



<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-135-141>
УДК 616.98:578.834.1]-06:[616.127:616.24]-073.86

МР-томографические варианты картины повреждения миокарда и легких у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) – два типичных клинических примера

Т.А. Шелковникова, Е.Ю. Пушникова, А.Е. Баев, В.В. Рябов, В.Ю. Усов

Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, 634012, Российская Федерация, Томск, ул. Киевская, 111а

Аннотация

Представлены клинические примеры вариантов сердечно-сосудистых осложнений новой коронавирусной инфекции (COVID-19) при их визуализации средствами магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца и органов грудной клетки (ОГК) с парамагнитным контрастным усилением и синхронизацией с электрокардиограммой (ЭКГ) и дыханием. Выделены синдромы очагового инфарктного постковидного повреждения и диффузного воспалительного поражения. Представлена картина МР-томографической визуализации коронарной атеросклеротической бляшки. Приведены результаты количественной обработки МРТ сердца при этих двух различных синдромах постковидных кардиологических осложнений. Представленные клинические примеры свидетельствуют о необходимости выполнения МРТ сердца для контроля за пациентами и оценки долгосрочных сердечно-сосудистых последствий COVID-19.

Ключевые слова:	постковидная кардиопатия, инфаркт миокарда, коронавирусная инфекция, COVID-19, магнитно-резонансная томография сердца, парамагнитное контрастирование.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента.
Для цитирования:	Шелковникова Т.А., Пушникова Е.Ю., Баев А.Е., Рябов В.В., Усов В.Ю. МР-томографические варианты картины повреждения миокарда и легких у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) – два типичных клинических примера. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2022;37(1):135–141. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-135-141 .

Magnetic resonance syndromes of myocardial damage in patients after new coronavirus infection (COVID-19) – two typical clinical cases

Tatyana A. Shelkovernikova, Elena Yu. Pushnikova, Andrey E. Baev, Vyacheslav V. Ryabov, Wladimir Yu. Ussov

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111a, Kievskaya str., Tomsk, 634012, Russian Federation

Abstract

Clinical examples for variants of cardiovascular complications of a new coronavirus infection (COVID-19) are presented when they are visualized by means of magnetic resonance imaging (MRI) of the heart and chest organs with paramagnetic contrast enhancement and synchronization with ECG and respiration signal. The syndromes of post-COVID focal infarct injury and

✉ Усов Владимир Юрьевич, e-mail: ussov1962@yandex.ru

diffuse inflammatory lesion are identified. The picture of MRI visualization of coronary atherosclerotic plaque is presented. The results of quantitative processing of cardiac MRI in these two different syndromes of post-COVID cardiological complications are presented. The presented clinical examples indicate the need for cardiac MRI to monitor patients and assess the long-term cardiovascular effects of COVID-19.

Keywords:	post-COVID cardiopathy, myocardial infarction, coronavirus infection, COVID-19, cardiac MRI, paramagnetic contrast.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients.
For citation:	Shelkovnikova T.A., Pushnikova E.Yu., Baev A.E., Ryabov V.V., Ussov W.Yu. Magnetic resonance syndromes of myocardial damage in patients after new coronavirus infection (COVID-19) – two typical clinical cases. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2022;37(1):135–141. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-1-135-141 .

Введение

Вспышка новой коронавирусной инфекции (COVID-19), вызванная SARS-CoV-2, представляет собой в настоящее время едва ли не самую большую проблему в медицине. Известно, что COVID-19, в первую очередь, поражает легкие, вызывая интерстициальный пневмонит и тяжелый острый респираторный дистресс-синдром (ОРДС), однако нередки случаи вовлечения сердечно-сосудистой системы, составляющие по первым подсчетам до 30-40% заболевших тяжелыми формами COVID-19 [1–3]. У пациентов с COVID-19 отмечается повышенный уровень высокочувствительного тропонина I и креатинкиназы. Механистически SARS-CoV-2 после протеолитического расщепления своего белка S-сериновой протеазой связывается с трансмембранным ангиотензинпревращающим ферментом 2 (АПФ2)-гомологом АПФ-для проникновения в пневмоциты типа 2, макрофаги, периваскулярные перициты и кардиомиоциты [3]. Это может привести к дисфункции и повреждению миокарда, эндотелиальной дисфункции, микрососудистым нарушениям, нестабильности бляшек и инфаркту миокарда (ИМ). Вероятные механизмы повреждения миокарда связаны с выбросом цитокинов, дыхательной недостаточностью и гипоксемией с последующим повреждением сердечных миоцитов, со снижением регулирования экспрессии АПФ2, а также с гиперкоагуляцией, развитием коронарного микрососудистого тромбоза, повреждением эндотелия. У пациентов, недавно перенесших COVID-19, отмечается развитие сердечной недостаточности (до 78% случаев, по некоторым данным), продолжающееся воспаление миокарда в 60%, независимо от ранее существовавших состояний, тяжести и общего течения острого заболевания, а также времени с момента первоначального диагноза [2, 4]. Представленные в литературе результаты наблюдений пациентов с COVID-19 [2, 5] указывают на необходимость долгосрочных исследований сердечно-сосудистых последствий данного заболевания. Один из методов, позволяющих не только оценить повреждение миокарда после перенесенной инфекции, но и связь выявленных изменений с состоянием легочной ткани, является магнитно-резонансная томография (МРТ) [2, 6, 7].

Мы представляем два клинических случая, отображающих повреждение миокарда и легких на фоне новой коронавирусной инфекции (COVID-19).

Клинический случай

Пациент Ж., 40 лет, госпитализирован в НИИ кардиологии Томского НИМЦ 27.07.2021 г. с жалобами на давящие боли за грудиной при физической нагрузке. Из анамнеза выяснено, что в течение последнего года пациента стали беспокоить боли в области сердца, обследовался в сентябре 2020 г., по данным эхокардиографии патологии не было выявлено, при проведении коронароангиографии (КАГ) – без признаков стенозирующего атеросклероза коронарных артерий (рис. 1А). В декабре 2020 г. пациент был госпитализирован в кардиологическое отделение клинической больницы с диагнозом: Острый инфаркт миокарда передне-перегородочной области и верхушки левого желудочка (ЛЖ), на КАГ определена тромботическая окклюзия передней нисходящей артерии (ПНА) (рис. 1Б). Одновременно у пациента была выявлена коронавирусная инфекция, верифицирована двусторонняя полисегментарная пневмония (степень тяжести, по данным спиральной рентгеновской компьютерной томографии (СРКТ) – КТ-1), дыхательная недостаточность ДН-1. В настоящую госпитализацию лабораторные показатели пациента соответствовали норме. Данные электрокардиограммы представлены на рисунке 1В.

Проведено МРТ сердца с контрастированием на магнитно-резонансном томографе Titan Vantage (Toshiba Medical) 1,5 Т до и после введения контрастного препарата (гадобутрол, из расчета 0,1 мл 1 М раствора на 1 кг массы тела пациента). Протокол МРТ-исследования включал использование динамических SSFP последовательностей с задержкой дыхания для функционального исследования сердца. Для определения характера контрастирования миокарда использовалась градиентная последовательность инверсия – восстановление (GR-IR) через 8–20 мин после внутривенного введения контрастного препарата. Постинфарктные рубцовые изменения определялись как участки задержки вымывания контрастного препарата высокой интенсивности с четкими внешними контурами, расположенные субэндокардиально/трансмурально, поствоспалительные изменения определялись как участки задержки вымывания контрастного препарата с локализацией в интрамуральных и субэпикардиальных отделах миокарда [5, 7–9]. Полуавтоматически была выполнена оценка глобальной сократительной функции ЛЖ, определены величины конечного

систолического (КСО) и конечного диастолического объемов (КДО) ЛЖ. Расчет массы жизнеспособного миокарда выполнен полуавтоматическим способом с использованием пакета программного обеспечения "Segment" (<http://medviso.com>).

У пациента выявлены распространенные постинфарктные рубцовые изменения миокарда ЛЖ (рис. 2) в проекции передне-перегородочной стенки и верхушки ЛЖ, расширение полости ЛЖ, наличие тромба в полости ЛЖ, снижение его глобальной сократительной функции (таблица).

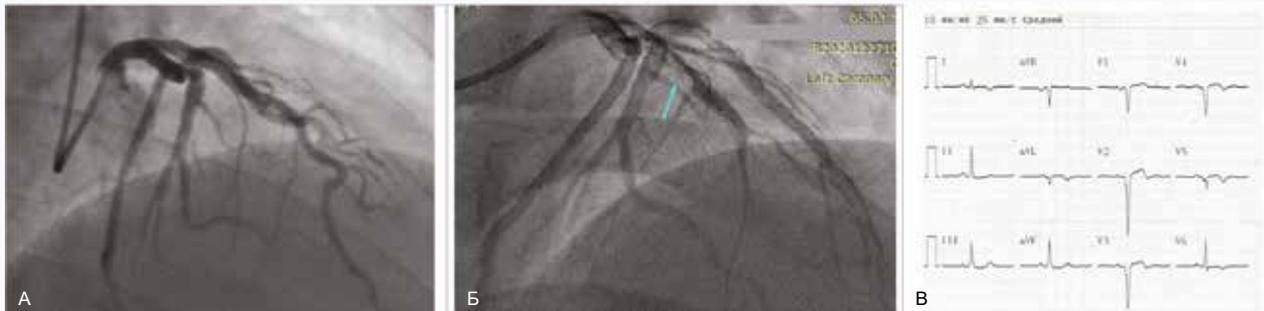


Рис. 1. Картина катетерного коронарографического исследования пациента Ж. до (А) и после (Б) развития острого инфаркта миокарда в ранние сроки после перенесенного эпизода инфекции COVID-19. Стрелкой указана область инфарктной субтотальной окклюзии инфаркт-связанной левой коронарной артерии. В – электрокардиографическая картина пациента на момент острого инфаркта миокарда

Fig. 1. The picture of catheter coronary angiography examination of patient W before (A) and after (Б) the development of acute myocardial infarction in the early stages after an episode of COVID-19 infection. The arrow indicates the area of subtotal occlusion of the infarct-related left coronary artery. В – electrocardiographic picture of the patient at the time of acute myocardial infarction

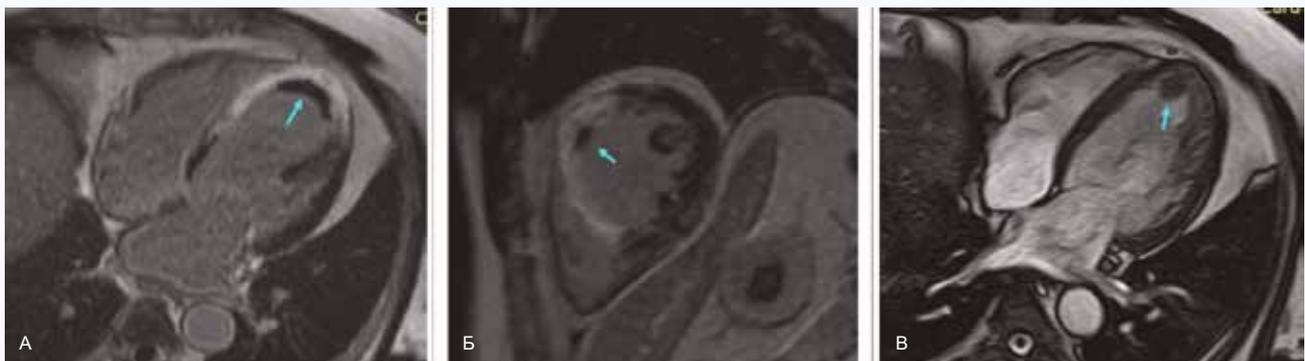


Рис. 2. МР-томографическое исследование сердца пациента Ж. с парамагнитным контрастным усилением и ЭКГ синхронизацией. А – исследование в режиме инверсия-восстановление, срез на уровне середины длинника левого желудочка по длинной оси в четырехкамерной позиции. Б – также инверсия-восстановление, срез по короткой оси, середина левого желудочка. В – конечно-диастолический кадр исследования в кино-режиме. Очевидно высокоинтенсивное трансмуральное «инфарктное» включение парамагнетика в переднюю стенку левого желудочка и перегородку в сочетании с протяженным плотно фиксированным тромбом по ходу эндокарда (указано стрелкой). Отмечается также вентрикулодилатация левого желудочка и его диффузная гипокинезия

Fig. 2. Cardiac MRI study of patient W, with paramagnetic contrast enhancement and ECG synchronization. А – study in the inversion–recovery mode, slice position at the level of the middle of the left ventricle, along the long axis, in the four-chamber position. Б – also inversion-recovery mode, slice along the short axis, the middle of the left ventricle. В – the diastolic frame of the study in the movie mode. There is obvious high-intensity transmural infarction uptake of paramagnetic in the anterior wall of the left ventricle and septum, in combination with an extensive tightly fixed thrombus along the endocardium at the apex, marked with arrow. Dilatation of the left ventricle and its diffuse hypokinesia are also noted

При визуализации сердца по короткой оси в T1-взвешенном изображении с подавлением сигнала от жировой ткани исходно до контрастного усиления установлено усиление МР-сигнала в области расположения инфаркт-связанной коронарной атеросклеротической бляшки, которое затем при контрастировании парамагнетиком усиливается вместе со стенкой проксимальных участков главных коронарных артерий (рис. 3).

Таким образом, данный клинический случай представляет собой типичный пример, когда при отсутствии год тому назад критического стеноза коронарной артерии на фоне ковид-пневмонии развился острый ИМ, очевидно, вследствие геморрагии в латентную до того коронарную бляшку, свидетельством чего явились и

картина коронарографии, и картина МР-томографических данных миокарда и области коронарных артерий. Обоснованно расценивать этот тип постковидных осложнений как ковид-ассоциированный ИМ. При контрастировании отмечается усиление МР-сигнала от участков поствоспалительного уплотнения легочной ткани, преимущественно в средних и задне-базальных отделах легких (рис. 4).

Важно отметить наличие у пациента Ж. на фоне перенесенного ИМ обширного плотно фиксированного тромба по поверхности эндокарда ЛЖ. Очевидно, что этот феномен требует дополнительного изучения в большей группе пациентов, перенесших ковид-ассоциированную патологию.

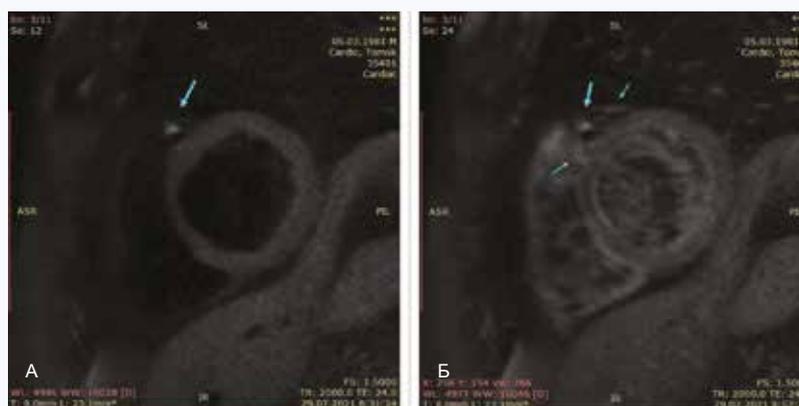


Рис. 3. Пациент Ж. Т1-ВИ сердца, срезы по короткой оси на уровне проксимальной трети левого желудочка до (А, справа) и после (Б, слева) парамагнитного контрастного усиления. Визуализируются диффузные интрамиокардиальные включения парамагнетика, выраженное усиление по ходу эндокарда левого желудочка преимущественно в области инфарктированной боковой стенки левого желудочка. При этом до парамагнитного контрастного усиления визуализируется инфаркт-связанная бляшка (на правом скане отмечена толстой стрелкой), а после контрастирования дополнительно – проксимальные участки ветвей левой коронарной артерии (указаны тонкими стрелками)

Fig. 3. Patient W, T1-WI of the heart, sections along the short axis at the level of the proximal third of the left ventricle, before (right) and after (left) paramagnetic contrast enhancement. Diffuse intramyocardial inclusions of paramagnetic agent are visualized; there is pronounced amplification along the left ventricular endocardium mainly in the area of the infarcted lateral wall of the left ventricle. At the same time, an infarct-associated plaque is visualized before paramagnetic contrast enhancement (marked with a thick arrow on the right scan), and the proximal sections of the branches of the left coronary artery are additionally visualized after enhancement (shown by thin arrows)

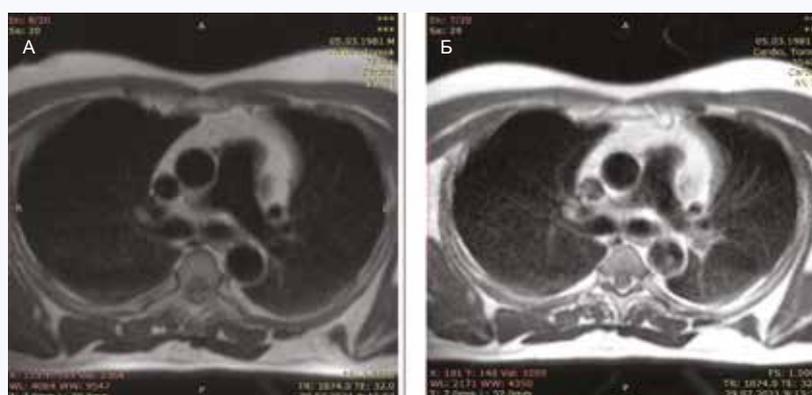


Рис. 4. МРТ органов грудной клетки в Т1-ВИ до (А, справа) и после (Б, слева) парамагнитного контрастного усиления. Визуализируется интенсивное диффузное накопление в области легочных полей, преимущественно в задних отделах обоих легких, а также интенсивное контрастное усиление аортальной стенки как в восходящем, так и в нисходящем колена грудной аорты

Fig. 4. MRI of the chest organs in T1-WI before (A, right) and after (B, left) paramagnetic contrast enhancement. Intense diffuse uptake is seen in the region of the pulmonary fields, mainly in the posterior parts of both lungs, as well as intense contrast enhancement of the aortic wall, both in the ascending and descending part of the thoracic aorta

Таблица. Результаты МР-томографического исследования сердца у пациентов с различными кардиологическими осложнениями после перенесенной инфекции COVID-19

Table. Results of cardiac MRI studies in patients with various cardiac post-COVID complications

Показатели Parameters	Пациент Ж. – постковидный инфаркт миокарда Patient Zh. Post-COVID myocardial infarction	Пациент А. – постковидный миокардит Patient A. Post-COVID myocarditis
КДО ЛЖ, мл Left ventricular end-diastolic volume, mL	176,6	322
КСО ЛЖ, мл Left ventricular end-systolic volume, mL	108,5	241
ФВ ЛЖ, % Left ventricular ejection fraction, %	39	25
Межжелудочковая перегородка, мм Interventricular septum, mm	7,2	9,8
Задняя стенка ЛЖ, мм Left ventricular posterior wall, mm	9,8	9,6
Масса миокарда ЛЖ, г Left ventricular myocardial mass, g	165	267
Наличие жидкости в полости перикарда (расхождение листков перикарда), мм Presence of liquid in the pericardial cavity, mm	3,1	4,2
Процент поврежденного миокарда от общей массы миокарда ЛЖ Quota of damaged myocardium, as percentage of total LV mass	37,2	6,7

Пациент А., 49 лет, в 2020 г. перенес новую коронавирусную инфекцию, находился на лечении в стационаре с двусторонней полисегментарной пневмонией (по данным мультиспиральной компьютерной томографии органов грудной клетки (ОГК) от 02.12.2020 г. – высокий риск вирусной пневмонии, КТ-4, объем поражения легких 80%, кардиалгия, гидроперикард). При проведении эхокардиографии было выявлено расширение полостей сердца, зоны гипо- и акинеза, снижение фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ), наличие тромботических масс в полости ЛЖ. С января 2021 г. стал отмечать кратковременные боли в левой половине грудной клетке, одышку инспираторного характера при физической нагрузке. В настоящую госпитализацию (25.05.2021 г.), по данным МРТ сердца

с контрастированием (протокол исследования описан в предшествующем клиническом случае пациента Ж.), выявлены изменения, соответствующие хроническому миокардиту: сферизация и расширение полости ЛЖ, снижение глобальной сократительной функции ЛЖ, участки патологического контрастирования в интрамуральных и субэпикардиальных отделах миокарда ЛЖ (рис. 5).

При этом, в отличие от предшествующего случая, признаков активного контрастирования коронарных артерий и атеросклеротических бляшек в них не отмечается (рис. 6).

По данным МРТ грудной клетки, у данного пациента визуализируется интенсивное контрастирование легочной ткани при введении парамагнетика (рис. 7), что доказывает наличие постковидных диффузных изменений.

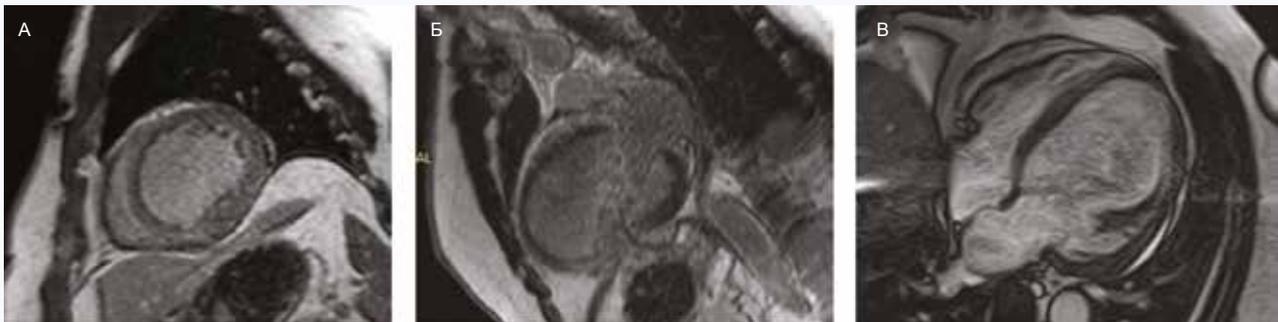


Рис. 5. МРТ-исследование сердца пациента А. с парамагнитным контрастным усилением и ЭКГ синхронизацией. А – исследование в режиме инверсия-восстановление, срез на уровне середины длинника левого желудочка по короткой оси. Б – также инверсия-восстановление, срез по длинной оси, двухкамерная позиция. В – конечно-диастолический кадр исследования в кино-режиме. На фоне распространенного диффузного включения парамагнетика, умеренной и малой интенсивности, в миокард левого желудочка отмечается вентрикулодилатация и его диффузная гипокинезия
Fig. 5. Cardiac MRI study in patient A, with paramagnetic contrast enhancement and ECG synchronization. A – study in the inversion-recovery mode, slice at the level of the middle of the left ventricle, along the short axis. B is also an inversion-recovery, a slice along the long axis, a two-chamber position. B represents the end-diastolic frame of the study in movie mode. Obviously, besides the extensive diffuse uptake of paramagnetic to the myocardium of the left ventricle, of moderate and low intensity, ventricular dilatation and diffuse hypokinesia are obvious

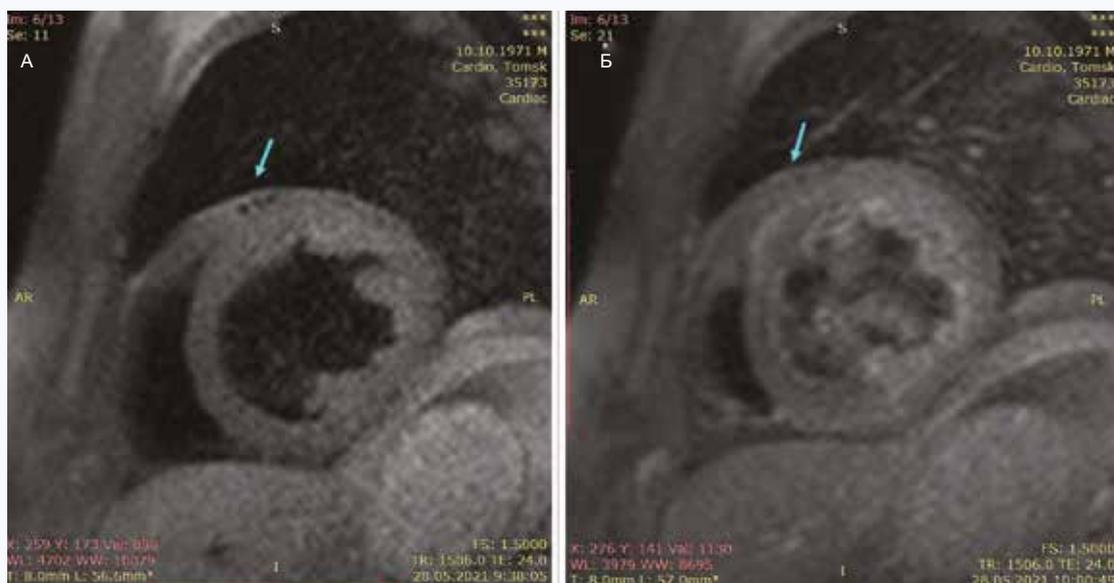


Рис. 6. Пациент А. T1-ВИ сердца, срезы по короткой оси на уровне проксимальной трети левого желудочка до (А, справа) и после (Б, слева) парамагнитного контрастного усиления. Визуализируются диффузные интрамиокардиальные включения парамагнетика, а также усиление по ходу эндокарда левого желудочка, но при этом заметное усиление в области коронарных артерий (область указана стрелками) отсутствует
Fig. 6. Patient A. T1-W images of the heart, slices along the short axis at the level of the proximal third of the left ventricle, before (A, right) and after (B, left) paramagnetic contrast enhancement. Diffuse intramyocardial uptake of paramagnetic is visualized, as well as an enhancement along the left ventricular endocardium, but there is no noticeable enhancement in the area of the coronary arteries (the area shown by arrows)

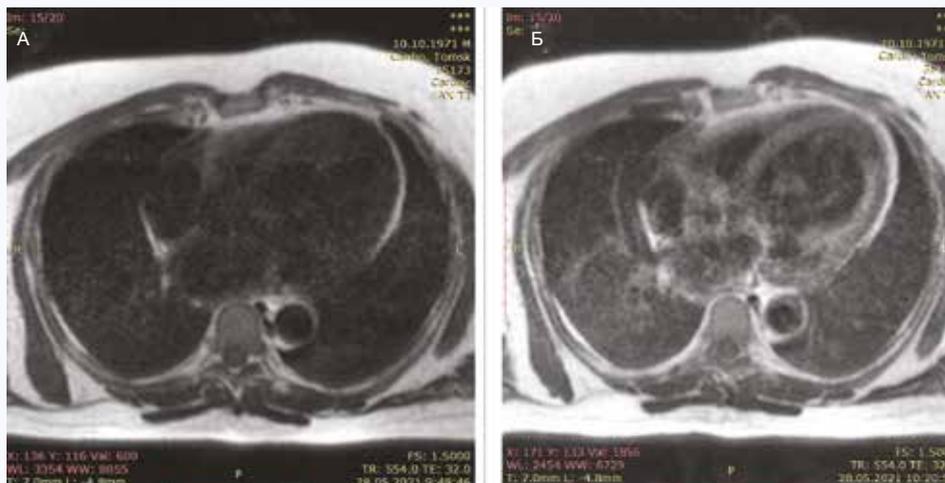


Рис. 7. МР-томография органов грудной клетки в Т1-ВИ с ЭКГ- синхронизацией того же пациента А. до (А, справа) и после (Б, слева) парамагнитного контрастного усиления. При парамагнитном контрастном усилении (слева) ясно визуализируется диффузное накопление парамагнетика в паренхиме легких, более выраженное в правом легком, а также диффузное накопление контраста-парамагнетика в миокарде. Также обращает на себя внимание среднеинтенсивное включение парамагнетика в стенку аорты. Клиническое заключение – сочетание постковидного диффузного фиброза легких, умеренной интенсивности, и диффузного неспецифического повреждения миокарда
Fig. 7. MRI of the chest organs in T1-W mode, with ECG synchronization, in the same patient A before (A, right) and after (B, left) paramagnetic contrast enhancement. With paramagnetic contrast enhancement (B, on the left), diffuse accumulation of paramagnetic in the lung parenchyma is clearly visualized, more pronounced in the right lung, as well as diffuse accumulation of contrast-paramagnetic in the myocardium. Also noteworthy is the medium-intensity uptake of paramagnet in the aortic wall. The clinical conclusion is a combination of post-COVID diffuse pulmonary fibrosis, of moderate intensity, and diffuse nonspecific myocardial damage

Обсуждение

Представленные клинические случаи, с одной стороны, в силу своего явного различия дают основание впредь четко дифференцировать постковидные манифестные поражения по типу либо острого ИМ, либо диффузного миокардита, без заметных изменений собственно стенки коронарных артерий. Поражение легочной ткани в обоих случаях было сходным, так что различия в патофизиологическом генезе этих двух форм еще предстоит выяснить. С другой стороны, эти частные случаи постковидного поражения сердца ясно демонстрируют необходимость визуализации сердца методом МРТ с контрастированием у больных, перенесших коронавирусную, вызванную SARS-CoV-2, инфекцию COVID-19, при наличии болей в грудной клетке. Ясные различия форм поражения мио-

карда после COVID-19 и возможность их неинвазивной дифференцировки при МРТ с контрастированием позволяют не только подтвердить и уточнить диагноз, но и дают возможность выбрать наиболее адекватную тактику ведения пациентов каждой группы [10]. Дополнительная визуализация легочной ткани при проведении исследования с присутствием несомненных МРТ-признаков диффузного поражения паренхимы легких (см. рис. 4, 7) позволяет, в свою очередь, подтвердить ковидный генез патологии и уточнить риск формирования легочной артериальной гипертензии.

Возможно, уже сейчас обоснованно думать о практической необходимости проведения МРТ органов грудной клетки, в частности сердца, с парамагнитным контрастированием, у всех пациентов, перенесших тяжелые формы поражения легких, связанного с COVID-19.

Литература

1. Мареев В.Ю., Орлова Я.А., Плисюк А.Г., Павликова Е.П., Аюкян Ж.А. Мацкеплишвили С.Т. и др. Упреждающая противовоспалительная терапия колхицином в лечении продвинутых стадий новой коронавирусной инфекции. Первые результаты исследования КОЛОРИТ. *Кардиология*. 2021;61(2):15–27. DOI: 10.18087/cardio.2021.2.n1560.
2. Усов В.Ю., Игнатенко Г.А., Нуднов Н.В., Первак М.Б., Гуляев В.М., Дубовая А.В. и др. Возможности магнитно-резонансной томографии в первичной и уточняющей диагностике пневмоний во время эпидемии COVID-19. *Университетская клиника*. 2020;(1):545–546.
3. Guzik T.J., Mohiddin S.A., Dimarco A., Patel V., Savvatis K., Marelli-Berg F.M. et al. COVID-19 and the cardiovascular system: Implications for risk assessment, diagnosis, and treatment options. *Cardiovasc. Res*. 2020;116(10):1666–1687. DOI: 10.1093/cvr/cvaa106.
4. Puntmann V.O., Carerj M.L., 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 Cardiol*. 2020;5(11):1265–1273. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.3557.
5. Su Y.B., Kuo M.J., Lin T.Y., Chien C.S., Yang Y.P., Chou S.J. et al. Cardiovascular manifestation and treatment in COVID-19. *J. Chin. Med. Assoc.* 2020;83(8):704–709. DOI: 10.1097/JCMA.0000000000000352.
6. Терновой С.К. Томография сердца. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018:296.
7. Усов В.Ю., Нуднов Н.В., Игнатенко Г.А., Гуляев В.М., Первак М.Б., Шелковникова Т.А. и др. Первичная и проспективная визуализация грудной клетки при магнитно-резонансной томографии у пациентов с вирусным поражением легких при COVID-19. *Медицинская визуализация*. 2020;24(4):11–26. DOI: 10.24835/1607-0763-2020-4-11-26.
8. Усов В.Ю., Архангельский В.А., Федоренко Е.В. Оценка жизнеспособности поврежденного миокарда у кардиохирургических больных: сравнение возможностей магнитно-резонансной и эмиссионной томографии. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2014;(3):124–133.
9. Бобрикова Е.Э. Контрастирование коронарных атеросклеротических поражений при МРТ-исследовании сердца. *Медицинская визуализация*. 2013;(3):21–27.
10. Гомбоева С.Б., Рябов В.В., Шелковникова Т.А., Усов В.Ю., Марков В.А., Карпов Р.С. Случай миокардита псевдокоронарного течения с элевацией сегмента St на ЭКГ. *Российский кардиологический журнал*. 2016;21(11):95–96. DOI: 10.15829/1560-4071-2016-11-95-96.

References

- Mareev V.Yu., Orlova Ya.A., Plisyk A.G., Pavlikova E.P., Akopyan Z.A., Matskeplishvili S.T. et al. Proactive anti-inflammatory therapy with colchicine in the treatment of advanced stages of new coronavirus infection. The first results of the COLORIT study. *Kardiologia*. 2021;61(2):15–27. (In Russ.). DOI: 10.18087/cardio.2021.2.n1560.
- Ussov W.Yu., Ignatenko G.A., Nudnov N.V., Pervak M.B., Gulyaev V.M., Dubovaya A.V. et al. Possibilities of magnetic resonance tomography in primary and clarifying diagnosis of pneumonias at the time of COVID-19 epidemic. *University Clinics*. 2020;(1):545–546. (In Russ.).
- Guzik T.J., Mohiddin S.A., Dimarco A., Patel V., Savvatis K., Marelli-Berg F.M. et al. COVID-19 and the cardiovascular system: Implications for risk assessment, diagnosis, and treatment options. *Cardiovasc. Res*. 2020;116(10):1666–1687. DOI: 10.1093/cvr/cvaa106.
- Puntmann V.O., Carerj M.L., 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 Cardiol*. 2020;5(11):1265–1273. DOI: 10.1001/jamacardio.2020.3557.
- Su Y.B., Kuo M.J., Lin T.Y., Chien C.S., Yang Y.P., Chou S.J. et al. Cardiovascular manifestation and treatment in COVID-19. *J. Chin. Med. Assoc.* 2020;83(8):704–709. DOI: 10.1097/JCMA.0000000000000352.
- Ternovoi S K. Tomography of the heart. Moscow: GEOTAR-Media; 2018:296. (In Russ.).
- Ussov W.Yu., Nudnov N.V., Ignatenko G.A., Gulyaev V.M., Pervak M.B., Shelkovnikova T.A. et al. Primary and prospective imaging of the chest using magnetic resonance imaging in patients with viral lung damage in COVID-19. *Medical Visualization*. 2020;24(4):11–26. (In Russ.). DOI: 10.24835/1607-0763-2020-4-11-26.
- Ussov W. Yu., Arkhangelsky V.A., Fedorenko E.V. Detection of myocardial viability in ischaemic damage in cardiac surgery: Comparison of possibilities of magnetic resonance and emission tomography. *Complex Problems of Cardiovascular Diseases*. 2014;(3):124–133. (In Russ.).
- Bobrikova E.E. Contrast paramagnetic enhancement of coronary atherosclerotic lesions as extension of MRI study of the heart. *Medical Visualization*. 2013;(3):21–27. (In Russ.).
- Gomboeva S.B., Ryabov V.V., Shelkovnikova T.A., Usov V.Yu., Markov V.A., Karpov R.S. Case of pseudocoronary presentation of myocarditis with ST segment elevation. *Russian Journal of Cardiology*. 2016;21(11):95–96. (In Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2016-11-95-96.

Информация о вкладе авторов

Шелковникова Т.А. предложила концепцию рукописи, непосредственно осуществляла МРТ-исследования пациентов, анализировала и интерпретировала данные, участвовала в написании и оформлении рукописи.

Пушникова Е.Ю. осуществила клиническое обследование пациентов, обработку первичных клинических и инструментальных данных.

Рябов В.В. участвовал в клиническом консультировании пациентов, обсуждении результатов.

Баев А.Е. выполнил и интерпретировал результаты КАГ и участвовал в их коллективном обсуждении.

Усов В.Ю. предложил концепцию рукописи, непосредственно осуществлял МРТ-исследования пациентов, анализировал данные, участвовал в написании и оформлении рукописи.

Все авторы внесли вклад в доработку исходного варианта рукописи. Все авторы дали окончательное согласие на подачу рукописи и согласились нести ответственность за все аспекты работы.

Information on author contributions

Shelkovnikova T.A. proposed the concept of the manuscript, directly carried out MRI studies of patients, analyzed and interpreted the data, and contributed to writing and formatting the manuscript.

Pushnikova E.Yu. performed clinical examination of patients and processing of primary clinical and instrumental data.

Baev A.E. performed and interpreted the results of coronarography as well as participated in their collective discussion.

Ryabov V.V. participated in clinical counseling of patients and discussion of results.

Ussov W.Yu. proposed the concept of the manuscript, directly carried out MRI studies of patients, analyzed and interpreted data, and contributed to writing the manuscript.

All the authors contributed to the revision of the original version of the manuscript. All authors have given their final consent to submit the manuscript and have agreed to be responsible for all aspects of the work.

Сведения об авторах

Шелковникова Татьяна Александровна, канд. мед. наук, старший научный сотрудник, отделение рентгеновских и томографических методов диагностики, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-8089-2851.

E-mail: ffily@mail.ru.

Пушникова Елена Юрьевна, канд. мед. наук, врач кардиолог, отделение патологии миокарда, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-0456-9398.

E-mail: klient141@mail.ru.

Баев Андрей Евгеньевич, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-8163-1618.

E-mail: stent@cardio-tomsk.ru.

Рябов Вячеслав Валерьевич, д-р мед. наук, доцент, заместитель директора по научной и лечебной работе, исполняющий обязанности руководителя отделения неотложной кардиологии, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0002-4358-7329.

E-mail: rvvt@cardio-tomsk.ru.

Усов Владимир Юрьевич, д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, Научно-исследовательский институт кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-7978-5514.

E-mail: ussov1962@yandex.ru.

 **Усов Владимир Юрьевич**, e-mail: ussov1962@yandex.ru

Information about the authors

Tatyana A. Shelkovnikova, Cand. Sci. (Med.), Senior Research Scientist, Department of Radiology and Tomography, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0001-8089-2851.

E-mail: ffily@mail.ru.

Elena Yu. Pushnikova, Cand. Sci. (Med.), Cardiologist, Department of Myocardial Pathology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-0456-9398.

E-mail: klient141@mail.ru.

Andrey E. Baev, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Invasive Cardiology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-8163-1618.

E-mail: stent@cardio-tomsk.ru.

Vyacheslav V. Ryabov, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Emergency Cardiology, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0002-4358-7329.

E-mail: rvvt@cardio-tomsk.ru.

Wladimir Yu. Ussov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Leading Research Scientist, Department of Radiology and Tomography, Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0001-7978-5514.

E-mail: ussov1962@yandex.ru.

 **Wladimir Yu. Ussov**, e-mail: ussov1962@yandex.ru.

Received February 24, 2022

Поступила 24.02.2022