

Хохлов Р. А.^{1,2}, Липовка С. Н.^{1,2}, Дубровина М. В.², Лобас И. А.²,
Трибунцева Л. В.¹, Прозорова Г. Г.¹, Арзамасцева Г. И.^{1,2}, Хохлов Л. Р.³,
Ярмонова М. В.², Заречнова С. В.², Кулешова Н. А.², Шалей А. А.²

¹ ФБГОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко», Воронеж, Россия

² АУЗ ВО «Воронежский областной клинический консультативно-диагностический центр», Воронеж, Россия

³ Больница Доброго Самаритянина, Цинциннати, Огайо, США

КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕРДЦА ПО ДАННЫМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ С КОНТРАСТНЫМ УСИЛЕНИЕМ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТКОВИДНЫМ СИНДРОМОМ

<i>Цель</i>	Проспективная оценка характера поражения сердца у пациентов с постковидным синдромом по данным МРТ с контрастным усилением в условиях повседневной клинической практики.
<i>Материал и методы</i>	Выполнено обследование 106 ранее не вакцинированных пациентов, из них 62 (58,5%) женщины, с сохранявшимися после перенесенного COVID-19 жалобами (медиана возраста 57,5 [49; 64] года). Кроме стандартных показателей, у каждого пациента определяли маркеры воспаления и повреждения миокарда, а также выполняли МРТ сердца с контрастным усилением.
<i>Результаты</i>	Медиана времени с начала COVID-19 до выполнения МРТ сердца составила 112,5 [75; 151] дня. Характер повреждения сердца по данным МРТ у пациентов с постковидным синдромом был сложным и включал снижение фракции выброса левого желудочка (ЛЖ) и правого желудочка, перикардиальный выпот, а также патологические очаги позднего и раннего контрастирования различной локализации. В 29 (27,4%) случаях встречалась комбинация двух любых признаков поражения сердца. У 28 (26,4%) пациентов с очаговыми повреждениями миокарда в острую фазу COVID-19 достоверно чаще назначались гидроксихлорохин и тоцилизумаб, но реже – противовирусные средства. Наличие очаговых повреждений миокарда ассоциировалось с патологическим ремоделированием ЛЖ.
<i>Заключение</i>	По данным МРТ сердца с контрастным усилением, не менее чем у 27,4% пациентов с постковидным синдромом могут встречаться признаки поражения сердца в различных комбинациях, а в 26,4% случаев обнаруживаться очаги повреждения миокарда, сопровождающиеся ремоделированием ЛЖ. Характер повреждения сердца после COVID-19 зависит от преморбидного фона, особенностей течения инфекционного процесса и характера назначавшейся терапии. Предложен алгоритм обследования пациентов при постковидном синдроме.
<i>Ключевые слова</i>	COVID-19; осложнения COVID-19; постковидный синдром; миокардит; магнитно-резонансная томография
<i>Для цитирования</i>	Khokhlov R.A., Lipovka S.N., Dubrovina M.V., Lobas I.A., Tribuntceva L.V., Prozorova G.G. et al. Combined Heart Injuries on the Data of Contrast-Enhanced Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Patients With Post-Covid Syndrome. <i>Kardiologija</i> . 2023;63(12):46–53. [Russian: Хохлов Р.А., Липовка С.Н., Дубровина М.В., Лобас И.А., Трибунцева Л.В., Прозорова Г.Г. и др. Комбинированные повреждения сердца по данным магнитно-резонансной томографии с контрастным усилением у пациентов с постковидным синдромом. <i>Кардиология</i> . 2023;63(12):46–53].
<i>Автор для переписки</i>	Хохлов Роман Анатольевич. E-mail: khokhlovroman@gmail.com

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 доказала бесспорный факт вовлечения сердечно-сосудистой системы в патогенез этого заболевания с возникновением специфических нарушений, которые могут длительно сохраняться при так называемом постковидном синдроме [1–8]. Кроме снижения качества жизни, после COVID-19 значительно возрастают риски развития тромбозов, ишемической болезни сердца (ИБС), аритмий и воспалительных заболеваний сердца [5–8]. Для привлечения внимания к данной проблеме в научный оборот введено понятие «COVID heart», или «ковидное сердце» [9].

Особый интерес представляют сохраняющиеся после COVID-19 признаки очагового поражения миокарда, которые, по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца, встречаются в 10–49% случаев и даже у практически здоровых людей при легком течении инфекции [10–19]. Кроме очаговых повреждений миокарда, после COVID-19 могут возникнуть систолическая или диастолическая дисфункция желудочков, а также перикардит [12, 15, 20–24]. В настоящее время остаются открытыми вопросы о том, как влияют возникающие повреждения на развитие аритмий, сердечной недостаточности (СН) и клинический прогноз [15, 16, 18, 19].

Цель

Проспективная оценка характера поражения сердца у пациентов с постковидным синдромом, по данным МРТ с контрастным усилением, в условиях повседневной клинической практики.

Материал и методы

С октября 2020 г. по июнь 2021 г. в отдел постковидных осложнений АУЗ ВО «ВОККДЦ» терапевтами амбулаторно-поликлинических учреждений были направлены 1157 пациентов, перенесших COVID-19. Поводом для обследования у кардиолога служили одышка и сердцебиение при нагрузке, перебои в работе сердца, боли в грудной клетке, возникшие после коронавирусной инфекции. В исследование включали пациентов старше 18 лет, давших информированное согласие и находящихся в стабильном состоянии, у которых диагноз подтверждался выделением РНК вируса SARS-CoV-2. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (№145 от 16.09.2020) и зарегистрирован в реестре клинических исследований ClinicalTrials.gov (NCT04794062).

Всего в исследование были включены 119 невакцинированных пациентов, впервые перенесших COVID-19. К моменту включения в исследование 103 (97,2%) паци-

ента перенесли COVID-19 более месяца назад. Самыми частыми симптомами в 84 (79%) случаях являлась одышка, в 80 (75%) – сердцебиение при нагрузке, в 80 (75%) – выраженная утомляемость, в 66 (62%) – перебои в работе сердца.

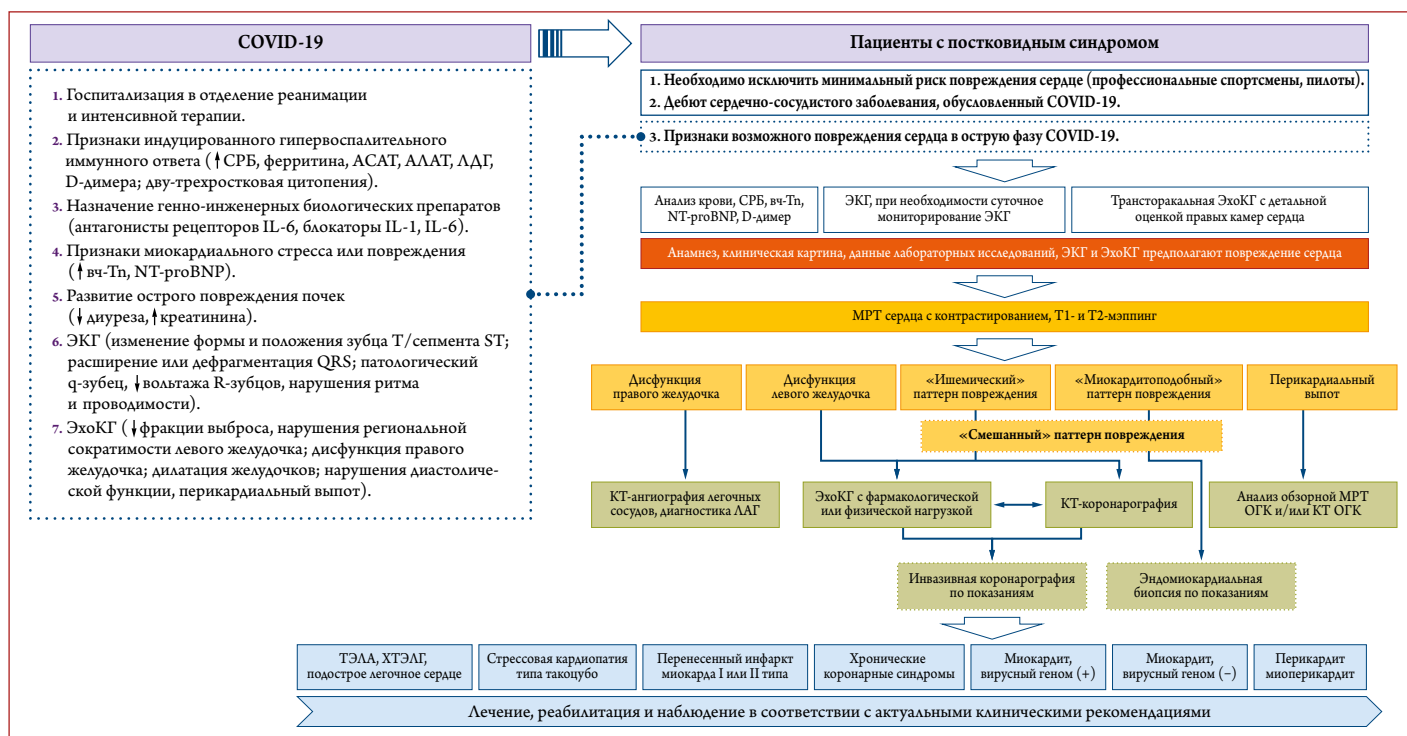
Кроме общепринятых показателей дополнительно определялся уровень С-реактивного белка (СРБ), ферритина, N-концевого предшественника мозгового натрийуретического пептида (NT-proBN) P, высокочувствительного тропонина I, проводилась МРТ сердца с контрастным усилением.

Из первоначально отобранных 119 пациентов у 13 были не выполнены отдельные тесты или МРТ сердца, а 106 пациентов, из которых 62 (58,5%) женщины, в возрасте от 27 до 80 лет (медиана возраста 57,5 [49; 64] года) завершили исследование.

Повышенный уровень СРБ (>5 мг/л) отмечался у 20 (18,9%), ферритина (женщины >120 мкг/л, мужчины > 250 мкг/л) – у 15 (14,1%), NT-proBNP (>125 пг/мл) – у 14 (13,2%), а высокочувствительного тропонина I (женщины >15,6 нг/л, мужчины >34,2 нг/л) – у 3 (2,8%) обследованных.

На электрокардиограмме (ЭКГ) обнаруживались в 12 (11,3%) случаях блокада ножек пучка Гиса, в 10 (9,4%) – нарушения полярности и/или формы зубца Т, в 8 (7,5%) – подъем или снижение сегмента ST,

Центральная иллюстрация. Алгоритм обследования пациентов с постковидным синдромом с использованием мультимодальной визуализации



ЛДГ – лактатдегидрогеназа; IL – интерлейкины; вч-Tn – высокочувствительный тропонин; NT-proBNP – N-концевой предшественник мозгового натрийуретического пептида; ЭКГ – электрокардиограмма; ОГК – органы грудной клетки; ЛАГ – легочная артериальная гипертензия, ХТЭЛА – хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия.

в 6 (5,7%) – нарушение внутрижелудочковой проводимости с продолжительностью комплекса QRS <100 мс.

Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) выявила у 20 (18,8%) пациентов снижение фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) до 40–59%, у 4 (3,8%) – нарушения региональной сократимости, у 9 (8,5%) – диастолическую дисфункцию и у 10 (9,4%) – перикардиальный выпот.

Медиана времени от развития COVID-19 до проведения МРТ сердца составила 112,5 [75; 151] дня. Исследование выполнялось на томографе Optima MR 450 W GE Healthcare с напряженностью поля 1,5 Тесла. Сбор данных проводили в режиме синхронизации с ЭКГ. Для оценки воспалительного повреждения миокарда использовали классические признаки миокардита (Lake Louise Consensus Criteria 2009 г.): фокальное или глобальное повышение интенсивности МР-сигнала на T2-взвешенных изображениях (отек миокарда), усиление сигнала от миокарда на T1-взвешенных изображениях в фазу раннего контрастного усиления (гиперемия миокарда), наличие участков позднего контрастного усиления сигнала в миокарде (некроз и/или фиброз) [24]. Контрастирование проводилось сразу после выполнения МР-последовательностей за счет внутривенного введения гадобутрола в дозе 0,1 ммоль/кг. Для оценки раннего контрастирования (РК) через 1–3 мин получали T1-взвешенные изображения, а через 10 мин после введения контрастного вещества оценивали феномен позднего контрастирования (ПК). Наличие отека миокарда, феномена РК и ПК оценивали по сегментам миокарда на трех срезах по короткой оси ЛЖ. Оценку размеров сердца и ФВ проводили с учетом нормативных значений EACI 2019 г. [25].

Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью программ Python и Statistica 12.0. Для сравнения количественных переменных использовали тест U Манна–Уитни, качественных – критерия хи-квадрат и точный критерий Фишера. Анализ ассоциаций основывался на расчете коэффициентов корреляции Пирсона. Количественные переменные представляли в виде медианы и квартилей, а качественные – частот и доли. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

МРТ сердца выявила снижение глобальной сократительной способности ЛЖ в 19 (17,9%), а правого желудочка (ПЖ) – в 39 (36,8%) случаях. Перикардиальный выпот встречался у 27 (25,5%) пациентов. Не было выявлено ни одного случая отека миокарда. Феномен РК или ПК встречался у 28 (26,4%) пациентов, при этом РК выявлялось в 5 (5,7%), а ПК – в 26 (24,5%) случаях.

У 72 (67,9%) обследованных пациентов имелся по крайней мере один, а у 29 (27,4%) – два признака поражения сердца. Наиболее часто у 15 (14,1%) пациентов выявлялось снижение ФВ ПЖ и ЛЖ, у 11 (10,4%) – снижение ФВ ПЖ и феномен ПК, а у 10 (9,4%) – снижение ФВ ПЖ и перикардиальный выпот. Сочетание трех признаков в виде снижения ФВ обоих желудочков и феномена ПК отмечалось у 7 (6,6%), а снижение ФВ обоих желудочков и перикардиальный выпот – у 6 (5,6%) пациентов. Сочетание дисфункции ПЖ и ЛЖ, феномен ПК и перикардиальный выпот встречались в 3 (2,8%) случаях.

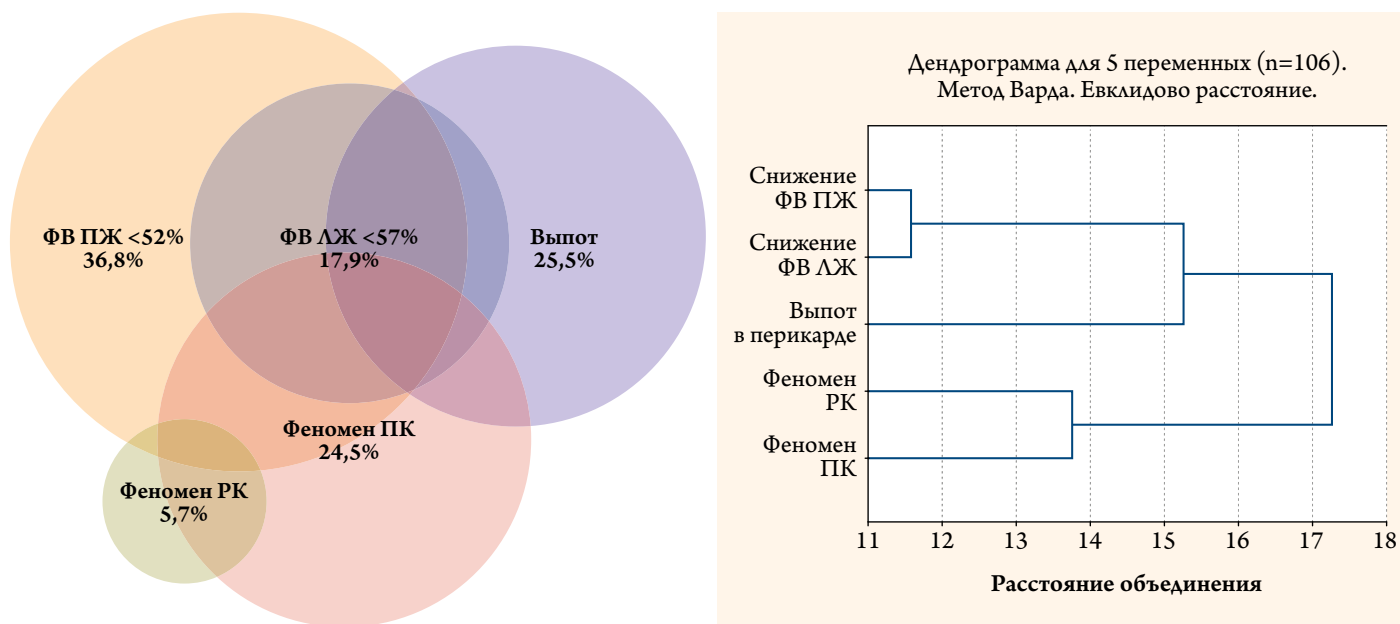
Анализ ассоциаций между различными типами повреждения сердца показал, что имеется достоверная слабая корреляция между снижением ФВ ПЖ и ЛЖ ($r=0,41$; $p < 0,0001$), а также феноменами РК и ПК ($r=0,18$; $p=0,0598$). Результаты кластерного анализа показали, что среди 16 встречавшихся комбинаций МРТ-признаков поражения сердца отмечалась устойчивая ассоциация сниженной ФВ ПЖ и ЛЖ, а также феноменов РК и ПК. Паттерн повреждений сердца после COVID-19 в виде диаграммы Венна с выделением наиболее типичных сочетаний на основе древовидной кластеризации представлен на рис. 1.

Феномен РК отмечался суммарно в 9, а ПК – в 100 сегментах ЛЖ, при этом медиана числа пораженных сегментов с ПК равнялась 3 [1; 5]. В 15 (58%) случаях очаги ПК располагались интрамиокардиально в виде множественных штриховидных, пятнистых или диффузных участков, в 1 (4%) – субэпикардиально, в 3 (11,5%) – субэндокардиально, в 4 (15%) – трансмурально, а у 3 (11,5%) пациентов имелось сочетание разных типов распределения контрастного вещества в миокарде. Во всех случаях трансмурального или субэндокардиального ПК в анамнезе отсутствовала ИБС. Примеры поражения сердца после COVID-19 представлены на рис. 2.

Был проведен поиск зависимости развития очаговых поражений миокарда после COVID-19 от исходных характеристик пациентов. Соответствующие данные представлены в таблице 1.

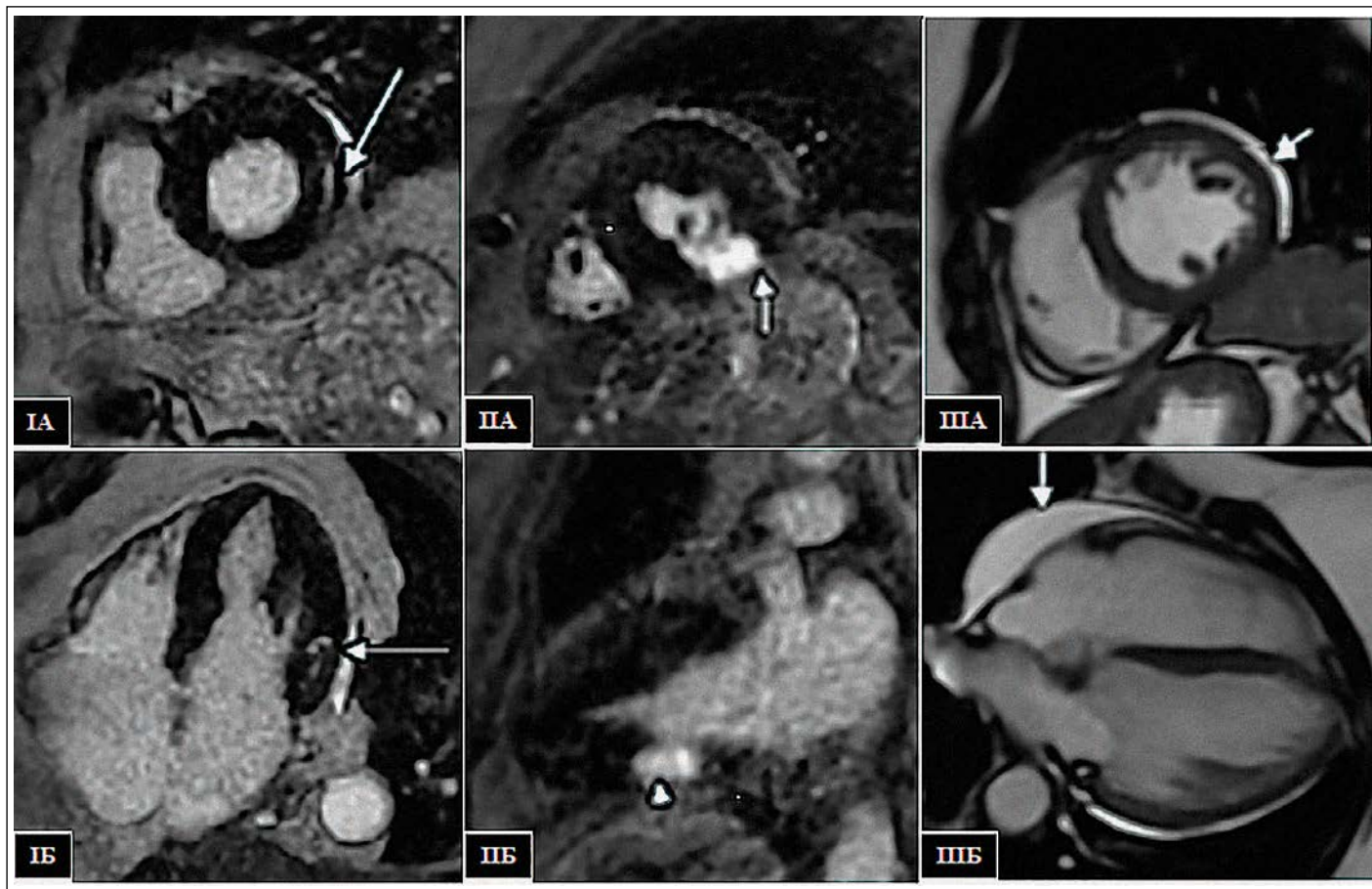
Не выявлено различий между пациентами с очаговыми повреждениями миокарда и без них по полу, возрасту, типу сопутствующей патологии, тяжести заболевания, по уровням СРБ, ферритина, высокочувствительного тропонина I и NT-proBNP, а также основным параметрам ЭКГ и ЭхоКГ. Однако при наличии очагов РК или ПК в миокарде достоверно чаще в острую фазу COVID-19 использовались гидроксихлорохин и тоцилизумаб, но реже – противовирусные и антибактериальные средства. Кроме того, это ассоциировалось с увеличением конечного диастолического и конечного систолического объемов ЛЖ.

Рисунок 1. Паттерн повреждения сердца по данным МРТ с контрастным усилением у пациентов, перенесших COVID-19, в виде диаграммы Венна с выделением наиболее типичных кластеров признаков



ФВ – фракция выброса; ЛЖ – левый желудочек; ПЖ – правый желудочек; РК – раннее контрастирование; ПК – позднее контрастирование.

Рисунок 2. Примеры поражения сердца, по данным МРТ с контрастным усилением



А – вид по короткой оси; Б – по длинной оси; I – мужчина 65 лет, 94-й день от начала COVID-19: субэпикардальная и интрамиокардиальная поздняя задержка контрастного вещества в переднебоковых базальных сегментах левого желудочка (▲); II – женщина 64 лет, 156-й день от начала COVID-19: трансмуральная поздняя задержка контрастного вещества в нижних и нижнебоковых средних сегментах левого желудочка (▲); III – женщина 55 лет, 104-й день от начала COVID-19: выпот в перикарде до 16 мм вдоль боковой стенки левого желудочка, увеличивающийся вдоль свободной стенки правого желудочка (▲).

Таблица 1. Характеристика пациентов, включенных в исследование, и данные МРТ сердца

Характеристика	Все пациенты (n=106)	Ранняя или поздняя задержка контрастного вещества (n=28)	Нет задержки контрастного вещества (n=78)	p
Возраст, годы	57,5 [49; 64]	55,5 [45; 66,5]	58 [51; 63]	0,6334
Женщины, n (%)	62 (58,5)	13 (46)	49 (63)	0,1310
Систолическое АД/ диастолическое АД, мм рт. ст.	140 [124; 148] / 85 [80; 92]	132 [120; 147] / 79 [75,5; 91]	140 [126; 148] / 87,5 [80; 92]	0,3816/0,0867
Индекс массы тела, кг/м ²	29,8 [26,4; 32,9]	29,3 [26,4; 32,9]	30,5 [26,3; 32,8]	0,6542
Курильщики, n (%)	11 (10,4)	4 (14)	7 (9)	0,4757
Артериальная гипертензия, n (%)	95 (89,6)	25 (89)	70 (90)	0,9456
Ожирение, n (%)	33 (31,1)	7 (25)	26 (33)	0,4139
Сахарный диабет, n (%)	15 (14,2)	5 (18)	10 (13)	0,5349
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	13 (12,6)	5 (18)	8 (10)	0,3215
Инсульт в анамнезе, n (%)	8 (7,5)	3 (11)	5 (6)	0,4327
Среднее число симптомов	6 [4; 8]	6 [3; 8]	6 [4; 8]	0,9742
Легкая форма COVID-19*, n (%)	28 (26,4)	9 (32)	19 (24)	0,7896
Среднетяжелая форма, n (%)	33 (31,3)	7 (25)	26 (33)	
Тяжелая форма, n (%)	36 (33,9)	10 (36)	26 (33)	
Крайне тяжелая форма, n (%)	9 (8,5)	2 (7)	7 (9)	
Направлено в стационар, n (%)	76 (71,7)	19 (68)	57 (73)	0,6296
Длительность пребывания в стационаре, дни	16 [12; 20]	16 [10; 20]	15 [12,5; 19,5]	0,7789
Гидрохлорохин**, n (%)	26 (24,5)	11 (39)	15 (19)	0,0343
Противовирусные препараты, n (%)	27 (25,5)	3 (11)	24 (31)	0,0438
Интерферон-α, n (%)	21 (19,8)	4 (14)	17 (22)	0,5811
Антибактериальные средства, n (%)	95 (89,6)	21 (75)	74 (95)	0,0070
Глюкокортикостероиды, n (%)	62 (58,5)	18 (64)	44 (56)	0,4681
Ингибитор рецепторов IL-6, n (%)	6 (5,7)	4 (14)	2 (3)	0,0407
Антикоагулянты, n (%)	80 (75,5)	23 (82)	57 (73)	0,4456
Среднее число препаратов*	4 [3; 6]	4 [3; 6]	4 [3; 6]	0,7498
Выполнение МРТ от начала COVID-19, дни	112,5 [75; 151]	112,5 [77; 145]	114 [70; 159]	0,7716
КДО ЛЖ, мл	118 [100; 139]	127 [113,5; 141]	113,5 [98; 138]	0,0455
КСО ЛЖ, мл	42 [33; 54]	47,5 [40; 62,5]	40 [33; 51]	0,0205
УО ЛЖ, мл	73,5 [63; 85]	70 [70,5; 84]	71 [61; 85]	0,2727
ФВ ЛЖ, %	63 [58; 68]	62,5 [56,6; 66]	63 [58; 69]	0,2481
ММ ЛЖ, г	108 [92; 127]	110 [99; 136]	107 [90; 125]	0,1351
иКДО ЛЖ, мл/м ²	61,5 [51; 68]	66 [56; 70,5]	59,5 [51; 65]	0,0356
иКСО ЛЖа, мл/м ²	22 [18; 26]	25 [21,5; 29,5]	21 [18; 25]	0,0080
иУО ЛЖ, мл/м ²	37,6 [32,8; 42,8]	38,4 [34,6; 43,3]	36,9 [30,9; 42,8]	0,3280
иММ ЛЖ, г/м ²	54 [48; 63]	56 [51; 68]	53,6 [47,7; 62,0]	0,0820
ФВ ЛЖ <57%, n (%)	19 (17,9)	7 (25)	12 (15)	0,2630
КДО ПЖ, мл	116 [96,5; 138,5]	113 [101; 148]	116 [94; 132]	0,6140
КСО ПЖ, мл	50,5 [42; 65]	57 [45; 66]	49 [41; 64]	0,1598
УО ПЖ, мл	62,5 [50; 78,5]	62 [50; 75]	63 [52; 80]	0,7302
ФВ ПЖ, %	55 [47; 62]	53 [45,5; 60]	55,5 [49; 62]	0,2381
иКДО ПЖ, мл/м ²	58,5 [52; 67,5]	60 [52; 75]	58 [52; 66]	0,3403
иКСО ПЖ, мл/м ²	26 [22; 31,5]	29 [22; 44]	25 [22; 31]	0,0728
иУО ПЖ, мл/м ²	31,5 [25,5; 38,2]	31,1 [24,1; 41,3]	32 [25,5; 37,7]	0,5237
ФВ ПЖ <52%, n (%)	39 (36,8)	11 (39)	28 (36)	0,8206
Перикардальный выпот, n (%)	27 (25,5)	6 (21)	21 (27)	0,6234

Для количественных переменных указаны медиана и квартили Ме [Q1; Q3], для качественных – частота и доля (%). * – в соответствии с временными методическими рекомендациями МЗ РФ; ** – специфическая терапия COVID-19; УО – ударный объем; ФВ – фракция выброса; ММ – масса миокарда; и – индексированные значения к площади поверхности тела.

Обсуждение

Поражение сердца у пациентов, перенесших COVID-19, является актуальной проблемой, порожденной текущей пандемией. Ввиду известных ограничений у эндомиокардиальной биопсии МРТ сердца остается основным методом диагностики воспалительных поражений миокарда [6, 24].

Особенностью нашей работы являлось включение в исследование пациентов среднего и старшего возраста с типичным преморбидным фоном независимо от тяжести и особенностей лечения COVID-19. Результаты МРТ показали, что постковидный синдром часто сопровождается поражениями сердца сложного характера, включая очаги повреждения в миокарде, перикардиальный выпот, дисфункцию ЛЖ и ПЖ или их комбинацию. Одновременное появление дисфункции ПЖ и ЛЖ, а также очагов РК и ПК имеет закономерность и отражает общий патогенез этих феноменов при COVID-19 [1–3, 26, 27].

Полученные результаты согласуются с данными других исследований, в которых очаги повреждения миокарда после COVID-19 обнаруживались с частотой 10–35% и даже 49%, при этом T1- и T2-картирование позволяет в 19,4–60% таких случаев подтвердить наличие активного миокардита [10–17, 19]. Однако результаты патоморфологических исследований отражают развитие типичного миокардита лишь в 4,5–14% случаев, что меньше частоты выявления миокардита по данным МРТ сердца [1, 4, 26, 27]. Особенностью миокардита, обусловленного вирусом SARS-CoV-2, является заметная макрофагальная инфильтрация, однако имеет ли это значение для задержки контраста в миокарде, неизвестно, и этот вопрос требует отдельного изучения [1, 2, 26–28].

Связь постковидного синдрома в целом с сохраняющимся воспалением внутренних органов, включая сердце, подтверждена в недавно завершившихся исследованиях CISCO-19 и COVERSCAN [14, 19]. Показана роль и аутоиммунных механизмов в развитии поражений сердца при COVID-19 под влиянием специфических антикардиальных антител [27, 29].

Как и в других исследованиях с участием пациентов с отягощенным преморбидным фоном, в нашей работе кроме феномена ПК, характерного для миокардита, встречались также ишемический и даже смешанный варианты задержки контрастного вещества, при этом наличие очагов повреждения миокарда ассоциировалось с ремоделированием ЛЖ [10, 11, 15, 17–19].

Ишемическое повреждение миокарда после COVID-19 отмечается в 17–23% случаев, при этом неясно, зависит ли их появление от тяжести инфекции или определяется преморбидным фоном [11, 12, 15–19]. Так, T. Kotecha и соавт. [15] с помощью МРТ сердца обнаружили у пациентов, перенесших COVID-19 с повышением уровня тропонинов, признаки ишемического повреждения, а при выполнении

стресс-теста с аденозином – еще и преходящую ишемию, хотя большая часть обследованных не страдала ИБС. Ишемическое повреждение могло быть следствием развития инфаркта миокарда I или II типа [15]. Следовательно, выявление после COVID-19 при проведении МРТ сердца типичного для ИБС паттерна ПК может быть показанием к дополнительному исследованию коронарного кровообращения.

COVID-19 может протекать с нарушением глобальной сократимости желудочков и перикардиальным выпотом, при этом повреждение ПЖ является независимым предиктором неблагоприятного прогноза [10–12, 15–18, 20–23]. Частое вовлечение ПЖ происходит из-за характерного поражения легких с развитием тромбозов микроциркуляторного русла или острой тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) [1–4, 22, 23]. Таким образом, дисфункция ПЖ, выявленная после COVID-19, может рассматриваться как подострое легочное сердце с обязательным исключением немассивной ТЭЛА.

В нашей работе, как и в других исследованиях, показано, что оценка уровней высокочувствительных тропонинов и NT-proBNP имеет ограниченное значение при постковидном синдроме, но крайне важна для ранней диагностики поражения сердца в острую фазу COVID-19 [10, 12, 15, 18, 19].

Влияние препаратов, используемых в острую фазу COVID-19, непосредственно на развитие миокардита и другие отдаленные последствия отмечено в ряде исследований, но требует специальной проверки [12, 19].

В недавно представленном согласованном мнении экспертов Американской коллегии кардиологов предложено в отсутствие полных критериев миокардита, но наличии признаков поражения сердца по данным ЭКГ, ЭхоКГ, МРТ сердца, использовать термин «myocardial involvement», или вовлечение миокарда. Это широкое понятие включает инфаркт миокарда I и II типа, мультисистемный воспалительный синдром, стрессовую кардиомиопатию, «цитокинный шторм», острое легочное сердце, обострение СН, дебют скрытого ранее заболевания сердца. При этом под термином «myocardial injury», или повреждение миокарда, подразумевается повышение в силу разных причин только уровня кардиоспецифичных тропонинов, что более характерно для острой фазы инфекции [7]. Таким образом, уточнение конкретного механизма повреждения сердца после COVID-19 требует дополнительных исследований. На Центральной иллюстрации представлен возможный алгоритм обследования пациентов с постковидным синдромом с использованием мультимодальной визуализации.

Ограничения исследования

Представленное исследование являлось проспективным одноцентровым и было несравнительным. Выборка формировалась по факту обращения пациентов, что не исключало

полностью систематической ошибки. Выявленные с помощью МРТ сердца очаговые и другие изменения могли быть следствием не только COVID-19, но и исходных заболеваний. Не использовались возможности T1- и T2-картирования.

Представлен одномоментный анализ данных, не раскрывающий естественное течение возникших после COVID-19 изменений. Относительно небольшой размер выборки затруднял сравнение отдельных подгрупп и мог препятствовать выявлению факторов, связанных с повреждением сердца.

В то же время наличие схожих с результатами других исследований типов повреждения сердца, в том числе у пациентов без преморбидного фона, под воздействием одного патогенного фактора – вируса SARS-CoV-2, позволяет считать полученные результаты корректными.

Заключение

В нашей работе впервые в условиях повседневной клинической практики магнитно-резонансная томография сердца с контрастным усилением позволила обнаружить у пациентов с постковидным синдромом и неспецифическими жалобами скрытые и различные по механизму развития типы повреждения сердца.

Характер поражения сердца при постковидном синдроме зависит от преморбидного фона, особенностей те-

чения и терапии COVID-19. В отдельных случаях наблюдаются изменения, типичные одновременно и для воспалительного, и для ишемического повреждения миокарда. Появление очагов повреждения миокарда сопровождается ремоделированием левого желудочка.

Раннее выявление постковидных нарушений работы сердца, их дифференциальная диагностика с назначением адекватной терапии являются серьезным вызовом и требуют активных исследований в этой области, учитывая масштаб заболеваемости COVID-19 и ее последствия.

Благодарности

Авторы статьи выражают признательность всем врачам АУЗ ВО «ВОККДЦ», помогавшим с обследованием пациентов. Светлая память нашим учителям профессорам Э. В. Минакову, В. Т. Бурлачуку за их вклад в развитие терапевтической школы и сохранение лучших традиций отечественной медицины.

Финансирование

Источники финансирования отсутствуют.

Конфликт интересов не заявлен.

Статья поступила 20.09.2022

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Basso C, Leone O, Rizzo S, De Gaspari M, van der Wal AC, Aubry M-C et al. Pathological features of COVID-19-associated myocardial injury: a multicentre cardiovascular pathology study. *European Heart Journal*. 2020;41(39):3827–35. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa664
2. Kogan E.A., Berezovskiy Yu.S., Blagova O.V., Kukleva A.D., Bogacheva G.A., Kurilina E.V. et al. Миокардит у пациентов с COVID-19, подтвержденный результатами иммуногистохимического исследования. *Кардиология*. 2020;60(7):4–10. [Russian: Коган Е.А., Березовский Ю.С., Благова О.В., Куклева А.Д., Богачева Г.А., Курилина Э.В. и др. Миокардит у пациентов с COVID-19, подтвержденный результатами иммуногистохимического исследования. *Кардиология*. 2020;60(7):4–10]. DOI: 10.18087/cardio.2020.7.n1209
3. Hendren NS, Drazner MH, Bozkurt B, Cooper LT. Description and Proposed Management of the Acute COVID-19 Cardiovascular Syndrome. *Circulation*. 2020;141(23):1903–14. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047349
4. Kawakami R, Sakamoto A, Kawai K, Gianatti A, Pellegrini D, Nasr A et al. Pathological Evidence for SARS-CoV-2 as a Cause of Myocarditis. *Journal of the American College of Cardiology*. 2021;77(3):314–25. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.11.031
5. NICE. COVID-19 rapid guideline: managing the long-term effects of COVID-19. -London: National Institute for Health and Care Excellence;2020. ISBN 978-1-4731-3943-5
6. Raman B, Bluemke DA, Lüscher TF, Neubauer S. Long COVID: post-acute sequelae of COVID-19 with a cardiovascular focus. *European Heart Journal*. 2022;43(11):1157–72. DOI: 10.1093/eurheartj/ehac031
7. Gluckman TJ, Bhavne NM, Allen LA, Chung EH, Spatz ES, Ammirati E et al. 2022 ACC Expert Consensus Decision Pathway on Cardiovascular Sequelae of COVID-19 in Adults: Myocarditis and Other Myocardial Involvement, Post-Acute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection, and Return to Play. *Journal of the American College of Cardiology*. 2022;79(17):1717–56. DOI: 10.1016/j.jacc.2022.02.003
8. Xie Y, Xu E, Bowe B, Al-Aly Z. Long-term cardiovascular outcomes of COVID-19. *Nature Medicine*. 2022;28(3):583–90. DOI: 10.1038/s41591-022-01689-3
9. Abbasi J. The COVID Heart—One Year After SARS-CoV-2 Infection, Patients Have an Array of Increased Cardiovascular Risks. *JAMA*. 2022;327(12):1113–4. DOI: 10.1001/jama.2022.2411
10. Huang L, Zhao P, Tang D, Zhu T, Han R, Zhan C et al. Cardiac Involvement in Patients Recovered From COVID-2019 Identified Using Magnetic Resonance Imaging. *JACC: Cardiovascular Imaging*. 2020;13(11):2330–9. DOI: 10.1016/j.jcmg.2020.05.004
11. Puntmann VO, Carerj ML, Wieters I, Fahim M, Arendt C, Hoffmann J et al. Outcomes of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging in Patients Recently Recovered From Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *JAMA Cardiology*. 2020;5(11):1265–73. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.3557
12. Eiros R, Barreiro-Pérez M, Martín-García A, Almeida J, Villacorta E, Pérez-Pons A et al. Pericardial and myocardial involvement after SARS-CoV-2 infection: a cross-sectional descriptive study in health-care workers. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*. 2022;75(9):734–46. DOI: 10.1016/j.rec.2021.11.001
13. Rajpal S, Tong MS, Borchers J, Zareba KM, Obarski TP, Simonetti OP et al. Cardiovascular Magnetic Resonance Findings in Competitive Athletes Recovering From COVID-19 Infection. *JAMA Cardiology*. 2021;6(1):116–8. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.4916
14. Dennis A, Wamil M, Alberts J, Oben J, Cuthbertson DJ, Wootton D et al. Multiorgan impairment in low-risk individuals with post-COVID-19 syndrome: a prospective, community-based study. *BMJ Open*. 2021;11(3):e048391. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-048391
15. Kotecha T, Knight DS, Razvi Y, Kumar K, Vimalaevan K, Thornton G et al. Patterns of myocardial injury in recovered troponin-positive COVID-19 patients assessed by cardiovascular magnetic resonance. *European Heart Journal*. 2021;42(19):1866–78. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab075

16. Daniels CJ, Rajpal S, Greenshields JT, Rosenthal GL, Chung EH, Terrin M et al. Prevalence of Clinical and Subclinical Myocarditis in Competitive Athletes With Recent SARS-CoV-2 Infection: Results From the Big Ten COVID-19 Cardiac Registry. *JAMA Cardiology*. 2021;6(9):1078–87. DOI: 10.1001/jamacardio.2021.2065
17. Singh T, Kite TA, Joshi SS, Spath NB, Kershaw L, Baker A et al. MRI and CT coronary angiography in survivors of COVID-19. *Heart*. 2022;108(1):46–53. DOI: 10.1136/heartjnl-2021-319926
18. Hanneman K, Houbois C, Schoffel A, Gustafson D, Iwanochko RM, Wintersperger BJ et al. Combined Cardiac Fluorodeoxyglucose–Positron Emission Tomography/Magnetic Resonance Imaging Assessment of Myocardial Injury in Patients Who Recently Recovered From COVID-19. *JAMA Cardiology*. 2022;7(3):298–308. DOI: 10.1001/jamacardio.2021.5505
19. Morrow AJ, Sykes R, McIntosh A, Kamdar A, Bagot C, Bayes HK et al. A multisystem, cardio-renal investigation of post-COVID-19 illness. *Nature Medicine*. 2022;28(6):1303–13. DOI: 10.1038/s41591-022-01837-9
20. Giustino G, Croft LB, Stefanini GG, Bragato R, Silbiger JJ, Vincenzi M et al. Characterization of Myocardial Injury in Patients With COVID-19. *Journal of the American College of Cardiology*. 2020;76(18):2043–55. DOI: 10.1016/j.jacc.2020.08.069
21. Szekely Y, Lichter Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I et al. Spectrum of Cardiac Manifestations in COVID-19: A Systematic Echocardiographic Study. *Circulation*. 2020;142(4):342–53. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047971
22. Dweck MR, Bularga A, Hahn RT, Bing R, Lee KK, Chapman AR et al. Global evaluation of echocardiography in patients with COVID-19. *European Heart Journal Cardiovascular Imaging*. 2020;21(9):949–58. DOI: 10.1093/ehjci/jeaa178
23. Soulat-Dufour L, Fauvel C, Weizman O, Barbe T, Pezel T, Mika D et al. Prognostic value of right ventricular dilatation in patients with COVID-19: a multicentre study. *European Heart Journal – Cardiovascular Imaging*. 2022;23(4):569–77. DOI: 10.1093/ehjci/jeab067
24. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, Kramer CM, Carbone I, Sechtem U et al. Cardiovascular Magnetic Resonance in Nonischemic Myocardial Inflammation. *Journal of the American College of Cardiology*. 2018;72(24):3158–76. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.09.072
25. Petersen SE, Khanji MY, Plein S, Lancellotti P, Bucciarelli-Ducci C. European Association of Cardiovascular Imaging expert consensus paper: a comprehensive review of cardiovascular magnetic resonance normal values of cardiac chamber size and aortic root in adults and recommendations for grading severity. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*. 2019;20(12):1321–31. DOI: 10.1093/ehjci/jez232
26. Peretto G, Villatore A, Rizzo S, Esposito A, De Luca G, Palmisano A et al. The Spectrum of COVID-19-Associated Myocarditis: A Patient-Tailored Multidisciplinary Approach. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(9):1974. DOI: 10.3390/jcm10091974
27. Blagova O.V., Kogan E.A., Lutokhina Yu.A., Kukleva A.D., Ainetdinova D.H., Novosadov V.M. et al. Subacute and chronic post-covid myocarditis: clinical presentation, role of coronavirus persistence and autoimmune mechanisms. *Kardiologiya*. 2021;61(6):11–27. [Russian: Благова О.В., Коган Е.А., Лутохина Ю.А., Куклева А.Д., Айнетдинова Д.Х., Новосадов В.М. и др. Постковидный миоэндокардит по-доброму и хронического течения: клинические формы, роль персистенции коронавируса и аутоиммунных механизмов. *Кардиология*. 2021;61(6):11-27]. DOI: 10.18087/cardio.2021.6.n1659
28. Fox SE, Falgout L, Vander Heide RS. COVID-19 myocarditis: quantitative analysis of the inflammatory infiltrate and a proposed mechanism. *Cardiovascular Pathology*. 2021;54:107361. DOI: 10.1016/j.carpath.2021.107361
29. Blagova O.V., Varionchik N.V., Zaydenov V.A., Savina P.O., Sarkisova N.D. Anticardiac antibodies in patients with severe and moderate COVID-19 (correlations with the clinical performance and prognosis). *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):85–97. [Russian: Благова О.В., Вариончик Н.В., Зайденев В.А., Савина П.О., Саркисова Н.Д. Оценка уровня антикардиальных антител у больных с тяжелым и среднетяжелым течением COVID-19 (корреляции с клинической картиной и прогнозом). *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):85-97]. DOI: 10.15829/29/1560-4071-2020-4054