

**А.С. Писарюк<sup>1,2</sup>✉, Е.С. Тухсанбоев<sup>1,2</sup>, Д.А. Филатова<sup>3</sup>, Ф.Х. Сидиков<sup>1</sup>, Е.О. Котова<sup>1,2</sup>,  
Е.А. Мершина<sup>3</sup>, И.А. Мерай<sup>1,2</sup>, Е.П. Павликова<sup>3</sup>, В.Е. Синицын<sup>3</sup>, Ж.Д. Кобалава<sup>1,2</sup>**

# **Инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий: распространенность и клинико-демографические ассоциации паттернов, выявленных при магнитно-резонансной томографии сердца**

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», Медицинский институт, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУЗ «Клиническая больница им. В.В. Виноградова», Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Российская Федерация

✉ Писарюк Александра Сергеевна, канд. мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики МИ РУДН им. Патриса Лумумбы, кардиолог ОРИТ для кардиологических больных

КБ им В.В. Виноградова; orcid.org/0000-0003-4103-4322, e-mail: pisaryuk\_as@pfur.ru

**Тухсанбоев Екуб Сулаймонович**, аспирант кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики МИ РУДН им. Патриса Лумумбы, кардиолог ОРИТ для кардиологических больных КБ им В.В. Виноградова; orcid.org/0009-0001-2409-7797

**Филатова Дарья Андреевна**, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФФМ, рентгенолог отделения рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ Университетской клиники МНОИ; orcid.org/0000-0002-0894-1994

**Сидиков Фарход Хамзаевич**, студент; orcid.org/0009-0002-6779-4979

**Котова Елизавета Олеговна**, д-р мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики МИ РУДН им. Патриса Лумумбы, кардиолог кардиологического отделения КБ им В.В. Виноградова; orcid.org/0000-0002-9643-5089

**Мершина Елена Александровна**, канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФФМ, рентгенолог, заведующий отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ Университетской клиники МНОИ; orcid.org/0000-0002-1266-4926

**Мерай Имад Ахмадович**, канд. мед. наук, доцент кафедры внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики МИ РУДН им. Патриса Лумумбы, заведующий отделением ОРИТ для кардиологических больных КБ им В.В. Виноградова; orcid.org/0000-0001-6818-8845

**Павликова Елена Петровна**, д-р мед. наук, профессор кафедры внутренних болезней ФФМ, заместитель директора по лечебной работе, главный врач Университетской клиники МНОИ по клинической работе; orcid.org/0000-0001-7693-5281

**Синицын Валентин Евгеньевич**, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФФМ, заведующий отделом лучевой диагностики МНОИ; orcid.org/0000-0002-5649-2193

**Кобалава Жанна Давидовна**, д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой внутренних болезней с курсом кардиологии и функциональной диагностики МИ РУДН им. Патриса Лумумбы, руководитель клиники внутренних болезней КБ им В.В. Виноградова; orcid.org/0000-0002-5873-1768

## **Резюме**

**Цель.** Изучить частоту и клинико-демографические ассоциации паттернов отсроченного контрастирования, выявляемых при магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца у пациентов с рабочим диагнозом инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий (ИМБОКА).

**Материал и методы.** В исследование были включены 33 пациента, находившихся в отделении реанимации и интенсивной терапии, с рабочим диагнозом ИМБОКА (39,4% мужчин, медиана возраста 59 [48–65]). Всем пациентам, помимо рутинного обследования, выполняли МРТ сердца с использованием отсроченного контрастного усиления гадолиний-содержащими контрастными препаратами. По его результатам больные были разделены на группы: с ишемическим паттерном контрастирования миокарда (истинный ИМБОКА), с неишемическим паттерном (миокардиты, КМП и др. болезни), без изменений миокарда на МРТ (неклассифицированный ИМБОКА).

**Результаты.** Ишемический паттерн контрастирования выявили у 6 (18,2%) пациентов, неишемический – у 9 (27,3%), отсутствие изменений – у 18 (54,5%). В группе с неишемическим паттерном миокардит был диагностирован у 3 (33,3%) пациентов, синдром такоцубо – у 2 (22,2%), фибротические изменения при ГЛЖ – у 2 (22,2%), начальные признаки ДКМП – у 1 (11,1%), АКМП – у 1 (11,1%). Пациенты с ишемическим паттерном были преимущественно мужского пола (83,3%,  $p=0,008$ ), имели достоверно более высокий уровень креатинфосфокиназы-МВ ( $p=0,05$ ) и креатинина ( $p=0,05$ ), более низкую фракцию

выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) ( $p=0,048$ ), более высокое артериальное давление (АД) при поступлении ( $p=0,016$ ). Пациенты с неишемическим паттерном в трети случаев были монголоидной расы ( $p=0,012$ ) и характеризовались достоверно более высоким уровнем лейкоцитов ( $p=0,021$ ) и нейтрофилов ( $p=0,039$ ), большей частотой наличия элевации сегмента ST на электрокардиограмме ( $p=0,017$ ). Пациенты без выявленных изменений в миокарде при проведении МРТ сердца были преимущественно женщины (83,3%,  $p=0,008$ ) и характеризовались достоверно самым низким уровнем тропонина I ( $p=0,007$ ).

**Заключение.** У пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА при проведении МРТ сердца чаще выявляется неишемический паттерн контрастирования. Наличие ишемического паттерна ассоциируется с традиционными факторами риска и характеризуется более выраженным поражением миокарда.

**Ключевые слова:** инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий, острый инфаркт миокарда, магнитно-резонансная томография сердца, позднее усиление гадолинием, ишемический паттерн, кардиомиопатии, миокардит, микроваскулярная стенокардия

**Для цитирования:** Писарюк А.С., Тухсанбоев Е.С., Филатова Д.А., Сидиков Ф.Х., Котова Е.О., Мершина Е.А., Мерай И.А., Павликова Е.П., Синицын В.Е., Кобалава Ж.Д. Инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий: распространенность и клинико-демографические ассоциации паттернов, выявленных при магнитно-резонансной томографии сердца. *Креативная кардиология*. 2024; 18 (3): 328–340. DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-3-328-340

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-75-10012) с использованием биоматериала человека, собранного и сохраняемого в рамках научной программы. Оборудование для сбора, хранения и транспортировки биоматериала человека, оборудование для обследования пациентов приобретено за счет средств Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Поступила 26.05.2024

Поступила после рецензирования 17.06.2024

Принята к печати 20.06.2024

*A.S. Pisaryuk<sup>1,2</sup> , E.S. Tukhsanboev<sup>1,2</sup>, D.A. Filatova<sup>3</sup>, F.Kh. Sidikov<sup>1</sup>, E.O. Kotova<sup>1,2</sup>, E.A. Mershina<sup>3</sup>, I.A. Meray<sup>1,2</sup>, E.P. Pavlikova<sup>3</sup>, V.E. Sinitsyn<sup>3</sup>, Zh.D. Kobalava<sup>1,2</sup>*

## Myocardial infarction without coronary artery obstruction: frequency and clinical features in different cardiac magnetic resonance patterns

<sup>1</sup>Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

 **Aleksandra S. Pisaryuk**, Cand. Med. Sci., Associate Professor in the Department of Internal Medicine with a course of cardiology and functional diagnostics named after V.S. Moiseev at RUDN University, Cardiologist in CCU in Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov; orcid.org/0000-0003-4103-4322, e-mail: pisaryuk\_as@pfur.ru

**Ekub S. Tukhsanboev**, Postgraduate in the Department of Internal Medicine with a course of cardiology and functional diagnostics named after V.S. Moiseev at RUDN University, Cardiologist in CCU in Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov; orcid.org/0009-0001-2409-7797

**Darya A. Filatova**, Postgraduate in the Radiology Department at the Faculty of Fundamental Medicine, Radiologist of Radiology Department at the University Hospital; orcid.org/0000-0002-0894-1994

**Farkhod H. Sidikov**, Student; orcid.org/0009-0002-6779-4979

**Elizaveta O. Kotova**, Dr. Med. Sci., Associate Professor in the Department of Internal Medicine with a course of cardiology and functional diagnostics named after V.S. Moiseev at RUDN University, Cardiologist in Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov; orcid.org/0000-0002-9643-5089

**Elena A. Mershina**, Cand. Med. Sci., Associate Professor in the Radiology department at the Faculty of Fundamental Medicine, Head of Radiology Department at the University Hospital; orcid.org/0000-0002-1266-4926

**Imad Meray**, Cand. Med. Sci., Associate Professor in the Department of Internal Medicine with a Course of Cardiology and Functional Diagnostics named after V.S. Moiseev at RUDN University, Head of CCU in Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov; orcid.org/0000-0001-6818-8845

**Elena P. Pavlikova**, Dr. Med. Sci., Professor of the Department of Internal Medicine at the Faculty of Fundamental Medicine, Deputy Director of the University Hospital; orcid.org/0000-0001-7693-5281

**Valentin E. Sinitsyn**, Dr. Med. Sci., Professor, Head and Chair of the Radiology department at the Faculty of Fundamental Medicine; orcid.org/0000-0002-5649-2193

**Zhanna D. Kobalava**, Dr. Med. Sci., Professor, Head of Department of Internal Medicine with a course of Cardiology And Functional Diagnostics named after V.S. Moiseev at RUDN University, Head of the Internal Medicine Clinic in Clinical Hospital named after V.V. Vinogradov; orcid.org/0000-0002-5873-1768

### Abstract

**Objective.** To study the frequency of different late gadolinium enhancement (LGE) patterns and clinical features of patients with myocardial infarction with myocardial infarction with non-obstructive coronary artery obstruction (MINOCA).

**Material and methods.** Thirty-three patients treated in intensive care unit with a working diagnosis of MINOCA (39.4% male, median age 59 [48–65]) were included in the study. All patients underwent cardiac magnetic resonance (CMR) with LGE in addition to routine examination. According to the results of CMR, the patients were divided into 3 groups: with ischemic pattern of contrast enhancement (“true” MINOCA), with non-ischemic pattern (myocarditis, cardiomyopathies, etc.) and without changes (“unclassified” MINOCA).

**Results.** Ischemic pattern of LGE was found in 6 (18.2%) patients, non-ischemic pattern in 9 (27.3%) and no changes 21 (54.5%) patients. In the group with non-ischemic pattern, myocarditis was diagnosed in 3 (33.3%) patients, takotsubo syndrome in two (22.2%), left ventricular hypertrophy in two (22.2%), dilated cardiomyopathy in one (11.1%) and arrhythmogenic biventricular cardiomyopathy in one (11.1%). Patients with ischemic pattern of LGE were characterized by predominantly male gender (83.3%,  $p=0.008$ ), significantly higher creatine creatine phosphokinase-MB ( $p=0.05$ ) and creatinine ( $p=0.05$ ), lower left ventricular ejection fraction (LV EF) ( $p=0.048$ ), higher blood pressure on admission ( $p=0.016$ ). Patients with non-ischemic pattern of LGE in one third of cases were of Asian race ( $p=0.012$ ) and were characterized by significantly higher level of leukocytes ( $p=0.021$ ) and neutrophils ( $p=0.039$ ), higher frequency of ST segment elevation on electrocardiogram ( $p=0.017$ ). Patients without detectable myocardial changes at CMR were predominantly women (83.3%,  $p=0.008$ ) and were characterized by the significantly lowest level of troponin I ( $p=0.007$ ).

**Conclusion.** Non-ischemic pattern of contrast enhancement is more often detected in patients with working diagnosis of MINOCA at CMR. The presence of ischemic pattern is associated with traditional risk factors and was characterized by a more pronounced myocardial damage.

**Keywords:** myocardial infarction with non-obstructive coronary artery obstruction, acute myocardial infarction, cardiovascular magnetic resonance, late-gadolinium enhancement, cardiomyopathies, myocarditis, coronary microvascular dysfunction

**For citation:** Pisaryuk A.S., Tukhsanboev E.S., Sidikov F.Kh., Kotova E.O., Mershina E.A., Filatova D.A., Meray I.A., Pavlikova E.P., Sinitsyn V.E., Kobalava Zh.D. Myocardial infarction without coronary artery obstruction: frequency and clinical features in different cardiac magnetic resonance patterns. *Creative Cardiology*. 2024; 18 (3): 328–340 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2024-18-3-328-340

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation <https://www.rscf.ru/> (project No. 22-75-10012). Equipment for the collection, storage and transportation of human biomaterial, equipment for the study of patients, was supported by the RUDN University Strategic Academic Leadership Program.

Received May 26, 2024

Revised June 17, 2024

Accepted June 20, 2024

## Введение

Частота развития инфаркта миокарда без обструкции коронарных артерий (ИМБОКА), по данным разных источников, варьирует от 1 до 13% среди пациентов с инфарктом миокарда (ИМ) [1–3], а частота отсутствия обструктивного атеросклероза коронарных артерий – до 25% среди всех подвергнутых коронароангиографии (КАГ) с острым коронарным синдромом (ОКС) [4]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с методикой отсроченного контрастирования миокарда является признанным, ключевым диагностическим методом для уточнения возможных причин его развития, однако данные о частоте и ассоциациях выявляемых паттер-

нов контрастирования значительно различаются от источника к источнику.

Цель исследования – изучение частоты и клинико-демографических ассоциаций паттернов контрастирования, выявляемых при МРТ сердца у пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА.

## Материал и методы

В соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice), принципами Хельсинкской декларации выполнено проспективное когортное исследование, оно одобрено локальным этическим комитетом Медицинского института Российской университета дружбы наро-

дов им. Патриса Лумумбы (протокол № 6 от 17.03.2022). Все пациенты, последовательно поступающие и включенные в исследование со второго полугодия 2023 г. до начала 2024 г., подписали добровольное информированное согласие. Критериями включения были критерии Европейского общества кардиологов (ЕОК) для пациентов с ИМБОКА (соответствие четвертому универсальному определению ИМ; необструктивное поражение коронарного русла (стенозы менее 50%). Критерии исключения: любое состояние или заболевание, которое может сопровождаться повреждением миокарда или ИМ II типа (сердечная недостаточность, болезни легких, анемия, аортальный стеноз, тромбоэмболия легочной артерии, хроническая болезнь почек, типичный паттерн синдрома такоцубо по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) и др.).

Всем включенным в исследование больным было выполнено рутинное обследование для пациентов с инфарктом миокарда: проведена КАГ по стандартной методике, ЭхоКГ с помощью ультразвуковой системы VIVID E9 (GE Healthcare). Лабораторное обследование включало в себя клинический анализ крови с оценкой гематокрита, исследование уровня эритроцитов, уровня тромбоцитов, лейкоцитов, лимфоцитов, коагулограммы с оценкой активированного частичного тромбопластинового времени, протромбинового времени, биохимический анализ крови с определением уровня тропонина I, креатинфоскиназы-МВ, креатинина, расчетной скорости клубочковой фильтрации (рСКФ), липидов, трансаминаз, глюкозы, С-реактивного белка.

### ***Магнитно-резонансная томография сердца***

Исследование проводилось на магнитно-резонансном томографе с напряженностью магнитного поля 3 Тл (Magnetom Vida, Siemens Healthliners, ФРГ) с использованием расширенного протокола МРТ сердца, включавшего в себя кино-последовательности, Т1- и Т2-картирование, раннее и отсроченное усиление гадолиний-содержащими контрастными

препаратами. МРТ сердца с кардиосинхронизацией и внутривенным контрастированием препаратами гадолиния (гадобутрол («Гадовист») 1 ммоль/мл в дозировке 0,15 ммоль/кг массы тела пациента. Обработка изображений выполнялась с помощью программы CVI42 (Circle, Канада). Согласно результатам, полученным при анализе данных МРТ, пациенты были разделены на три группы: 1) с выявленным ишемическим паттерном отсроченного контрастирования миокарда («истинный» ИМБОКА); 2) с неишемическим паттерном (миокардиты, кардиомиопатии и др. болезни); 3) с отсутствием изменений миокарда на МРТ (неклассифицированный ИМБОКА). Ишемическим паттерном считали очаги отсроченного накопления контрастного препарата, локализованные в бассейне кровоснабжения инфаркт-ответственной артерии, субэндокардиальные или трансмуральные. Неишемическим паттерном считали субэпикардиальное или интрамиокардиальное отсроченное контрастирование миокарда, а также диффузный характер поражения миокарда [5–8].

### ***Статистический анализ***

Математическую и статистическую обработку полученных данных проводили с использованием пакетов прикладного программного обеспечения Stata/MP 13.0 (для Windows 64-bit), Prism (GraphPad) и Excel 2016 (Microsoft, США). Для описания количественных переменных использовались среднее арифметическое значение (M) и стандартное отклонение среднего значения (SD) (для параметрических данных) или медиана и интерквартильный размах Me [Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>] (для непараметрических данных). С целью оценки нормальности распределения применялся критерий Колмогорова–Смирнова, коэффициент асимметрии. Значимость различий между двумя группами по количественным переменным оценивали при помощи U-критерия Манна–Уитни. Качественные переменные описывали абсолютными (n) и относительными (%) значениями. Для определения зна-

чимости различий качественных показателей использовали критерий  $\chi^2$  и точный критерий Фишера. Статистическую значимость определяли при значении двустороннего  $p < 0,05$ . Для сравнения трех независимых групп использовали критерий Краскела–Уоллиса с меньшим уровнем статистической значимости ( $p < 0,017$ ).

## Результаты

В исследование включены 33 пациента с рабочим диагнозом ИМБОКА из поступающих в стационар больных с направительным диагнозом ОКС без подъема сегмента ST на электрокардиограмме (ЭКГ), что составило 8,2% от всех пациентов с ИМ, последовательно поступивших за время набора в исследование. Медиана возраста составила 59 [48–65] лет. Основные клинико-анамнестические данные пациентов представлены в таблице 1. Диаграмма, иллюстрирующая частоту распределения различных паттернов контрастирования в обследованной группе больных с рабочим диагнозом ИМБОКА, представлена на рисунке 1.

По данным МРТ сердца ишемический паттерн контрастирования (рис. 2) был выявлен у 6 (18,2%) пациентов, неишемический – у 9 (27,3%), отсутствие изменений – у 18 (54,5%).

Основную долю неишемического паттерна составил паттерн, характерный для миокардита – 3 (33,3%) (рис. 3). Кроме того, с помощью МРТ был подтвержден диагноз синдрома такоцубо у 2 (22,2%) больных, было выявлено неспецифическое контрастирование в местах соединения волокон миокарда правого и левого желудочков, характерное для пациентов с артериальной гипертензией у 2 (22,2%) больных, у 1 (11,1%) – начальные признаки дилатационной кардиомиопатии (ДКМП) и у 1 (11,1%) – признаки аритмогенной кардиомиопатии (АКМП) (рис. 4).

При сравнении трех групп по демографическим характеристикам было выявлено, что пациенты с ишемическим паттерном контрастирования были достоверно чаще мужского пола, в то время как среди пациентов без вы-

явленных изменений в миокарде чаще встречались женщины ( $p=0,008$ ). При этом треть пациентов с неишемическим паттерном была монголоидной расы ( $p=0,012$ ).

По остальным демографическим характеристикам (массе тела, возрасту, предшествующему анамнезу) группы значимо не различались. При сравнении лабораторных данных трех групп было получено, что у пациентов без выявленных изменений в миокарде количество лейкоцитов было достоверно ниже ( $p=0,009$ ). При попарном сравнении оказалось, что достоверно самый высокий уровень лейкоцитов и нейтрофилов выявлялся в группе пациентов с неишемическим паттерном контрастирования ( $p=0,021$  и  $p=0,039$  соответственно). Достоверно самый низкий уровень тропонина I был в группе пациентов без выявленных изменений в миокарде, как при поступлении, так и в динамике. При попарном групповом анализе повышение уровня КФК-МВ ассоциировалось с наличием ишемического паттерна ( $p=0,05$ ). Также при попарном анализе было выявлено, что уровень креатинина достоверно выше в группе пациентов с ишемическим паттерном относительно пациентов без выявленных изменений в миокарде ( $p=0,04$ ), при этом в исследовании не было пациентов с хронической болезнью почек в анамнезе.

При сравнении гемодинамических параметров пациентов трех групп было выявлено, что достоверно самое высокое артериальное давление было у пациентов в группе с ишемическим паттерном контрастирования ( $p=0,016$ ). При сравнении инструментальных данных обследования трех групп достоверных различий выявлено не было, однако попарный анализ показал, что достоверно чаще элевация сегмента ST выявлялась в группе пациентов с неишемическим паттерном ( $p=0,017$ ) относительно пациентов без выявленных изменений в миокарде, а фракция выброса левого желудочка в группе пациентов с ишемическим паттерном контрастирования была достоверно ниже относительно пациентов без выявленных изменений в миокарде ( $p=0,048$ ).

**Характеристика пациентов**

Table 1. Baseline characteristics

Параметр	Рабочий диагноз ИМБОКА (n=33)	ИМОКА (n=403)	p
<i>Клинико-демографические данные</i>			
Пол			
мужской	13 (39,4)	269 (66,7)	0,002
женский	20 (60,6)	134 (33,2)	
Возраст на момент госпитализации, лет	59,0 [48,0–65,0]	67,0 [58,0–76,0]	<0,001
Продолжительность госпитализации, дней	6,0 [4,0–7,0]	6,0 [5,0–8,0]	0,107
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	27,1 [23,6–28,6]	27,7 [25,6–31,2]	0,024
Гипертоническая болезнь	31 (93,9)	390 (96,8)	0,390
Курение	6 (18,2)	131 (32,5)	0,088
Сахарный диабет	3 (9,1)	120 (29,8)	0,011
ХСН	2 (6,1)	155 (38,5)	<0,001
ХБП	0 (0,0)	40 (9,9)	0,058
ИМ в анамнезе	0 (0,0)	109 (27,0)	0,001
ЧКВ в анамнезе	0 (0,0)	76 (18,9)	0,006
КШ в анамнезе	0 (0,0)	8 (2,0)	0,414
Инфаркт головного мозга/ТИА в анамнезе	0 (0,0)	78 (19,3)	0,005
ХОБЛ	0 (0,0)	66 (16,4)	0,012
<i>Гемодинамические данные</i>			
Систолическое АД, мм рт. ст.	131,0 [122,0–146,0]	145,0 [130,0–160,0]	0,004
ЧСС, уд/мин	77,0 [70,0–88,0]	79,0 [68,0–86,0]	0,914
<i>Лабораторные данные</i>			
Гемоглобин, г/л	143,0 [129,0–148,0]	140,0 [128,0–151,0]	0,998
Тропонин в динамике через 6 ч, нг/мл	0,154 [0,065–1,567]	0,443 [0,100–2,41]	0,061
Холестерин, ммоль/л	5,5 [4,9–7,0]	5,1 [4,0–6,2]	0,055
ЛПНП, ммоль/л	3,1 [2,7–3,8]	3,2 [2,3–4,1]	0,911
<i>Инструментальные данные</i>			
Девиация сегмента ST на ЭКГ	21 (63,6)	271 (67,2)	0,006
Элевация сегмента ST на ЭКГ	2 (6,0)	6 (1,5)	0,118
Депрессия сегмента ST на ЭКГ	19 (57,6)	242 (60,0)	0,041
Полная блокада левой ножки пучка Гиса на ЭКГ	2 (6,0)	33 (8,2)	0,453
Полная блокада правой ножки пучка Гиса на ЭКГ	0 (0,0)	21 (5,2)	0,133
ФВ ЛЖ, %	58,0 [54,0–60,0]	52,0 [44,0–56,0]	<0,001
Наличие зон НЛС, %	1 (3,0)	177 (43,9)	<0,001

Примечание. АД – артериальное давление; ИМ – инфаркт миокарда; ИМБОКА – инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий; ИМОКА – инфаркт миокарда с обструктивным атеросклерозом коронарных артерий; ИМТ – индекс массы тела; КШ – коронарное шунтирование; ЛЖ – левый желудочек; ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; НЛС – нарушение локальной сократимости; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ФВ – фракция выброса; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; ЧСС – частота сердечных сокращений; ЭКГ – электрокардиография. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>].

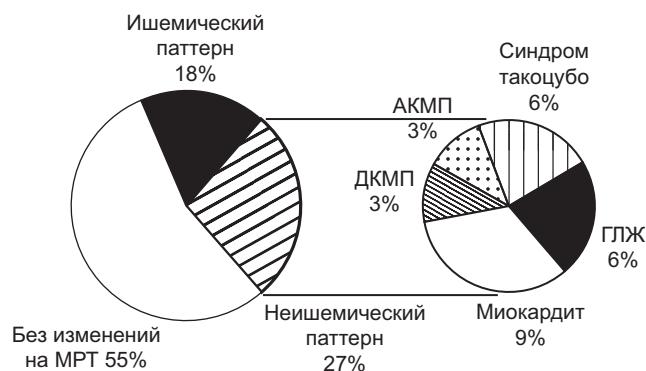
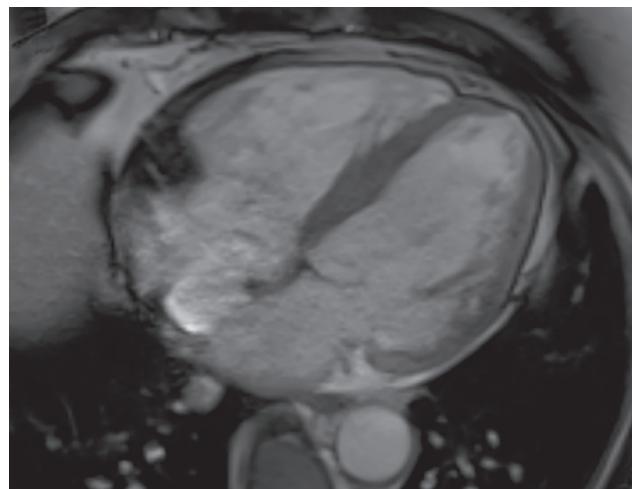


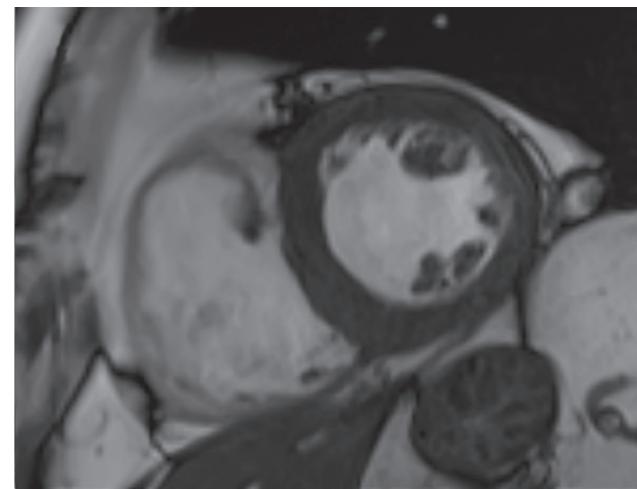
Рис. 1. Частота распределения различных паттернов контрастирования в обследованной группе пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА.

АКМП – аритмогенная кардиомиопатия; ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка; ДКМП – дилатационная кардиомиопатия; МРТ – магнитно-резонансная томография

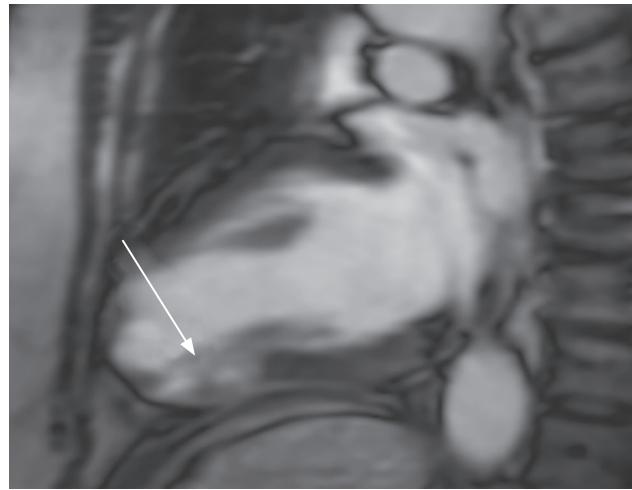
Fig. 1. Frequency of different cardiac magnetic resonance patterns in the patients with a working diagnosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries



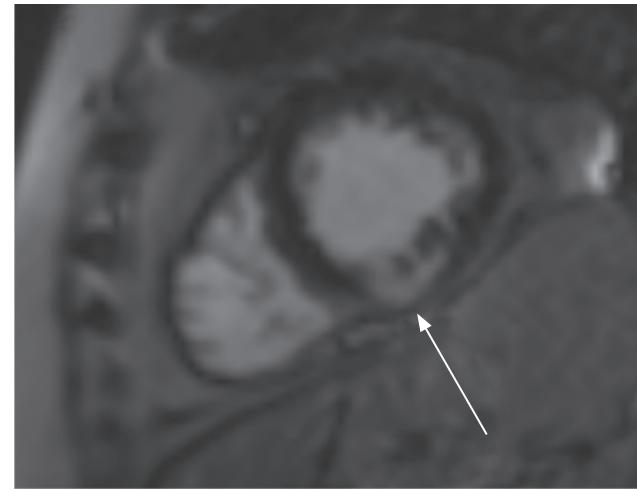
а



б



в



г

Рис. 2. Пациент 1 с выявленным ишемическим паттерном. Субэндокардальный участок отсроченного контрастирования в миокарде апикального сегмента нижней стенки. Камеры сердца не расширены (КДР ЛЖ 56 мм, индексированный КДО ЛЖ 45 мл/м<sup>2</sup>), ФВ ЛЖ 65%:

а, б – кино-режим (SSFP): а – по длинной оси ЛЖ в четырехкамерной проекции; б – по короткой оси ЛЖ на уровне базальных сегментов; в, г – режим отсроченного контрастирования: в – срез по длинной оси ЛЖ в двухкамерной проекции; г – по короткой оси ЛЖ на уровне апикальных сегментов.

КДО – индексированный конечный диастолический объем; КДР – конечный диастолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса; SSFP – steady-state free precession.

Fig. 2. Patient 1 with a detected ischemic pattern of late gadolinium enhancement. Subendocardial area of late gadolinium enhancement in the myocardium of the apical segment of the left ventricular inferior wall. Cardiac chambers are not dilated, left ventricular ejection fraction 65%: a, b – cine-mode (steady-state free precession): a – long axis of left ventricular in four-chamber view; b – short axis of left ventricular at the level of basal segments; c – late gadolinium enhancement, long axis of left ventricular, two-chamber view; d – late gadolinium enhancement, short axis of left ventricular at the level of apical segments

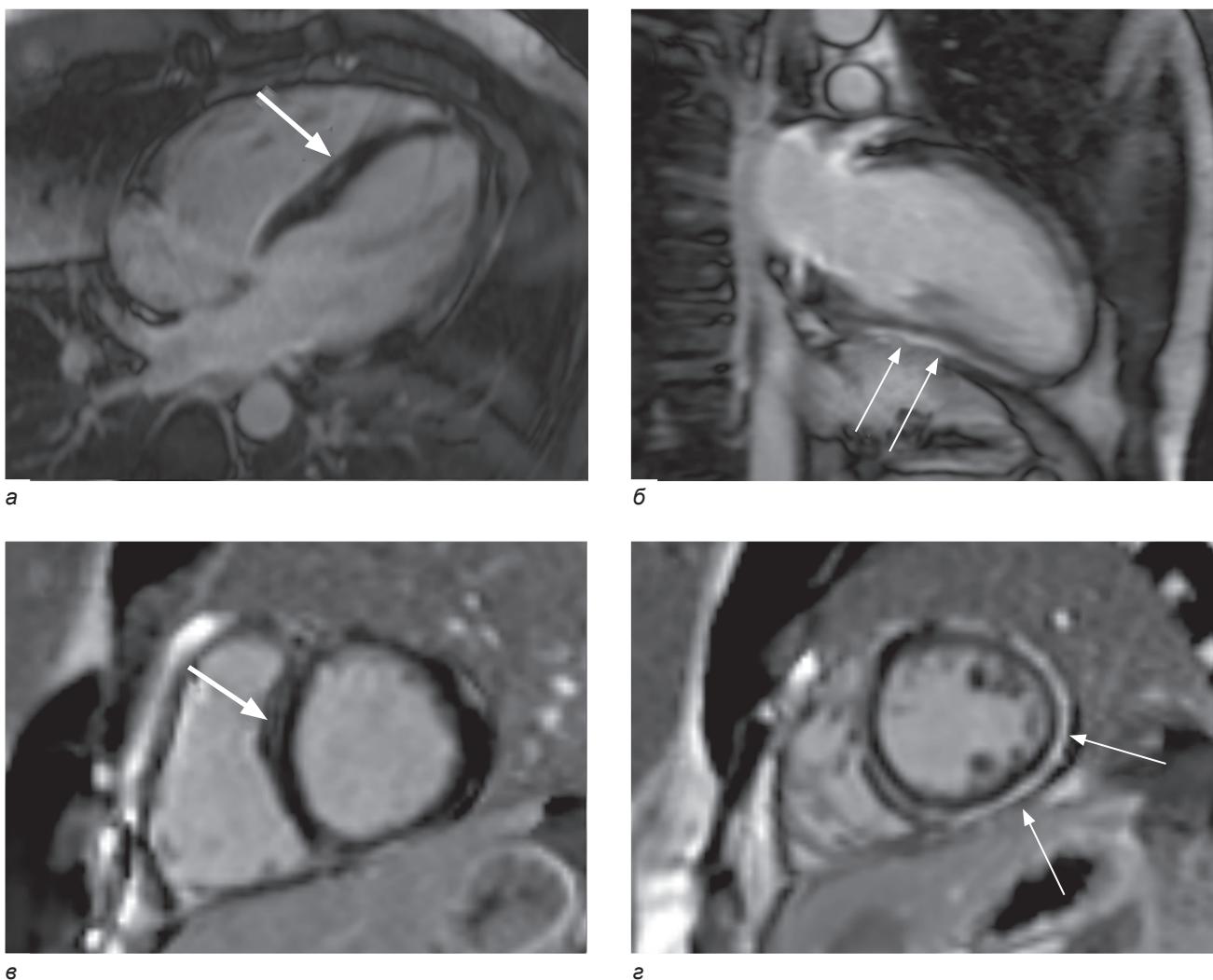


Рис. 3. Пациент 2 с выявленным подострым миокардитом. Полость левого желудочка не расширена (КДР ЛЖ 55 мм, индексированный КДО ЛЖ 68 мл/м<sup>2</sup>). Сократимость ЛЖ не снижена – ФВ 63%. Протяженная субэпикардиальная зона контрастирования в миокарде средних и верхушечных нижних и боковых сегментов (указана тонкими стрелками). Интрамиокардиальная линейная зона контрастирования в базальных и средних перегородочных сегментах (указана толстыми стрелками). Режим отсроченного контрастирования:

а – серия по длинной оси ЛЖ в четырехкамерной проекции; б – в двухкамерной проекции; в, г – по короткой оси ЛЖ на уровне: в – базальных сегментов; г – средних сегментов.

КДО – индексированный конечный диастолический объем; КДР – конечный диастолический размер; ЛЖ – левый желудочек; ФВ – фракция выброса

*Fig. 3. Patient 2 with identified subacute myocarditis. The left ventricular cavity is not dilated. Left ventricular contractility was not reduced – ejection fraction 63%. Extended subepicardial zone of contrast enhancement in myocardium of the middle and apical segments of the inferior and lateral walls (indicated by thin arrows). Intramyocardial linear zone of contrast enhancement in the basal and middle septal segments (indicated by thick arrows):*

*a – late gadolinium enhancement, long axis of left ventricular in four-chamber view; b – late gadolinium enhancement, two-chamber view; c – basal segments; d – middle segments*

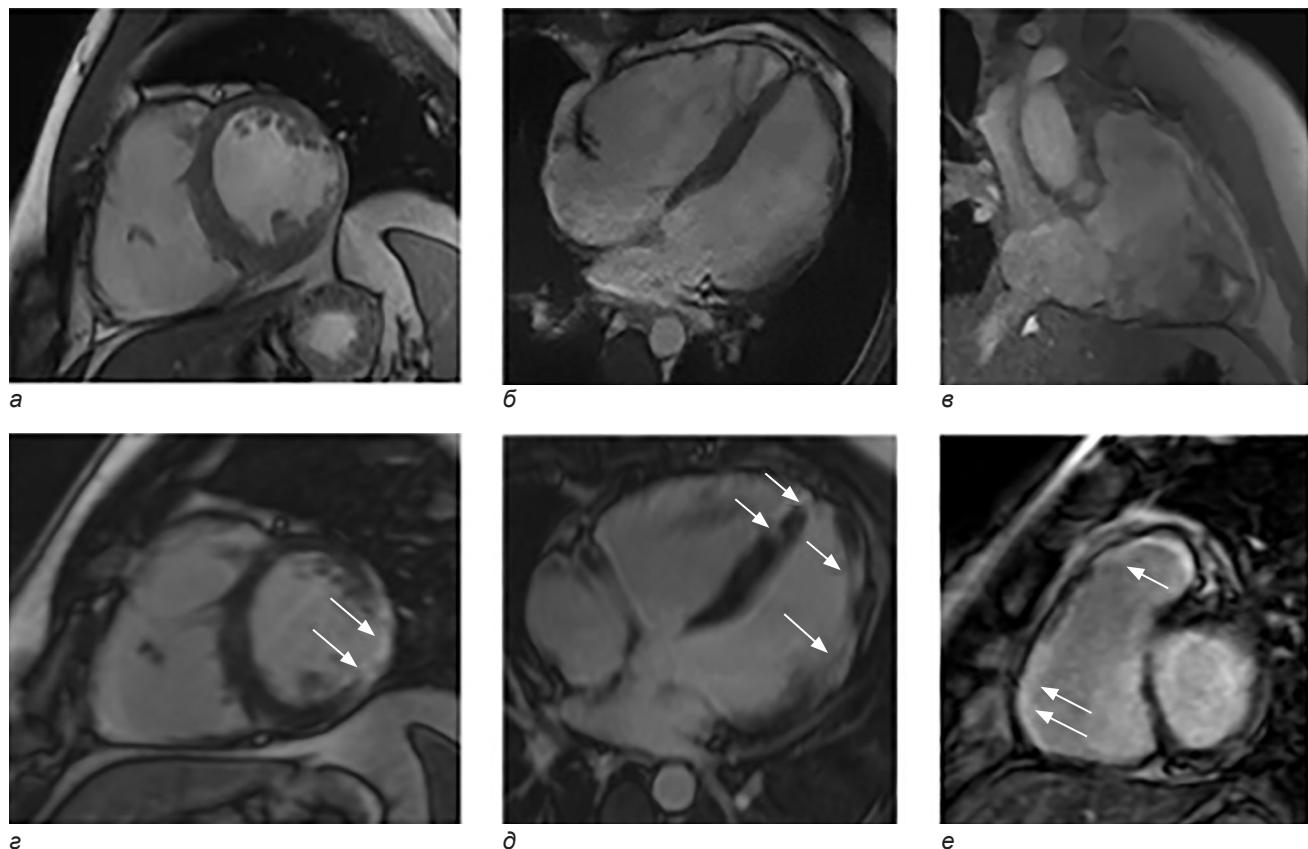


Рис. 4. Пациент 3 с выявленной аритмогенной кардиомиопатией. Регионарная акинезия, глобальная сократительная дисфункция правого желудочка (ФВ ПЖ 25%), его дилатация (индексированный КДО 152 мл/м<sup>2</sup>), фиброз миокарда левого и правого желудочков некоронарогенной природы – большие диагностические критерии аритмогенной дисплазии правого желудочка:

а–в – кино-режим (SSFP); г–е – отсроченное контрастное усиление. Стрелками указано интрамиокардиальное контрастирование межжелудочковой перегородки и участки субэндокардиального контрастирования ЛЖ (г, д), контрастирование свободной стенки и стенки выводного отдела правого желудочка (е)

Fig. 4. Patient 3 with arrhythmogenic cardiomyopathy. Regional akinesia, global contractile dysfunction of the right ventricle (ejection fraction 25%), dilatation of right ventricle (indexed right ventricular end-diastolic volume 152 ml/m<sup>2</sup>), left and right ventricular myocardial fibrosis of non-ischemic nature are major diagnostic criteria for arrhythmogenic right ventricular dysplasia:

а–с, cine mode (steady-state free precession); д–е, late gadolinium enhancement. Arrows indicate intramyocardial foci of late gadolinium enhancement in the interventricular septum and areas of left ventricular subendocardial late gadolinium enhancement (д, е), late gadolinium enhancement of the free wall and wall of the right ventricular outflow tract (е)

Таблица 2

**Клинико-демографические ассоциации паттернов отсроченного контрастирования, выявляемых при МРТ сердца у пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА (n=33)**

Table 2. Clinical and demographic associations of late gadolinium enhancement patterns in patients with a working diagnosis of myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries

Параметр	Пациенты с ишемическим паттерном (n=6)	Пациенты с неишемическим паттерном (n=9)	Пациенты без изменений на МРТ (n=18)	p
Пол				
мужской	5 (83,3)	5 (55,6)	3 (16,7)	0,008*
женский	1 (16,7)	4 (44,4)	15 (83,3)	
Возраст на момент госпитализации, лет	48,5 [45,0–62,0]	57,0 [49,0–64,0]	61,5 [52,0–65,0]	0,244
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	29,6 [24,9–33,9]	27,7 [24,2–29,3]	25,7 [22,7–27,7]	0,156
Раса				
европеоидная	6 (100)	6 (66,7)	18 (100)	0,012*
монголоидная	0 (0,0)	3 (33,3)	0 (0,0)	

Параметр	Пациенты с ишемическим паттерном (n=6)	Пациенты с неишемическим паттерном (n=9)	Пациенты без изменений на МРТ (n=18)	p
Курение	2 (33,3)	0 (0,0)	4 (22,2)	0,210
Продолжительность госпитализации, дней	5,5 [3,0–8,0]	6,0 [6,0–9,0]	5,0 [3,0–6,0]	0,194
Гипертоническая болезнь	6 (100,0)	8 (88,9)	17 (94,4)	0,671
Сахарный диабет	1 (16,7)	1 (11,1)	1 (5,5)	0,693
Дислипидемия	4 (66,7)	2 (22,2)	8 (44,4)	0,226
Инфаркт миокарда в анамнезе	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
ЧКВ в анамнезе	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
КШ в анамнезе	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
ХСН	1 (16,7)	0 (0,0)	1 (5,5)	0,412
Инфаркт головного мозга/ТИА в анамнезе	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
Атеросклероз артерий нижних конечностей	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	—
Аутоиммунные заболевания	0 (0,0)	0 (0,0)	1 (5,5)	0,651
Язвенная болезнь	1 (16,7)	0 (0,0)	1 (5,5)	0,412
Индекс Чарльсона, баллы	1,5 [0,0–3,0]	2,0 [1,0–3,0]	2,5 [1,0–3,0]	0,434

Лабораторные данные

Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	9,1 [7,8–9,6]	9,6 [8,4–13,2]	6,7 [5,4–7,6]	0,009*
Нейтрофилы, 10 <sup>9</sup> /л	5,1 [3,6–5,7]	8,1 [4,9–8,9]*	4,8 [3,3–5,7]	0,114
Лимфоциты, 10 <sup>9</sup> /л	2,5 [1,4–2,8]	1,8 [1,0–2,1]	1,7 [1,2–2,2]	0,584
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	4,5 [4,2–4,8]	4,3 [4,0–4,4]	4,3 [4,1–4,6]	0,646
Гемоглобин, г/л	144,5 [126,0–150,0]	143,0 [138,0–147,0]	138,5 [128,0–148,0]	0,740
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	238,5 [230,0–256,0]	228,0 [198,0–261,0]	226,0 [212,0–265,0]	0,823
АЧТВ, с	27,1 [25,0–32,2]	24,6 [22,6–26,9]*	28,1 [26,1–30,5]	0,081
Протромбиновое время, с	11,8 [11,6–14,0]	12,4 [11,7–12,8]	11,4 [11,3–12,0]	0,037
Тропонин, нг/мл при поступлении в динамике через 6 ч разница	0,355 [0,054–7,508] 1,313 [0,068–2,700] 1,471 [0,033–4,094]	0,787 [0,260–0,900] 1,567 [0,529–1,729] 0,935 [0,269–4,403]	0,048 [0,013–0,175] 0,080 [0,049–0,154] 0,077 [0,036–0,271]	0,017* 0,007* 0,034
КФК-МВ, Ед/л	20,8 [16,9–41,4]*	17,0 [14,5–17,6]	12,1 [9,0–19,5]	0,113
Холестерин, ммоль/л	4,9 [2,5–5,3]	5,0 [4,6–5,6]	6,2 [5,0–7,3]	0,138
ЛПНП, ммоль/л	3,1 [1,3–3,1]	3,2 [2,8–3,8]	3,1 [2,7–3,9]	0,621
Триглицериды, ммоль/л	1,8 [0,7–4,0]	0,8 [0,7–1,9]	1,3 [0,8–2,5]	0,589
Глюкоза, ммоль/л	6,5 [5,3–7,0]	6,0 [5,6–6,1]	5,7 [5,4–6,0]	0,483
Креатинин, мкмоль/л	97,0 [86,0–103,4]*	88,1 [77,3–115,0]	76,4 [70,0–81,2]	0,102
СКФ при поступлении, мл/мин/1,73 м <sup>2</sup>	82,5 [78,9–86,45]	83,5 [56,0–86,8]	72,9 [62,8–89,6]	0,871
С-реактивный белок, мг/л	3,1 [2,1–7,6]	4,1 [1,9–5,7]	2,7 [1,7–5,5]	0,832

Гемодинамические параметры

Систолическое АД, мм рт. ст.	151,5 [146,0–159,0]	122,0 [118,0–130,0]	131,5 [123,0–145,0]	0,016*
ЧСС, уд/мин	78,5 [72,0–92,0]	88,0 [78,0–97,0]	73,0 [68,0–80,0]	0,073

Окончание таблицы 2

Параметр	Пациенты с ишемическим паттерном (n=6)	Пациенты с неишемическим паттерном (n=9)	Пациенты без изменений на МРТ (n=18)	p
<i>Инструментальные данные</i>				
Девиация сегмента ST на ЭКГ	4 (66,7)	7 (77,8)	10 (55,5)	0,520
Элевация сегмента ST на ЭКГ	0 (0,0)	2 (22,2)*	0 (0,0)	0,059
Депрессия сегмента ST на ЭКГ	3 (50,0)	6 (66,7)	10 (55,5)	0,788
Инверсия зубца Т на ЭКГ	2 (33,3)	1 (11,1)	1 (5,5)	0,195
Полная блокада левой ножки пучка Гиса на ЭКГ	0 (0,0)	1 (11,1)	1 (5,5)	0,671
Признаки застоя на рентгенографии органов грудной клетки	0 (0,0)	1 (11,1)	2 (11,1)	0,693
Атеросклеротическое поражение коронарных артерий 30–50% по данным КАГ	3 (50,0)	2 (22,2)	8 (44,4)	0,357
Отсутствие признаков атеросклероза коронарных артерий по данным КАГ	3 (50,0)	7 (77,8)	10 (55,5)	0,452
Наличие зон НЛС, %	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)	–
ФВ ЛЖ, %	53,5 [50,0–56,0]*	56,0 [54,0–60,0]	58,0 [55,0–60,0]	0,140

Примечание. АЧТВ – активированное частичное тромболастиновое время; ИМБОКА – инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий; ИМТ – индекс массы тела; КАГ – коронарография; КШ – коронарное шунтирование; КФК-МВ – креатинфосфокиназа-МВ; ЛЖ – левый желудочек; ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; МРТ – магнитно-резонансная томография; НЛС – нарушение локальной сократимости; СКФ – скорость клубочковой фильтрации; ТИА – транзиторная ишемическая атака; ФВ – фракция выброса; ХБП – хроническая болезнь почек; ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких; ХСН – хроническая сердечная недостаточность; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; ЧСС – частота сердечных сокращений; ЭКГ – электрокардиография. Результаты представлены в виде n (%), где n – число больных, а также в виде медианы, нижнего и верхнего квартилей – Me [Q1–Q3].

\* p<0,05 – различия статистически достоверны.

## Обсуждение

По данным разных исследований, частота выявления ИМБОКА среди пациентов, госпитализированных с ИМ, варьирует от 1 до 13% [1–3], в проведенном исследовании частота выявления ИМБОКА за период набора пациентов в исследование составила 8,2%. В исследовании R.E. Konst et al. средний возраст больных составил 54 года, при этом 43% пациентов были мужского пола [9]. По данным Е.С. Першиной и соавт., средний возраст больных – 62 года, 43,5% – мужского пола [10]. По результатам метаанализа, выполненного в 2023 г. N. Mileva et al., где анализировались данные 3624 пациентов, средний возраст составил  $54,1 \pm 5,1$  года, 56% пациентов были мужского пола [11]. Медиана возраста пациентов текущего исследования составила 59 [48–65] лет, 39,4% пациентов были мужского пола. Таким образом, по частоте распростране-

нения ИМБОКА, возрастному составу популяция проведенного исследования не отличалась от общемировых и российских данных, однако частота пациентов мужского пола была ниже.

В исследовании R.E. Konst et al. частота выявления ишемического паттерна составила 25%, по данным Е.С. Першиной и соавт., – 30,4%, по результатам метаанализа N. Mileva – 22% [9–11], в текущем исследовании – 18% случаев, что в большей степени соответствует общемировым данным.

Неишемический паттерн в исследовании R.E. Konst et al. выявлялся у 57% пациентов, по данным Е.С. Першиной и соавт., – у 39,1%, по результатам метаанализа N. Mileva – у 51% больных [9–11], в текущем исследовании – 27%. Таким образом, у российской популяции частота выявления неишемического паттерна ниже общемировых данных.

Отсутствие изменений в миокарде по данным МРТ в исследовании R.E. Konst et al. ре-

гистрировалось в 15% случаев, по данным Е.С. Першиной и соавт., – в 30,4%, по результатам метаанализа N. Mileva et al. – в 27% случаев [9–11], в текущем исследовании – в 55% случаев. Частота отсутствия выявления характерных паттернов в нашей работе очень высокая по сравнению с данными литературы несмотря на жесткие критерии отбора в исследование, в связи с чем необходим детальный анализ данной группы с выявлением возможных дополнительных причин поражения миокарда.

Традиционно в исследованиях, посвященных роли МРТ в плане обследования пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА, большое внимание уделяется частоте реклассификации после проведения обследования, а также прогностическому значению выявляемых паттернов контрастирования. Однако частота выявления специфических паттернов от исследования к исследованию различна, поэтому интерес представляет характеристика каждой группы, в том числе та, у которой изменения на МРТ не выявлены. Таким образом, определение клинического «характерного портрета» представляется очень важным инструментом в процессе обследования пациента с ИМБОКА, в том числе при решении вопроса о необходимости проведения МРТ сердца, по аналогии с предтестовой вероятностью при диагностике стабильной ИБС.

Исследования по изучению особенностей характеристики каждой группы (с ишемическим и неишемическим паттернами контрастирования, без изменений на МРТ) немногочисленны. Так, в исследовании Е.С. Першиной и соавт. есть единственное упоминание о том, что в группе «истинного» ИМБОКА выявлялись достоверно более высокие значения уровня тропонина, чем в группе с неишемическим паттерном [10].

В проведенном нами исследовании было выявлено, что пациенты с ишемическим паттерном контрастирования при МРТ имели традиционные факторы риска – мужской пол и высокий уровень артериального давления, а также характеризовались более обширным поражением миокарда: у них от-

мечалось выраженное повышение КФК-МВ и снижение фракции выброса левого желудочка. Пациенты с неишемическим паттерном в половине случаев были монголоидной расы и характеризовались наличием лабораторно-воспалительного синдрома.

Однако наибольший интерес представляла группа пациентов, у которых изменения в миокарде выявлены не были – это были преимущественно женщины с незначительным уровнем повышения тропонина I. По данным литературы, именно женщины чаще имеют поражение микроваскулярного русла. Таким образом, именно в такой когорте пациентов, вероятно, необходимо или проведение исследования в условиях стресса с возможностью оценки микроциркуляции, или эмпирическое назначение антиишемических препаратов, улучшающих микроциркуляцию. Выполнение МРТ сердца без проведения стресс-перфузии миокарда часто оказывается недиагностическим у таких пациентов, причем вторая стратегия, возможно, более экономически целесообразна.

## Заключение

В проведенном исследовании было выявлено, что у пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА при проведении МРТ сердца чаще выявлялся неишемический паттерн контрастирования миокарда, который в трети случаев был обнаружен у пациентов монголоидной расы, при наличии данного паттерна течение болезни характеризовалось более высоким уровнем лейкоцитов, нейтрофилов и выраженных изменений на ЭКГ. Наличие ишемического паттерна было ассоциировано с традиционными факторами риска – мужским полом, высоким уровнем АД и характеризовалось более выраженным повышением КФК-МВ, снижением функции почек и фракции выброса левого желудочка. Пациенты, у которых не выявлялись изменения в миокарде, были преимущественно женщины с незначительным повышением уровня тропонина I.

Магнитно-резонансная томография сердца – основное исследование в диагностике пациентов с рабочим диагнозом ИМБОКА, а так-

же вносит вклад в оценку прогноза. При этом диагностическая ценность исследования может быть снижена в определенных группах пациентов. Так, в проведенном исследовании было выявлено, что у женщин с незначительным повышением уровня тропонина I МРТ сердца может быть малоинформативна и, возможно, именно в данной группе требуются другие диагностические или терапевтические стратегии.

### Литература/References

1. Pitts R., Daugherty S.L., Tang F., Jones P., Ho P.M., Tsai T.T. et al. Optimal secondary prevention medication use in acute myocardial infarction patients with nonobstructive coronary artery disease is modified by management strategy: insights from the TRIUMPH Registry. *Clin. Cardiol.* 2017; 40 (6): 347–355. DOI: 10.1002/clc.22686
2. Gehrie E.R., Reynolds H.R., Chen A.Y., Neelon B.H., Roe M.T., Gibler W.B. et al. Characterization and outcomes of women and men with non-ST-segment elevation myocardial infarction and nonobstructive coronary artery disease: results from the Can Rapid Risk Stratification of Unstable Angina Patients Suppress Adverse Outcomes with Early Implementation of the ACC/AHA Guidelines (CRUSADE) quality improvement initiative. *Am. Heart J.* 2009; 58 (4): 688–694. DOI: 10.1016/j.ahj.2009.08.004
3. Рябов В.В., Сыркина А.Г., Белокопытова Н.В., Марков В.А., Эрлих А.Д. Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST у пациентов с необструктивным поражением коронарного русла: данные регистра РЕКОРД-3. *Российский кардиологический журнал*. 2017; 22 (11): 15–21. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-11-15-21  
Ryabov V.V., Syrkina A.G., Belokopytova N.V., Markov V.A., Erlikh A.D. ST elevation acute coronary syndrome in non-obstructive lesion of coronary st elevation acute coronary syndrome in non-obstructive lesion of coronary arteries: data from the registry RECORD-3. *Russian Journal of Cardiology*. 2017; 22 (11): 15–21 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-11-15-21
4. Huang F.Y., Huang B.T., Lv W.Y., Liu W., Peng Y., Xia T.L. et al. The prognosis of patients with nonobstructive coronary artery disease versus normal arteries determined by invasive coronary angiography or computed tomography coronary angiography: a systematic review. *Medicine (Baltimore)*. 2016; 95 (11): e3117. DOI: 10.1097/MD.0000000000003117
5. Синицын В.Е., Стукалова О.В., Ларина О.М., Терновой С.К. Новые возможности диагностики некоронарогенных поражений миокарда: роль магнитно-резонансной томографии. *Креативная кардиология*. 2008; 1: 66–73.  
Sinitsyn V.E., Stukalova O.V., Larina O.M., Ternovoi S.K. New potentialities of diagnosis of noncoronary lesions of the myocardium: role of magnetic resonance imaging. *Creative Cardiology*. 2008; 1: 66–73 (in Russ.).
6. Стукалова О.В. Магнитно-резонансная томография сердца с отсроченным контрастированием – новый метод диагностики заболеваний сердца. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2013; 3 (1): 7–18.  
Stukalova O.V. Late-enhancement contrast cardiac MRI – new diagnostic tool in cardiac diseases. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2013; 3 (1): 7–18 (in Russ.).
7. Tornvall P., Gerbaud E., Behagel A., Chopard R., Collste O., Laraudoogitia E. et al. Myocarditis or “true” infarction by cardiac magnetic resonance in patients with a clinical diagnosis of myocardial infarction without obstructive coronary disease: a meta-analysis of individual patient data. *Atherosclerosis*. 2015; 241 (1): 87–91. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.04.816
8. Шерашов А.В., Шилова А.С., Першина Е.С., Щекочихин Д.Ю., Гиляров М.Ю. Инфаркт миокарда без признаков обструктивного атеросклероза коронарных артерий. *Кардиология*. 2020; 60 (3): 89–95. DOI: 10.18087/cardio.2020.3.n881  
Sherashov A.V., Shilova A.S., Pershina E.S., Shekochikhin D.Yu., Gilyarov M.Yu. Myocardial Infarction with nonobstructive coronary arteries. *Kardiologiya*. 2020; 60 (3): 89–95 (in Russ.).
9. Konst R.E., Parker M., Bhatti L., Kaolawanich Y., Alenezi F., Elias-Smale S.E. et al. Prognostic value of cardiac magnetic resonance imaging in patients with a working diagnosis of MINOCA-An outcome study with up to 10 years of follow-up. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2023; 16 (8): e014454. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.122.014454
10. Першина Е.С., Щекочихин Д.Ю., Шагинян Г.М., Шилова А.С., Шерашов А.В., Исаева С.Х. и др. Значение магнитно-резонансной томографии в диагностике инфаркта миокарда без обструктивного поражения коронарных артерий. *Терапевтический архив*. 2021; 93 (4): 376–380. DOI: 10.26442/00403660.2021.04.200676  
Pershina E.S., Shchekochikhin D.Yu., Shaginyan G.M., Shilova A.S., Sherashov A.V., Isaeva S.Kh. et al. Cardiovascular magnetic resonance in myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries. *Therapeutic Archive*. 2021; 93 (4): 376–380 (in Russ.).
11. Mileva N., Paolissio P., Gallinoro E., Fabbricatore D., Munhoz D., Bergamaschi L. et al. Diagnostic and prognostic role of cardiac magnetic resonance in MINOCA: systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2023; 16 (3): 376–389. DOI: 10.1016/j.jcmg.2022.12.029

**Вклад авторов:** Писарюк А.С. – разработка дизайна исследования, набор пациентов, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи, статистическая обработка данных и программное обеспечение; Тухсанбоев Е.С. – набор пациентов, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; Филатова Д.А. – обработка, анализ и интерпретация данных, статистическая обработка данных и программное обеспечение; Сидиков Ф.Х. – обзор публикаций по теме статьи; Котова Е.О. – обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; Мершина Е.А. – разработка дизайна исследования, написание текста: обзор и редактирование, утверждение рукописи для публикации; Мерай И.А. – написание текста: обзор и редактирование, утверждение рукописи для публикации; Павликова Е.П. – написание текста: обзор и редактирование, утверждение рукописи для публикации; Синицын В.Е. – написание текста: обзор и редактирование, утверждение рукописи для публикации; Кобалава Ж.Д. – разработка дизайна исследования, утверждение рукописи для публикации.

**Contribution:** Pisaryuk A.S. – study concept and design, patients screening, resources, writing – original draft, statistical data processing and/or software; Tukhsanboev E.S. – patients screening, resources, writing – original draft; Filatova D.A. – formal analysis and investigation, statistical data processing and/or software; Sidikov F.Kh. – resources; Kotova E.O. – resources, writing – original draft; Mershina E.A. – study concept and design, writing – review & editing, approval of the final version; Meray I.A. – writing – review & editing, approval of the final version; Pavlikova E.P. – writing – review & editing, approval of the final version; Sinitsyn V.E. – writing – review & editing, approval of the final version; Kobalava Zh.D. – study concept and design, approval of the final version.