

EDN: <https://elibrary.ru/svmsis>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-7-463-470>

УДК 612:613.6

© Герасимиди С.К., Глухов Д.В., 2024

Герасимиди С.К., Глухов Д.В.

Оценка эхокардиографических показателей машинистов электропоездов, переболевших новой коронавирусной инфекцией

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, 105275

Введение. Пандемия новой коронавирусной инфекции стала чрезвычайной ситуацией международного значения в связи с высоким риском развития жизнеугрожающих состояний и осложнений. Отдалённые сердечно-сосудистые исходы после COVID-19 остаются малоизученными, особенно среди профессиональных групп, в том числе связанных с управлением транспортом, отвечающих за большое количество людей. Работники локомотивных бригад в процессе профессиональной деятельности подвергаются воздействию различных факторов производственной среды (шум, вибрация), профессионального стресса (сменный характер работы, нарушением режима труда и отдыха, монотонностью труда) и нередко непроизводственных (курение, повышенная масса тела, повышенное артериальное давление), что влияет на развитие сердечно-сосудистых заболеваний, а перенесённая коронавирусная инфекция способна усугублять сердечно-сосудистые осложнения. В настоящее время применение метода эхокардиографии позволяет своевременно выявить структурные и функциональные нарушения сердца, что помогает как в раннем, так и позднем постинфекционном периоде.

Цель исследования — оценить эхокардиографические показатели у работников локомотивных бригад, перенёвших коронавирусную инфекцию, в зависимости от тяжести течения и наличия непроизводственных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Материалы и методы. В исследование включены 20 работников локомотивных бригад мужского пола, в возрасте от 44,7±6,4 года, перенёвшие COVID-19 в I и II квартале 2022 г., продолжающие трудовую деятельность в настоящее время. Исследования проводились в период 2022–2023 гг. В зависимости от тяжести течения коронавирусной инфекции и непроизводственных факторов риска работники были разделены на 2 группы: 1-ю составили работники, перенёвшие COVID-19 тяжёлой формы, имеющие факторы риска: курение, повышенная масса тела, повышение артериального давления; 2-ю группу составили работники, перенёвшие COVID-19 лёгкой формы, без непроизводственных факторов риска. Работникам проведена эхокардиография с доплеровским исследованием, измерение артериального давления и частоты сердечных сокращений раз в три месяца, в течение года, после закрытия листа нетрудоспособности работников. Из амбулаторных карт взяты архивные исследования эхокардиографии, измерений артериального давления и частоты сердечных сокращений, выполненные до заболевания COVID-19.

Результаты. У работников 1-й группы (тяжёлая форма), с имеющимися непроизводственными факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (курение, повышенная масса тела, повышение артериального давления) в отличие от показателей эхокардиографии 2-й группы, выявлены начальные признаки ремоделирования миокарда левого желудочка, за счёт незначительного увеличения линейных размеров сердца (толщина межжелудочковой перегородки в диастолу, конечный диастолический размер), с сохранной систолической функцией левого желудочка, фракцией выброса более 60% (по методу Тейхольтца), но с нарушением релаксации миокарда левого желудочка ($E/A < 1$, $DT > 240$ мс $IVRT > 90$ мс). При сравнении показателей систолического артериального давления и частоты сердечных сокращений работников было отмечено их повышение в обеих группах. У работников, переболевших тяжёлой формой коронавирусной инфекции, показатели артериального давления соответствуют «I степени артериальной гипертензии» и требуют назначения антигипертензивной терапии на постоянной основе. У работников 2-й группы показатели артериального давления соответствуют «высокому нормальному артериальному давлению» и не требуют назначения регулярной антигипертензивной терапии.

Ограничения исследования. Ограничением исследования является малое число наблюдений работников локомотивных бригад, работающих в настоящее время и переболевших коронавирусной инфекцией.

Выводы. Структурно-функциональные изменения сердца у работников локомотивных бригад, переболевших коронавирусной инфекцией и работающих в настоящее время, связаны с тяжестью течения COVID-19 и наличием факторов риска (повышенное артериальное давление, курение, избыточная масса тела). При лёгкой форме заболевания коронавирусной инфекции у работников выявлены функциональные изменения — повышение показателей частоты сердечных сокращений, артериального давления до уровня «высокое нормальное артериальное давление», при тяжёлой форме функциональные (повышение показателей частоты сердечных сокращений, артериального давления, нарушение релаксации левого желудочка) и структурные (начальные проявления ремоделирования миокарда левого желудочка). Работники обеих групп, перенёвшие как тяжёлую, так и лёгкую форму коронавирусной инфекции, в настоящее время продолжают трудовую деятельность в должности «машинист электропоезда» и требуют наблюдения врачей-специалистов терапевтического и диагностического профиля по настоящее время.

Этика. Данное исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ МТ» (выписка из протокола № 1 от «16» февраля 2022 г.).

Ключевые слова: коронавирусная инфекция; артериальная гипертензия; работники локомотивных бригад; машинисты; нарушение релаксации левого желудочка

Для цитирования: Герасимиди С.К., Глухов Д.В. Оценка эхокардиографических показателей машинистов электропоездов, переболевших новой коронавирусной инфекцией. *Мед. труда и пром. экол.* 2024; 64(7): 463–470. <https://elibrary.ru/svmsis> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-7-463-470>

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

Участие авторов:

Герасимиди С.К. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование текста;

Глухов Д.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 28.05.2024 / Дата принятия к печати: 10.07.2024 / Дата публикации: 20.08.2024

Sofia K. Gerasimidi, Dmitriy V. Glukhov

Assessment of echocardiographic indicators of electric train drivers who have been ill with a new coronavirus infection

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave, Moscow, 105275

Introduction. The pandemic of a new coronavirus infection has become an emergency of international importance due to the high risk of developing life-threatening conditions and complications. Long-term cardiovascular outcomes after COVID-19 remain poorly understood, especially among professional groups, including those related to transport management, which account for a large number of people. Employees of locomotive crews in the course of their professional activities work under the influence of various factors of the industrial environment (noise, vibration), occupational stress (shift work, violation of work and rest, monotony of work) and also non-productive factors: smoking, increased body weight, high blood pressure, which affect the development of cardiovascular diseases, and coronavirus infection can worsen cardiovascular complications. Currently, the use of echocardiography allows timely detection of structural and functional disorders of the heart, which helps both in the early and late postinfection period.

The study aims to evaluate echocardiographic indicators in locomotive crew workers who had suffered a coronavirus infection, depending on the severity of the course and the presence of non-occupational risk factors for the development of cardiovascular diseases.

Materials and methods. The study included 20 male employees of locomotive crews, aged 44.7 ± 6.4 years, who suffered COVID-19 in the first and second quarters of 2022, and are currently continuing their work. The research was conducted in the period 2022–2023. Depending on the severity of the coronavirus infection and non-professional risk factors, the researchers divided the workers into 2 groups: the 1st group consisted of workers who had suffered a severe form of COVID-19 and had risk factors: smoking, increased body weight, high blood pressure; the 2nd group consisted of workers who had suffered a mild form of COVID-19 without non-occupational risk factors. Employees underwent echocardiography with Doppler examination, measurement of blood pressure and heart rate every three months, for a year, after the closure of the employee disability sheet. Archival studies of echocardiography, blood pressure and heart rate measurements performed before COVID-19 disease were taken from outpatient records.

Results. Experts have identified in workers of group 1 (severe form), with existing non-occupational risk factors for the development of cardiovascular diseases (smoking, increased body weight, high blood pressure), in contrast to echocardiography indicators of group 2, signs of remodeling of the left ventricular myocardium, due to a slight increase in the linear size of the heart (thickness of the interventricular septa in the diastole, final diastolic size) with preserved systolic function of the left ventricle, ejection fraction of more than 60% (according to the Teicholz method), but with impaired relaxation of the left ventricular myocardium ($E/A < 1$, $DT > 240$ ms, $IVRT > 90$ ms). When comparing systolic blood pressure and heart rate, the authors noted an increase in both groups. In workers who have suffered a severe form of coronavirus infection, blood pressure indicators correspond to "grade I hypertension" and require the appointment of antihypertensive therapy on an ongoing basis. In group 2 workers, blood pressure indicators correspond to "high normal blood pressure" and do not require the appointment of regular antihypertensive therapy.

Limitation. The limitation of the study is the small number of observations of employees of locomotive crews currently working and who have had a coronavirus infection.

Conclusion. Structural and functional changes in the heart of locomotive crew workers who have had coronavirus infection and are currently working are associated with the severity of COVID-19 and the presence of risk factors (high blood pressure, smoking, overweight). In the mild form of coronavirus infection in workers, the authors revealed functional changes – an increase in heart rate and blood pressure to the level of "high normal blood pressure", in the severe form functional (increased heart rate, blood pressure, impaired relaxation of the left ventricle) and structural (initial manifestations of left ventricular myocardial remodeling). Employees of both groups who have suffered both severe and mild forms of coronavirus infection are currently continuing their work as an "electric train driver" and currently need the supervision of therapeutic and diagnostic specialists.

Ethics. This study was approved by the local Ethics Committee of the Izmerov Research Institute of Occupational Health (extract from Protocol No. 1 dated February 16, 2022).

Keywords: coronavirus infection; arterial hypertension; workers of locomotive crews; machinists; violation of relaxation of the left ventricle

For citation: Gerasimidi S.K., Glukhov D.V. Assessment of echocardiographic indicators of electric train drivers who have been ill with a new coronavirus infection. *Med. truda i prom. ekol.* 2024; 64(7): 463–470. <https://elibrary.ru/svmsis> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2024-64-7-463-470> (in Russian)

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

Contribution:

Gerasimidi S.K. — research concept and design, material collection and processing, statistical data processing, text writing, text editing;

Glukhov D.V. — concept and design of the study, text editing.

Funding. The study had no funding.

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

Received: 28.06.2024 / Accepted: 10.07.2024 / Published: 20.08.2024

Введение. Пандемия новой коронавирусной инфекции, объявленная в 2020 г., стала чрезвычайной ситуацией международного значения в связи с высоким риском развития жизнеугрожающих состояний и осложнений [1, 2]. Известно, что основной мишенью коронавирусной инфекции является респираторная система, однако отмечен высокий риск воздействия и на сердечно-сосудистую систему [3–5]. Вирус носовой коронавирусной инфекции, проникая в эндотелиальные клетки может приводить к микро- и макрососудистым дисфункциям, что может вызывать или утяжелять клинические проявления сердечно-сосудистых заболеваний [6, 7]. Отдалённые сердечно-сосудистые исходы после выздоровления COVID-19 остаются малоизученными, особенно среди профессиональных групп, а также среди лиц моложе 60 лет [8, 9].

Особый интерес представляет профессиональная группа машинистов электропоездов, деятельность которых связана с ответственностью за безопасность других лиц, так как они непосредственно управляют железнодорожным транспортом. Труд машинистов электропоездов относится к вредному классу — 3.2 [10]. Как правило, работники данной группы подвергаются воздействию различных факторов производственной среды (в частности, шума и вибрации) и профессионального стресса, связанного с длительным пребыванием в малочисленном экипаже, сменным характером работы, частой сменой временных и климатических поясов, нарушением режима труда и отдыха, монотонностью труда, которые способны влиять на развитие сердечно-сосудистых заболеваний [11–16]. В отечественной литературе описано влияние профессиональных рисков на формирование артериальной гипертензии, с ремоделированием полости левого желудочка [17, 18]. Дополнительными факторами риска (ФР), повышающими вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний, являются курение и избыточная масса тела [11, 14].

Таким образом, можно предположить, что условия труда, поведенческие факторы риска и коронавирусная инфекция способны усугублять сердечно-сосудистые осложнения [19–21].

В настоящее время применение метода эхокардиографии позволяет своевременно выявить структурные и функциональные нарушения сердца [22, 23] работников, деятельность которых связана с безопасностью на железнодорожном транспорте.

Цель исследования — оценить эхокардиографические показатели у работников локомотивных бригад, перенёвших коронавирусную инфекцию, в зависимости от тяжести течения и наличия непродуцированных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Методы исследования. В исследование включены 20 машинистов, работающих в Центральном Федеральном округе, в возрасте $44,7 \pm 6,4$ года, переболевших COVID-19 в I и II квартале 2022 г. Коронавирусная инфекция подтверждена методом полимерной цепной реакции. В настоящее время участники исследования продолжают трудовую деятельность в должности «машинист электропоезда». Стаж работы в указанной должности — более 10 лет.

В зависимости от тяжести течения коронавирусной инфекции и наличия непродуцированных ФР участники исследования разделены на группы:

- 1-я группа — работники ($n=10$) с показателями роста $179,9 \pm 2,9$ см, веса $95,7 \pm 2,6$ кг, имеющие в анам-

незе ФР (курение более 10 лет, повышенная масса тела, повышение артериального давления), переболевшие тяжёлой формой COVID-19, в условиях стационара ($SpO_2 \leq 93\%$, изменения в лёгких при КТ (рентгенографии), типичные для вирусного поражения);

- 2-я группа — работники ($n=10$) с показателями роста $178,3 \pm 3,3$ см, веса $79,6 \pm 2,0$ кг, не имеющие в анамнезе ФР (курение, повышенная масса тела, повышение артериального давления), переболевшие лёгкой формой COVID-19, амбулаторно (температура тела менее 38°C , кашель, слабость, боли в горле).

Также работникам была проведена трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) из трех стандартных доступов: левый парастеральный, апикальный, субкостальный. ЭхоКГ проводилась полипозиционно — в положении лёжа на левом боку, левая рука — под головой, правая — вдоль тела, далее лёжа на спине, руки вдоль тела. Исследования проводились с помощью аппаратов ультразвуковой диагностики «Logiq F6» или «Philips ClearVue S50», с использованием секторных фазированных (от 1 до 8 МГц) датчиков. Измерения параметров на аппаратах ультразвуковой диагностики проводились по общепринятому протоколу в В-режиме, М-режиме, режимах импульсно-волнового доплера (PW), цветового доплеровского картирования. Количественная оценка структуры и функции левого желудочка (ЛЖ) проводилась согласно современным рекомендациям [24]. В сердце проводились измерения, в миллиметрах, толщины межжелудочковой перегородки в диастолу (МЖПд), задней стенки ЛЖ в диастолу (ЗСЛЖд), конечного диастолического размера (КДР), конечного систолического размера (КСР). Индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) — масса/площадь поверхности тела, проводился по расчётному методу по R. Lang [24], в значении от 49 г/м^2 . Глобальная сократимость миокарда — фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) проводилась по методу Тейхольца. Диастолическая функция ЛЖ оценивалась через трансмитральный поток в апикальной четырехкамерной позиции, по данным PW (Е — пиковая скорость раннего диастолического наполнения ЛЖ; А — пиковая скорость позднего диастолического наполнения; их соотношение — Е/А), время замедления потока раннего наполнения (DT), время изоволюметрического расслабления левого желудочка (IVRT) [25].

Кроме того, каждому работнику проводились измерения АД: систолического (АДс), диастолического (АДд) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Измерение АД и ЧСС проводилось на левой руке в положении работника сидя на стуле, опираясь на спинку, с расслабленными и не скрещёнными ногами.

До заболевания коронавирусной инфекцией работники обеих групп не принимали антигипертензивную терапию на постоянной основе. После заболевания COVID-19, согласно данным амбулаторных карт (жалобы и анамнез), работники, которые отмечали эпизоды повышения АД, обращались к терапевту, после чего направлялись на ЭхоКГ, с последующим динамическим контролем. ЭхоКГ до заболевания работников коронавирусной инфекцией, выполнялись одним врачом ультразвуковой диагностики в рамках врачебной экспертной комиссии и в межкомиссионный период, по рекомендациям. После заболевания COVID-19 ЭхоКГ выполнялись двумя врачами ультразвуковой диагностики.

Были проанализированы показатели ЭхоКГ, АД, ЧСС до (2018–2022 гг.) и после (2022–2023 гг.) заболевания коронавирусной инфекцией. Собственные исследования проводились в период 2022–2023 гг., раз в три месяца в течение года, после закрытия листка нетрудоспособности работников.

Статистический анализ проводился с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics 26. Для определения нормальности распределения использован критерий Шапиро–Уилка. Для показателей, распределение которых отклонялось от нормального, использовался критерий Вилкоксона. Для остальных показателей использовался *t*-критерий для зависимых выборок. Для сравнения величины изменения показателей в исследуемых группах были использованы критерии Манна–Уитни и *t*-критерий для независимых выборок соответственно.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «НИИ МТ» (выписка из протокола № 1 от «16» февраля 2022 г.).

Результаты и обсуждение. Непроизводственным фактором формирования сердечно-сосудистых заболеваний является повышенная масса тела [11]. По результатам исследований средний индекс массы тела работников 1-й группы составил $29,6 \pm 1,0$ кг/м² (избыточная масса тела), при показателях роста $179,9 \pm 2,9$ см, веса — $96,7 \pm 2,6$ кг. Индекс массы тела работников 2-й группы составил $23,9 \pm 0,8$ кг/м² (нормальная масса тела), при показателях роста $178,3 \pm 3,3$ см и веса $79,6 \pm 2,0$ кг. Также в основе патогенеза повышения АД лежит длительное табакокурение [26], нередко являющееся вредной привычкой среди машинистов электропоездов. По результатам нашего исследования работники 1-й группы имеют индекс курящика 6,9 (низкий риск развития хронической обструктивной болезни лёгких). Описанный патогенез прямого или опосредованного влияния коронавирусной инфекции на сердечно-сосудистую систему через эндотелиальные клетки является дополнительным фактором риска преждевременного старения сердечно-сосудистой системы работников [6, 7].

Результаты ЭхоКГ работников представлены на основании имеющегося архива ЭхоКГ и результатах собственных исследований. У работников, переболевших коронавирусной инфекцией тяжёлой формой, с ФР имеются статистически значимые различия в показателях до заболевания и после, выражающиеся незначительным увеличением толщины МЖПд $9,1 \pm 0,6$ мм — до, $10,4 \pm 0,5$ мм — после, $t(9)=8,510$, $p=0,000$; линейных размеров ЛЖ: КДР, $52,2 \pm 1,1$ мм — до, $54,6 \pm 1,0$ мм — после $t(9)=5,041$, $p=0,001$; КСР $31,2 \pm 1,0$ мм — до, $33,9 \pm 1,1$ мм — после $t(9)=6,021$, $p=0,000$, с сохранной ФВ ЛЖ >60% (по Тейхольтцу) и ударным объёмом менее 100 мл. Также отмечено, при статистически различимой массе миокарда левого желудочка, значения не выходят за пределы нормы (от 49 до 115 г/м²): ИММЛЖ $79,4 \pm 5,6$ мм — до, $96,9 \pm 5,2$ мм — после, $t(9)=7,805$, $p=0,000$. При анализе ДФ ЛЖ до заболевания — не нарушена (Е/А 1-2, DT 150–240 мс IVRT 70–90 мс, после заболевания отмечается нарушение релаксации ЛЖ (Е/А<1, DT>240 мс IVRT>90 мс) (рис. 1), что может быть обусловлено повышенным артериальным давлением. Значения исследуемых показателей ЭхоКГ до и после заболевания коронавирусной инфекцией 1-й группы представлены в таблице 1.

У работников 1-й группы также отмечалось статистически значимое увеличение ЧСС, составившее

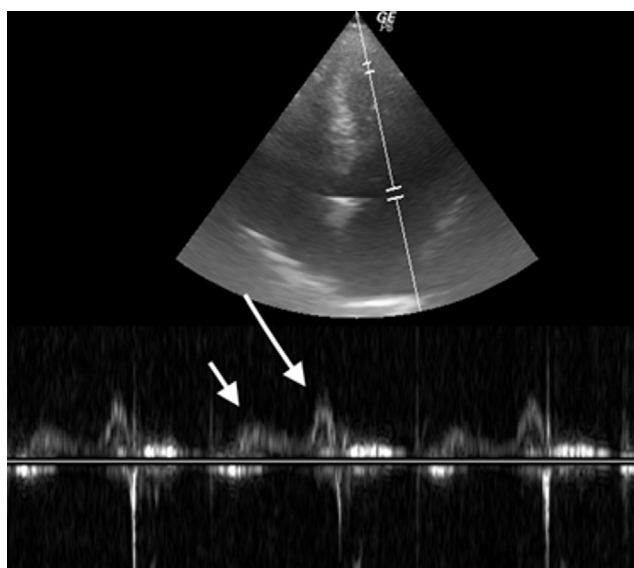


Рис. 1. Апикальная четырёхкамерная позиция. Трансмитральный поток, контрольный объём установлен между створками митрального клапана. Соотношение пиковых скоростей раннего и позднего диастолического наполнения — Е/А<1

Примечание: пик Е — короткая стрелка, пик А — длинная стрелка.

Fig. 1. Apical four-chamber position. The transmital flow, the control volume is installed between the flaps of the mitral valve. The ratio of peak rates of early and late diastolic filling is E/A<1
Peak E is a short arrow, peak A is a long arrow.

Таблица 1 / Table 1

Эхографические показатели машинистов, переболевших тяжёлой формой коронавирусной инфекции
Echographic indicators of machinists who have had a severe form of coronavirus infection

Показатели	1-я группа (n=10)	
	До COVID-19	После COVID-19
МЖПд, мм	9,1±0,6	10,4±0,5
ЗСЛЖд, мм	8,9±0,6	9,3±0,5
КДР, мм	52,2±1,1	54,6±1,0
КСР, мм	31,2±1,0	33,9±1,1
ИММЛЖ, г/м ²	79,4±5,6	96,9±5,2
ФВ ЛЖ %	>60%	>60%
УО, мл	<100	<100
ДФ ЛЖ: (Е/А)	Е>А	Е<А
DT, мс	150–240	>240
IVRT, мс	70–90	>90

90,5±1,7 уд./мин — после заболевания, против 77,8±4,3 уд./мин — до заболевания, $t(9)=9,463$, $p=0,000$; и АДс, составившее 145,1±3,7 мм рт. ст. — после заболевания, против 134,3±2,1 мм рт. ст. — до заболевания, $t(9)=8,745$, $p=0,000$. Анализ данных АДд, указывает на незначительное повышение показателей 83,9±1,8 уд./мин — до заболевания, 86,3±2,1 уд./мин — после заболевания, $t(9)=2,676$, $p=0,025$. Показатели АД до заболевания соответствовали «высокому нормальному артериальному давлению» и не требовали назначения антигипертензивной терапии. Показатели АД после заболевания ко-

ронавирусной инфекции соответствуют «I степени артериальной гипертензии», что потребовало назначения антигипертензивной терапии. Значения показателей АД — в **таблице 2**.

У работников 2-й группы, не имеющих в анамнезе ФР (курение, повышенная масса тела, повышенное артериальное давление), переболевших лёгким течением коронавирусной инфекцией в амбулаторных условиях, в значении толщины МЖПд статистически значимые различия до заболевания — $8,6 \pm 0,5$ мм, после — $9,3 \pm 0,5$ мм, $z=2,646$, $p=0,008$. Статистически значимые различия до и после заболевания также отмечались в размере КДР: $t(9)=3,207$, $p=0,011$, КСР $t(9)=7,965$, $p=0,000$. При этом ФВ ЛЖ $>60\%$ (по Тейхольтцу) сохранна, с ударным объёмом менее 100 мл, без нарушения релаксации ЛЖ (Е/А 1-2, DT 150–240 мс IVRT 70–90 мс) (**рис. 2**). Также имелись статистически различные значения в ИММЛЖ $81,0 \pm 5,9$ мм — до, $91,9 \pm 7,3$ мм — после, $t(9)=5,177$, $p=0,001$. Значе-

ния исследуемых показателей ЭхоКГ до и после заболевания коронавирусной инфекцией 2-й группы представлены в **таблице 3**.

У работников данной группы отмечалось статистически значимое увеличение ЧСС, составившее $88,7 \pm 3,4$ уд./мин. после заболевания, против $73,1 \pm 3,0$ уд./мин. до заболевания, $t(9)=19,583$, ($p=0,000$). При анализе АД у работников 2-й группы после перенесённого заболевания, также как у 1-й группы, отмечалась тенденция к увеличению показателей АДс $132,5 \pm 3,4$ мм рт. ст. и АДд $86,3 \pm 2,5$ мм рт. ст. после заболевания, против АДс $123,2 \pm 2,1$ мм рт. ст. и АДд $81,3 \pm 2,3$ мм рт. ст. — до заболевания, $t(9)=7,616$, $p=0,000$ и $t(9)=4,038$, $p=0,003$ соответственно (**табл. 4**). Показатели АД после заболевания соответствуют «высокому нормальному артериальному давлению» и не требуют назначения антигипертензивной терапии.

По результатам данного исследования, работники имеющиея непроизводственные ФР (ИК — 6,9, ИМТ — $29,6 \pm 1,0$ кг/м², повышенное АД $145,1 \pm 3,7/86,3 \pm 2,1$ мм рт. ст.) переболели тяжёлой формой COVID-19.

Анализ жалоб и анамнеза по данным амбулаторных карт работников выявил развитие функциональных изменений у 20 человек (100%) в виде увеличения показателей

Таблица 2 / Table 2

Показатели АД и ЧСС работников локомотивных бригад, переболевших тяжёлой формой коронавирусной инфекции

Indicators of blood pressure and heart rate of employees of locomotive crews who have been ill with a severe form of coronavirus infection

Показатели	1-я группа (n=10)	
	До COVID-19	После COVID-19
ЧСС, уд./мин	$77,8 \pm 4,3$	$90,5 \pm 1,7$
АДс, мм рт. ст.	$134,3 \pm 2,1$	$145,1 \pm 3,7$
АДд, мм рт. ст.	$83,9 \pm 1,8$	$86,3 \pm 2,1$

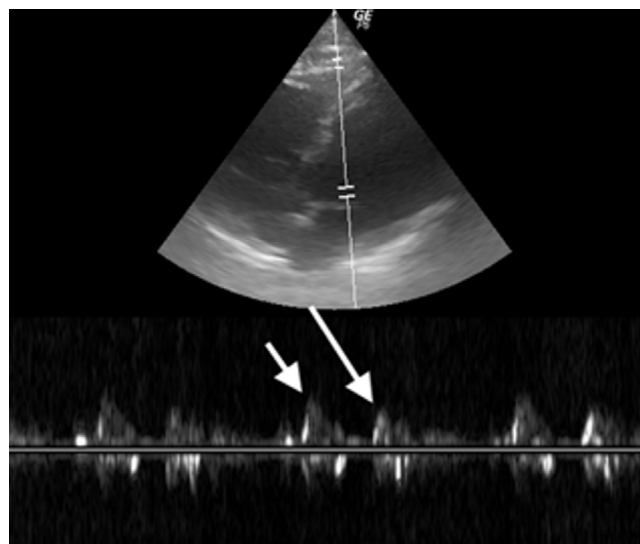


Рис. 2. Апикальная четырёхкамерная позиция. Трансмитральный поток, контрольный объём установлен между створками митрального клапана. Соотношение пиковых скоростей раннего и позднего диастолического наполнения — Е/А 1-2

Примечание: пик Е — короткая стрелка, пик А — длинная стрелка.

Fig. 2. Apical four-chamber position. The transmittal flow, the control volume is installed between the flaps of the mitral valve. The ratio of peak rates of early and late diastolic filling is E/A 1-2

Peak E is a short arrow, peak A is a long arrow.

Таблица 3 / Table 3

Эхографические показатели работников локомотивных бригад, переболевших лёгкой формой коронавирусной инфекции

Echographic indicators of locomotive crew workers who have had a mild form of coronavirus infection

Показатели	2-я группа (n=10)	
	До COVID-19	После COVID-19
МЖПд, мм	$8,6 \pm 0,5$	$9,3 \pm 0,5$
ЗСЛЖд, мм	$8,5 \pm 0,5$	$8,9 \pm 0,7$
КДР, мм	$51,6 \pm 1,3$	$52,4 \pm 1,3$
КСР, мм	$32,3 \pm 1,5$	$34,0 \pm 1,5$
ИММЛЖ, г/м ²	$81,0 \pm 5,9$	$91,9 \pm 7,3$
ФВ ЛЖ, % (Тейхольтц)	$>60\%$	$>60\%$
УО, мл	<100	<100
ДФ ЛЖ: (Е/А)	Е>А	Е>А
DT, мс	150–240	150–240
IVRT, мс	70–90	70–90

Таблица 4 / Table 4

Показатели АД и ЧСС работников локомотивных бригад, переболевших лёгкой формой коронавирусной инфекции

Indicators of blood pressure and heart rate of employees of locomotive crews who have had a mild form of coronavirus infection

Показатели	2-я группа (n=10)	
	До COVID-19	После COVID-19
ЧСС, уд./мин	$73,1 \pm 3,0$	$88,7 \pm 3,4$
АДс, мм рт. ст.	$123,2 \pm 2,1$	$132,5 \pm 3,4$
АДд, мм рт. ст.	$81,3 \pm 2,3$	$86,3 \pm 2,5$

артериального давления и частоты сердечных сокращений. По данным ультразвукового исследования, у 10 работников группы (50%), переболевших COVID-19 тяжёлой формы, выявлены изменения толщины МЖПд, КДР и ИММЛЖ, что является начальным признаком ремоделирования полости левого желудочка. Также у работников 1-й группы при анализе диастолической функции левого желудочка выявлены изменения в соотношении пиков E/A ($E/A < 1$), времени замедления потока раннего наполнения ($DT > 240$ мс), времени изоволюметрического расслабления левого желудочка ($IVRT > 90$ мс), что отражает увеличение жёсткости левого желудочка — нарушение релаксации. Глобальная систолическая функция миокарда левого желудочка у всех 20 работников не нарушена. Результаты исследования показателей эхокардиографии, АД, ЧСС работников обеих групп, переболевших разными формами COVID-19, на момент III квартала 2023 года представлены в **таблице 5**. Работники имеют одинаковые условия труда, но разные показатели по непроизводственным факторам риска (курение, повышенная масса тела, повышенное АД).

Выявленные изменения показателей сердечно-сосудистой системы работников обеих групп не являются противопоказанием для осуществления профессиональной деятельности в должности «машинист электропоезда». Однако для контроля функционального состояния сердечно-сосудистой системы требуются наблюдения у врачей-специалистов как терапевтического, так и диагностического профиля.

Выводы:

1. У машинистов электропоездов, имеющих одинаковые вредные производственные факторы трудового процесса (3.2), но разные факторы непроизводственного процесса (повышенная масса тела, курение), а также переболевших разными формами коронавирусной инфекцией, продолжающих трудовую деятельность в настоящее время, выявлены как функциональные, так и структурно-функциональные изменения сердечно-сосудистой системы.

2. При лёгкой форме заболевания коронавирусной инфекцией у машинистов выявлены функциональные изменения — повышение показателей частоты сердечных сокращений, артериального давления до уровня «высокое нормальное артериальное давление», не требующие назначения антигипертензивной терапии.

3. При тяжёлой форме заболевания у машинистов выявлены структурные (начальные проявления ремоделирования миокарда левого желудочка) и функциональные (повышение

Таблица 5 / Table 5

Гемодинамические показатели сердечно-сосудистой системы работников локомотивных бригад 1-й и 2-й групп, переболевших разной формой коронавирусной инфекции

Hemodynamic parameters of the cardiovascular system of workers of locomotive crews of the 1st and 2nd groups who recovered from various forms of coronavirus infection

Показатели	1-я группа (n=10)	2-я группа (n=10)
МЖПд, мм	10,4±0,5	9,3±0,5
ЗСЛЖ, мм	9,3±0,5	8,9±0,7
КДР, мм	54,6±1,0	52,4±1,3
КСР, мм	33,9±1,1	34,0±1,5
ИММЛЖ, г/м ²	96,9±5,2	91,9±7,3
ФВ ЛЖ, % (Тейхольтц)	>60%	>60%
УО, мл	<100	<100
ДФ ЛЖ: (E/A) DT, мс IVRT, мс	E<A >240 >90	E>A 150–240 70–90
ЧСС, уд/мин	90,5±1,7	88,7±3,4
АДс, мм рт. ст.	145,1±3,7	132,5±3,4
АДд, мм рт. ст.	86,3±2,1	86,3±2,5

показателей частоты сердечных сокращений, артериального давления, нарушение релаксации левого желудочка) изменения. Повышение показателей артериального давления после заболевания соответствует «I степени артериальной гипертензии» и требует назначения антигипертензивной терапии.

4. Работники локомотивных бригад, перенёвшие как тяжёлую, так и лёгкую форму коронавирусной инфекции, в настоящее время продолжают трудовую деятельность в должности «машинист электропоезда» и нуждаются в наблюдении врачами-специалистами как терапевтического, так и диагностического профиля.

5. По результатам исследования выявлено, что повышение артериального давления работники фиксировали до заболевания коронавирусной инфекцией, что требует особого внимания, а коронавирусная инфекция ускорила развитие структурных и функциональных изменений.

Список литературы

- Маев И.В., Шпектор А.В., Васильева Е.Ю., Манчуров В.Н., Андреев Д.Н. Новая коронавирусная инфекция COVID-19: экстрапульмональные проявления. *Терапевтический архив*. 2020; 92(8): 4–11. <https://doi.org/10.26442/00403660.2020.08.000767>
- Баздырев Е.Д. Коронавирусная инфекция — актуальная проблема XXI века. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2020; 9(2): 6–16. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16>
- Гамаюнов Д.Ю., Калятин А.Н., Синькова Г.М., Рыжкова О.В., Варавко Ю.О. Постковидный синдром и хроническая сердечная недостаточность: актуальные вопросы. *Доктор.Ру*. 2022; 21(6): 13–18. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-6-13-18>
- Ложкина Н.Г., Гушина О.И., Евдокимова Н.Е., Пархоменко О.М. Инфекция SARS-COV-2 ускоряет атеросклероз и приводит к инфаркту миокарда: гипотеза или объективная реальность? *Медико-фармацевтический журнал «Пульс»*. 2021; 23(3): 95–102. <https://doi.org/10.26787/2686-6838-2021-23-3-95-102>
- Capaccione K.M., Yang H., West E., Patel H., Ma H., Patel S., et al. Pathophysiology and Imaging Findings of COVID-19 Infection: An Organ-system Based Review. *Acad Radiol*. 2022; 28(5): 595–607. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2021.01.022>
- Фисун А.Я., 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): 287–297. <https://doi.org/https://doi.org/10.15690/vramn1474>

7. Явелов И.С. COVID-19 и сердечно-сосудистые заболевания. *Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний*. 2020; 8(27): 4–13.
8. Карчевская Н.А., Скоробогач И.М., Черняк А.В., Мигунова Е.В., Лещинская О.В., Калманова Е.Н., и др. С.С. Результаты отдаленного обследования пациентов после COVID-19. *Терапевтический архив*. 2022; 94(3): 378–388. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-18-113-121>
9. Мелехов А.В., Агаева А.И., Никитин И.Г. Симптоматика в отдалённом периоде после перенесённой коронавирусной инфекции: результаты длительного наблюдения. *Архив внутренней медицины*. 2022; 12(4): 302–309. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2022-12-4-302-309>
10. 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>
11. 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; (8): 525–531. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531>
12. Королева А.М., Пономарев В.М., Аксенов В.А., Юдаева О.С., Козлов А.С. Анализ заболеваемости работников пассажирской железнодорожной службы. *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего*. 2018; 7(41): 44–49.
13. Карецкая Т.Д., Пфаф В.Ф., Чернов Э.О. Профессиональная заболеваемость на железнодорожном транспорте. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; 1: 1–5.
14. Гутор Е.М., Жидкова Е.А., Гуревич К.Г. Факторы риска развития заболеваний у работников локомотивных бригад. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52>
15. Rivera A.S., Akanbi M., O'Dwyer L.C., McHugh M. Shift work and long work hours and their association with chronic health conditions: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses. *PLoS One*. 2020 Apr 2; 15(4): e0231037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231037>
16. 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): 3063. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3063>
17. Марсальская О.А., Никифоров В.С. Изменения диастолической и систолической функции миокарда у работников железнодорожного транспорта с артериальной гипертензией. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2014; 9(4): 43–46.
18. Пономарёва С.Б. Гипертоническая болезнь у работников локомотивных бригад по данным НУЗ «Отделенческая больница на станции Тынды ОАО «РЖД». *Амурский медицинский журнал*. 2014; 2(6): 21–24.
19. Конради А.О., Виллевалде С.В., Дупляков Д.В., Козленок А.В., Мельник О.В., Михайлов Е.Н., и др. Открытое наблюдательное многоцентровое исследование (регистр) больных, перенёвших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) с поражением сердечно-сосудистой системы или на фоне тяжёлой патологии сердечно-сосудистой системы: обоснование, дизайн, значение для клинической практики. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26(1): 4287. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4287>
20. Гумеров Р.М., Гареева Д.Ф., Давтян П.А., Рахимова Р.Ф., Мусин Т.И., Загидуллин Ш.З., и др. Предикторные сывороточные биомаркеры поражения сердечно-сосудистой системы при COVID-19. *Российский кардиологический журнал*. 2021; 26(S2): 4456. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4456>
21. Старичкова А.А., Цыганкова О.В., Хидирова Л.Д. и др. Кардиометаболические особенности постковидного синдрома у лиц пожилого и старческого возраста с коморбидной патологией. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2022; 6(9): 501–508. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2022-6-9-501-508>
22. Арутюнов Г.П., Тарловская Е.И., Арутюнов А.Г., Беленок Ю.Н., Конради А.О., Лопатин Ю.М., и др. Сравнительный анализ данных эхокардиографии и электрокардиографии выживших и умерших пациентов с COVID-19 (субанализ международного регистра «Анализ динамики Коморбидных заболеваний у пациентов, перенесших инфицирование SARS-CoV-2»). *Российский кардиологический журнал*. 2022; 27(3): 4855. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-4855>
23. Дорошенко Д.А., Беневская М.А., Ветшева Н.Н. Трансторакальная эхокардиография у взрослых: методические рекомендации. «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». Вып. 54. М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ»; 2020.
24. Roberto M. Lang and others. Recommendations for chamber quantification. *European Journal of Echocardiography*. 2006; 7(2): 79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>
25. Атьков О.Ю. *Ультразвуковое исследование сердца и сосудов*. М.: Эксмо; 2015
26. Корнеева Н.В., Гаврилов Е.С. Артериальная гипертензия: курить нельзя бросить. Клинические сложности ситуации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2023; 22(10): 3692. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3692> <https://elibrary.ru/iiflhx>

References

1. Maev I.V., Shpektor A.V., Vasilyeva E. Yu., Manchurov V.N., Andreev D.N. Novel coronavirus infection COVID-19: extrapulmonary manifestations. *Terapevticheskij arkhiv*. 2020; 92(8): 4–11. <https://doi.org/10.26442/00403660.2020.08.00767> (in Russian).
2. Bazdyrev E.D. Coronavirus disease: a global problem of the 21st century. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2020; 9(2): 6–16. <https://doi.org/10.17802/2306-1278-2020-9-2-6-16> (in Russian).
3. Gamayunov D.Yu., Kalyagin A.N., Sinkova G.M., Ryzhkova O.V., Varavko Yu.O. Postcovid Syndrome and Chronic Heart Failure: Current Issues. *Doktor.Ru*. 2022; 21(6): 13–18. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-6-13-18> (in Russian).
4. Lozhkina N.G., Gushchina O.I., Evdokimova N.E., Parkhomenko O.M. SARS-COV-2 infection accelerates atherosclerosis and leads to myocardial infarction: hypothesis or objective reality? *Mediko-farmatsevticheskij zhurnal «Pul's»*. 2021; 23(3): 95–102. <https://doi.org/10.26787/2686-6838-2021-23-3-95-102> (in Russian).
5. Capaccione K.M., Yang H., West E., Patel H., Ma H., Patel S., et al. Pathophysiology and Imaging Findings of COVID-19 Infection: An Organ-system Based Review. *Acad Radiol*. 202; 28(5): 595–607. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2021.01.022>
6. Fisun A.Ya., 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): 287–297. <https://doi.org/10.15690/vramn1474> (in Russian).
7. Yavelov I.S. COVID-19 and cardiovascular diseases. *International Journal of Heart and Vascular Diseases*. 2020; 8(27): 4–13 (in Russian).
8. Karchevskaya N.A., Skorobogach I.M., Cherniak A.V., Leshchinskaya O.V., Kalmanova E.N., Zykov K.A., et al. Functional and quantitative computed tomographic changes in the bronchopulmonary system in patients who have undergone COVID-19. *Meditinskiy Sovet*. 2022; 16(18): 113–121. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-18-113-121> (in Russian).

9. Melekhov A.V., Agaeva A.I., Nikitin I.G. Symptoms in the Long Period After the Coronavirus Infection: Results of Long-Term Follow-Up. *Arkhiv vnutrennej meditsiny*. 2022; 12(4): 302–309. (In Russ.) <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2022-12-4-302-309>
10. Zhidkova E.A., Gutor E.M., Gurevich K.G., Makagon N.V., Shugushev Z.Kh., Orlov D.O., et al. Analysis of Causes of Sudden Death Among Russian Railway Workers. *Rossiiskij mediko-biologicheskij vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*. 2022; 30(4): 497–506. <https://doi.org/10.17816/PAVLOVJ110985> (in Russian).
11. Levanchuk L.A., Kopytenkova O.I., Eremin G.B. Methodological approaches to assessing the working conditions of locomotive crew drivers based. *Med. truda i prom. ecol*. 2020; (8): 525–531. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-8-525-531> (in Russian).
12. Koroleva A.M., Ponomarev V.M., Aksenov V.A., Yudaeva O.S., Kozlov A.S. Analysis of morbidity of employees of passenger railway service. *XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastoyashhego*. 2018; 7(41): 44–49 (in Russian).
13. Karetskaya T.D., Pfaf V.F., Chernov E.O. Occupational morbidity in railway transport. *Med. truda i prom. ecol*. 2015; 1: 1–5 (in Russian).
14. Gutor E.M., Zhidkova E.A., Gurevich K.G. Risk factors for developing diseases in locomotive crew workers. *Med. truda i prom. ecol*. 2022; 61(1): 43–52. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-43-52> (in Russian).
15. Rivera A.S., Akanbi M., O'Dwyer L.C., McHugh M. Shift work and long work hours and their association with chronic health conditions: A systematic review of systematic reviews with meta-analyses. *PLoS One*. 2020; 15(4): e0231037. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231037>
16. Zhidkova E.A., Pankova V.B., Vilk M.F., Gurevich K.G., Drapkina O.M. Association of rail-way industry occupations with hypertension. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2021; 20(7): 3063. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-3063> (in Russian).
17. Marsalskaya O.A., Nikiforov V.S. Changes in diastolic and systolic myocardial function in railway workers with arterial hypertension. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentr-a im. N.I. Pirogova*. 2014; 9(4): 43–46 (in Russian).
18. Ponomareva S.B. Hypertension in workers of locomotive crews according to the data of the NUZ "Department hospital at the Tynda station of JSC "Russian Railways". *Amurskij meditsinskij zhurnal*. 2014; 2(6): 21–24 (in Russian).
19. Konradi A.O., Vilevalde S.V., Duplyakov D.V., Kozlenok A.V., Melnik O.V., Mikhaylov E.N., et al. An open-label multicenter observational study (registry) of patients recovered from corona-virus disease 2019 (COVID-19) with involvement of the cardiovascular system or with baseline severe cardiovascular diseases: rationale, design, and Implications for clinical practice. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. 2021; 26(1): 4287. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4287> (in Russian).
20. Gumerov R.M., Gareeva D.F., Davtyan P.A., Rakhimova R.F., Musin T.I., Zagidullin Sh.Z. et al. Serum biomarkers of cardiovascular complications in COVID-19. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. 2021; 26(2S): 4456. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4456> (in Russian).
21. Starichkova A.A., Tsygankova O.V., Khidirova L.D. et al. Cardiometabolic characteristics of post-COVID-19 syndrome in elderly and senile patients with comorbidities. *RMZh. Meditsinskoe obozrenie*. 2022; 6(9): 501–508. <https://doi.org/10.32364/2587-6821-2022-6-9-501-508> (in Russian).
22. Arutyunov G.P., Tarlovskaya E.I., Arutyunov A.G., Belenkov Y.N., Konradi A.O., Lopatin Y.M., et al. Comparative analysis of echocardiographic and electrocardiographic data of survivors and deceased patients with COVID-19 (sub-analysis of the international register "Dynamics analysis of comorbidities in SARS-CoV-2 survivors"). *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal*. 2022; 27(3): 4855. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-4855> (in Russian).
23. Doroshenko D.A., Benevskaya M.A., Vetsheva N.N. *Transthoracic echocardiography in adults: methodological recommendations. "The best practices of radiation and instrumental diagnostics"*. Issue 54. Moscow: GBUZ "NPCC DiT DZM"; 2020 (in Russian).
24. Roberto M. Lang and others. Recommendations for chamber quantification. *European Journal of Echocardiography*. 2006; 7(2): 79–108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>
25. Atkov O.Yu. *Ultrasound examination of the heart and blood vessels*. M.: Eksmo; 2015 (in Russian).
26. Korneeva N.V., Gavrilov E.S. Hypertension: smoking or quit. Clinical difficulties. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2023; 22(10): 3692. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3692> <https://elibrary.ru/iiflhx> (in Russian).

Сведения об авторах:

Герасимиди София Константиновна научный сотрудник лаборатории «Разработки метода газо-жидкостной искусственной вентиляции лёгких».

E-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-9746-9530>

Глухов Дмитрий Валерьевич

заведующий лабораторией физиологии труда и профилактической эргономики, д-р мед. наук.
 E-mail: d.gluhov@irioh.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5704-0650>

About the authors:

Sofia K. Gerasimidi

Researcher at the Laboratory "Development of a Method of Gas-Liquid Artificial Ventilation of the Lungs".

E-mail: sofa4gerasimidi@mail.ru
<https://orcid.org/0009-0004-9746-9530>

Dmitry V. Glukhov

Head of the Laboratory of Occupational Physiology and Preventive Ergonomics, Dr. of Sci. (Med.).
 E-mail: d.gluhov@irioh.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5704-0650>