

На правах рукописи



Кудрявцева Яна Витальевна

НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА И СЕРДЕЧНЫЕ АРИТМИИ
У БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ НОВУЮ КОРОНАВИРУСНУЮ ИНФЕКЦИЮ

3.1.18. Внутренние болезни (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата медицинских наук

Чита-2026

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Чистякова Марина Владимировна

Официальные оппоненты:

Матюшин Геннадий Васильевич – доктор медицинских наук, профессор.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующий кафедрой кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики ИПО, г. Красноярск

Кашталап Василий Васильевич – доктор медицинских наук, профессор.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, заведующий отделом клинической кардиологии, г. Кемерово

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Смоленск

Защита диссертации состоится «07» апреля 2026 года в ___⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета 21.2.077.01 при ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ (672000, г. Чита, ул. Горького, 39а)

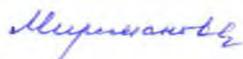
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ, <http://chitgma.ru>.

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета 21.2.077.01

д.м.н., доцент



Мироманова Наталья Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, новая коронавирусная инфекция вызвала высокую заболеваемость и смертность. В мире число заболевших превысило 776,5 млн человек, умерло более 7 млн. В России зарегистрировано более 24 млн случаев заражения, умерло более 400 тысяч (<https://covid19.who.int/region/euro/country/ru>).

Известно, что вирус напрямую и косвенно провоцирует SARS-CoV-2-ассоциированную эндотелиальную дисфункцию, которая приводит к развитию эритроцитарных сладжей, увеличению выработки тромбина и снижению активности фибринолиза, развитию тромботической микроангиопатии (Л.И. Бурячковская, 2021). Показаны случаи острого повреждения миокарда, в том числе развитие инфаркта, кардиогенного шока, тромботических осложнений (P. Dherange, 2020). Установлено, что поражение миокарда происходит на любой стадии заболевания: вирусной, легочной, в фазе выздоровления, а у некоторых больных и через определенный промежуток времени после коронавирусной инфекции (M. Nicol, 2021).

Известна способность SARS-CoV-2 индуцировать затяжной миокардит (Е.А. Коган, 2024) вследствие вирус-индуцируемого поражения кардиомиоцитов, гипоксии, аутоиммунных механизмов с формированием необратимых изменений в миокарде (фиброз, липоматоз), составляющих морфологическую основу для развития сердечных аритмий (О.В. Благова, 2025). Показано, что у больных, перенесших COVID-19, развивается дисфункция левого желудочка (Е.И. Ярославская, 2023), ассоциированная с внезапной сердечной смертностью (Д.Ю. Гамаюнов, 2022; E. Oikonomou, 2022).

Степень разработанности темы исследования. После COVID-19 отмечена высокая частота развития наджелудочковых нарушений ритма сердца (W. Wen, 2020; J. Aranyo, 2022), желудочковой экстрасистолии высоких градаций, трепетания, фибрилляции предсердий (R. Schönbauer, 2022), удлинение интервала QT (Е.А. Коган, 2023). Однако данные о частоте и характере сердечных аритмий после COVID-19 в отдаленном периоде немногочисленны.

В настоящее время широко изучаются параметры деформации миокарда для оценки сократимости левого желудочка и выявления субклинических нарушений миокарда при ремоделировании левого желудочка (Е.П. Науменко, 2020). Между тем отсутствуют исследования параметров деформации миокарда левого желудочка для оценки сократимости левого желудочка у больных после коронавирусной инфекции в долгосрочном периоде, а также в зависимости от степени поражения легочной ткани по данным компьютерной томографии органов грудной клетки.

Активно изучаются функциональные особенности эндотелия после COVID-19 (С.А. Абрамова, 2021; E. Oikonomou, 2022).

Важной с прогностической точки зрения является оценка независимых предикторов клинического фенотипа пациента с высоким риском развития дисфункции левого желудочка и неблагоприятных сердечных аритмий в постковидном периоде.

В связи с этим представляется актуальным проведение комплексного динамического изучения кардиогемодинамических показателей у больных после COVID-19 в динамике, в том числе для разработки ранних критериев диагностики и прогнозирования развития дисфункции левого желудочка и сердечных аритмий у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

Цель исследования – установить у больных, перенесших новую коронавирусную инфекцию, нарушения функции левого желудочка, частоту и характер сердечных аритмий в динамике, а также разработать прогностические критерии их развития.

Задачи исследования

1. Установить морфофункциональные нарушения левого желудочка в динамике (через 3, 6, 12 и 36 месяцев) у больных после перенесенной новой коронавирусной инфекции.
2. Изучить частоту и характер нарушений ритма сердца, показатели variability ритма сердца и продолжительность интервала QT у пациентов после COVID-19 в динамике (через 3, 6, 12 и 36 месяцев). Выявить возможные корреляционные взаимосвязи между наличием сердечных аритмий и электрофизиологическими и кардиогемодинамическими параметрами.
3. Исследовать эндотелиальную функцию у больных после новой коронавирусной инфекции в динамике и изучить ее показатели во взаимосвязи с нарушениями функции левого желудочка.
4. На основании полученных клинико-anamnestических и инструментальных показателей разработать модели прогнозирования дисфункции левого желудочка и сердечных аритмий у больных, перенесших COVID-19.

Научная новизна

Впервые установлены особенности развития дисфункции левого желудочка у больных после перенесенной новой коронавирусной инфекции в динамике через 3, 6, 12 и 36 месяцев. Получены новые данные, свидетельствующие о формировании у реконвалесцентов COVID-19 диастолической дисфункции левого желудочка, по данным тканевого доплера медиального фиброзного кольца митрального клапана, снижении сегментарного и глобального продольного систолического стрейна левого желудочка, ремоделировании левого предсердия. Чаще всего данные нарушения отмечались у лиц, перенесших тяжелую форму COVID-19.

Впервые получены данные о частоте и характере нарушения регионарной скорости сегментарного систолического стрейна левого желудочка у больных, перенесших COVID-19 в зависимости от тяжести течения инфекционного заболевания.

Научной новизной обладают данные о частоте и структуре нарушений ритма сердца у больных, перенесших новую коронавирусную инфекцию. Впервые показано, что у реконвалесцентов тяжелых форм COVID-19 и наличием дисфункции левого желудочка развиваются суправентрикулярные и желудочковые нарушения ритма сердца высоких градаций: частые полиморфные и парные мономорфные желудочковые экстрасистолы. Доказано, что электрофизиологические маркеры электрической нестабильности миокарда прогрессивно ухудшались у реконвалесцентов тяжелых форм коронавирусной инфекции и наличием дисфункции левого желудочка.

Впервые на основании изучения состояния эндотелия с помощью ультразвукового сканера обнаружено нарушение эндотелийзависимой вазодилатации и снижение чувствительности плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелий у пациентов, перенесших COVID-19; более выраженные у реконвалесцентов тяжелой формой новой коронавирусной инфекции и наличием дисфункции левого желудочка.

Получены данные о наличии корреляционных взаимосвязей между электрофизиологическими показателями сердца, маркерами эндотелиальной дисфункции, и параметрами, характеризующими наличие дисфункции левого желудочка, вегетативной нервной системы и тяжестью течения COVID-19.

Показано, что после новой коронавирусной инфекции в динамике через 6, 12 и 36 месяцев происходит восстановление кардиогемодинамических параметров, при этом дисфункция левого желудочка и сердечные аритмии сохраняются в основном у больных, перенесших тяжелую форму заболевания.

Впервые на основе изученных клинико-anamnestических и инструментальных параметров разработаны критерии прогнозирования поражения левого желудочка и сердечных аритмий у больных, перенесших COVID-19.

Теоретическая и практическая значимость

В результате исследования получены новые сведения о клинических особенностях течения и патогенетических механизмах развития дисфункции левого желудочка и сердечных аритмий у больных, перенесших COVID-19.

Показана необходимость обследования пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию, в динамике через 3 месяца, включающего эхокардиографическое обследование с применением тканевого доплеровского исследования и оценкой показателей деформации миокарда, суточное мониторирование ЭКГ, исследование variability ритма сердца, продолжительности интервала QT, эндотелиальной функции сосудов для своевременного выявления дисфункции левого желудочка и наличия сердечных аритмий. Определены временные параметры восстановления некоторых кардиогемодинамических показателей у больных после новой коронавирусной инфекции (6, 12 и 36 месяцев наблюдения).

Разработанные прогностические модели позволят стратифицировать реконвалесцентов COVID-19 по риску развития дисфункции левого желудочка и неблагоприятных сердечных аритмий и своевременно предпринимать лечебные или профилактические меры.

Методология и методы исследования

Проведено комплексное продольное проспективное исследование 96 пациентов, перенесших COVID-19. В работе использовались клинико-лабораторные, инструментальные и статистические методы исследования.

Положения, выносимые на защиту

1. После перенесенной новой коронавирусной инфекции происходит нарушение параметров глобальной продольной деформации и диастолической функции левого желудочка, увеличение размеров левого предсердия, изменение электрофизиологических параметров сердца, а также нарушение функции эндотелия сосудов. Наиболее выраженные изменения наблюдаются через 3 месяца у реконвалесцентов тяжелых форм COVID-19.
2. В динамике через 6, 12 и 36 месяцев после новой коронавирусной инфекции основные морфофункциональные показатели левого желудочка и функции эндотелия сосудов улучшаются, уменьшается частота сердечных аритмий.
3. Клинико-anamnestические (мужской пол, возраст старше 46 лет, избыточная масса тела с ИМТ > 25 кг/м²) и инструментальные (объем поражения лёгких > 50% по данным компьютерной томографии) факторы являются прогностическими критериями нарушения функции левого желудочка и желудочковых аритмий у пациентов, перенесших COVID-19.

Внедрение результатов исследования в практику

Полученные в результате исследования данные используются в образовательной, научной и клинической деятельности кафедры функциональной и ультразвуковой диагностики ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, в работе терапевтического отделения ГУЗ «Городская клиническая больница № 1» Министерства здравоохранения Забайкальского края.

Степень достоверности и апробация результатов

Результаты исследования были представлены на региональной научно-практической конференции молодых ученых "Медицина завтрашнего дня" (Чита, 2022, 2023), XIII международном конгрессе "Кардиология на перекрестке наук" (Тюмень, 2023), VIII Всероссийской научно-практической конференции (Иваново, 2024), III ежегодной Научной сессии ФГБОУ ВО ЧГМА (Чита, 2024), XIII съезде терапевтов Забайкальского края (г. Чита, 2025).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 10 научных работ, из них 3 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России для публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, в том числе 2 статьи – в журналах из международной библиографической базы данных SCOPUS, 1 программа для ЭВМ.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 213 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы; иллюстрирована 41 таблицей и 24 рисунками. Указатель литературы включает 59 отечественных и 176 зарубежных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Объектом исследования явились 96 пациентов, перенесшие COVID-19, находившиеся на лечении в ГБУЗ «Забайкальский краевой клинический госпиталь для ветеранов войн», ГУЗ «Городская клиническая больница № 1», поликлиниках г. Читы. Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ЧГМА МЗ РФ (протокол № 124 от 10 ноября 2022 г.). По структуре исследование открытое продольное проспективное.

Критерии включения пациентов в исследование: пациенты, переболевшие COVID-19, вирусный генез поражения был лабораторно подтвержден (носоглоточный ПЦР РНК коронавируса SARS-CoV-2 положительный); желание пациента участвовать в наблюдении.

Критерии невключения пациентов в исследование: возраст старше 50 лет, младше 18 лет, заболевания сердечно-сосудистой, эндокринной, мочевыделительной систем, заболевания легких, системные заболевания соединительной ткани, онкологические заболевания, алкоголизм и наркомания.

Всех исследованных разделили на группы в зависимости от степени поражения легких по данным компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки:

1 группа (n=27) – без поражения легких (КТ 0), из них 10 мужчин и 17 женщин, средний возраст 37,0 [33,5; 42,5] лет;

2 группа (n=39) – с нетяжелым ($\leq 50\%$) поражением легочной ткани (КТ 1-2) из них 27 женщин и 12 мужчин, средний возраст составил 38,0 [34,5; 44,0] лет;

3 группа (n=30) – с тяжелым ($> 50\%$) поражением легочной ткани (КТ 3-4) из них 19 женщин и 11 мужчин, средний возраст 41,5 [37,0; 46,0] год.

Группы не различались по индексу массы тела (ИМТ), количеству курящих. Для изучения особенностей течения постковидного периода пациентов приглашали для обследования через 3, 6, 12 и 36 месяцев, медиана продолжительности наблюдения составила 12 [12; 36] месяцев, на каждом этапе повторяли полное обследование. Контрольная группа сформирована из 22 здоровых человек, средний возраст 36,5 [27,0; 41,7] лет.

Эхокардиографическое исследование проводилось с использованием доплерометрии, оценкой деформации миокарда левого желудочка методом global longitudinal strain на аппарате «Vivid E95». *Холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМЭКГ)* проведено при использовании комплекса «Astrocard» в течение 20±4 часов с регистрацией непрерывным способом в 12 отведениях ЭКГ. *Допплерографическое исследование плечевой артерии* проведено на аппарате «Vivid E95».

Статистическая обработка осуществлялась с помощью пакета «IBM SPSS Statistics Version 25.0». Анализ нормальности распределения признаков проводился путем оценки критерия Шапиро – Уилка. Для сравнения двух несвязанных признаков использовался критерий Пирсона (χ^2). При минимальном значении ожидаемого явления использовался точный критерий Фишера (F), при диапазоне 5-10 критерий Хи-квадрат с поправкой Йейтса (χ^2). При попарном сравнении использовался критерий Манна – Уитни (U). Сравнение номинальных признаков трех и более зависимых групп проводилось с помощью Q-критерия Кокрена (Q). Для сравнения исследуемых трех и более независимых групп применялся критерий Краскела – Уоллиса (H). Корреляционный анализ выполнен с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Для построения прогностической модели использовался метод бинарной логистической регрессии, качество модели оценивали при помощи ROC-анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Клиническая характеристика больных

Через 3 месяца после новой коронавирусной инфекции (НКВИ) у пациентов наиболее часто выявлялись жалобы на слабость, повышенную утомляемость, перебои в работе сердца (таблица 1). Такие жалобы, как боли, дискомфорт в области сердца (10,4%), нарушение сна (9,4%), впервые выявленная артериальная гипертензия (5,2%) были установлены только у пациентов 2-й и 3-й групп. В динамике через 6, 12 и 36 месяцев отмечается снижение частоты встречаемости клинических симптомов.

Таблица 1 – Клинические проявления у реконвалесцентов COVID-19 в динамике

Симптомы		Группа 1 (КТ 0), n (%)	Группа 2 (КТ 1-2), n (%)	Группа 3 (КТ 3-4), n (%)	Критерий χ^2 Пирсона, df=2
Слабость, повышенная утомляемость	через 3 мес.	2/27 (7,4%)	23/39 (58,9%)	30/30 (100%)	$\chi^2=49,9$, p<0,001
	через 6 мес.	0/25 (0%)	15/33 (45,5%)	20/28 (71,4%)	$\chi^2=28,4$, p<0,001
	через 12 мес.	0/25 (0%)	10/33 (30,3%)	12/28 (42,9%)	$\chi^2=13,4$, p=0,002
	Динамические изменения	Q=4,0, p=0,14	Q=19,9, p<0,001	Q=24,0, p<0,001	Критерий Кокрена, st=2
	через 36 мес.	0/15 (0%)	0/13 (0%)	1/13 (7,7%)	$\chi^2=2,2$, p=0,3
	Динамические изменения	Q=6,0, p=0,11	Q=32,6, p<0,001	Q=33,3, p<0,001	Критерий Кокрена, st=3
Перебои в работе сердца	через 3 мес.	1/27 (3,7%)	7/39 (17,9%)	9/30 (30,0%)	$\chi^2=6,7$, p=0,035
	через 6 мес.	1/25 (4%)	1/33 (3%)	3/28 (10,7%)	$\chi^2=1,8$, p=0,4
	через 12 мес.	1/25 (4%)	1/33 (3%)	3/28 (10,7%)	$\chi^2=1,8$, p=0,4
	Динамические изменения	NaN	Q=12,0, p=0,002	Q=12,0, p=0,002	Критерий Кокрена, st=2
	через 36 мес.	1/15 (6,7%)	1/13 (7,7%)	1/13 (7,7%)	$\chi^2=0,02$, p=0,9
	Динамические изменения	NaN	Q=18,0, p<0,001	Q=18,0, p<0,001	Критерий Кокрена, st=3

Эхокардиографические особенности у пациентов, перенесших COVID-19

Через три месяца после COVID-19 индексированный объем левого предсердия (ИОЛП) у больных 3-й группы составил 29 мл/м² и был больше, чем у пациентов 1-й и 2-й групп ($p < 0,001$). Число пациентов с увеличением ИОЛП в группе с КТ 0 составило 7 (25,9%), с КТ 1-2 – 12 (30,8%), с КТ 3-4 – 20 (66,7%) человек. Через 6 месяцев после заболевания у 45,3% пациентов 3-й группы сохранилось увеличение ИОЛП, через 36 месяцев у 8 (61,5%) человек.

Через 3 месяца после заболевания отмечалось снижение отношения пиковых диастолических скоростей трансмитрального потока E/A $< 0,8$ у 7,4%, 5,1% и 13,3% пациентов 1-й, 2-й и 3-й групп соответственно ($p = 0,013$). Снижалось отношение Em/Am на медиальном фиброзном кольце митрального клапана, наименьшее значение было в 3-й группе и составило 1,02 [0,77; 1,11] ($p = 0,001$). Всего пациентов со снижением отношения Em/Am $< 0,8$ было в 1-й группе 8 (29,6%) человек, во 2-й – 9 (23,1%), в 3-й – 11 (36,7%) больных. Отмечалось увеличение значения IVRTm более 90 мс у 7,4% пациентов 1-й группы, у 33,3% больных 2-й и у 60% пациентов 3-й группы ($p < 0,001$). Подобная тенденция была определена при изучении значения DTEm ($p < 0,001$). При динамическом обследовании отмечалось восстановление показателей трансмитрального потока, а также уменьшалось количество пациентов с данными нарушениями.

При изучении продольной деформации миокарда левого желудочка (ЛЖ) через 3 месяца после COVID-19 у пациентов 1-й группы выявлено снижение регионарной скорости в базальном переднем и нижне-боковом сегментах; у больных 2-й группы в базальном переднем и передне-боковом сегментах, у пациентов 3-й группы в базальных и медиальных сегментах (нижне-перегородочных, нижних и нижне-боковых). В динамике через 6 и 12 месяцев после COVID-19 у больных в 1-й и 2-й группах сохранялось снижение сегментарной скорости в базальном переднем сегменте, между тем через 36 месяцев отмечалось полное восстановление сократимости миокарда. У больных 3-й группы сохранялось в течение трех лет снижение сегментарной скорости в базальных (нижнем и передне-боковом), срединных (нижне-перегородочном и нижнем) сегментах ЛЖ, однако количество пациентов с выявленными нарушениями в динамике снизилось ($p < 0,001$). Глобальный продольный систолический стрейн ЛЖ (AVG) через 3 месяца после заболевания был снижен ($< -18\%$) у 22,2% пациентов 1-й группы, у 17,9% больных 2-й и у 53,3% пациентов 3-й группы. В динамике у пациентов в 1-й группе через год прирост AVG составил 20,8%, в 3-й группе 13,4% ($p = 0,047$), у больных 2-й группы через 36 месяцев установлен прирост AVG на 13% ($p = 0,02$).

Нарушения ритма и проводимости сердца у больных после COVID-19

По данным ХМЭКГ через 3 месяца после заболевания установлены нарушения ритма сердца по типу наджелудочковой, желудочковой экстрасистолии чаще всего у пациентов 3-й группы (таблица 2). При этом частые желудочковые экстрасистолы регистрировались у 4 (10,2%) пациентов 2-й и у 5 (17%) больных 3-й группы, а полиморфные и парные мономорфные желудочковые аритмии встречались у 2 (7%) больных 3-й группы и у 1 (2,5%) 2-й группы. Кроме того, выявлена неустойчивая наджелудочковая тахикардия у 3 (11,1%) больных 1-й группы, у 2 (5%) 2-й и у 6 (20%) пациентов 3-й группы. Впервые выявленная мерцательная аритмия встречалась у 1 больного 1-й группы и двух 3-й группы.

У 16% пациентов 3-й группы выявлено увеличение скорректированного интервала QT, атриовентрикулярная блокада II степени (Мобитц-2) установлена у 7,7% больных 2-й и 6,7% пациентов 3-й групп.

Кроме того, у пациентов 2-й и 3-й групп отмечалось повышение параметра LF/HF и составило 5,9 [3,9; 7,6] % и 6,0 [4,2; 6,1] % соответственно, в сравнении с больными 1-й группы

2,2 [2,2; 3,0] % ($p < 0,001$), также отмечалось снижение показателя SDNN, pNN50 (%) ($p < 0,001$) по сравнению со здоровыми лицами. В динамике через 6 месяцев после заболевания количество нарушений ритма сердца уменьшилось. Через год после COVID-19 во 2-й группе показатель LF/HF снизился на 32,2% ($p < 0,001$), а спустя 3 года – на 45,8%, в 3-й группе через 3 года показатель уменьшился на 31,7% ($p < 0,001$).

Таблица 2 – Количество пациентов с нарушениями ритма сердца

Параметры		Группа 1 (КТ 0)	Группа 2 (КТ 1–2)	Группа 3 (КТ 3–4)	Критерий χ^2 Пирсона, df=2
НЖЭ	через 3 мес.	6/27 (22,2 %)	17/39 (43,6%)	25/30 (83,3%)	$\chi^2=22,3$, $p < 0,001$
	через 6 мес.	1/21 (4,8 %)	3/25 (12%)	2/19 (10,5%)	$\chi^2=0,8$, $p=0,7$
	Динамические изменения	Q=5,0, p=0,025	Q=14,0, p<0,001	Q=17,0, p<0,001	Критерий Кокрена, st=1
	через 12 мес.	0/21 (0%)	1/25 (4,0%)	2/19 (10,5%)	$\chi^2=2,5$, $p=0,3$
	Динамические изменения	Q=10,3, p=0,006	Q=28,5, p<0,001	Q=34,0, p<0,001	Критерий Кокрена, st=2
	через 36 мес.	0/15 (0%)	0/13 (0%)	1/13 (7,7%)	$\chi^2=2,2$, $p=0,3$
Динамические изменения	Q=15,6, p=0,001	Q=31,2, p<0,001	Q=32,3, p<0,001	Критерий Кокрена, st=3	
ЖЭ	через 3 мес.	5/27 (18,5%)	9/39 (23,1%)	13/30 (43,3%)	$\chi^2=5,2$, $p=0,08$
	через 6 мес.	1/21 (4,8%)	2/25 (8%)	2/19 (10,5%)	$\chi^2=0,5$, $p=0,8$
	Динамические изменения	Q=3,0, p=0,08	Q=7,0, p=0,008	Q=11,0, p<0,001	Критерий Кокрена, st=1
	через 12 мес.	0/21 (0%)	2/25 (8%)	1/19 (5,3%)	$\chi^2=1,7$, $p=0,4$
	Динамические изменения	Q=8,4, p=0,015	Q=14,0, p=0,001	Q=22,2, p<0,001	Критерий Кокрена, st=2
	через 36 мес.	0/15 (0%)	1/13 (7,7%)	1/13 (7,7%)	$\chi^2=1,2$, $p=0,6$
Динамические изменения	Q=12,8, p=0,005	Q=20,5, p<0,001	Q=33,3, p<0,001	Критерий Кокрена, st=3	

Примечание: НЖЭ – наджелудочковые экстрасистолии; ЖЭ – желудочковые экстрасистолии.

Функция эндотелия у больных, перенесших COVID-19

При проведении пробы с реактивной гиперемией через 3 месяца после заболевания отмечается уменьшение эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии у больных 1-й группы в 18,5% случаев, 2-й группы – в 46,2%, в 3-й группе – в 70% случаев ($p < 0,001$). У пациентов 1-й группы в 11,1% случаев установлено избыточное расширение сосуда, что также рассматривалось как патологическое. Коэффициент чувствительности эндотелия к напряжению сдвига (К) снижался с увеличением степени тяжести перенесенной COVID-19 у 18,5% пациентов в 1-й группе, у 38,5% больных 2-й, у 60% пациентов в 3-й группе ($p < 0,001$). При оценке динамических изменений эндотелиальной функции через год после заболевания К увеличился в 1-й группе на 48,1% ($p=0,014$), сократилось число пациентов с нулевым и отрицательным значением (на 1-м визите – 18,5% пациентов, на 3-м – 4,0% ($p=0,039$)). Через 36 месяцев показатель коэффициента повысился еще на 25% ($p=0,036$). Во 2-й группе за год прирост коэффициента составил 42,9% ($p=0,022$), количество пациентов с выявленными нарушениями функции эндотелия на 1-м визите составило 38,5%, на 3-м 30,3% ($p=0,02$). Через 36 месяцев значение показателя повысилось еще в 2 раза ($p=0,024$), а количество пациентов составило 15,4% ($p < 0,001$). В 3-й группе также отмечается прирост данного параметра, а количество пациентов сократилось с 60% на 1-м визите до 39,3% на 3-м визите ($p=0,001$). Через 3 года количество

пациентов сократилось до 38,5% ($p < 0,001$). Следовательно, восстановление функции эндотелия в динамике наблюдалось во всех исследуемых группах.

Анализ дисфункции левого желудочка у пациентов после COVID-19

Нами проведен анализ количества пациентов с выявленной систолической дисфункцией левого желудочка (СДЛЖ) ($AVG < -18\%$) в динамике через 3, 6, 12 и 36 месяцев после COVID-19 (таблица 3). Через три месяца данное нарушение установлено у 30,2% пациентов от общего количества исследованных лиц. Кроме того, у 20,7% пациентов с СДЛЖ выявлено нарушение диастолической функции левого желудочка, у 72,4% увеличение индексированного объема левого предсердия, у 55,2% эндотелиальная дисфункция, у 68,9% больных нарушения ритма сердца.

Через 6 месяцев после заболевания СДЛЖ выявлена у 31,4% пациентов. При этом у 66,7% пациентов с СДЛЖ выявлено увеличение ИОЛП, у 18,5% нарушение диастолической функции ЛЖ и дисфункции эндотелия, а у 14,8% установлены нарушения ритма сердца. Через 12 месяцев СДЛЖ выявлена у 19,8% пациентов, при этом у 17,6% пациентов установлены нарушения сердечного ритма. Через 36 месяцев СДЛЖ установлена у 12,2% больных, нарушения сердечного ритма зарегистрированы у 20% пациентов.

Таблица 3 – Частота встречаемости нарушений основных изученных показателей у пациентов с выявленной систолической дисфункцией левого желудочка в динамике

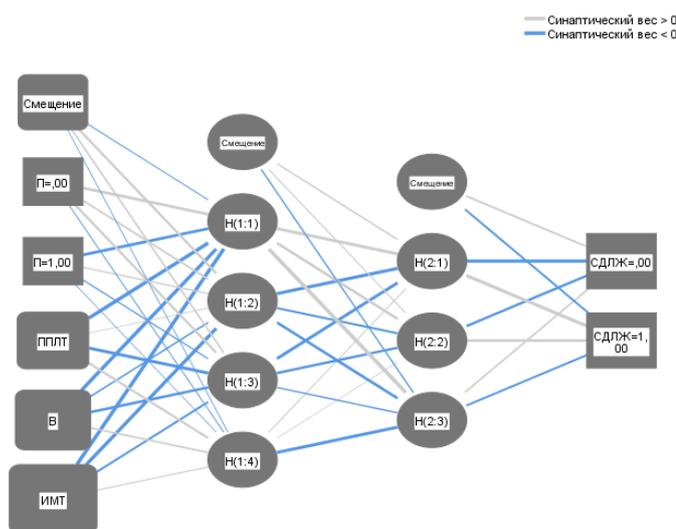
Параметры		Группа 1 (КТ 0)	Группа 2 (КТ 1-2)	Группа 3 (КТ 3-4)	Критерий χ^2 Пирсона, $df=2$
AVG < -18%	через 3 мес.	6/27 (22,2%)	7/39 (17,9%)	16/30 (53,3%)	$\chi^2=11,2$, $p=0,004$
		29/96 (30,2%)			
	через 6 мес.	4/25 (16,0%)	7/33 (21,2%)	16/28 (57,1%)	$\chi^2=12,9$, $p=0,002$
		27/86 (31,4%)			
	через 12 мес.	4/25 (16,0%)	5/33 (15,2%)	8/28 (28,6%)	$\chi^2=2,0$, $p=0,4$
17/86 (19,8%)					
через 36 мес.	0/15 (0%)	0/13 (0%)	5/13 (38,5%)	$\chi^2=12,3$, $p=0,003$	
	5/41 (12,2%)				
Динамические изменения	Q=12,7 p=0,005	Q=17,1 p=0,001	Q=19,3 p<0,001	Критерий Кокрена, $st=3$	
ИОЛП > 28 мл/м ²	через 3 мес.	4/6 (66,7%)	4/7 (57,1%)	13/16 (81,3%)	$\chi^2=1,5$, $p=0,5$
		21/29 (72,4%)			
	через 6 мес.	2/4 (50%)	3/7 (42,9%)	13/16 (81,3%)	$\chi^2=3,8$, $p=0,15$
		18/27 (66,7%)			
	через 12 мес.	2/4 (50%)	3/5 (60%)	7/8 (87,5%)	$\chi^2=2,2$, $p=0,3$
12/17 (70,6%)					
через 36 мес.	NaN	NaN	4/5 (80%)	NaN	
Динамические изменения	Q=4,0, $st=2$, $p=0,14$	Q=2,0, $st=2$, $p=0,4$	Q=3,0, $st=3$, $p=0,4$	Критерий Кокрена	
МК E _m /A _m < 0,8	через 3 мес.	1/6 (16,7%)	1/7 (14,3%)	4/16 (25%)	$\chi^2=0,4$, $p=0,8$
		6/29 (20,7%)			
	через 6 мес.	1/4 (25%)	1/7 (14,3%)	3/16 (18,8%)	$\chi^2=0,2$, $p=0,9$
		5/27 (18,5%)			
через 12 мес.	0/4 (0%)	1/5 (20%)	2/8 (25%)	$\chi^2=1,2$, $p=0,6$	
	3/17 (17,6%)				

МК E_m/A_m <0,8	через 36 мес.	NaN	NaN	2/5 (40%)	NaN
	Динамические изменения	Q=2,0, st=2, p=0,4	Q<0, st=2, p=1,0	Q=4,7, st=3, p=0,2	Критерий Кокрена
критерий $K \leq 0$ усл.ед.	через 3 мес.	2/6 (33,3%)	5/7 (71,4%)	9/16 (56,3%)	$\chi^2=1,9$, p=0,4
		16/29 (55,2%)			
	через 6 мес.	1/4 (25%)	1/7 (14,3%)	3/16 (18,8%)	$\chi^2=0,2$, p=0,9
		5/27 (18,5%)			
	через 12 мес.	0/4 (0%)	1/5 (20%)	3/8 (37,5%)	$\chi^2=2,1$, p=0,3
		4/17 (23,5%)			
через 36 мес.	NaN	NaN	1/5 (20%)	NaN	
Динамические изменения	Q=2,0, st=2, p=0,4	Q=7,0, st=2, p=0,018	Q=8,0, st=3, p=0,046	Критерий Кокрена	
Нарушения ритма сердца	через 3 мес.	2/6 (33,3%)	6/7 (85,7%)	12/16 (75%)	$\chi^2=4,7$, p=0,09
		20/29 (68,9%)			
	через 6 мес.	1/4 (25%)	1/7 (14,3%)	2/16 (12,5%)	$\chi^2=0,4$, p=0,8
		4/27 (14,8%)			
	через 12 мес.	0/4 (0%)	1/5 (20%)	2/8 (25%)	$\chi^2=1,2$, p=0,6
		3/17 (17,6%)			
через 36 мес.	NaN	NaN	1/5 (20%)	NaN	
Динамические изменения	Q=3,0, st=2, p=0,2	Q=8,0, st=2, p=0,018	Q=9,0, st=3, p=0,029	Критерий Кокрена	

Примечание: AVG – глобальный продольный систолический стрейн ЛЖ; ИОЛП – индексированный объем левого предсердия; МК E_m/A_m – отношение диастолических скоростей на фиброзном кольце митрального клапана; K – коэффициент эндотелиальной дисфункции.

Прогнозирование развития систолической дисфункции левого желудочка

Определено минимальное количество независимых предикторов развития СДЛЖ у пациентов, перенесших COVID-19 (рис. 1): ИМТ, процент поражения легочной ткани, возраст и пол пациента.



Примечание: П – пол; ППЛТ – процент поражения легочной ткани; В – возраст, ИМТ – индекс массы тела; СДЛЖ – систолическая дисфункция левого желудочка; Н – нейроны, входящие в скрытые слои.

Рисунок 1 – Нейросеть прогнозирования развития систолической дисфункции левого желудочка

Уравнение логистической регрессии для оценки риска развития СДЛЖ у пациентов, перенесших COVID-19:

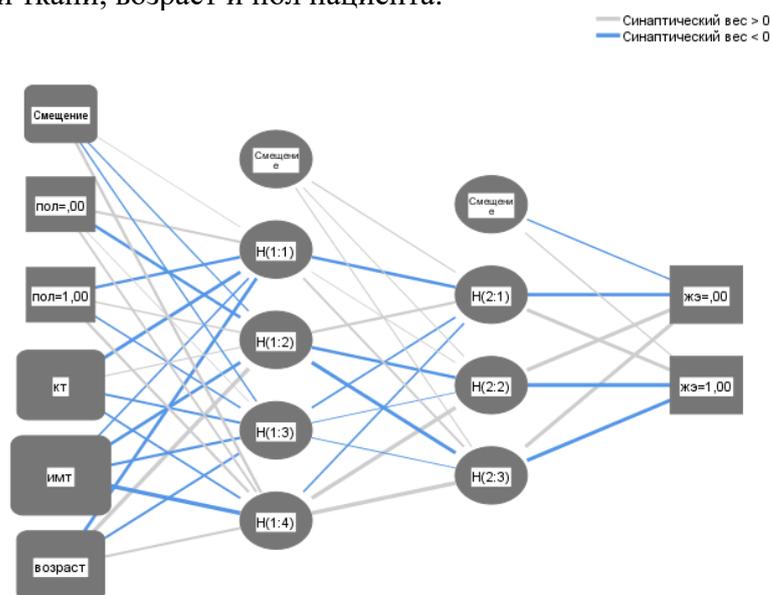
$$A = \frac{1}{1 + e^{25,963 - 1,783 \times \text{ПП} - 0,586 \times \text{ИМТ} - 0,027 \times \text{ППЛТ} - 0,203 \times \text{ВП}}},$$

где А – коэффициент, характеризующий риск развития СДЛЖ у пациентов, перенесших COVID-19; 25,963 – константа (регрессионный коэффициент); 1,783, 0,586, 0,027 и 0,203 – не стандартизированные коэффициенты; е – основание натурального логарифма (~2,72); ППЛТ – наибольший процент поражения легочной ткани по данным КТ ОГК (%), ИМТ – индекс массы тела (кг/м²), ПП – пол пациента («1» – «мужской», «0» – «женский»), ВП – возраст пациента (годы).

При значении $A \geq 0,3$ прогнозируют вероятность развития СДЛЖ у больных, перенесших COVID-19. Площадь под ROC-кривой равна ROC-AUC=0,916 [95% ДИ 0,859 - 0,973], $p < 0,001$. Чувствительность модели 82,8%, специфичность – 86,5%, что позволяет использовать данную модель для прогнозирования СДЛЖ после перенесенной COVID-19.

Прогнозирование развития неблагоприятных сердечных аритмий

Определено минимальное количество независимых предикторов развития неблагоприятных аритмий после перенесённого COVID-19 (рисунок 2): ИМТ, процент поражения легочной ткани, возраст и пол пациента.



Примечание: Пол – пол пациента, КТ – процент поражения легочной ткани, ИМТ – индекс массы тела, Возраст – возраст пациента, годы; ЖЭ – желудочковая экстрасистолия; Н – нейроны, входящие в скрытые слои.

Рисунок 2 – Нейросеть прогнозирования развития неблагоприятных аритмий у пациентов, перенесших COVID-19

Уравнение логистической регрессии для оценки риска развития неблагоприятных аритмий (частых, полиморфных желудочковых экстрасистолий) у пациентов, перенесших COVID-19:

$$B = \frac{1}{1 + e^{63,014 - 3,027 \times \text{ПОЛ} - 0,056 \times \text{КТ} - 0,286 \times \text{В} - 1,733 \times \text{ИМТ}}},$$

где В – коэффициент, характеризующий риск развития неблагоприятных аритмий у пациентов, перенесших COVID-19; 63,014 – константа (регрессионный коэффициент); 3,027,

0,056, 0,286 и 1,733 – не стандартизированные коэффициенты; e – основание натурального логарифма ($\sim 2,72$); ПП – пол пациента («1» – «мужской», «0» – «женский»), КТ – наибольший процент поражения легочной ткани по данным КТ ОГК (%), В – возраст пациента (годы), ИМТ – индекс массы тела ($\text{кг}/\text{м}^2$).

При значении $V \geq 0,11$ прогнозируют вероятность развития неблагоприятных аритмий у больных, перенесших COVID-19. Площадь под ROC-кривой равна $\text{ROC-AUC} = 0,968$ [95% ДИ 0,937 – 1,000], $p < 0,001$. Чувствительность – 100%, специфичность – 86,7%, что позволяет использовать данную модель для прогнозирования развития неблагоприятных аритмий после перенесенного COVID-19.

Взаимосвязи изученных показателей

Установлены взаимосвязи между электрофизиологическими параметрами сердца и показателями, характеризующими наличие дисфункции ЛЖ, и маркером, отражающим тяжесть течения COVID-19 (таблица 4).

Таблица 4 – Взаимосвязи изученных показателей

Корреляционный анализ	К	ЖЭ	AVG
ППЛТ	$\rho = -0,492, p < 0,001$	$\rho = 0,283, p = 0,002$	$\rho = -0,454, p < 0,001$
LF/HF	$\rho = -0,196, p = 0,033$	$\rho = 0,289, p = 0,002$	$\rho = -0,514, p < 0,001$
AVG	$\rho = 0,239, p = 0,009$	$\rho = -0,514, p < 0,001$	NaN
ИОЛП	$\rho = -0,333, p < 0,001$	$\rho = 0,383, p < 0,001$	$\rho = -0,403, p < 0,001$
К	NaN	$\rho = -0,167, p = 0,07$	$\rho = 0,276, p = 0,002$
Удлинение интервала QT	$\rho = -0,127, p = 0,169$	$\rho = 0,376, p < 0,001$	$\rho = -0,280, p = 0,002$

Примечания: ППЛТ – процент поражения легочной ткани по данным КТ ОГК; LF/HF – показатель активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы; AVG – глобальный систолический стрейн ЛЖ; ИОЛП – индексированный объем ЛП; ЖЭ – факт наличия желудочковых экстрасистолий; К – коэффициент эндотелиальной дисфункции.

ВЫВОДЫ

1. После перенесенной новой коронавирусной инфекции через 3 месяца у 30,2% больных выявлена дисфункция левого желудочка: снижение глобального эндокардиального систолического стрейна во всех случаях, нарушение диастолической функции левого желудочка у 20,7% пациентов, ремоделирование левого предсердия у 72,4%. Выявленные изменения чаще регистрировалась у реконвалесцентов тяжелой формы COVID-19 (53,3%) относительно нетяжелых вариантов заболевания ($p = 0,004$).
2. У большинства пациентов (82,3%) через 3 месяца после COVID-19 снижается регионарная скорость сегментарного систолического стрейна левого желудочка; у пациентов с легкой (92,6%) и среднетяжелой формами COVID-19 (67%) преимущественно в базальных переднем и передне-боковом сегментах, у 93,3% больных с тяжелой формой заболевания – в базальных и медиальных ниже-перегородочных и нижних сегментах левого желудочка.
3. Через 3 месяца после заболевания у каждого второго реконвалесцента выявлены суправентрикулярные (50%), желудочковые (28%) нарушения ритма сердца; у пациентов с легким течением заболевания выявлена редкая наджелудочковая и желудочковая экстрасистолии, у больных с дисфункцией левого желудочка и тяжелой формой COVID-19 установлена частая полиморфная, парная мономорфная желудочковая экстрасистолия. У реконвалесцентов тяжелой COVID-19 и наличии дисфункции левого желудочка регистрируется

вегетативный дисбаланс, преобладание симпатикотонии и ослабление вагусных влияний относительно лиц, перенесших нетяжелые формы инфекции ($p < 0,001$). У 5% больных со среднетяжелой и 17% пациентов с тяжелой формой заболевания регистрируется увеличение продолжительности скорректированного интервала QT. Выявлены корреляционные взаимосвязи между частотой возникновения желудочковых нарушений ритма сердца и глобальным систолическим стрейном ($p < 0,001$), показателем, характеризующим вегетативную дисфункцию (LN/HF) ($p = 0,002$), уровнем поражения легочной ткани (КТ 4) ($p = 0,002$) и удлинением интервала QT ($p < 0,001$).

4. У 51% реконвалесцентов новой коронавирусной инфекции через 3 месяца выявлена эндотелиальная дисфункция, проявляющаяся нарушением эндотелийзависимой вазодилатации плечевой артерии; обнаруженные изменения развивались у 18,5% пациентов с легким течением заболевания, у 46,2% со среднетяжелым и у 70% пациентов с тяжелым течением COVID-19. Инструментальные проявления дисфункции эндотелия установлены в 55,2% случаев у пациентов с дисфункцией левых отделов сердца. Установлены корреляционные взаимосвязи между коэффициентом чувствительности на эндотелий и показателями, характеризующими наличие дисфункции левого желудочка, вегетативной нервной системы и тяжестью течения COVID-19 ($p < 0,001$).
5. Через 6 месяцев после перенесенной коронавирусной инфекции в 31,4% случаев сохранялась дисфункция левого желудочка, проявляющаяся снижением глобального эндокардиального систолического стрейна левого желудочка у всех реконвалесцентов COVID-19, ремоделированием левого предсердия у 66,7%, диастолической дисфункцией левого желудочка и эндотелиальной дисфункцией у 18,5%, нарушениями ритма сердца у 14,8%. Через год после заболевания клинично-инструментальные проявления дисфункции левого желудочка сохранялись у 19,8% больных, сердечные аритмии – у 17,6%, через 36 месяцев дисфункция левого желудочка – у 12,2% пациентов, нарушения ритма сердца – у 20% реконвалесцентов COVID-19. Выявленные изменения через 36 месяцев наблюдались у больных, перенесших тяжелые варианты заболевания.
6. Прогностическими критериями развития дисфункции левого желудочка и неблагоприятных сердечных аритмий у больных, перенесших COVID-19, являются: объем поражения легочной ткани $> 50\%$ (по данным компьютерной томографии органов грудной клетки), мужской пол, возраст старше 46 лет, избыточная масса тела.

Практические рекомендации

С целью прогнозирования развития дисфункции ЛЖ и неблагоприятных сердечных аритмий после COVID-19 целесообразно проводить тщательный анализ таких параметров, как степень поражения легочной ткани, масса тела, возраст старше 46 лет, мужской пол. Пациентам высокого риска показано тщательное клинично-инструментальное и лабораторное обследование, включающее проведение эхокардиографии с изучением диастолической функции левого желудочка сердца методом тканевого доплеровского исследования фиброзного кольца митрального клапана, исследование глобального эндокардиального систолического стрейна левого желудочка, изучение эндотелиальной функции, суточное мониторирование ЭКГ, исследование вариабельности ритма сердца, продолжительности интервала QT для выявления поражения левого желудочка и сердечных аритмий. При выявлении кардиогемодинамических изменений и нарушений ритма сердца необходимо направление пациентов к кардиологу для своевременного лечения и динамического наблюдения.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в научных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации:

1. Поражение сердца и эндотелиальная дисфункция у больных, перенесших коронавирусную инфекцию / М.В. Чистякова, А.В. Говорин, Я.В. Кудрявцева [и др.] // Вестник терапевта. – 2023. – № 1 (56). – URL: <https://journaltherapy.ru/statyi/porazhenieserdca-i-jendotelialnaja-disfunkcija-u-bolnyh-perenessih-koronavirusnuju-infekciju/> (дата обращения: 22.05.2025).
2. Изменения кардиогемодинамических показателей в динамике у больных после перенесенной новой коронавирусной инфекции (COVID-19) / М.В. Чистякова, А.В. Говорин, Я.В. Кудрявцева [и др.]. – DOI 10.15829/1560-4071-2023-5300 // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 6. – С. 89-94. (Scopus)
3. Изменения кардиогемодинамики и нарушения ритма сердца у пациентов после коронавирусной инфекции / М.В. Чистякова, А.В. Говорин, Я.В. Кудрявцева [и др.]. – DOI 10.29001/2073-8552-2023-38-4-151-158 // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2023. – Т. 38, № 4. – С. 151-158. (Scopus)

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025680799 Российская Федерация. Программа для прогнозирования развития дисфункции левого желудочка у пациентов, перенесших COVID-19 / Кудрявцева Я.В., Чистякова М.В., Кудрявцев Е.А., Говорин А.В. ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Читинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации. – № 2025669179 ; дата поступления 30.06.2025 ; дата государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ 08.08.2025. – 1 с.

Работы, опубликованные в других изданиях:

5. Морфофункциональные изменения и нарушения ритма сердца в динамике после перенесенной коронавирусной инфекции / Н.А. Медведева, М.В. Чистякова, Я.В. Кудрявцева, А.В. Говорин // I ежегодная Научная сессия ФГБОУ ВО ЧГМА : сборник научных трудов, 15 декабря 2022 г., г. Чита / под редакцией Н.В. Ларевой. – Чита : РИЦ ЧГМА, 2022. – С. 75-76. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-904934-51-4.
6. Chistyakova M.V. Endothelial vasomotor function in patients three months after COVID-19 infection / Y.V. Kudryavtseva ; supervisors: M.V. Chistyakova, N.G. Pushkaryova // Медицина завтрашнего дня : материалы XXII научно-практической конференции студентов и молодых ученых с международным участием, 18-21 апреля 2023 г., г. Чита / ответственный за выпуск Д.М. Серкин. – Чита : РИЦ ЧГМА, 2023. – С. 440-441. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-904934-54-5.
7. Кудрявцева Я.В. Особенности диастолической функции левого желудочка у пациентов, перенесших COVID-19 / Я.В. Кудрявцева, М.В. Чистякова, А.В. Говорин // Кардиология на перекрестке наук : XIII международный конгресс совместно с XVII Международным симпозиумом по эхокардиографии и сосудистому ультразвуку XXIX ежегодной научно-практической конференцией «Актуальные вопросы кардиологии» : сборник тезисов, 14-16 декабря 2023 г. – Тюмень, 2023. – С. 195-197.

8. Чистякова М.В. Особенности эндотелиальной функции у пациентов, перенесших COVID-19 / М.В. Чистякова, Я.В. Кудрявцева // Актуальные вопросы функциональной и ультразвуковой диагностики : VIII Всероссийская научно-практическая конференция : сборник тезисов, 25-26 октября 2024 г., г. Иваново. – Москва : Наш стиль, 2024. – С. 43-44. – ISBN 978-5-6053419-1-8.
9. Чистякова М.В. Скрытая систолическая функция левого желудочка в отдаленном периоде после перенесенной коронавирусной инфекции / М.В. Чистякова, Я.В. Кудрявцева // III ежегодная Научная сессия ФГБОУ ВО ЧГМА : сборник научных трудов, 13 декабря 2024 г., г. Чита / под общей редакцией Д.М. Серкина. – Чита : РИЦ ЧГМА, 2024. – С. 72. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-904934-68-2.
10. Чистякова М.В. Эндотелиальная функция в отдаленном периоде после перенесенной коронавирусной инфекции / М.В. Чистякова, Я.В. Кудрявцева // III ежегодная Научная сессия ФГБОУ ВО ЧГМА : сборник научных трудов, 13 декабря 2024 г., г. Чита / под общей редакцией Д.М. Серкина. – Чита : РИЦ ЧГМА, 2024. – С. 72-73. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-904934-68-2.

Список сокращений

ЖЭ	– желудочковые экстрасистолы
ИМТ	– индекс массы тела
ИОЛП	– индексированный объем левого предсердия
К	– коэффициент чувствительности эндотелия к напряжению сдвига
КТ ОГК	– компьютерная томография органов грудной клетки
ЛЖ	– левый желудочек
МК E/A	– отношение пиковых скоростей раннего и позднего диастолического наполнения левого желудочка
МК E _m /A _m	– отношение диастолических скоростей на фиброзном кольце митрального клапана
НЖЭ	– наджелудочковые экстрасистолы
СДЛЖ	– систолическая дисфункция левого желудочка
ЭКГ	– электрокардиография
AVG	– глобальный систолический стрейн левого желудочка
COVID-19	– Corona Virus Disease 2019
IVRT	– время изоволюметрического расслабления левого желудочка
LF/HF	– отношение низких и высокочастотных компонентов спектра
SARS-CoV-2	– severe acute respiratory syndrome-related coronavirus-2