдения.

Результаты ХМ ЭКГ и ВЭМ не выявили нарушений ритма сердца, ишемических изменений (в виде элевации или депрессии сегмента ST) или патологических отклонений ЧСС. Отсутствие признаков ишемии и стабильные по-

казатели при нагрузке расценивались как положительный результат, особенно в профессиональной группе, к состоянию здоровья которой предъявляются высокие требования. Показатели АД и ЧСС на пике нагрузки не выходили за пределы референтных значений и являлись косвенным признаком АГ.

Анализ взаимосвязи между ИМТ и уровнем АД показал, что у машинистов с ожирением I степени чаще диагностируется АГ I степени. Это подтверждает роль избыточной массы тела как независимого фактора риска для развития гипертонии. Интересно, что эта взаимосвязь сохранялась независимо от формы течения COVID-19, что подчёркивает значимость ИМТ как ключевого модифицируемого фактора риска.

Рассчитанный ССР по шкалам SCORE и SCORE 2 показал, что у машинистов младше 40 лет риск смерти от БСК в течение 10 лет составлял менее 4% (низкий риск). В то же время у работников старше 40 лет по шкале SCORE 2 риск развития фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий был выше 7,5%, что требует динамического наблюдения и профилактических мероприятий.

Заключение

Пандемия новой коронавирусной инфекции, вызванная коронавирусом SARS-CoV-2 (март 2020 — май 2023 г.) [25, 26], оказала влияние на состояние здоровья работников всех сфер экономики, в том числе машинистов электропоездов. Данная профессиональная группа подвержена развитию артериальной гипертензии, обусловленной работой во вредных условиях труда, воздействием производственных факторов риска и перенесёнными респираторными инфекциями.

Полученные в ходе исследования результаты позволили оценить состояние сердечно-сосудистой системы машинистов электропоездов после перенесённой инфекции COVID-19 и выявить субклинические и функциональные нарушения даже при отсутствии выраженной симптоматики. У большинства обследованных работников (58,5%), перенёсших COVID-19, выявлено повышение артериального давления, при этом у 60,9% из них диагностировано нарушение релаксации левого желудочка, а у 42,4% — повышение сосудистого сопротивления. Установлено наличие связи между величиной индекса массы тела и уровнем артериального давления: более 50% машинистов с ожирением имели артериальную гипертензию. Риск развития фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий был выше у лиц старше 40 лет ($> 7,5\%$).

Таким образом, проведённое исследование обосновало набор методов исследования для комплексной оценки состояния сердечно-сосудистой системы машинистов электропоездов, переболевших новой коронавирусной инфекцией. Оптимальными методами являются клинические (антропометрия, статус курильщика, определение сердечно-сосудистого риска), лабораторные (липидный профиль) и инструментальные (эхокардиография, холтеровское мониторирование электрокардиограммы, велоэргометрия), а также дополнительный метод — ультразвуковое исследование брахиоцефальных артерий на двух уровнях. В действующем приказе¹ о проведении медицинских осмотров в пункт о перечне инструментальных методов, применяемых при обследовании работников железнодорожного транспорта, входят функциональные кардиологические методы исследования без исследования сосудов. Однако полученные нами результаты показывают, что ультразвуковое сканирование брахиоцефальных артерий возможно использовать наравне с вышеупомянутыми методами исследований для раннего выявления ангиопатий. Это позволит улучшить диагностику болезней системы кровообращения.

Полученные результаты подтверждают важность своевременной диагностики и коррекции выявленных нарушений для сохранения профессионального здоровья машинистов электропоездов и предотвращения развития серьёзных сердечно-сосудистых осложнений в будущем.

Литература

- Орлова Н.В., Старокожева А.А. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний среди машинистов локомотивов железнодорожного транспорта. *Медицинский алфавит*. 2020; (2): 37–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-2-37-40> <https://elibrary.ru/wnodxj>
- Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 61(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52> <https://elibrary.ru/wqouwx>
- Zhidkova E.A., Shlipakov S.V., Zaborova V.A., Krikheli N.I., Drapkina O.M., Barnard R.T., et al. Risk factors for heart disease in working railwaymen. *Am. J. Mens Health*. 2022; 16(6): 15579883221136983. <https://doi.org/10.1177/15579883221136983>
- Жидкова Е.А., Панкова В.Б., Вильк М.Ф., Гуревич К.Г., Драпкина О.М. Ассоциация профессии с развитием артериальной гипертензии у работников железнодорожной отрасли. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021; 20(7): 203–10. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3063> <https://elibrary.ru/jlpdnp>
- Жидкова Е.А., Найговзина Н.Б., Калинин М.Р., Гутор Е.М., Гуревич К.Г. Результаты анализа причин внезапной смерти среди работников локомотивных бригад. *Кардиология*. 2019; 59(6): 42–7. <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.6.2552> <https://elibrary.ru/rddomv>
- Жидкова Е.А., Гутор Е.М., Гуревич К.Г., Макогон Н.В., Шугушев З.Х., Орлов Д.О. и др. Анализ причин внезапной смерти среди работников железных дорог Российской Федерации. *Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова*. 2022; 30(4): 497–506. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ110985> <https://elibrary.ru/kwvtzj>
- Леванчук Л.А., Копытенкова О.И., Еремин Г.Б. Методические подходы к оценке условий труда машинистов локомотивных бригад на основе изучения риска для здоровья. *Медицина труда и промышленная экология*. 2020; 60(8): 525–31. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531> <https://elibrary.ru/cfasth>
- Вильк М.Ф., Каськов Ю.Н., Капцов В.А., Панкова В.Б. Динамика производственного риска и показателей профессиональной заболеваемости работников железнодорожного транспорта. *Медицина труда и экология человека*. 2020; 21(1): 49–59. <https://elibrary.ru/ccyqdh>
- Cowan L.T., Lutsey P.L., Pankow J.S., Matsushita K., Ishigami J., Lakshminarayan K. Inpatient and outpatient infection as a trigger of cardiovascular disease: The ARIC Study. *J. Am. Heart Assoc.* 2018; 7(22): e009683. <https://doi.org/10.1161/jaha.118.009683>
- Жидкова Е.А., Гутор Е.М., Ткаченко Ю.А., Рогова И.В., Попова И.А., Гуревич К.Г. Ретроспективный анализ факторов риска развития COVID-19 среди работающего населения. *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. 2021; 10(2): 25–30. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2021-10-2-25-30> <https://elibrary.ru/kossju>
- Аванесян Г.А., Филатов А.Г. Нарушение ритма сердца после COVID-19. Эпидемиология, этиология и патофизиология. *Анналы аритмологии*. 2023; 20(1): 52–8. <https://elibrary.ru/ryvkzs>
- Фисун А.А., Лобзин Ю.В., Черкашин Д.В., Тыренко В.В., Ткаченко К.Н., Качнов В.А. и др. Механизмы поражения сердечно-сосудистой системы при COVID-19. *Вестник РАМН*. 2021; 76(3): 287–97. <https://doi.org/10.15690/vramn1474> <https://elibrary.ru/wupbru>
- Явелов И.С. COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний*. 2020; 8(27): 4–13. <https://elibrary.ru/vuxxux>
- Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Беленков Ю.Н., Конради А.О., Лопатин Ю.М. и др. Международный регистр «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)»: Анализ 1000 пациентов. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25(11): 98–107. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4165> <https://elibrary.ru/atqsnr>
- Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Беленков Ю.Н., Конради А.О., Лопатин Ю.М. и др. Клинические особенности постковидного периода. Результаты международного регистра «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)». Предварительные данные (6 месяцев наблюдения). *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26(10): 4708. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4708> <https://elibrary.ru/zapsjl>
- Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Поляков Д.С., Беленков Ю.Н., Конради А.О. и др. Вновь диагностированные заболевания и частота их возникновения у пациентов после новой коронавирусной инфекции. Результаты международного регистра «Анализ динамики коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2 (АКТИВ SARS-CoV-2)» (12 месяцев наблюдения). *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28(4): 102–26. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5424> <https://elibrary.ru/tpvhtp>
- Лакман И.А., Гареева Д.Ф., Саидкова Л.Ф., Агапатов А.А., Давтян П.А., Каюмова В.Л. и др. Смертность при разных штаммах COVID-19 в отделенном периоде: 18-месячное наблюдение. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28(12): 68–74. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5672> <https://elibrary.ru/djmeoq>
- Magoon R. Left-ventricular diastolic dysfunction in coronavirus disease: opening Pandora's box! *Korean J. Anesthesiol.* 2021; 74(6): 557–8. <https://doi.org/10.4097/kja.21010>
- Васильев В.А., Карапетян Т.Т., Ларионова В.А., Соляникова И.Н., Цеханович К.Б. Диастолическая дисфункция левого желудочка и параметры трансмитрального кровотока у лиц, перенесших COVID-19. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4): 117–25. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.4.13>
- Дорошенко Д.А., Беневская М.А., Ветшева Н.Н. Трансторакальная эхокардиография у взрослых: Методические рекомендации. М.; 2020.
- Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A., et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur. J. Echocardiogr.* 2006; 7(2): 79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>
- Лутра А. *ЭхоКГ понятным языком*. М.: Практическая медицина; 2017.
- Умаров Т.М. *Нормы в УЗИ+RADS, протоколы*. М.; 2021.
- Фомина И.Г., Дьякова Т.А. Гипертрофия левого желудочка при артериальной гипертензии и риск развития аритмий. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2006; 5(8): 83–9. <https://elibrary.ru/jivvup>
- Cucinotta D., Vanelli M. WHO declares COVID-19 a pandemic. *Acta Biomedica*. 2020; 91(1): 157–60. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>
- LIVE: Media briefing on COVID-19 and global health issues; 2023. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=B0oBefv4bsj>

References

- Orlova N.V., Starokozheva A.A. Risk factors for cardiovascular disease among railway locomotive drivers. *Meditsinskii alfavit*. 2020; (2): 37–40. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2020-2-37-40> <https://elibrary.ru/wnodxj> (in Russian)
- Gutor E.M., Zhidkova E.A., Gurevich K.G. Risk factors for developing diseases in locomotive crew workers. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 61(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52> <https://elibrary.ru/wqouwx> (in Russian)
- Zhidkova E.A., Shlipakov S.V., Zaborova V.A., Krikheli N.I., Drapkina O.M., Barnard R.T., et al. Risk factors for heart disease in working railwaymen. *Am. J. Mens Health*. 2022; 16(6): 15579883221136983. <https://doi.org/10.1177/15579883221136983>
- Zhidkova E.A., Pankova V.B., Vilk M.F., Gurevich K.G., Drapkina O.M. Association of railway industry occupations with hypertension. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2021; 20(7): 203–10. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3063> <https://elibrary.ru/jlpdnp> (in Russian)
- Zhidkova E.A., Naigovzina N.B., Kalinin M.R., Gutor E.M., Gurevich K.G. The analysis of the causes of sudden deaths among workers of locomotive crews. *Kardiologiya*. 2019; 59(6): 42–7. <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.6.2552> <https://elibrary.ru/rddomv> (in Russian)
- Zhidkova E.A., Gutor E.M., Gurevich K.G., Makogon N.V., Shugushev Z.Kh., Orlov D.O., et al. Analysis of causes of sudden death among Russian railway workers. *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2022; 30(4): 497–506. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ110985> <https://elibrary.ru/kwvtzj> (in Russian)
- Levanchuk L.A., Kopytenkova O.I., Eremin G.B. Methodological approaches to assessing the working conditions of locomotive crew drivers based on the study of health risks. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(8): 525–31. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531> <https://elibrary.ru/cfasth> (in Russian)
- Vilk M., Kaskov Yu., Kapsov V., Pankova V. Dynamics of industrial risk and indicators of occupational morbidity of railway transport workers. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2020; 21(1): 49–59. <https://elibrary.ru/ccyqdh> (in Russian)
- Cowan L.T., Lutsey P.L., Pankow J.S., Matsushita K., Ishigami J., Lakshminarayan K. Inpatient and outpatient infection as a trigger of cardiovascular disease: The ARIC Study. *J. Am. Heart Assoc.* 2018; 7(22): e009683. <https://doi.org/10.1161/jaha.118.009683>
- Zhidkova E.A., Gutor E.M., Tkachenko Yu.A., Rogova I.V., Popova I.A., Gurevich K.G. Retrospective analysis of risk factors for COVID-19 in the working population. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*. 2021; 10(2): 25–30. <https://doi.org/10.33029/2305-3496-2021-10-2-25-30> <https://elibrary.ru/kossju> (in Russian)
- Avanesyan G.A., Filatov A.G. Cardiac arrhythmias after COVID-19. Epidemiology, etiology and pathophysiology. *Annaly aritmologii*. 2023; 20(1): 52–8. <https://elibrary.ru/ryvkzs> (in Russian)
- Fisun A.Y., Lobzin Yu.V., Cherkashin D.V., Tyrenko V.V., Tkachenko K.N., Kachnov V.A., et al. Mechanisms of damage to the cardiovascular system in COVID-19. *Vestnik RAMN*. 2021; 76(3): 287–97. <https://doi.org/10.15690/vramn1474> <https://elibrary.ru/wupbru> (in Russian)
- Yavelov I.S. COVID-19 and cardiovascular diseases. *Mezhdunarodnyi zhurnal serdtsa i sosudistyykh zabolevaniy*. 2020; 8(27): 4–13. <https://elibrary.ru/vuxxux> (in Russian)
- Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Belenkov Y.N., Konradi A.O., Lopatin Yu.M., et al. International register "dynamics analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors" (AKTIV SARS-CoV-2): analysis of 1000 patients. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2020; 25(11): 98–107. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4165> <https://elibrary.ru/atqsnr> (in Russian)
- Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Belenkov Y.N., Konradi A.O., Lopatin Yu.M., et al. Clinical features of post-COVID-19 period. Results of the international register «dynamic analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors (AKTIV SARS-CoV-2)». Data from 6-month follow-up. *Rossiiskii*

- kardiologicheskii zhurnal*. 2021; 26(10): 4708. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4708> <https://elibrary.ru/zapsjl> (in Russian)
16. Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Polyakov D.S., Belenkov Y.N., Konradi A.O., et al. Newly diagnosed diseases and the frequency of their occurrence in patients after a new coronavirus infection. Results of an international register «dynamics analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors (ACTIV SARS-CoV-2)» (12-month follow-up). *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2023; 28(4): 102–26. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5424> <https://elibrary.ru/tpvhtp> (in Russian)
 17. Lakman I.A., Gareeva D.F., Sadikova L.F., Agapitov A.A., Davtyan P.A., Kayumova V.L., et al. Long-term mortality in different COVID-19 variants: 18-month follow-up. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2023; 28(12): 68–74. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5672> <https://elibrary.ru/djmeoq> (in Russian)
 18. Magoon R. Left-ventricular diastolic dysfunction in coronavirus disease: opening Pandora's box! *Korean J. Anesthesiol.* 2021; 74(6): 557–8. <https://doi.org/10.4097/kja.21010>
 19. Vasilev V.A., Karapetyan T.T., Larionova V.A., Solyanikova I.N., Tsekhanovich K.B. Left ventricular diastolic dysfunction and transmitral blood flow parameters in patients after COVID-19. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4): 117–25. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.4.13> (in Russian)
 20. Doroshenko D.A., Benevskaya M.A., Vetsheva N.N. Transthoracic echocardiography in adults: Methodological recommendations. Moscow; 2020. (in Russian)
 21. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B., Flachskampf F.A., Foster E., Pellikka P.A., et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur. J. Echocardiogr.* 2006; 7(2): 79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>
 22. Lutra A. *EchoCG in Plain Language [EkhoKG ponyatnym yazykom]*. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2017. (in Russian)
 23. Umarov T.M. *Standards in Ultrasound+RADS, Protocols [Normy v UZI+RADS, protokoly]*. Moscow; 2021. (in Russian)
 24. Fomina T.G., Dyakova T.A. Left ventricular hypertrophy in arterial hypertension and arrhythmia risk. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2006; 5(8): 83–9. <https://elibrary.ru/ijvvup> (in Russian)
 25. Cucinotta D., Vanelli M. WHO declares COVID-19 a pandemic. *Acta Biomedica*. 2020; 91(1): 157–60. <https://doi.org/10.23750/abm.v91i1.9397>
 26. LIVE: Media briefing on COVID-19 and global health issues; 2023. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=B0oBevft4bsj>

Сведения об авторах

Герасимиди София Константиновна, врач ультразвуковой диагностики ЧУЗ «КБ «РЖД-Медицина» им. Н.А. Семашко», консультативно-диагностическое отделение ППМ, 111398, Москва, Россия. E-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru

Глухов Дмитрий Валерьевич, доктор мед. наук, зав. лаб. физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ МТ», 105275, Москва, Россия. E-mail: d.gluhov@irioh.ru

Еремеева Анастасия Геннадьевна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ МТ», 105275, Москва, Россия. E-mail: anastasia.merkoulova@gmail.com

Калинина Светлана Александровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. физиологии труда и профилактической эргономики ФГБНУ «НИИ МТ», 105275, Москва, Россия. E-mail: kalinina.s.a.82@yandex.ru

Information about the authors

Sofia K. Gerasimidi, ultrasound diagnostics doctor, KB "RZHD-Meditsina" im. N.A. Semashko CDD PIM 111398, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0004-9746-9530> E-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru

Dmitrij V. Glukhov, DSc (Medicine), Head of laboratory of labor physiology and preventive ergonomics of FSBSI IRIOH, 105275, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5704-0650> E-mail: d.gluhov@irioh.ru

Anastasia G. Eremeeva, PhD (Biology), senior researcher of labor physiology and preventive ergonomics of FSBSI IRIOH, 105275, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0180-5754> E-mail: anastasia.merkoulova@gmail.com

Svetlana A. Kalinina, PhD (Biology), senior researcher of labor physiology and preventive ergonomics of FSBSI IRIOH, 105275, Moscow, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4603-8034> E-mail: kalinina.s.a.82@yandex.ru