

Возможности прогнозирования умеренно сниженной и низкой фракции выброса левого желудочка у пациентов в постинфарктном периоде

Олейников В. Э.¹, Салямова Л. И.¹, Донецкая Н. А.^{1,2}, Вдовкин А. В.², Чернова А. А.¹, Вершинина О. Д.¹, Томашевская Ю. А.¹, Бабкина И. А.¹

Цель. Анализ показателей ишемического и реперфузионного повреждения, а также миокардиальной работы для выявления предикторов сниженной фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) <50% через 24 нед. после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST (ИМнСТ) у больных, перенесших реваскуляризацию.

Материал и методы. Включено 65 больных (возраст 58 (52; 60) лет), которым на 7-10-е сут. и через 24 нед. проводили обследование. По результатам магнитно-резонансной томографии (МРТ) сердца определяли показатели ишемического и реперфузионного повреждения. По спекл-трекинг эхокардиографии (ЭхоКГ) оценивали параметры миокардиальной работы.

Результаты. Все 65 больных завершили исследование. По результатам ЭхоКГ пациентов разделили на группы: 1 — 45 человек с ФВ ЛЖ $\geq 50\%$, 2 — 20 больных с ФВ ЛЖ <50%. У пациентов с ФВ $\geq 50\%$ через 24 нед. после ИМнСТ отмечено уменьшение массы ишемического повреждения на 32,3% ($p=0,001$) за счет регресса массы рубца на 28% ($p=0,008$) и периинфарктной гетерогенной зоны на 33,3% ($p=0,020$). Во 2 группе показатели не изменились. На повторном визите выявлено уменьшение количества лиц с микрососудистой обструкцией в группе ФВ $\geq 50\%$ с 44 до 16% ($p<0,001$), ФВ <50% — с 65 до 40% ($p=0,045$). По ЭхоКГ глобальная потерянная работа в 1 группе уменьшилась с 77 (50,5; 105,5) до 59 (43; 92) мм рт.ст.% ($p=0,042$); во 2 группе исходно — 99,5 (59; 181), повторно — 104,5 (58,5; 156,5) мм рт.ст.% ($p=0,765$). Эффективность и индекс глобальной работы преобладали у пациентов с ФВ $\geq 50\%$ на двух визитах ($p<0,05$).

Определены предикторы снижения ФВ ЛЖ через 24 нед. после ИМнСТ: масса ишемического повреждения, рубцовой ткани, микрососудистой обструкции, индекс глобального контрастирования по МРТ; эффективность и индекс глобальной работы по ЭхоКГ.

Заключение. МРТ сердца с контрастированием и спекл-трекинг ЭхоКГ являются взаимодополняющими методами, позволяющими количественно оценить морфофункциональную картину постинфарктного кардиосклероза и прогнозировать развитие умеренно сниженной и низкой ФВ ЛЖ в среднесрочном периоде.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография сердца, ишемическое реперфузионное повреждение, спекл-трекинг эхокардиография, миокардиальная работа, фракция выброса левого желудочка, инфаркт миокарда.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда, проект № 23-25-00381.

¹ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет, Пенза; ²ГБУЗ Пензенская областная клиническая больница им. Н. Н. Бурденко, Пенза, Россия.

Олейников В. Э.* — д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Терапия", ORCID: 0000-0002-7463-9259, Салямова Л. И. — к.м.н., доцент, доцент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-7130-0316, Донецкая Н. А. — зав. отделением лучевой диагностики, главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике Пензенской области, ассистент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-6423-6889, Вдовкин А. В. — врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики, ORCID: 0000-0002-0142-381X, Чернова А. А. — аспирант кафедры "Терапия", ORCID: 0009-0002-7957-8034, Вершинина О. Д. — аспирант кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0002-4127-6607, Томашевская Ю. А. — к.м.н., доцент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0003-3374-9205, Бабкина И. А. — аспирант кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0002-3845-0854.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author): v.oleynikov@gmail.com

vчTnI — высокочувствительный тропонин I, ИГК — индекс глобального контрастирования, ИЛС — индекс локальной сократимости, ИМ — инфаркт миокарда, ИМнСТ — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, ЛЖ — левый желудочек, МРТ — магнитно-резонансная томография, МСО — микрососудистая обструкция, ПГЗ — перинфарктная гетерогенная зона, ФВ — фракция выброса, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЭхоКГ — эхокардиография, GCW — глобальная полезная работа, GWE — эффективность глобальной работы, GWI — индекс глобальной работы, GWW — глобальная потерянная работа, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид.

Рукопись получена 03.05.2024

Рецензия получена 16.05.2024

Принята к публикации 22.05.2024



Для цитирования: Олейников В. Э., Салямова Л. И., Донецкая Н. А., Вдовкин А. В., Чернова А. А., Вершинина О. Д., Томашевская Ю. А., Бабкина И. А. 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. EDN QSKPBD

Potential of predicting mildly reduced and reduced left ventricular ejection fraction in patients in the post-infarction period

Oleynikov V. E.¹, Salyamova L. I.¹, Donetskaya N. A.^{1,2}, Vdovkin A. V.², Chernova A. A.¹, Vershinina O. D.¹, Tomashevskaya Yu. A.¹, Babkina I. A.¹

Aim. To analyze ischemic and reperfusion injury characteristics, as well as myocardial performance, to identify predictors of reduced left ventricular (LV) ejection fraction (EF) <50% 24 weeks after ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) in patients who underwent revascularization.

Material and methods. The study included 65 patients (age 58 (52; 60) years), who were examined on days 7-10 and after 24 weeks. Based on cardiac magnetic resonance imaging (MRI), parameters of ischemic and reperfusion injury

were determined. Speckle tracking echocardiography was used to evaluate the myocardial function.

Results. All 65 patients completed the study. Based on echocardiography, patients were divided into following groups: 1 — 45 people with LVEF $\geq 50\%$, 2 — 20 patients with LVEF <50%. In patients with LVEF $\geq 50\%$ 24 weeks after STEMI, there was a decrease in the ischemia injury mass by 32,3% ($p=0,001$) due to regression of the scar mass by 28% ($p=0,008$) and the peri-infarct heterogeneous zone by

33,3% ($p=0,020$). In group 2, the indicators did not change. At the repeat visit, there was a decrease in the number of people with microvascular obstruction in the group of LVEF $\geq 50\%$ from 44 to 16% ($p<0,001$), while in LVEF $< 50\%$ — from 65 to 40% ($p=0,045$). According to echocardiography, global wasted work in group 1 decreased from 77 (50,5; 105,5) to 59 (43; 92) mm Hg% ($p=0,042$), while in group 2, it increased from 99,5 (59; 181) to 104,5 (58,5; 156,5) mm Hg% ($p=0,765$). Global work efficiency and global work index prevailed in patients with LVEF $\geq 50\%$ at two visits ($p<0,05$).

The following predictors of decreased LVEF were determined 24 weeks after STEMI: ischemia injury mass, scar tissue, microvascular obstruction, global contrast index according to MRI; global work efficiency and global work index on echocardiography.

Conclusion. Contrast-enhanced cardiac MRI and speckle tracking echocardiography are complementary methods that allow quantitative morphofunctional assessment of post-infarction cardiosclerosis and predict the development of mildly reduced and reduced LVEF in the medium term.

Keywords: cardiac magnetic resonance imaging, ischemia-reperfusion injury, speckle tracking echocardiography, myocardial work, left ventricular ejection fraction, myocardial infarction.

Relationships and Activities. The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation, project № 23-25-00381.

¹Penza State University, Penza; ²Burdenko Penza Regional Clinical Hospital, Penza, Russia.

Oleynikov V.E.* ORCID: 0000-0002-7463-9259, Salyamova L.I. ORCID: 0000-0001-7130-0316, Donetskaya N.A. ORCID: 0000-0001-6423-6889, Vdovkin A.V. ORCID: 0000-0002-0142-381X, Chernova A.A. ORCID: 0009-0002-7957-8034, Vershinina O.D. ORCID: 0000-0002-4127-6607, Tomashevskaya Yu. A. ORCID: 0000-0003-3374-9205, Babkina I.A. ORCID: 0000-0002-3845-0854.

*Corresponding author: v.oleynikof@gmail.com

Received: 03.05.2024 **Revision Received:** 16.05.2024 **Accepted:** 22.05.2024

For citation: Oleynikov V.E., Salyamova L.I., Donetskaya N.A., Vdovkin A.V., Chernova A.A., Vershinina O.D., Tomashevskaya Yu. A., Babkina I.A. 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. doi: 10.15829/1560-4071-2024-5938. EDN QSKPBD

Ключевые моменты

- Магнитно-резонансная томография сердца с контрастированием и спекл-трекинг эхокардиография позволяют количественно оценить морфофункциональную картину постинфарктного кардиосклероза.
- Только у больных с фракцией выброса левого желудочка $\geq 50\%$ выявлен благоприятный регресс большинства показателей ишемически-реперфузионного повреждения и глобальной потерянной работы.
- Высокие значения показателей ишемически-реперфузионного повреждения по данным магнитно-резонансной томографии, а также низкие эффективность и индекс глобальной работы по эхокардиографии являются предикторами снижения фракции выброса левого желудочка менее 50% в среднесрочном периоде.

Современные методики лечения пациентов с инфарктом миокарда (ИМ) с подъемом сегмента ST (ИМпST) способствовали значительному снижению смертности в острую и последующие стадии заболевания. Однако развитие хронической сердечной недостаточности (ХСН) в постинфарктном периоде остается серьезной проблемой у данной когорты больных [1]. Оценка фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) при эхокардиографии (ЭхоКГ) позволяет фенотипировать пациентов для определения прогноза и подбора адекватной фармакотерапии [2].

Методы визуализации используют как для первоначальной оценки ишемического повреждения при

Key messages

- Contrast-enhanced cardiac magnetic resonance imaging and speckle tracking echocardiography make it possible to quantitatively assess the morphofunctional characteristics of post-infarction cardiosclerosis.
- Only patients with left ventricular ejection fraction $\geq 50\%$ showed favorable regression of ischemia-reperfusion injury and global wasted work.
- Severe ischemia-reperfusion injury according to magnetic resonance imaging, as well as global work efficiency and global work index on echocardiography are predictors of a left ventricular ejection fraction decrease less than 50% in the medium term.

ИМ, так и для выявления больных с высоким риском повторных сердечно-сосудистых событий. ЭхоКГ позволяет оценить объемные показатели, глобальную и региональную систолическую функцию ЛЖ [2]. Однако изолированное нарушение сократимости миокарда, например, без изменения лабораторных маркеров не дает информации о наличии или отсутствии инфаркта, поскольку гибернирующий или оглушенный миокард жизнеспособен, но при этом находится в состоянии гипокинеза [3]. Относительно недавно предложен новый показатель миокардиальной работы, основанный на анализе кривой давление-деформация по результатам спекл-трекинг ЭхоКГ [4]. Отсутствие зависимости данного параметра от постнагрузки на ЛЖ по сравнению с ФВ и глобальной продольной деформацией обе-

Таблица 1

Сравнительная характеристика групп

Показатели		ФВ ЛЖ ≥50% (n=45)	ФВ ЛЖ <50% (n=20)	p
Возраст, лет		57 (51; 60)	58,5 (52,5; 62)	0,413
Женщины, n (%)		1 (2,2)	1 (5)	0,549
Мужчины, n (%)		44 (97,8)	19 (95)	0,549
Индекс массы тела, кг/м ²		27,7±4,0	26,9±3,4	0,451
Стенокардия в анамнезе, n (%)		14 (31)	7 (35)	0,750
Артериальная гипертензия, n (%)		40 (88,9)	15 (75)	0,152
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.		126,8±11,7	126,5±15,8	0,933
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.		79,3±8,3	78,5±9,6	0,735
Частота сердечных сокращений, уд./мин		71,8±10,9	74,6±9,1	0,358
Передняя нисходящая артерия в качестве симптом-связанной, n (%)		18 (40)	9 (45)	0,706
Фармакоинвазивная реваскуляризация, n (%)		14 (31,1)	8 (40,0)	0,485
Первичное ЧКВ, n (%)		31 (68,9)	12 (60,0)	0,485
Время "боль-тромболизис", мин		90 (50; 120)	140 (105; 210)	0,082
Время "боль-стент", мин		220 (150; 380)	360 (220; 620)	0,088
Медикаментозное лечение				
Двойная антиагрегантная терапия, n (%)	исходно	45 (100)	20 (100)	1,000
	24 нед.	45 (100)	20 (100)	1,000
Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента или блокаторы рецепторов ангиотензина II, n (%)	исходно	43 (95,6)	19 (95)	0,588
	24 нед.	38 (84,4)	12 (60)	0,066
β-адреноблокаторы, n (%)	исходно	44 (97,8)	18 (90)	0,460
	24 нед.	32 (71,1)	14 (70)	0,838
Диуретики, n (%)	исходно	8 (17,8)	5 (25)	0,737
	24 нед.	8 (17,8)	6 (30)	0,436
Блокаторы кальциевых каналов, n (%)	исходно	7 (15,6)	0 (0)	0,152
	24 нед.	4 (8,9)	1 (5)	0,970
Ингибиторы натрий-глюкозного котранспортера 2-го типа, n (%)	исходно	4 (8,9)	0 (0)	0,414
	24 нед.	3 (6,7)	0 (0)	0,588
Статины, n (%)	исходно	45 (100)	20 (100)	1,000
	24 нед.	45 (100)	20 (100)	1,000
Эзетемиб, n (%)	исходно	0 (0)	0 (0)	1,000
	24 нед.	42 (93,3)	12 (60)	0,004

Сокращения: ЛЖ — левый желудочек, ФВ — фракция выброса, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, n — количество больных, p — достоверность.

спечивает более детальную оценку систолической функции ЛЖ [4].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) сердца с контрастным усилением является уникальной методикой, позволяющей не только проанализировать структуру и функции сердца, но и идентифицировать зону инфаркта, количественно охарактеризовать его размер и глубину поражения, наличие и выраженность микрососудистой обструкции (МСО), интрамиокардиального кровоизлияния [5]. Вышеперечисленные показатели представляют несомненный интерес при изучении эффективности лечения и оценке прогноза больных после ИМ.

Цель исследования — анализ показателей ишемического и реперфузионного повреждения, а также миокардиальной работы для выявления предикторов сниженной ФВ ЛЖ <50% через 24 нед. после ИМпСТ у больных, перенесших реваскуляризацию.

Материал и методы

В открытое проспективное сравнительное исследование включено 65 больных в возрасте 30-70 лет с острым ИМпСТ 1 типа в соответствии с четвертым универсальным определением Европейского общества кардиологов (2018г). Возраст больных составил 58 (52; 60) лет. Среди включенных лиц преобладали мужчины (n=63; 96,9%). Вся документация, включая индивидуальную карту регистрации данных, была одобрена Локальным комитетом по этике (№ 5 от 29.01.2021).

В исследование не включали пациентов с сужением ствола левой коронарной артерии >30%; повторным или рецидивирующим ИМ; острой сердечной недостаточностью III-IV функционального класса при поступлении или ХСН III-IV функционального класса в анамнезе; гипертрофией ЛЖ по данным ЭхоКГ (толщина межжелудочковой перегородки и/или зад-

ней стенки ЛЖ >14 мм); врожденными и приобретенными пороками сердца; другими тяжелыми сопутствующими заболеваниями.

Медикаментозное лечение ИМпСТ осуществляли в соответствии с актуальными клиническими рекомендациями (2020г). На 7-10 сут. от индексного события и через 24 нед. пациентам выполняли инструментальное и лабораторное обследование.

МРТ сердца проводили на томографе GE SIGNA Voyager 1,5 Тл (GE HealthCare, США) с контрастированием одномолярным гадолиний-содержащим препаратом (гадотеровая кислота, GE Healthcare, Норвегия). Тканевый анализ изображений осуществляли с помощью CVI42 (Circle Cardiovascular Imaging Inc., Канада). Определяли массу ишемического повреждения, в т.ч. рубцовой ткани и перинфарктной гетерогенной зоны (ПГЗ); наличие МСО и ее массу; индекс глобального контрастирования (ИГК), индекс локальной сократимости (ИЛС).

Спекл-трекинг ЭхоКГ проводили на ультразвуковом сканере Vivid E95 (GE Healthcare, США) с измерением стандартных структурных, объемных показателей ЛЖ и расчетом ФВ. Миокардиальную работу сердца анализировали по результатам автоматической обработки на EchoPac Software Only (GE Healthcare, США). Регистрировали индекс глобальной работы (GWI), эффективность глобальной работы (GWE), глобальную полезную (GCW) и глобальную потерянную работу (GWW).

Высокочувствительный тропонин I (вчТnI) определяли на анализаторе Architect i2000 (Abbott, США) трижды во время госпитализации; в работе использовали наибольшее значение. N-концевой промозговой натрийуретический пептид (NT-proBNP) измеряли в крови с помощью иммуноферментного анализатора Infinite F50 (Tecan Austria GmbH, Австрия).

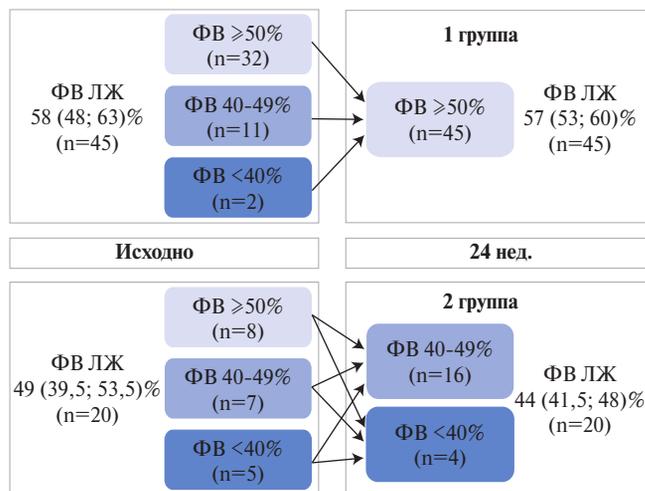


Рис. 1. Индивидуальная динамика ФВ ЛЖ у больных в группах сравнения. Сокращения: ЛЖ — левый желудочек, ФВ — фракция выброса.

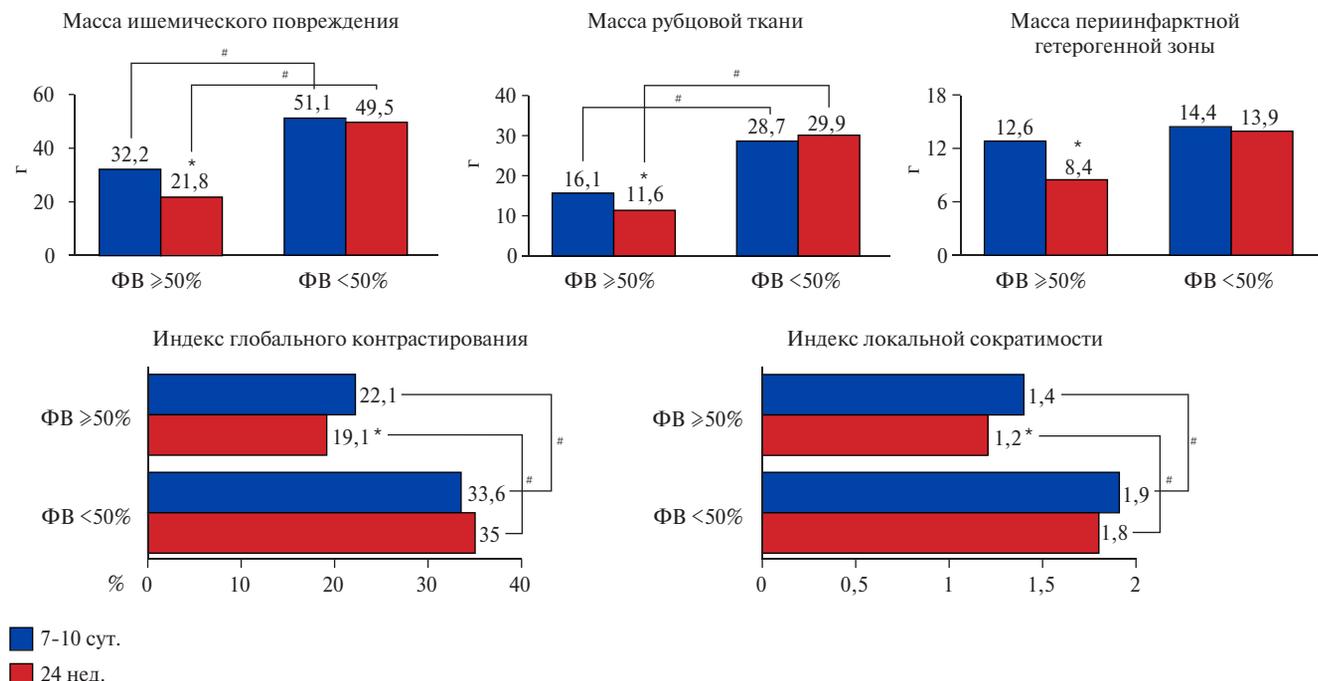


Рис. 2. Динамика показателей ишемического повреждения в группах. Примечание: * — p<0,05 — внутригрупповые различия, # — p<0,05 — межгрупповые различия. Сокращение: ФВ — фракция выброса.

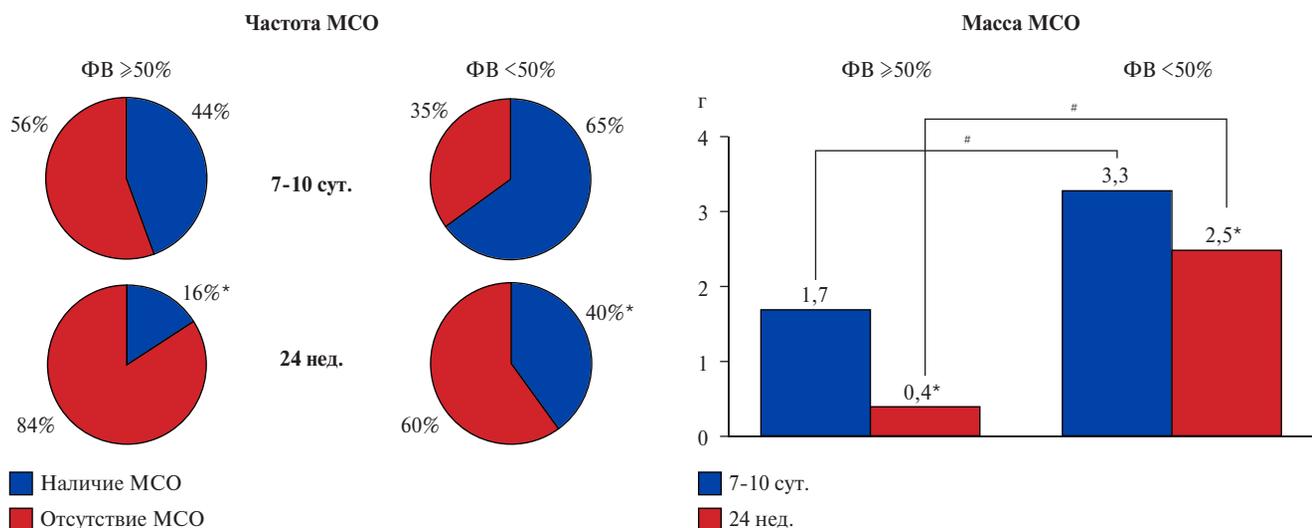


Рис. 3. Наличие и выраженность МСО в группах.

Примечание: * — $p < 0,05$ — внутригрупповые различия, # — $p < 0,05$ — межгрупповые различия.

Сокращения: МСО — микрососудистая обструкция, ФВ — фракция выброса.

Статистическую обработку данных проводили программой STATISTICA 13 (StatSoft, США). Предварительно анализировали распределение данных с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. При нормальном распределении показатели представлены как $M \pm SD$. В случае непараметрического распределения указывали Me (Q 25%; Q 75%). Межгрупповые различия анализировали критерием Стьюдента при параметрических данных, критерием Манна-Уитни — при непараметрических. Внутригрупповую динамику изучали с помощью критерия Стьюдента и Вилкоксона, соответственно. Несвязанные качественные характеристики анализировали критерием χ^2 с поправкой Йейтса, связанные — критерием МакНемара. Для выявления независимых факторов риска сниженной ФВ ЛЖ < 50% на 24 нед. по данным лабораторных и инструментальных исследований применяли однофакторную логистическую регрессию. Регрессионный анализ Кокса использовали для поиска предикторов умеренно сниженной и низкой ФВ ЛЖ среди клиничко-anamnestических данных, лабораторных и инструментальных показателей, медикаментозного лечения, зарегистрированных в острую стадию ИМпСТ. При $p < 0,05$ различия считали значимыми.

Результаты

Все 65 больных завершили 24-нед. исследование. По результатам ЭхоКГ пациентов разделили на группы, в 1 группу из которых вошли 45 человек с ФВ ЛЖ ≥ 50%, во 2 — 20 больных с ФВ ЛЖ < 50%. Группы не различались по клиничко-anamnestическим данным, реваскуляризации, фармакотерапии (табл. 1).

Исходные значения ФВ ЛЖ в группах представлены на рисунке 1. Статистически значимой внутригрупповой динамики показателя к окончанию наблюдения в обеих группах не зарегистрировано.

У пациентов с ФВ ≥ 50% через 24 нед. после ИМпСТ отмечено уменьшение массы ишемического повреждения за счет регресса массы ПГЗ и рубцовой ткани (рис. 2). Во 2 группе эти показатели существенно не изменились. Важно отметить, что во 2 группе масса ишемического повреждения за счет рубцовой ткани как на 7-10 сут., так и через 24 нед. была значимо больше, чем в 1 группе.

Частота выявления МСО в обеих группах исходно и по окончании наблюдения не отличалась. На повторном визите отмечено уменьшение количества лиц с МСО как у пациентов с ФВ ≥ 50%, так и < 50% (рис. 3). Масса МСО во 2 группе была в 1,9 раза больше на 7-10 сут., а спустя 24 нед. в 6,25 раз. Хотя показатель уменьшился в обеих группах к концу исследования, однако в 1 группе на 76,5%, тогда как во 2 только на 24,2% ($p < 0,001$).

Также во 2 группе выявлены более высокие значения ИГК и ИЛС на двух визитах (рис. 2). Причем в противоположность 1 группе, где эти показатели значимо снизились, во 2 группе существенных изменений не произошло.

Среди параметров ЭхоКГ исходно GWE, GWI и GCW преобладали у пациентов с ФВ ЛЖ ≥ 50%. В дальнейшем в данной группе выявлено благоприятное снижение уровня GWW (рис. 4). У больных с ФВ < 50% характеристики миокардиальной работы не изменились на протяжении всего периода наблюдения. Примечательно, что спустя 24 нед. параметры GWE, GWI и GCW также были выше в 1 группе.

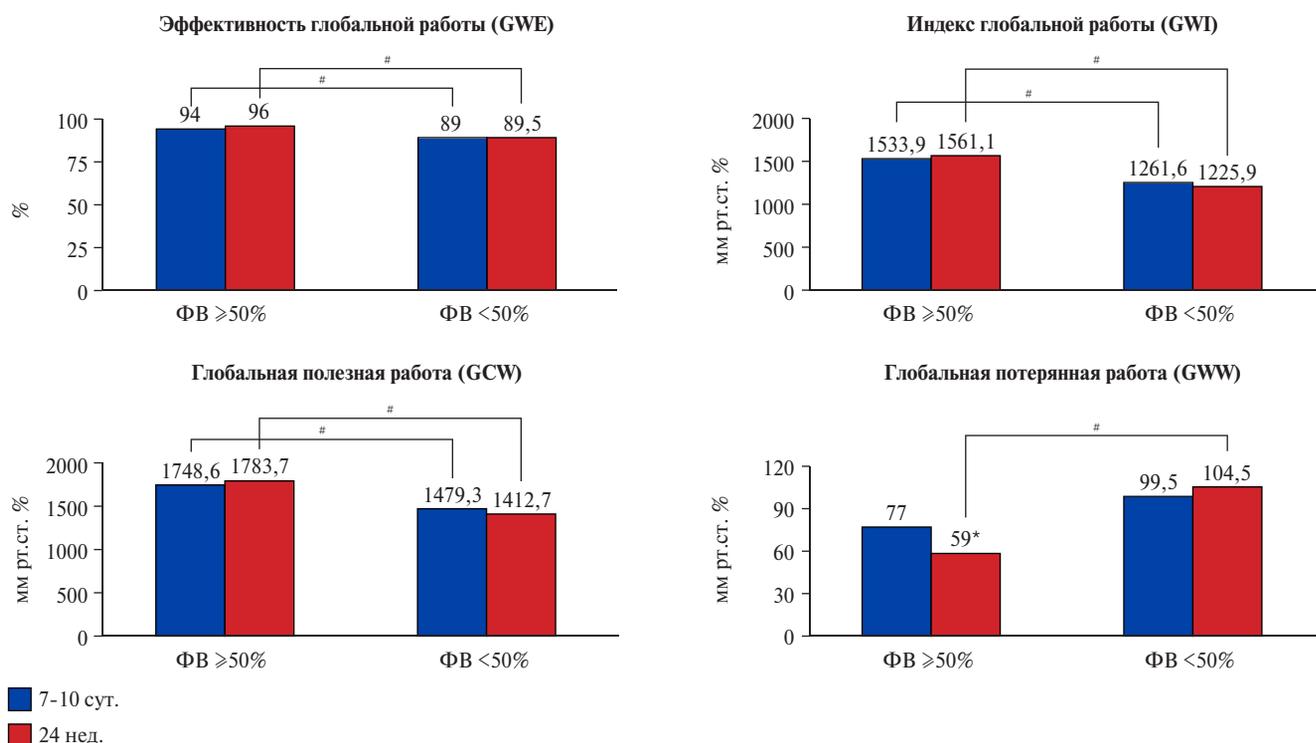


Рис. 4. Динамика показателей миокардиальной работы в группах.

Примечание: * — $p < 0,05$ — внутригрупповые различия, # — $p < 0,05$ — межгрупповые различия.

Сокращения: ФВ — фракция выброса, GCW — глобальная полезная работа, GWE — эффективность глобальной работы, GWI — индекс глобальной работы, GWW — глобальная потерянная работа.

Таблица 2

Независимые переменные, ассоциированные со сниженной ФВ ЛЖ <50% через 24 нед. после ИМпСТ

Показатель	ОШ (95% ДИ)	p
Масса ишемического повреждения, г	1,039 (1,014-1,066)	<0,001
Масса рубцовой ткани, г	1,061 (1,022-1,101)	<0,001
Наличие МСО	3,619 (1,085-12,067)	0,031
Масса МСО, г	2,169 (1,088-4,323)	0,006
ИЛС	10,289 (2,765-38,290)	<0,001
ИГК, %	1,072 (1,028-1,119)	<0,001
GWI, мм рт.ст.%	0,998 (0,996-0,999)	0,002
GCW, мм рт.ст.%	0,998 (0,997-0,999)	0,002
GWW, мм рт.ст.%	1,009 (1,0002-1,0173)	0,033
NT-proBNP, пг/мл	1,001 (1,0001-1,0025)	0,011

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ИГК — индекс глобального контрастирования, ИЛС — индекс локальной сократимости, МСО — микрососудистая обструкция, ОШ — отношение шансов, GCW — глобальная полезная работа, GWI — индекс глобальной работы, GWW — глобальная потерянная работа, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид.

Таблица 3

Прогнозирование снижения ФВ ЛЖ <50% через 24 нед. после ИМпСТ по данным регрессионного анализа

Показатель	RR (95% ДИ)	p
Масса ишемического повреждения, г	1,016 (1,002-1,031)	0,025
Масса рубцовой ткани, г	1,017 (1,003-1,032)	0,019
Масса МСО, г	1,101 (1,005-1,207)	0,039
ИГК, %	1,028 (1,003-1,053)	0,025
ИЛС	2,701 (1,263-5,774)	0,010
GWE, %	0,960 (0,923-0,998)	0,041
GWI, мм рт.ст.%	0,999 (0,998-0,999)	0,046
ФВ ЛЖ, %	0,951 (0,913-0,991)	0,016
вчТпI, пг/мл	1,000005 (1,000002-1,000008)	0,002

Сокращения: вчТпI — высокочувствительный тропонин I, ДИ — доверительный интервал, ИГК — индекс глобального контрастирования, ИЛС — индекс локальной сократимости, ЛЖ — левый желудочек, МСО — микрососудистая обструкция, ФВ — фракция выброса, RR — относительный риск, GWE — эффективность глобальной работы, GWI — индекс глобальной работы.

В свою очередь, GWW преобладал у больных с ФВ ЛЖ <50%.

Уровень вчТпI в 1 группе в острую стадию заболевания составил 18402,1 (5214,35; 37733,4) пг/мл, во 2 группе — 81786,2 (29627,8; 160388,0) пг/мл ($p < 0,001$). Уровень NT-proBNP на 7-10 сут. у больных с ФВ ЛЖ>50% оказался равен 243,8 (58,7; 424,1) пг/мл, с ФВ ЛЖ <50% — 225,4 (138,1; 281,3) пг/мл ($p_{1-2}=0,966$). В дальнейшем отмечено снижение показателя в 1 группе до 58,9 (12,8; 212,8) пг/мл ($p_{0-24}=0,013$) без динамики во 2 — 179,5 (23; 1173,4) пг/мл ($p_{0-24}=0,285$; $p_{1-2}=0,122$).

В ходе логистического регрессионного анализа были проанализированы показатели МРТ, ЭхоКГ, NT-proBNP, фармакотерапия, зарегистрированные через 24 нед. от ИМпСТ. Выявлены следующие независимые переменные, продемонстрировавшие влияние на ФВ ЛЖ <math><50\%</math> (табл. 2): масса ишемического повреждения и рубцовой ткани, наличие и выраженность МСО, ИЛС, ИГК по МРТ; GWI, GCW и GWW по результатам спекл-трекинг ЭхоКГ; NT-proBNP.

Для определения предикторов снижения ФВ ЛЖ через 24 нед. после ИМпСТ с помощью регрессионного анализа Кокса были проанализированы клинико-anamnestические данные, медикаментозное лечение, лабораторные параметры (вчТnI, NT-proBNP), показатели МРТ и спекл-трекинг ЭхоКГ, результаты коронароангиографии, зарегистрированные во время госпитализации. Выявлены следующие предикторы (табл. 3): масса ишемического повреждения и рубцовой ткани, масса МСО, ИГК, ИЛС по данным МРТ; ФВ ЛЖ, GWE и GWI по спекл-трекинг ЭхоКГ; вчТnI.

Обсуждение

Размер зоны некроза и глубина поражения при ИМпСТ являются одними из ключевых факторов, определяющих тяжесть инвалидизации и смертность больных в постинфарктном периоде [5]. Поэтому большое количество клинических исследований направлено на своевременное выявление группы пациентов, имеющих потенциально неблагоприятный прогноз с целью оптимизации медикаментозного и хирургического лечения.

Определяемая по результатам трансторакальной ЭхоКГ ФВ ЛЖ остается важным предиктором выживаемости пациентов с острым коронарным синдромом, широко используемым в рутинной практике. Значение <math><40\%</math> ассоциировано со смертью 15% больных в течение 6 мес. после индексного события [6]. Также представляет несомненный интерес изучение пациентов с ХСН с умеренно сниженной ФВ ЛЖ, частота которой колеблется в пределах 10-25%. Данная когорта характеризуется высоким риском несердечно-сосудистых событий по сравнению с больными с низкой ФВ ЛЖ [7]. В настоящем исследовании исходно частота умеренно сниженной и низкой ФВ составила 38,5%, уменьшившись спустя 24 нед. до 30,8%.

МРТ сердца все шире используется для идентификации пациентов с высоким риском повторных кардиоваскулярных событий после ИМпСТ. Диагностика поражения миокарда при МРТ основана на особенностях кинетики гадолиния, проникающего только через поврежденные мембраны кардиомиоцитов и накапливающегося во внеклеточном пространстве, что позволяет идентифицировать выраженные в различной степени дисфункциональные зоны миокарда [8].

В эксперименте на животных было показано уменьшение массы инфаркта с течением времени, особенно, после реперфузии [9]. У пациентов с ИМ также отмечен регресс размера некроза через 2 мес. после индексного события [9]. Важно отметить, что в настоящей работе уменьшение общей массы ишемического повреждения как за счет рубцовой ткани, так и ПГЗ произошло только у пациентов с ФВ $\geq 50\%$. Кроме того, сниженная сократительная функция ЛЖ ассоциировалась с более высокими значениями массы ишемического повреждения за счет рубца в острую стадию заболевания и в постинфарктном периоде. Подобные закономерности выявлены также для ИГК и ИЛС. Известно, что по мере увеличения ИГК отмечается снижение вероятности улучшения сократимости сегментов миокарда. Сегменты с трансмуральной протяженностью инфаркта $>50\%$ имеют минимальную возможность восстановления сократительной функции, несмотря на успешную коронарную реваскуляризацию [8].

Феномен МСО или "no-reflow" — это результат вазоконстрикции микроциркуляторного русла в сочетании с дистальной эмболизацией элементами атеросклеротической бляшки, частицами фибрина, тромбоцитов и эритроцитов [10]. МСО является предиктором повторных сердечно-сосудистых событий и неблагоприятного ремоделирования ЛЖ [10]. Наличие сохраненной ФВ ЛЖ через 24 нед. после ИМпСТ характеризовалось уменьшением частоты МСО в 2,75 раза, во 2 группе — в 1,6 раза. Несмотря на то, что в группах сравнения отмечено снижение массы показателя, она преобладала у пациентов с умеренно сниженной и низкой ФВ на двух визитах.

Показатели миокардиальной работы позволяют с высокой точностью оценивать систолическую функцию ЛЖ у больных ИБС, в т.ч. в сочетании с ХСН. Продемонстрирована высокая положительная корреляция ФВ ЛЖ с GWI, GWE, GCW, отрицательная — с GWW [11]. По данным российских исследователей GWE и GWW способны прогнозировать развитие неблагоприятного исхода в течение 1,5 лет после ИМ и реваскуляризации [12]. В исследовании Mahdavi ME, et al., выявлена связь между показателями миокардиальной работы и глубиной поражения миокарда после ИМ. В частности, GWI, GWE и GCW оказались наибольшими в непораженных сегментах, имели промежуточные значения в сегментах с нетрансмуральным инфарктом, наименьшими — в сегментах с трансмуральным поражением миокарда [13]. В другой работе показатель GWE был значительно снижен у пациентов после ИМ, а также страдающих ХСН с низкой ФВ ЛЖ по сравнению со здоровыми людьми [14]. В свою очередь, улучшение параметров работы на фоне модуляции сократимости миокарда и медикаментозной терапии у больных ХСН и фибрилляцией предсердий свидетельствует об эффективности лечения [15].

В настоящем исследовании при динамическом анализе показателей спекл-трекинг ЭхоКГ пациенты с ФВ ЛЖ <50% характеризовались неблагоприятными значениями большинства параметров миокардиальной работы на 7-10 сут. и через 24 нед. после ИМпСТ. При этом только в 1 группе снизился уровень GWW без его динамики в группе сравнения.

Заключение

Сниженная ФВ ЛЖ в постинфарктном периоде обусловлена определенными характеристиками ишемического и реперфузионного повреждения, миокардиальной работы, NT-proBNP. Кроме того, зарегистрированные в острую стадию заболевания по-

казатели МРТ, спекл-трекинг ЭхоКГ, а также $vTnI$ способны прогнозировать снижение ФВ ЛЖ через 24 нед. после ИМпСТ.

Таким образом, МРТ сердца с контрастированием и спекл-трекинг ЭхоКГ являются взаимодополняющими методами, позволяющими количественно оценить морфофункциональную картину постинфарктного кардиосклероза и прогнозировать развитие умеренно сниженной и низкой ФВ ЛЖ в среднесрочном периоде.

Отношения и деятельность. Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда, проект № 23-25-00381.

Литература/References

- Shlyakhto EV, Zvartau NE, Villevalde SV, et al. Assessment of prevalence and monitoring of outcomes in patients with heart failure in Russia. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(12):4204. (In Russ.) Шлякто Е. В., Звартан Н. Э., Виллевалде С. В. и др. Значимость оценки распространенности и мониторинга исходов у пациентов с сердечной недостаточностью в России. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(12):4204. doi:10.15829/1560-4071-2020-4204.
- Krikunov PV, Vasyuk YuA, Krikunova OV. Predictive value of echocardiography in post myocardial infarction setting. Part 1. *Russian Journal of Cardiology*. 2017;(12):120-8. (In Russ.) Крикунов П. В., Васюк Ю. А., Крикунова О. В. Прогностическая значимость эхокардиографии после острого инфаркта миокарда. Часть 1. *Российский кардиологический журнал*. 2017;(12):120-8. doi:10.15829/1560-4071-2017-12-120-128.
- Souto ALM, Souto RM, Teixeira ICR, et al. Myocardial Viability on Cardiac Magnetic Resonance. *Arq Bras Cardiol*. 2017;108(5):458-69. doi:10.5935/abc.20170056.
- Olsen FJ, Skaarup KG, Lassen MCH, et al. Normal Values for Myocardial Work Indices Derived From Pressure-Strain Loop Analyses: From the CCHS. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2022;15(5):e013712. doi:10.1161/CIRCIMAGING.121.013712.
- Terenicheva MA, Shakhnovich RM, Stukalova OV, et al. Correlations between clinical and laboratory findings and prognostically unfavorable CMR-based characteristics of acute ST-elevation myocardial infarction. *Kardiologiya*. 2021;61(1):44-51. (In Russ.) Тереничева М. А., Шахнович Р. М., Стукалова О. В. и др. Взаимосвязь клинических и лабораторных показателей с развитием прогностически неблагоприятных характеристик инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST по данным магнитно-резонансной томографии сердца с контрастированием. *Кардиология*. 2021;61(1):44-51. doi:10.18087/cardio.2021.1.n1373.
- Furtado RHM, Juliasz MG, Chiu FYJ, et al. Long-term mortality after acute coronary syndromes among patients with normal, mildly reduced, or reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 2023;10(1):442-52. doi:10.1002/ehf2.14201.
- Savarese G, Stolfo D, Sinagra G, Lund LH. Heart failure with mid-range or mildly reduced ejection fraction. *Nature reviews. Cardiology*. 2022;19(2):100-16. doi:10.1038/s41569-021-00605-5.
- Garcia MJ, Kwong RY, Scherrer-Crosbie M, et al. American Heart Association Council on Cardiovascular Radiology and Intervention and Council on Clinical Cardiology. State of the Art: Imaging for Myocardial Viability: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2020;13. doi:10.1161/HCI.0000000000000053.
- West AM, Kramer CM. Cardiovascular magnetic resonance imaging of myocardial infarction, viability, and cardiomyopathies. *Curr Probl Cardiol*. 2010;35(4):176-220. doi:10.1016/j.cpcardiol.2009.12.002.
- Alekseeva YaV, Vyshlov EV, Ussov VYu, et al. Microvascular injury phenomena in myocardial infarction. *The Siberian Medical Journal*. 2018;33(4):19-26. (In Russ.) Алексеева Я. В., Вышлов Е. В., Усов В. Ю. и др. Феномены микрососудистого повреждения при остром инфаркте миокарда. *Сибирский медицинский журнал*. 2018;33(4):19-26. doi:10.29001/2073-8552-2018-33-4-19-26.
- Zhu H, Guo Y, Wang X, et al. Myocardial Work by Speckle Tracking Echocardiography Accurately Assesses Left Ventricular Function of Coronary Artery Disease Patients. *Front Cardiovasc Med*. 2021;5:727389. doi:10.3389/fcvm.2021.727389.
- Timofeeva TM, Safarova AF, Kobalava ZhD, et al. Predictive possibilities of parameters of myocardial work of left ventricle in patients with first myocardial infarction and percutaneous coronary intervention. *Medical alphabet*. 2023;(6):7-14. (In Russ.) Тимофеева Т. М., Сафарова А. Ф., Кобалава Ж. Д. и др. Предикторные возможности параметров миокардиальной работы левого желудочка у пациентов с первым инфарктом миокарда и чрескожным коронарным вмешательством. *Медицинский алфавит*. 2023;(6):7-14. doi:10.33667/2078-5631-2023-6-7-14.
- Mahdiui ME, van der Bijl P, Abou R, et al. Myocardial Work, an Echocardiographic Measure of Post Myocardial Infarct Scar on Contrast-Enhanced Cardiac Magnetic Resonance. *The American journal of cardiology*. 2021;151:1-9. doi:10.1016/j.amjcard.2021.04.009.
- El Mahdiui M, van der Bijl P, Abou R, et al. Global Left Ventricular Myocardial Work Efficiency in Healthy Individuals and Patients with Cardiovascular Disease. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(9):1120-7. doi:10.1016/j.echo.2019.05.002.
- Safiullina AA, Uskach TM, Dobrovol'skaja SV, et al. Myocardial remodeling in patients with chronic heart failure and implanted cardiac contractility modulators according to echocardiography. *Terapevticheskij arhiv*. 2021;93(12):1443-50. (In Russ.) Сафиуллина А. А., Ускач Т. М., Добровольская С. В. и др. Ремоделирование миокарда у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и имплантированными модуляторами сердечной сократимости по данным эхокардиографии. *Терапевтический архив*. 2021;93(12):1443-50. doi:10.26442/00403660.2021.12.201218.