



Прогностическое значение магнитно-резонансной томографии сердца у пациентов с острым инфарктом миокарда: результаты среднесрочного наблюдения

Мочула О. В., Диль С. В., Воробьева Д. А., Налесник Е. О., Василевич К. В., Сухарева А. Е., Мочула А. В., Рябов В. В., Завадовский К. В.

Цель. Оценить прогностическое значение показателей магнитно-резонансной томографии (МРТ) с контрастным усилением, выполненной в ранние сроки после острого инфаркта миокарда (ОИМ), в развитии неблагоприятных исходов в течение 12-мес. периода наблюдения.

Материал и методы. В наблюдательное исследование последовательно были включены 88 пациентов, госпитализированных в отделение неотложной кардиологии с диагнозом — первичный ОИМ с подъемом или без подъема сегмента ST. Была сформирована комбинированная конечная точка по итогам 12-мес. наблюдения, включающая в себя "жесткие" клинические исходы. Всем пациентам на 4-7-й день после поступления была проведена МРТ сердца с контрастированием. С помощью МРТ сердца были определены основные объемные показатели камер сердца и его функции, а также тканевые характеристики миокарда: доля отека, размер инфаркта и серая зона инфаркта миокарда, выраженные в процентах и граммах от массы миокарда левого желудочка (ЛЖ).

Результаты. Период наблюдения составил 357±23 дня. Данные о конечной точке (КТ) получены у 88 пациентов (100% выборки). Всего у 16 (18%) пациентов было установлено достижение комбинированной КТ. Величина размера инфаркта миокарда, выраженная от массы миокарда ЛЖ, и конечно-диастолический индекс ЛЖ являются независимыми предикторами развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в среднесрочном периоде наблюдения у пациентов, перенесших ОИМ. Прогностическая модель, основанная на клинических данных и МРТ, имела тенденцию к большей прогностической ценности, однако на рассматриваемой выборке пациентов не достигла статистической значимости. При этом прогностические модели на основе клинических факторов риска развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (пол, возраст, риск по шкале GRACE) и в сочетании с данными МРТ значимо не различались по информативности.

Заключение. Структурно-функциональные показатели сердца, полученные при помощи МРТ, ассоциированы с тяжестью течения заболевания на госпитальном этапе у пациентов после ОИМ, а также могут использоваться в качестве прогностических предикторов неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в среднесрочном периоде. Структурно-функциональные показатели сердца, полученные при помощи МРТ, ассоциированы с тяжестью течения заболевания на госпитальном этапе у пациентов после ОИМ, а также могут использоваться в качестве прогностических предикторов неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в среднесрочном периоде.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография сердца, размер инфаркта, острый инфаркт миокарда, прогноз, среднесрочное наблюдение.

Отношения и деятельность: нет.

Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБНУ Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Мочула О. В.* — к.м.н., н.с. отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0000-0002-7502-7502, Диль С. В. — м.н.с. лаборатории инфаркт миокарда-ассоциированного шока, врач-кардиолог группы реанимации и интенсивной терапии, ORCID: 0000-0003-3692-5892, Воробьева Д. А. — к.м.н., н.с. отделения неотложной кардиологии, ORCID: 0000-0001-6425-8949, Налесник Е. О. — к.м.н., н.с. отделения амбулаторной кардиологии, ORCID: 0000-0002-2665-9108, Василевич К. В. — лаборант-исследователь отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0009-0004-3766-6786, Сухарева А. Е. — к.м.н., м.н.с. отделения рентгеновских и томографических методов диагностики, ORCID: 0000-0003-4807-3762, Мочула А. В. — к.м.н., с.н.с. лаборатории радионуклидных методов исследования, ORCID: 0000-0003-0883-466X, Рябов В. В. — д.м.н., руководитель отделения неотложной кардиологии, ORCID: 0000-0002-4358-7329, Завадовский К. В. — д.м.н., руководитель отдела лучевой диагностики, ORCID: 0000-0002-1513-8614.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):
mochula.olga@gmail.com

ВИ — взвешенное изображение, ДИ — доверительный интервал, ИМ — инфаркт миокарда, ИП — импульсная последовательность, КДИ — конечно-диастолический индекс, КДО — конечно-диастолический объем, КСО — конечно-систолический объем, КТ — конечная точка, КФК-МВ — креатинкиназа-МВ, ЛЖ — левый желудочек, НССС — неблагоприятные сердечно-сосудистые события, ММ — масса миокарда, МРТ — магнитно-резонансная томография, ОИМ — острый инфаркт миокарда, ОШ — отношение шансов, ПЖ — правый желудочек, РИ — размер инфаркта, САД — систолическое артериальное давление, ФВ — фракция выброса, FA — угол поворота, FOV — поле зрения, TE — время эхо, TR — время повторения.

Рукопись получена 21.05.2025

Рецензия получена 03.07.2025

Принята к публикации 16.09.2025



Для цитирования: Мочула О. В., Диль С. В., Воробьева Д. А., Налесник Е. О., Василевич К. В., Сухарева А. Е., Мочула А. В., Рябов В. В., Завадовский К. В. Прогностическое значение магнитно-резонансной томографии сердца у пациентов с острым инфарктом миокарда: результаты среднесрочного наблюдения. *Российский кардиологический журнал*. 2026;31(5):6393. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6393. EDN: EOYIEIX

Prognostic value of cardiac magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction: results of a midterm follow-up

Mochula O. V., Dil' S. V., Vorobyeva D. A., Nalesnik E. O., Vasilevich K. V., Sukhareva A. E., Mochula A. V., Ryabov V. V., Zavadovsky K. V.

Aim. To evaluate the prognostic value of contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) performed early after acute myocardial infarction (AMI) in the development of unfavorable outcomes over a 12-month follow-up period.

Material and methods. This observational study consecutively included 88 patients hospitalized in the Emergency Cardiology Department with a diagnosis of primary ST and non-ST elevation MI. A composite endpoint was defined at the end of 12-month follow-up, including "hard" clinical outcomes. All patients underwent

contrast-enhanced cardiac MRI on days 4-7 after admission. Cardiac MRI was used to determine key cardiac chamber volumes and function, as well as myocardial tissue characteristics: edema proportion, infarct area, and the gray zone of myocardial infarction, expressed as a percentage and grams of left ventricular (LV) mass (LVM).

Results. The follow-up period was 357±23 days. The endpoint (CT scan) was obtained in 88 patients (100% of the sample). A combined CT scan was achieved in 16 patients (18%). Myocardial infarction size, expressed as a percentage of LVM,

and LV end-diastolic index are independent predictors of adverse cardiovascular events in the midterm follow-up of patients after AMI. A prognostic model based on clinical data and MRI tended to have greater predictive value. However, it did not achieve statistical significance in the patient sample under study. Furthermore, prognostic models based on clinical risk factors for adverse cardiovascular events (sex, age, and GRACE risk score) and those combined with MRI data did not significantly differ in their predictive value.

Conclusion. Structural and functional cardiac parameters obtained using MRI are associated with the disease severity during the hospitalization period in patients after MI and can also be used as prognostic predictors of adverse cardiovascular events in the midterm follow-up. Structural and functional cardiac parameters obtained using magnetic resonance imaging (MRI) are associated with the disease severity during the hospitalization period in patients after MI and can also be used as prognostic predictors of adverse cardiovascular events in the medium term.

Keywords: cardiac magnetic resonance imaging, infarct size, acute myocardial infarction, prognosis, medium-term follow-up.

Relationships and Activities: none.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Mochula O.V.* ORCID: 0000-0002-7502-7502, Dil' S.V. ORCID: 0000-0003-3692-5892, Vorobyeva D.A. ORCID: 0000-0001-6425-8949, Nalesnik E.O. ORCID: 0000-0002-2665-9108, Vasilevich K.V. ORCID: 0009-0004-3766-6786, Sukhareva A.E. ORCID: 0000-0003-4807-3762, Mochula A.V. ORCID: 0000-0003-0883-466X, Ryabov V.V. ORCID: 0000-0002-4358-7329, Zavadovsky K.V. ORCID: 0000-0002-1513-8614.

*Corresponding author: mochula.olga@gmail.com

Received: 21.05.2025 **Revision Received:** 03.07.2025 **Accepted:** 16.09.2025

For citation: Mochula O.V., Dil' S.V., Vorobyeva D.A., Nalesnik E.O., Vasilevich K.V., Sukhareva A.E., Mochula A.V., Ryabov V.V., Zavadovsky K.V. Prognostic value of cardiac magnetic resonance imaging in patients with acute myocardial infarction: results of a midterm follow-up. *Russian Journal of Cardiology*. 2026;31(5):6393. doi: 10.15829/1560-4071-2026-6393. EDN: EOYIEX

Ключевые моменты

- Структурно-функциональные показатели сердца, полученные при помощи магнитно-резонансной томографии (МРТ), являются дополнительными независимыми предикторами неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в течение 12 мес.
- МРТ-характеристики коррелируют с тяжестью острого периода и могут использоваться для стратификации риска среднесрочных осложнений, несмотря на отсутствие значимого улучшения прогностической модели при добавлении МРТ к традиционным факторам риска.
- МРТ сердца в ранние сроки после острого инфаркта миокарда предоставляет ценные прогностические маркеры, но их дополнительная информативность по сравнению с клиническими шкалами требует дальнейшего изучения на более крупных выборках.

Острый инфаркт миокарда (ОИМ) занимает ведущее место в структуре смертности населения экономически развитых стран [1]. Первичная реваскуляризация и оптимальная медикаментозная терапия у больных с ОИМ обеспечивают значительное улучшение исходов. Тем не менее ОИМ по-прежнему ассоциируется с высокой частотой развития неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (НССС), таких как повторный инфаркт миокарда (ИМ), инсульты и внезапная смерть при госпитализации или в последующем периоде. Выявление пациентов с высоким риском НССС имеет важное значение для выбора тактики лечения, сроков пребывания пациента в стационаре, разработки персонализированных программ реабилитации и вторичной профилактики [2, 3].

Key messages

- Structural and functional cardiac parameters obtained using magnetic resonance imaging (MRI) are independent predictors of adverse cardiovascular events over a 12-month period.
- MRI characteristics correlate with the severity of the acute phase and can be used to stratify the risk of mid-term complications, despite the lack of significant improvement in the prognostic model when adding MRI to traditional risk factors.
- Cardiac MRI early after acute myocardial infarction provides valuable prognostic markers, but its additional informational value compared to clinical score requires further study in larger samples.

Сохраняющиеся разногласия в оценке риска НССС способствуют постоянному поиску новых маркеров, в их числе клинических и лабораторных показателей, или подходов мультимодальной визуализации с использованием эхокардиографии, магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца, радионуклидных методов исследования [4, 5]. С этой целью интенсивно изучаются возможности МРТ, выполняемой в различные периоды ОИМ. Этот метод оптимально подходит для комплексной оценки функциональных и морфологических изменений ткани миокарда, предоставляя всестороннюю информацию, которая обеспечивает представление о функции и повреждении миокарда — основных детерминант дисфункции левого желудочка (ЛЖ) и долгосрочного ремоделирования у пациентов после ОИМ [6-9]. Однако консенсуса в аспекте стандартизации МРТ-показателей в качестве прогностических критериев ремоделирования ЛЖ и риска развития НССС на данный момент не достигнуто [10]. Имеющиеся данные носят противоречивый характер,

а прогностическая роль МРТ-показателей является дополнительной к уже установленным клиническим факторам риска. Кроме того, не разработаны тактики терапевтического подхода с учетом выявленных особенностей по данным МРТ [11]. Поэтому остается актуальной задача по поиску и верификации новых диагностических показателей, в частности, с помощью магнитно-резонансной диагностики. Цель исследования: оценить прогностическое значение показателей МРТ с контрастным усилением, выполненной в ранние сроки после ОИМ, в развитии неблагоприятных исходов в течение 12-мес. периода наблюдения.

Материал и методы

Пациенты и дизайн исследования. С июля 2021г по май 2022г в данное наблюдательное проспективное исследование последовательно были включены 88 пациентов, госпитализированных в отделение неотложной кардиологии с диагнозом — первичный ОИМ с подъемом или без подъема сегмента ST. Другими критериями включения в исследование были возраст 18-80 лет. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании; противопоказания к проведению МРТ сердца с контрастированием; скорость клубочковой фильтрации <30 мл/мин/1,73 м²; жизнеугрожающие нарушения ритма сердца; нестабильная гемодинамика; аллергические реакции в анамнезе на введение парамагнитного контрастного препарата; острые психические расстройства (соматогенный делирий).

Конечная точка (КТ). Была сформирована комбинированная КТ по итогам 12-мес. наблюдения, включающая в себя "жесткие" клинические исходы: сердечно-сосудистая смерть, общая смерть, нефатальный ИМ, нефатальное острое нарушение мозгового кровообращения, госпитализация по поводу сердечно-сосудистых заболеваний. Информация была получена из информационной системы учреждения. Период проспективного наблюдения составил 12 мес.

МРТ. Всем пациентам на 4-7-й день после поступления была проведена МРТ сердца с контрастированием. Исследование было выполнено на томографе с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл Vantage Titan (Toshiba Medical Systems Corporation, Япония). В качестве контрастного препарата был использован "Гадобутрол" (Гадовист, Bayer, Германия) в дозе 0,1-0,2 мл/кг. Протокол МР-сканирования состоял из двух частей. На первом этапе получали доконтрастные изображения сердца: кино-режим (импульсная последовательность (ИП) GRE-SSFP (graduate record examination steady-state free precession) (параметры сканирования: время повторения (TR) = 3,7 мс, время эхо (TE) = 1,9 мс, угол поворота (FA) = 72°, 90/160°, поле зрения (FOV) = 38×35 мм, матрица 240×128 пикселей) в стандартных проекциях; T2-взвешенные изображения (ВИ) (параметры сканирования: TR = 1000 мс, TE = 24 мс, FA = 90/160°, FOV = 37×35 мм, матрица

256×256 пикселей) и T1-ВИ (ИП TSE (turbo spin echo)) (параметры сканирования TR = 1684 мс, TE = 80 мс, FA = 90/160°, FOV = 37×35 мм, матрица 256×256 пикселей) по короткой оси ЛЖ. Второй этап — получение постконтрастных изображений: ранние контрастные изображения в T1-ВИ по короткой оси ЛЖ; отсроченные контрастные изображения (через 10-15 мин) в T1-ВИ в ИП GRE в режиме "Inversion recovery" с подбором времени инверсии (параметры сканирования: TR = 9,1 мс, время инверсии (TI) = 260-340 мс, TE = 17 мс, FA = 17°, FOV = 37×35 мм, матрица 256×256 пикселей).

Количественный анализ МРТ сердца был проведен с использованием специализированного программного обеспечения для постпроцессинга CVI42 (Circle Cardiovascular Imaging, Канада). Количественно были оценены следующие показатели: масса миокарда (ММ) ЛЖ, конечно-диастолический (КДО) и конечно-систолический объемы (КСО) ЛЖ и правого желудочка (ПЖ), фракция выброса (ФВ) ЛЖ и ПЖ, используя метод полуавтоматической обводки контуров эндокарда и эпикарда ЛЖ, эндокарда ПЖ; для определения объема левого предсердия был использован 2/4-камерный монопланарный анализ. Данные МРТ сердца оценивали в соответствии с 17-сегментарной моделью Американской ассоциации кардиологов.

Используя метод полуавтоматической обводки контуров эндокарда и эпикарда, были оценены следующие МР-параметры, оценивающие тканевые характеристики миокарда: доля отека от ММ ЛЖ на T2-ВИ; размер ИМ, включающего микроваскулярную обструкцию, выраженные в граммах и в процентах от общей массы миокарда ЛЖ, с использованием алгоритма 5-SD (методика 5 standard deviation); серая зона ИМ, выраженная в процентах и граммах от ММ ЛЖ, с использованием алгоритма 2-SD (методика 2 standard deviation).

Статистический анализ данных. Непрерывные количественные данные представлены как среднее значение и стандартное отклонение при нормальном распределении (критерий Колмогорова-Смирнова) или как медиана и межквартильный размах для данных, не подчиняющихся нормальному закону распределения. Категориальные данные представлены в виде частот и процентов от общего числа. Для сравнения групп с категориальными данными применяли точный двусторонний тест Fisher. Значимость различий в группах оценивали непараметрическим тестом Mann-Whitney. Силу взаимосвязи между признаками определяли с помощью корреляционного анализа по Spearman (ρ). Для оценки связи различных факторов использовали методы логистической регрессии. Для оценки качества прогностической модели был использован коэффициент детерминации Найдже-Керка (R^2_N), отражающий долю дисперсии зависимой перемен-

Таблица 1

Клиническая характеристика пациентов

	Все пациенты (n=88)	-HCCC (n=72)	+HCCC (n=16)	p
Возраст	61,98±11,32	63,3±10,1	60,1±12,8	0,23
Мужчин, n (%)	54 (61,4%)	41 (56,9%)	13 (81,3%)	0,071
Индекс массы тела, кг/м ²	28,7 (25,5; 32,7)	28,7 (26,1; 32,9)	28 (25,4; 32,7)	0,47
Площадь поверхности тела, м ²	2,02 (1,8; 2,11)	2 (1,8; 2,2)	2 (1,8; 2,1)	0,96
САД при поступлении, мм рт.ст.	136 (120; 158)	131,5 (120; 154)	152,5 (122; 165,5)	0,042
САД при поступлении, <90 мм рт.ст.	6 (6,8%)	3 (4,2%)	3 (18,8%)	0,071
САД перед выпиской, мм рт.ст.	120 (110; 130)	120 (110; 126)	120 (110; 130)	0,764
ДАД при поступлении, мм рт.ст.	80 (74; 91)	78 (71; 90)	84 (78; 93)	0,06
ДАД перед выпиской, мм рт.ст.	73 (70; 80)	70 (70; 80)	77,5 (70; 80)	0,1
ИМнST, n (%)	56 (63,6%)	48 (66,6%)	8 (50%)	0,184
ИМбнST, n (%)	32 (36,4%)	24 (33,3%)	8 (50%)	0,255
ИМБОКА, n (%)	11 (%)	10 (14%)	1 (6%)	0,68
Время поступления в блок интенсивной терапии от начала симптомов ОИМ, n (%)				
До 3 ч	30 (34,1%)	23 (32%)	7 (43,7%)	0,9
До 6 ч	14 (16%)	11 (15,2%)	3 (18,7%)	
6-24 ч	17 (19,3%)	14 (19,4%)	3 (18,7%)	
Более 24 ч	12 (13,6%)	10 (13,8%)	2 (12,5%)	
Классификация Killip, n (%)				
Класс I	50 (57%)	44 (61%)	6 (37,5%)	0,1
Класс II	4 (5%)	4 (5,5%)	0	0,76
Класс III	2 (2%)	1 (1,4%)	1 (6,3%)	0,3
Класс IV	7 (8%)	3 (4,2%)	4 (25%)	0,02
ТЛТ на догоспитальном этапе, n (%)	19 (21,5%)	16 (22,2%)	3 (18,7%)	0,8
Риск GRACE, %	2 (1; 5)	2 (1; 4)	3 (1,5; 15,8)	0,12
СКФ по EPI, мл/мин/1,73 м ²	79,5 (61,2; 94,5)	79,5 (63,4; 90)	81,5 (58; 100,2)	0,37
Частота сердечных сокращений, уд./мин	70 (66; 87)	68 (62; 73)	84 (69; 96)	0,053
Частота дыхательных движений в минуту	16 (16; 17)	16 (16; 17)	16 (16; 17)	0,594
SpO ₂ , %	96 (95; 98)	96 (95; 98)	96 (95; 98)	0,6
Курение в анамнезе, n (%)	39 (44,3%)	31 (43%)	8 (50%)	0,36
Гипертоническая болезнь, n (%)	57 (64,7%)	47 (65,2%)	10 (62,5%)	0,72
Стенокардия напряжения в анамнезе, n (%)	36 (41%)	31 (43%)	5 (31,2%)	0,414
Дислипидемия, n (%)	76 (86,3%)	62 (86,1%)	14 (87,5%)	0,93
Сахарный диабет 2, n (%)	13 (14,77%)	10 (13,8%)	3 (18,7%)	0,66
ОНМК по ишемическому типу, n, %	4 (4,5%)	2 (2,7%)	2 (12,5%)	0,08
КФК-МВ максимальное, ед./л (референсное значение 0,0-25,0 ед./л)	52 (26; 129)	58,7 (31,0; 129,9)	35 (24,4; 129)	0,39
Тропонин I максимальное, нг/мл (референсное значение 0,00-0,04 нг/мл)	1,8 (0,1; 11,85)	2,1 (0,1; 10,7)	0,8 (0,03; 13)	0,49
СРБ максимальное, мг/л (референсное значение 0,0-10,0 мг/л)	12,7 (3,8; 52,4)	10,6 (3,7; 47,6)	15,8 (3,8; 70,9)	0,45
Данные инвазивной КАГ (КА со стенозами >50%), n (%)				
Стеноз КА >50%	49 (55,6%)	41 (57%)	8 (50%)	0,4
Ствол ЛКА	2 (2,3%)	2 (2,7%)	0	0,49
ПНА	31 (35,2%)	25 (34,7%)	6 (37,5%)	0,92
ОА	20 (22,7%)	18 (25%)	2 (12,5%)	0,25
ПКА	28 (31,8%)	24 (33,3%)	4 (25%)	0,45
Стентирование КА	43 (48,9%)	35 (48,6%)	8 (50,0%)	0,99

Сокращения: ДАД — диастолическое артериальное давление, ИМБОКА — инфаркт миокарда без обструкции коронарных артерий, ИМбнST — инфаркт миокарда без подъема сегмента ST, ИМнST — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, КА — коронарная артерия, КАГ — коронароангиография, КФК-МВ — креатинкиназа-МВ, ЛКА — левая коронарная артерия, HCCC — неблагоприятные сердечно-сосудистые события, ОА — огибающая артерия, ОИМ — острый инфаркт миокарда, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, ПКА — правая коронарная артерия, ПНА — передняя нисходящая артерия, САД — систолическое артериальное давление, СКФ по EPI — скорость клубочковой фильтрации по EPI, СРБ — С-реактивный белок, ТЛТ — тромболитическая терапия, SpO₂ — периферическая кислородная сатурация.

ной, объясняемую независимыми факторами в рамках предложенной модели. Значения коэффициента ниже 0,3 указывают на слабую объяснительную спо-

собность модели, тогда как значения, приближающиеся к 1, свидетельствуют о высокой предсказательной силе. Переменные с $p < 0,05$ в однофакторном анализе

были включены в пошаговую многомерную модель. Статистически значимым считалось значение $p < 0,05$. Статистический анализ данных проводился с использованием Statistica (StatSoft, Inc., v.10.01011.0), Jamovi (version 2.2.5) (Computer Software).

Исследование соответствует положениям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Информированное письменное согласие было получено от всех пациентов. Проведение исследования одобрено комитетом по биомедицинской этике НИИ кардиологии Томского НИМЦ на заседании № 210 от 18.02.2021.

Результаты

Клиническая характеристика пациентов. Средний возраст пациентов составил $62 \pm 11,3$ лет, мужчин 61,4% ($n=54$). ОИМ с подъемом сегмента ST встречался в 63,6% всей группы. Период наблюдения составил 357 ± 23 дня. Время поступления в блок интенсивной терапии от начала симптомов для 50% пациентов составило не более 6 ч. Клиническая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Результаты инвазивной коронароангиографии. Инвазивная коронароангиография была выполнена 85 пациентам (94,3%). У 3 пациентов инвазивная стратегия не применялась: в 1 случае — из-за осознанного отказа пациента от процедуры, в 2 других — ввиду анемии тяжелой степени, которая расценивалась как противопоказание к вмешательству. Все указанные пациенты имели фенотип ИМ без подъема сегмента ST, и в их отношении была выбрана консервативная тактика ведения. Обструктивное поражение (стеноз $\geq 50\%$ хотя бы одной коронарной артерии) по данным инвазивной коронарографии выявлено у 49 пациентов (55,6%). Всем им было выполнено чрескожное коронарное вмешательство на инфаркт-связанной артерии. В 43 случаях (48,9%) вмешательство включало стентирование; у остальных пациентов восстановление кровотока было достигнуто посредством баллонной дилатации без имплантации стента. Тромболитическая терапия на догоспитальном этапе применялась в 21,5% случаев, после чего пациенты были направлены на чрескожное коронарное вмешательство в рамках фармакоинвазивной стратегии — либо в плановом порядке в течение 24 часов, либо в качестве спасительного вмешательства.

Данные о КТ получены у 88 пациентов (100% выборки). Всего у 16 (18%) пациентов было установлено достижение комбинированной КТ, из них: сердечно-сосудистая смерть — 2 (2,3%), общая смерть — 3 (3,4%), нефатальный ИМ — 2 (2,3%), нефатальное острое нарушение мозгового кровообращения по ишемическому типу — 4 (4,5%); госпитализация по поводу сердечно-сосудистых заболеваний — 5 (5,7%) (рис. 1).

На основании достижения КТ были сформированы две группы: без сердечно-сосудистых событий

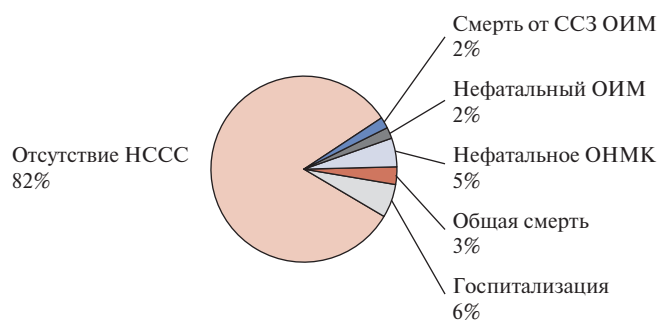


Рис. 1. Структура общих кардиальных событий, зарегистрированных в течение 12 мес. наблюдения.

Сокращения: ОИМ — острый инфаркт миокарда, ОНМК — острое нарушение мозгового кровообращения, НССС — неблагоприятные сердечно-сосудистые события, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания.

"-НССС" и группа "+НССС", достигнувшей КТ. В исследуемых группах были выявлены статистически значимые различия по систолическому артериальному давлению (САД) при поступлении, частоте сердечных сокращений. Согласно другим демографическим, клиническим и лабораторным показателям различий выявлено не было (табл. 1).

Данные МРТ сердца с контрастированием. Относительные значения (%) размера отека ММ ЛЖ в г, РИ ММ ЛЖ в г и серой зоне ММ ЛЖ были ниже абсолютных величин (г) данных показателей ввиду того, что рассчитывались с учетом общей массы миокарда ЛЖ пациента. Конечно-диастолический индекс (КДИ) ЛЖ, размер инфаркта (РИ), выраженный в граммах и процентах от массы ЛЖ (РИ ММ ЛЖ), были статистически выше у пациентов, среди которых в течение последующих 12 мес. наблюдались НССС. Медианное значение ФВ ЛЖ в общем в исследуемой группе было в пределах нижней границы нормы 56,5 (43; 67)%. При этом пациенты с "+НССС" характеризовались более низким значением ФВ ЛЖ по сравнению с группой "-НССС" (статистически незначимо, $p=0,19$). Частота встречаемости сниженной ФВ ЛЖ ($<50\%$) в группах не различалась ($p=0,7$). По остальным МР-показателям различий не было выявлено (табл. 2).

Анализ взаимосвязи МР-показателей сердца и клинико-лабораторными данными. Размер ИМ ЛЖ имел среднюю положительную корреляционную связь со значениями риска по шкале GRACE ($r=0,44$, $p<0,001$), а также с максимальными значениями (среди значений, полученных при поступлении, через 24 ч, через 4 и 7 дней от момента поступления) креатинкиназы-МВ (КФК-МВ) ($r=0,580$, $p=0,001$), тропонина I ($r=0,571$, $p<0,001$) и С-реактивного белка ($r=0,33$, $p<0,05$).

С помощью однофакторного регрессионного анализа показателей, статистически значимо отличающихся в исследуемых группах, в сочетании

Таблица 2

Показатели МРТ сердца

Показатель	Все пациенты (n=88)	-HCCC (n=72)	+HCCC (n=16)	p
ММ ЛЖ, г	147 (122; 173)	147,4 (119; 165,4)	147 (122; 217)	0,25
ИММ ЛЖ, г/м ²	70,85 (62,7; 85,6)	68,2 (60,3; 82,5)	73,2 (68; 103,6)	0,251
КДО ЛЖ, мл	128 (108; 158)	120 (101; 144)	148 (118; 166)	0,07
КДИ ЛЖ, мл/м ²	63,1 (53,9; 78,4)	60,4 (51,3; 72,1)	76,2 (59,4; 85)	0,033
КСО ЛЖ, мл	56,8 (37,2; 77,6)	51 (32,7; 71)	65 (41; 92)	0,056
КСИ ЛЖ, мл/м ²	28,2 (19,6; 37,9)	26,7 (16,2; 35,5)	29 (19,6; 49,1)	0,065
ФВ ЛЖ, %	56,5 (43; 67)	58 (48; 69)	47 (41; 67)	0,19
ФВ ЛЖ <50%, n (%)	29 (33%)	21 (29%)	8 (50%)	0,14
УО ЛЖ, мл	68 (55; 83)	69 (56; 80,4)	66 (52; 97)	0,31
СВ ЛЖ, л/мин	5,1 (4,2; 6,4)	4,7 (4,1; 6,0)	5,3 (4,3; 6,9)	0,09
КДО ПЖ, мл	99,5 (90; 118)	97,5 (81; 118)	99,5 (94,5; 128)	0,23
КДИ ПЖ, мл/м ²	50,1 (47; 60,1)	50,1 (44,4; 60,1)	50,5 (48,2; 73,1)	0,31
КСО ПЖ, мл	55 (43; 71)	48 (39; 64)	63,5 (53; 76,5)	0,236
КСИ ПЖ, мл/м ²	26,5 (20,6; 35,1)	26,3 (20,4; 33)	35,5 (28; 39)	0,06
ФВ ПЖ, %	47 (37; 55)	51 (40; 55)	38,5 (30,5; 50)	0,467
ОЛП 2ch, мл	69 (52,3; 88,5)	65,21 (50,7; 81,5)	82,6 (52,7; 97)	0,07
ОЛП 4ch, мл	72,9 (60,2; 94,8)	72,9 (60; 92,2)	73,95 (60,2; 99,7)	0,5
ОПП 4ch, мл	61,8 (46,5; 71,1)	57,1 (45; 70,8)	67,95 (56,1; 71,6)	0,1
Размер отека ММ ЛЖ, г	33,4 (22; 56,3)	32,8 (22,1; 51,4)	33,6 (17,2; 60,9)	0,8
Размер отека ММ ЛЖ, %	27 (16,2; 36,4)	27,3 (18,6; 36,1)	19,1 (14,6; 36,4)	0,28
РИ ММ ЛЖ, г	9,5 (7,1; 26,96)	8,38 (6,1; 21,4)	12,4 (7,2; 27,9)	0,024
РИ ММ ЛЖ, %	7,7 (5,5; 13,8)	8,3 (5,4; 14,6)	7,3 (5,5; 13,8)	0,07
Серая зона инфаркта, ММ ЛЖ, г	29,6 (23,5; 41,6)	29,6 (21,8; 41,1)	30,6 (25; 44,7)	0,5
Серая зона инфаркта, ММ ЛЖ, %	22,2 (19,5; 26,1)	22,8 (19,6; 26,9)	21,8 (18,9; 23)	0,17
МВО, n (%)	34 (38,6%)	28, 38,9%	6, 37,5%	0,91
Интрамиокардиальное кровоизлияние, n (%)	37 (42,5%)	30, 42,3%	7, 43,8%	0,91

Сокращения: 2ch — 2-х камерное, 4ch — 4-х камерное, ИММ — индекс массы миокарда, КДИ — конечно-диастолический индекс, КДО — конечно-диастолический объем, КСИ — конечно-систолический индекс, КСО — конечно-систолический объем, ЛЖ — левый желудочек, МВО — микроваскулярная обструкция, ММ — масса миокарда, HCCC — неблагоприятные сердечно-сосудистые события, ОЛП — объем левого предсердия, ОПП — объем правого предсердия, ПЖ — правый желудочек, РИ — размер инфаркта, СВ — сердечный выброс, УО — ударный объем, ФВ — фракция выброса.

Таблица 3

Результаты однофакторного регрессионного анализа развития HCCC

Фактор риска	Однофакторный анализ		
	ОШ	95% ДИ	p
Мужской пол	11,0	1,333-90,809	0,009
Возраст	0,979	0,883-1,0856	0,690
ЧСС, уд./мин	1,056	1,007-1,109	0,023
Риск GRACE, %	1,022	0,935-1,116	0,638
Тропонин I, нг/л	0,998	0,984-1,011	0,756
КФК-МВ, ед./л	0,997	0,986-1,007	0,580
САД мм рт.ст. при поступлении	1,049	1,007-1,0932	0,021
РИ ММ ЛЖ, г	1,095	1,022-1,171	0,001
КДИ ЛЖ, мл/м ²	1,030	0,994-1,067	0,097
КСИ ЛЖ, мл/м ²	1,019	0,982-1,057	0,301
СВ ЛЖ, л/мин	1,014	0,958-1,043	0,365
КСИ ПЖ, мл/м ²	1,040	0,988-1,095	0,136

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, КДИ — конечно-диастолический индекс, КСИ — конечно-систолический индекс, КФК-МВ — креатинкиназа-МВ, ЛЖ — левый желудочек, ММ — масса миокарда, ОШ — отношение шансов, ПЖ — правый желудочек, РИ — размер инфаркта, САД — систолическое артериальное давление, СВ — сердечный выброс, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Таблица 4

Результаты многофакторного регрессионного анализа развития НССС

Фактор риска	Многофакторный анализ		
	ОШ	95% ДИ	p
САД мм рт.ст. при поступлении	1,044	1,009-1,079	0,014
РИ ММ ЛЖ, г	1,137	1,032-1,253	0,009
КДИ ЛЖ, мл/м ²	1,064	1,008-1,122	0,025

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, КДИ — конечно-диастолический индекс, ЛЖ — левый желудочек, ОШ — отношение шансов, РИ ММ ЛЖ — размер инфаркта от массы миокарда левого желудочка, САД — систолическое артериальное давление.

с общепринятыми факторами риска развития НССС (пол, возраст, риск по шкале GRACE) были рассчитаны отношения шансов (ОШ) и их доверительные интервалы (95% ДИ) (табл. 3). Статистически значимыми предикторами развития НССС были: САД при поступлении, РИ ММ ЛЖ.

Многофакторный регрессионный анализ показал, что независимыми предикторами НССС в среднесрочном периоде — через 12 мес. после перенесенного ОИМ, оказались уровень САД при поступлении, РИ ММ ЛЖ и КДИ ЛЖ (табл. 4).

При анализе вклада МР-показателей в информативность прогностической модели, основанной на общепринятых клинических предикторах НССС, было выявлено увеличение показателя Найджела-Керка, отражающего информационную полноценность модели (R^2_N : с 0,463 до 0,575), а также увеличение чувствительности (с 0,5 до 0,6), специфичности (с 0,963 до 0,979), площади под кривой (AUC: с 0,872 до 0,894) и диагностической точности (с 0,891 до 0,931). Однако проведенный сравнительный ROC-анализ полученных моделей не выявил достоверных различий ($p=0,807$) (рис. 2).

Обсуждение

Согласно результатам настоящего исследования, величина размера ИМ, выраженная от ММ ЛЖ, и КДИ ЛЖ являются независимыми предикторами развития НССС в среднесрочном периоде наблюдения у пациентов, перенесших ОИМ. Прогностическая модель, основанная на клинических данных и показателях МРТ, имела тенденцию к большей прогностической ценности, однако на рассматриваемой выборке пациентов не достигла статистической значимости. При этом прогностические модели на основе клинических факторов риска развития НССС (пол, возраст, риск по шкале GRACE) и в сочетании с данными МРТ значимо не различались по информативности. Рост применения МРТ у пациентов с ОИМ, обусловленный включением метода в современные рекомендации, подчеркивает необходимость комплексного и валидизированного подхода к прогнозированию риска, который объединяет традиционные прогностические факторы с наиболее широко анализируемыми параметрами МРТ (ФВ ЛЖ, РИ и др.), что способствует значительному общему улучшению прогнозирования

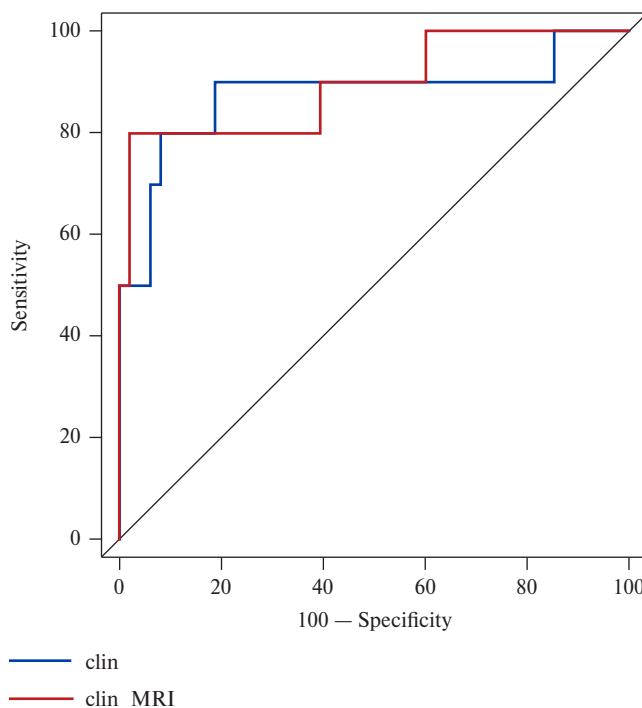


Рис. 2. Графическое представление прогностических моделей: синяя кривая (clin) — прогностическая модель, основанная на общепринятых клинических предикторах НССС; красная кривая (clin_MRI) — прогностическая модель, основанная на общепринятых клинических предикторах НССС, дополненная МР-показателями.

Примечание: цветное изображение доступно в электронной версии журнала.

риска в многофакторных моделях [12, 13]. Таким образом, поиск неинвазивных предикторов, позволяющих прогнозировать НССС в ранний, среднесрочный и долгосрочный периоды после перенесенного ОИМ, является актуальным научным направлением в кардиологии. Если для более раннего (госпитального, 6-мес.) периода существуют определенные подходы, закрепившиеся в клинической практике (например, шкала GRACE), то для среднесрочного и долгосрочного прогнозирования НССС инструментов практически не представлено или они ограничены результатами одноцентровых исследований. При этом информативные подходы, используемые на раннем этапе, не позволяют в полной мере предсказывать неблагоприятное течение заболевания, так, согласно результатам ряда авторов шкала GRACE не позволяет удов-

летворительно прогнозировать НССС в средне-/долгосрочном периоде после ИМ [14, 15].

В исследовании показано, что такие общепринятые предикторы, как возраст, балл по шкале GRACE, биохимические маркеры повреждения миокарда (КФК-МВ и тропонин I), не оказывали влияния на прогноз развития НССС в периоде 12 мес. Отсутствие статистически значимого влияния клинических переменных на частоту возникновения НССС, по данным логистического регрессионного анализа, можно объяснить особенностями выборки больных, включенных в исследование. Несмотря на то, что критерии включения пациентов в исследование не носили селективный характер, >50% больных не имели клинических признаков недостаточности ЛЖ, согласно классификации Killip, при этом 40% были госпитализированы в первые 3 ч от начала симптомов ОИМ, а вероятность внутрибольничной летальности была очень низкой. Это отражает общую тенденцию снижения тяжести состояния пациентов с ОИМ, которая в первую очередь связана с улучшением оказания медицинской помощи данной группе пациентов [2, 3]. Однако обратной стороной этого является то, что параметры, используемые в клинической практике, например системы шкал для оценки прогноза, имеют низкую специфичность и не обладают достаточной прогностической информативностью, что продемонстрировано в настоящем исследовании и согласуется с результатами ряда других работ [16–18].

Снижение роли клинических инструментов в прогнозировании НССС обуславливает поиск других подходов, которые позволяют точнее стратифицировать тяжесть течения заболевания, а также определить прогноз пациентов как в среднесрочном, так и в долгосрочном периоде. МРТ сердца является методом, с помощью которого можно оценить как функциональное состояние сердца, так и структурные изменения миокарда и его камер. На сегодняшний день эта методика считается самым точным инструментом комплексной оценки сердечной мышцы. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что с помощью МРТ можно оценить не только тяжесть течения заболевания, ввиду выявленной корреляции МР-показателей с уровнями биохимических маркеров повреждения миокарда (КФК-МВ, тропонин I), но и провести оценку раннего прогноза (выявленная взаимосвязь со шкалой GRACE). Ряд авторов получили схожие результаты [14, 15]. Современные исследования, включая работу [19], подтверждают, что комбинированный анализ клинических и МРТ-параметров значительно повышает точность прогнозирования среднесрочных исходов у пациентов после ОИМ, что согласуется с полученными в настоящем исследовании данными.

Выявление с помощью МРТ показателей, ассоциированных с риском неблагоприятных событий

(в частности, нормализованного РИ и КДИ ЛЖ), может иметь клиническую значимость не только в рамках прогностической стратификации. Такие данные позволяют рассматривать возможность более пристального амбулаторного наблюдения за пациентами с высокой степенью ремоделирования ЛЖ, а также усиливают аргументы в пользу персонализированной коррекции терапии (в т.ч. более агрессивную медикаментозную терапию). В перспективе подобный подход может способствовать уточнению показаний к проведению контрольных визуализационных исследований и ранней коррекции плана вторичной профилактики.

Ранее был опубликован пул статей, в которых была оценена роль МР-показателей в прогнозе НССС у пациентов с ОИМ [20, 21]. При этом в части работ большое значение уделялось параметрам гемодинамики ЛЖ — преимущественно ФВ, КДО и КСО, объему микроваскулярной обструкции, размеру отека, наличию интрамиокардиального кровоизлияния [7]. Согласно полученным в настоящем исследовании результатам, данные показатели не влияют на частоту НССС в среднесрочном периоде. Более вероятно, это связано с тем, что перечисленные выше МР-признаки в большей степени отражают тяжесть повреждения миокарда в раннем (остром) периоде и более применимы для оценки госпитальной смертности [21]. Причем оптимальная тактика лечения больного может нивелировать влияние этих факторов на дальнейшее течение ИБС. С другой стороны, показатели, отражающие системные изменения, отягощающие течение основного заболевания (к примеру, высокие артериальное давление и частота сердечных сокращений, увеличение КДИ) или необратимые нарушения (размер ИМ) могут иметь значение в прогнозе течения заболевания в отдаленном периоде [14, 15]. Однако важно отметить, что независимыми предикторами НССС были нормализованные МР-показатели: объем ЛЖ нормализованного на площадь поверхности тела (КДИ ЛЖ) и РИ, выраженного от ММ ЛЖ. В свою очередь, это отражает более высокую точность индексированных показателей ввиду наличия в их расчете большей принадлежности к конкретным анатомо-физиологическим данным больного.

Ограничение исследования. Одним из основных ограничений проведенного исследования является небольшой объем выборки и не сбалансированные размеры полученных подгрупп. Также к недостаткам исследования можно отнести использование МР-показателей, в большей степени отражающих наличие выраженных структурно-функциональных изменений камер сердца — КДО, КСО, ФВ и т.п.

Заключение

Структурно-функциональные показатели сердца, полученные при помощи МРТ, ассоциированы с тяжестью течения заболевания на госпитальном этапе

у пациентов после ОИМ, а также могут использоваться в качестве прогностических предикторов НССС в среднесрочном периоде.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Литература/References

- Zeymer U, Ludman P, Danchin N, et al. Reperfusion therapies and in-hospital outcomes for ST-elevation myocardial infarction in Europe: the ACVC-EAPCI EORP STEMI Registry of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J*. 2021;42(44):4536-49. doi:10.1093/eurheartj/ehab342.
- Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, et al. International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *JAMA*. 2006;295(2):180-9. doi:10.1001/jama.295.2.180.
- Eikelboom JW, Connolly SJ, Bosch J, et al. Rivaroxaban with or without Aspirin in Stable Cardiovascular Disease. *N Engl J Med*. 2017;377(14):1319-30. doi:10.1056/NEJMoa1709118.
- Eitel I, de Waha S, Wöhrle J, et al. Comprehensive prognosis assessment by CMR imaging after ST-segment elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(12):1217-26. doi:10.1016/j.jacc.2014.06.1194.
- Khamitova AF, Zagidullin SZ, Lakman IR, et al. Analysis of distant cardiovascular events depending on the biomarker profile in patients with myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2019;(3):24-31. (In Russ.) Хамитова А. Ф., Загидуллин Ш. З., Лакман И. Р. и др. Отдаленные сердечно-сосудистые события в зависимости от биомаркерного профиля у пациентов с инфарктом миокарда. *Российский кардиологический журнал*. 2019;(3):24-31. doi:10.15829/1560-4071-2019-3-24-31.
- Khan JN, McCann GP. Cardiovascular magnetic resonance imaging assessment of outcomes in acute myocardial infarction. *World J Cardiol*. 2017;9(2):109-33. doi:10.4330/wjc.v9.i2.109.
- Alekseeva YaV, Vyshlov EV, Pavlyukova EN, et al. Impact of microvascular injury various types on function of left ventricular in patients with primary myocardial infarction with ST segment elevation. *Kardiologiya*. 2021;61(5):23-31. (In Russ.) Алексеева Я. В., Вышлов Е. В., Павлюкова Е. Н. и др. Влияние разных фенотипов микрососудистого повреждения миокарда на сократительную функцию левого желудочка у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. *Кардиология*. 2021;61(5):23-31. doi:10.18087/cardio.2021.5.n1500.
- Ryabov VV, Gomboeva SB, Shelkovnikova TA, et al. Cardiac magnetic resonance imaging in differential diagnostics of acute coronary syndrome in patients with non-obstructive coronary atherosclerosis. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(12):47-54. (In Russ.) Рябов В. В., Гомбоева С. Б., Шелковникова Т. А. и др. Магнитно-резонансная томография сердца в дифференциальной диагностике острого коронарного синдрома у больных неструктурным коронарным атеросклерозом. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(12):47-54. doi:10.15829/1560-4071-2017-12-47-54.
- Mochula OV, Vorobeva DA, Ussov WYu, et al. The prevalence of ischemic pattern of heart damage in patients with acute myocardial infarction depending on the presence of obstructive coronary artery disease: Magnetic resonance study. *Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine*. 2022;37(1):77-86. (In Russ.) Мочула О. В., Воробьева Д. А., Усов В. Ю. и др. Магнитно-резонансная оценка распространенности ишемического паттерна повреждения сердца у пациентов с острым инфарктом миокарда в зависимости от наличия обструктивного поражения коронарных артерий. *Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины*. 2022;37(1):77-86. doi:10.29001/2073-8552-2021-36-4-77-86.
- Ahn KT, Song YB, Choe YH, et al. Impact of transmural necrosis on left ventricular remodeling and clinical outcomes in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29(4):835-42. doi:10.1007/s10554-012-0155-9.
- Reindl M, Eitel I, Reinstadler SJ. Role of Cardiac Magnetic Resonance to Improve Risk Prediction Following Acute ST-Elevation Myocardial Infarction. *J Clin Med*. 2020;9(4):1041. doi:10.3390/jcm9041041.
- Corral Acero J, Schuster A, Zacur E, et al. Understanding and Improving Risk Assessment After Myocardial Infarction Using Automated Left Ventricular Shape Analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(9):1563-74. doi:10.1016/j.jcmg.2021.11.027.
- Stiermaier T, Backhaus SJ, Lange T, et al. Cardiac magnetic resonance left ventricular mechanical uniformity alterations for risk assessment after acute myocardial infarction. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(16):e011576. doi:10.1161/JAHA.118.011576.
- Bulluck H, Carberry J, Carrick D, et al. A Noncontrast CMR risk score for long-term risk stratification in reperfused ST-segment elevation myocardial infarction. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2022;15(3):431-40. doi:10.1016/j.jcmg.2021.08.006.
- Mohammad MA, Koul S, Lønborg JT, et al. Usefulness of high sensitivity troponin t to predict long-term left ventricular dysfunction after ST-elevation myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 2020;134:8-13. doi:10.1016/j.amjcard.2020.07.060.
- Welsh P, Preiss D, Hayward C, et al. Cardiac Troponin T and Troponin I in the General Population. *Circulation*. 2019;139(24):2754-64. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.118.038529.
- Kabiri A, Gharin P, Forouzannia SA, et al. HEART versus GRACE Score in Predicting the Outcomes of Patients with Acute Coronary Syndrome: a Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Acad Emerg Med*. 2023;11(1):e50. doi:10.22037/aaem.v11i1.2001.
- Ferrante G, Barbieri L, Sponzilli C, et al. Predictors of mortality and long-term outcome in patients with anterior STEMI: results from a single center study. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(23):5634. doi:10.3390/jcm10235634.
- Ryabov V, Dil S, Vyshlov E, et al. Efficiency and Safety of Intracoronary Epinephrine Administration in Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction With Refractory Coronary No-Reflow. *The American Journal of Cardiology*. 2024;226:118-27. doi:10.1016/j.amjcard.2024.07.011.
- Oleynikov VE, Salyamova LI, Donetskaya NA, et al. Potential of predicting mildly reduced and reduced left ventricular ejection fraction in patients in the post-infarction period. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(7):5938. (In Russ.) Олейников В. Э., Салымова Л. И., Донецкая Н. А. и др. Возможности прогнозирования умеренно сниженной и низкой фракции выброса левого желудочка у пациентов в постинфарктном периоде. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(7):5938. doi:10.15829/1560-4071-2024-5938.
- Niccoli G, Scalone G, Lerman A, et al. Coronary microvascular obstruction in acute myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2016;37(13):1024-33. doi:10.1093/eurheartj/ehv484.

Адреса организаций авторов: ФГБУ Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Научно-исследовательский институт кардиологии, ул. Киевская, д. 111 а, Томск, 634012, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Tomsk National Research Medical Center, Cardiology Research Institute, Kievskaya st., 111 a, Tomsk, 634012, Russia.