

Диагностическая ценность неинвазивных показателей работы миокарда у лиц, перенесших инфаркт миокарда

Олейников В. Э., Щербинина А. В., Голубева А. В., Галимская В. А., Вершинина О. Д.

Цель. Изучение диагностической ценности параметров работы миокарда для оценки их предикторной способности в отношении глобальной сократительной функции левого желудочка (ЛЖ) у лиц, перенесших инфаркт миокарда (ИМ).

Материал и методы. В итоговый анализ включено 97 больных ИМ в возрасте 55,9±8,6 года. Проводилась двумерная эхокардиография с анализом стандартных параметров и методика спекл-трекинг визуализации с анализом показателей миокардиальной работы: глобальный индекс работы (GlobalWI, мм рт.ст. %); глобальная полезная работа (GlobalCW, мм рт.ст. %); глобальная потерянная работа (GlobalWW, мм рт.ст. %); глобальная эффективная работа (GlobalWE). Проводился анализ вероятности снижения фракции выброса (ФВ) с помощью ROC-кривых с применением трёх критериев. В качестве точки отсечения выбирались параметры работы с максимальной суммой чувствительности и специфичности.

Результаты. На 7-9 сут. после ИМ в зависимости от величины ФВ больные были разделены на 3 группы: "НФВ" — пациенты с ФВ <40%; "УСФВ" — с ФВ от 40 до 49% и "СФВ" — пациенты с ФВ ≥50%. К 24-й нед. наблюдения GlobalWI увеличился на 23% в группе "СФВ" и на 33% в группе "УСФВ". В группе "НФВ" отмечалось постепенное снижение GlobalWI до окончания исследования. В группе "СФВ" GlobalCW увеличился на 21% к 24-й нед. К концу наблюдения в группе "НФВ" наблюдался прирост GlobalWW на 15%. Было установлено, что GlobalWI, GlobalCW и GlobalWW обладали наиболее высокими значениями чувствительности (60%) в отношении снижения ФВ в диапазоне 40-49% через 24 нед. от индексного события. Наибольшим значением специфичности обладал GlobalWW (80%). В отношении снижения ФВ <40% к 24-й нед., наиболее высокой чувствительностью (50%) и специфичностью (70%) обладал показатель GlobalWW.

Заключение. Показатели миокардиальной работы являются диагностически и прогностически ценными для оценки систолической функции ЛЖ после перенесенного ИМ. Уже в остром периоде показатели работы миокарда можно использовать с прогностической целью для установления риска снижения глобальной сократительной функции ЛЖ.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, спекл-трекинг визуализация, глобальный индекс работы, глобальная полезная работа, глобальная потерянная работа, глобальная эффективная работа.

Отношения и деятельность. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) в рамках гранта № 23-75-01078.

ID исследования: NCT04347434.

ФГБОУ ВО Пензенский государственный университет, Пенза, Россия.

Олейников В. Э.* — д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Терапия", ORCID: 0000-0002-7463-9259, Щербинина А. В. — ассистент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-6280-6120, Голубева А. В. — к.м.н., старший преподаватель кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-6640-6108, Галимская В. А. — к.м.н., доцент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-7545-8196, Вершинина О. Д. — аспирант кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0002-4127-6607.

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

ИМ — инфаркт миокарда, ИКДО — индекс конечного диастолического объема, ИКСО — индекс конечного систолического объема, ЛЖ — левый желудочек, МР — миокардиальная работа, НФВ — низкая фракция выброса, СТВ — спекл-трекинг визуализация, СФВ — сохранённая фракция выброса, УСФВ — умеренно сниженная фракция выброса, ФВ — фракция выброса, ЭхоКГ — эхокардиография, GlobalLS — глобальная продольная деформация, GlobalWI — глобальный индекс работы, GlobalCW — глобальная полезная работа, GlobalWW — глобальная потерянная работа, GlobalWE — глобальная эффективная работа.

Рукопись получена 14.12.2023

Рецензия получена 23.12.2023

Принята к публикации 09.01.2024



Для цитирования: Олейников В. Э., Щербинина А. В., Голубева А. В., Галимская В. А., Вершинина О. Д. Диагностическая ценность неинвазивных показателей работы миокарда у лиц, перенесших инфаркт миокарда. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(1):5730. doi:10.15829/1560-4071-2024-5730. EDN ELERQT

Diagnostic value of non-invasive indicators of myocardial function in patients after myocardial infarction

Oleynikov V. E., Shcherbinina A. V., Golubeva A. V., Galimskaya V. A., Vershinina O. D.

Aim. To study the diagnostic value of myocardial function parameters to assess their predictive ability in relation to left ventricular (LV) global contractility in patients after myocardial infarction (MI).

Material and methods. The final analysis included 97 patients with MI aged 55,9±8,6 years. We performed standard two-dimensional echocardiography and speckle tracking echocardiography with analysis of following myocardial function parameters: global work index (GlobalWI, mm Hg %); global constructive work (GlobalCW, mm Hg %); global wasted work (GlobalWW, mm Hg %); global work efficiency (GlobalWE). The probability of ejection fraction (EF) reduction was analyzed using ROC curves using three criteria. The function parameters with the maximum sum of sensitivity and specificity were selected as the cut-off point.

Results. On days 7-9 after MI, depending on the EF, patients were divided into 3 groups: "REF" — patients with EF <40%; "MREF" — with EF from 40 to 49%, and

"PEF" — patients with EF ≥50%. By the 24th week, GlobalWI increased by 23% in the PEF group and by 33% in the MREF group. In the REF group, there was a gradual decrease in GlobalWI until the end of the study. In the PEF group, GlobalCW increased by 21% by week 24. By the end of follow-up, an increase in GlobalWW of 15% was observed in the REF group. GlobalWI, GlobalCW and GlobalWW were found to have the highest sensitivity values (60%) for reduced EF, ranging from 40-49% at 24 weeks from the index event. GlobalWW had the highest specificity value (80%). With regard to a decrease in EF <40% by week 24, the GlobalWW had the highest sensitivity (50%) and specificity (70%).

Conclusion. Parameters of myocardial function have diagnostic and prognostic value for assessing LV systolic function after MI. Already in the acute period, myocardial function parameters can be used to determine the risk of decreased LV global contractility.

Keywords: myocardial infarction, speckle tracking imaging, global work index, global constructive work, global wasted work, global work efficiency.

Relationships and Activities. The work was financially supported by the Russian Science Foundation by grant № 23-75-01078.

Trial ID: NCT04347434.

Penza State University, Penza, Russia.

Oleynikov V.E.* ORCID: 0000-0002-7463-9259, Sherbinina A. V. ORCID: 0000-0001-6280-6120, Golubeva A. V. ORCID: 0000-0001-6640-6108, Galim-

skaya V. A. ORCID: 0000-0001-7545-8196, Vershinina O. D. ORCID: 0000-0002-4127-6607.

*Corresponding author:
v.oleynikov@gmail.com

Received: 14.12.2023 **Revision Received:** 23.12.2023 **Accepted:** 09.01.2024

For citation: Oleynikov V.E., Sherbinina A.V., Golubeva A.V., Galimskaya V.A., Vershinina O.D. Diagnostic value of non-invasive indicators of myocardial function in patients after myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(1):5730. doi:10.15829/1560-4071-2024-5730. EDN ELERQT

Ключевые моменты

- Новый подход к оценке систолической функции левого желудочка (ЛЖ) с помощью измерения показателей миокардиальной работы, который включает глобальную продольную деформацию и постнагрузку по артериальному давлению, компенсирует недостатки рутинного определения фракции выброса (ФВ).
- Установлена чувствительность и специфичность показателей миокардиальной работы в прогнозировании умеренно сниженной и низкой ФВ у перенесших инфаркт миокарда (ИМ).
- Клиническую ценность представляет возможность использования данных показателей в остром периоде ИМ для установления риска снижения глобальной сократительной функции ЛЖ и персонализированного подхода к кардиореабилитации.

Современные методы лечения инфаркта миокарда (ИМ), ограничивая область необратимого повреждения миокарда, позитивно влияют на функциональное состояние левого желудочка (ЛЖ), однако сохраняющийся риск развития хронической сердечной недостаточности остается объектом пристального внимания [1]. До настоящего времени важнейшим эхокардиографическим (ЭхоКГ) параметром оценки систолической функции ЛЖ остается фракция выброса (ФВ) [2]. Однако совершенствование инструментальных методов диагностики позволяет оценивать ее более детально и точно. Для углубленного изучения контрактильности миокарда используется глобальная продольная деформация (GlobalLS), получаемая с использованием спекл-трекинг визуализации (СТВ). Показатель оказался более чувствительным для анализа дисфункции миокарда ЛЖ, вызванной ишемией, и постепенно внедряется в клиническую практику [3].

Между тем GlobalLS может быть неадекватно определен, если постнагрузка на ЛЖ повышена [4].

Key messages

- A novel approach to assessing left ventricular (LV) systolic function using global longitudinal strain and afterload compensates for the shortcomings of routine ejection fraction (EF) determination.
- The sensitivity and specificity of myocardial function parameters in predicting mildly reduced and reduced EF after myocardial infarction (MI) has been established.
- The use of these indicators in the acute period of myocardial infarction to determine the risk of reduced LV global contractile function and a personalized approach to cardiac rehabilitation is of clinical value.

Группа под руководством Smiseth ОА предложила новый подход к оценке систолической функции ЛЖ с помощью измерения показателей миокардиальной работы (МР) [5], которые включают глобальную продольную деформацию и постнагрузку по артериальному давлению, компенсируя, таким образом, недостатки СТВ [4, 6].

Недавние исследования показали, что параметры МР демонстрируют отчетливые закономерности в различных условиях постнагрузки [7, 8]. Поэтому они заслуживают тщательной оценки у пациентов, перенесших ИМ. Значение новых показателей может быть определено с использованием уже ставших традиционными данных ЭхоКГ.

Цель исследования состояла в изучении диагностической ценности параметров работы миокарда для оценки их предикторной способности в отношении глобальной сократительной функции ЛЖ у лиц, перенесших ИМ.

Материал и методы

В исследование включено 107 больных, которые перенесли ИМ с подъемом и без подъема сегмента ST, 96 (88,1%) мужчин и 13 (11,9%) женщин в возрасте от 50 до 70 лет. Исследование было одобрено

Таблица 1

Антропометрические, клинические и стандартные ЭхоКГ данные пациентов на 7-9 сут. заболевания

Показатель	СФВ (n=52)	УСФВ (n=33)	НФВ (n=12)	P
Возраст, лет	56,1±8,7	54,3±9,1	61,5 (56,5; 63,5)	с/н
Мужчины, n (%)	44 (84,6)	31 (93,9)	11 (91,7)	с/н
ИМТ, кг/м ²	28,1 (26,3; 31,1)	27,8±4,2	27,5±2,9	с/н
Курение, n (%)	38 (73,1)	22 (66,7)	11 (91,7)	с/н
Отягощенная наследственность, n (%)	20 (38,5)	7 (21,2)	3 (25)	с/н
ИБС в анамнезе, n (%)	14 (26,9)	7 (21,2)	2 (16,7)	с/н
АГ в анамнезе, n (%)	41 (78,8)	26 (78,8)	8 (66,7)	с/н
СД 2 типа в анамнезе, n (%)	1 (1,9)	1 (3)	0 (0)	с/н
Время "боль-ТЛТ", ч	2,4 (1,8; 3,2)	2,5±1,6	2,1 (1,9; 3,4)	с/н
Время "боль-ЧКВ", ч	5,75 (2,3; 13)	4,6 (2,8; 7)	6 (3,6; 10,2)	с/н
ИМнST, n (%)	42 (80,8)	33 (100)	12 (100)	p ₁₋₂ <0,01
ФВ, %	55 (52; 59)	47 (44; 49)	36,1±4,4	p _{1-2, 1-3, 2-3} <0,01
КДР, мм	50,6±5,2	52,4±8,7	54,1±6,3	p ₁₋₃ =0,041
КСР, мм	35,9±8,4	37,7±11	42,5±8,7	p ₁₋₃ =0,038
иКДО, мл/м ²	59,1±14,6	62,1±14,5	76,6±16,2	p _{1-3, 2-3} <0,01
иКСО, мл/м ²	24,7 (20,2; 29,7)	33,5±8,6	48,4±13,1	p _{1-2, 1-3, 2-3} <0,01
ИММЛЖ, г/м ²	108 (88; 133)	120±34,4	142,3±42,6	p _{1-3, 2-3} <0,01
ОТС	0,4 (0,3; 0,49)	0,41 (0,34; 0,52)	0,45±0,15	с/н
GlobalLS	17,97 (12,3; 20,3)	13,95±6,4	10,7±6,1	p _{1-2, 1-3, 2-3} <0,05

Примечание: p₁₋₂ — различия между группой СФВ и УСФВ; p₁₋₃ — различия между СФВ и НФВ; p₂₋₃ — различия между УСФВ и НФВ; с/н — статистически незначимо. При нормальном распределении данные представлены в виде M±SD; при ненормальном распределении данные представлены как Me (Q 25%; 75%).

Сокращения: АГ — артериальная гипертензия, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ИМнST — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, ИМТ — индекс массы тела, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, иКДО — индекс конечного диастолического объема, иКСО — индекс конечного систолического объема, КДР — конечно-диастолический размер, КСР — конечно-систолический размер, НФВ — низкая фракция выброса, ОТС — относительная толщина стенки левого желудочка, СД — сахарный диабет, СФВ — сохранённая фракция выброса, ТЛТ — тромболитическая терапия, УСФВ — умеренно сниженная фракция выброса, ЧКВ — чрескожное коронарное вмешательство, ФВ — фракция выброса, GlobalLS — глобальная продольная деформация.

локальным этическим комитетом (протокол № 6 от 28.02.2020г), все включенные в исследование лица подписывали информированное согласие.

Идентификационный номер клинического испытания на сайте <https://register.clinicaltrials.gov> NCT04347434.

Критерии включения: наличие первичного ИМ, подтвержденного данными 12-канальной электрокардиограммы, диагностически значимым повышением тропонина I; наличие инфаркт-связанной артерии по данным коронароангиографии. Критерии исключения: гемодинамически значимый стеноз ствола левой коронарной артерии >30%; развитие до момента рандомизации у пациента острой сердечной недостаточности III-IV класса по Killip; тяжёлые сопутствующие заболевания в стадии декомпенсации; несинусовый ритм; наличие выраженной гипертрофии ЛЖ по данным ЭхоКГ (межжелудочковая перегородка и/или задняя стенка ЛЖ >14 мм); индекс массы тела ≥35 кг/м²; плохая визуализация эхограммы.

Всем больным с ИМ проводилось чрескожное коронарное вмешательство. Включенные в исследование пациенты получали медикаментозную терапию в полном соответствии с актуальными клиническими рекомендациями.

Трансторакальную ЭхоКГ проводили на ультразвуковом сканере Vivid GE 95 Healthcare с синхронизированной электрокардиографией от конечностей по стандартному протоколу на 7-9 сут. и через 6 и 24 нед. после перенесенного ИМ. Анализ ультразвуковых изображений выполнен с использованием программного обеспечения EchoPAC версии 202 (GE Healthcare). Оценивали стандартные ЭхоКГ показатели: конечный диастолический объем, конечный систолический объем (проиндексированные с учетом площади поверхности тела (иКДО; иКСО)) индекс массы миокарда ЛЖ (г/м²), ФВ (%) по биплановому методу Симпсона, конечно-диастолический и конечно-систолический размеры ЛЖ, показатель относительной толщины стенки, GlobalLS (%) [1]. Для удобства восприятия значения GlobalLS представлен в виде скалярных величин.

В автоматическом режиме, используя СТВ, рассчитывались следующие показатели МР: глобальный индекс работы (GlobalWI, мм рт.ст. %); глобальная полезная работа (GlobalCW, мм рт.ст. %); глобальная потерянная работа (GlobalWW, мм рт.ст. %); глобальная эффективная работа (GlobalWE) [8].

Для статистической обработки данных использовали программу Statistica 13.0 (StatSoftInc., США).

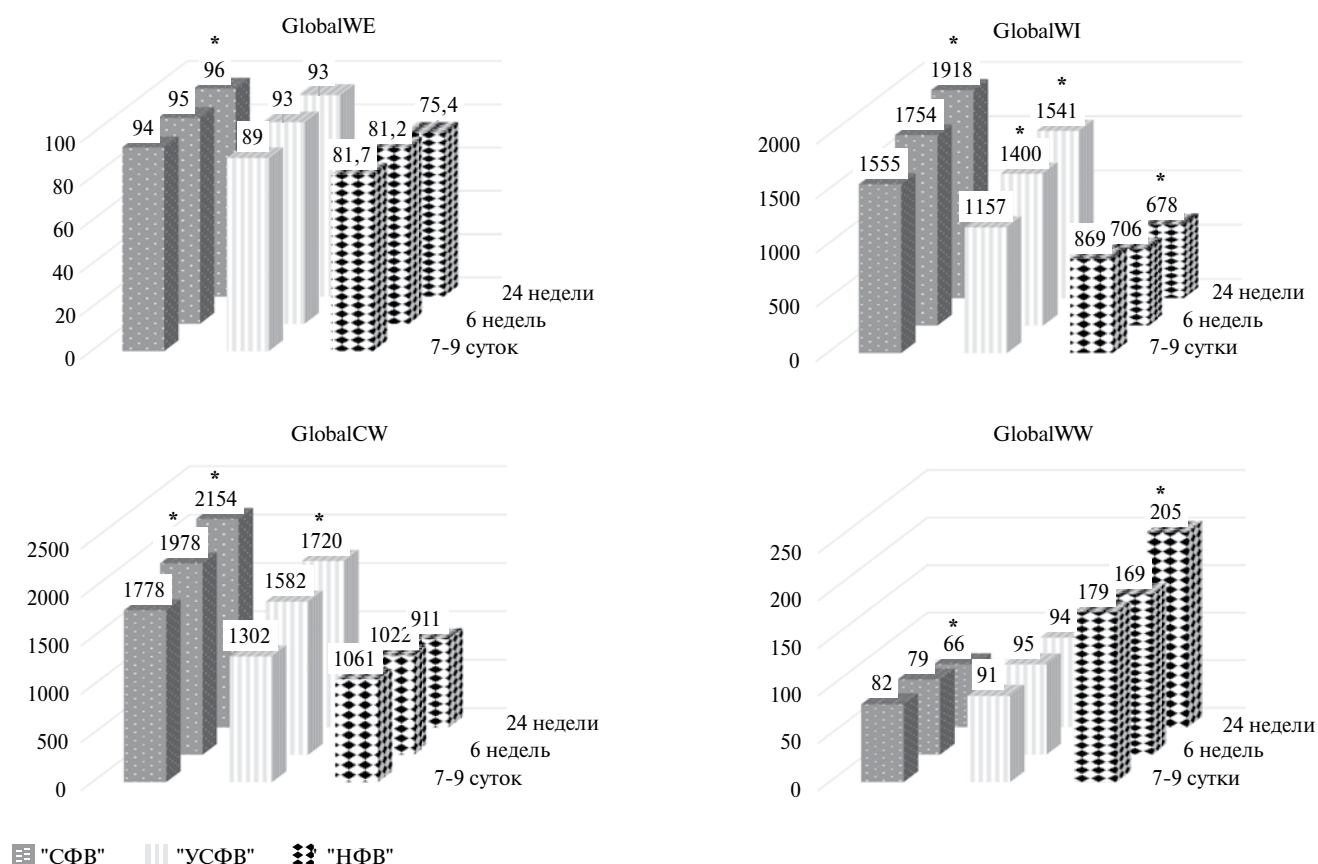


Рис. 1. Динамика параметров МР в трех группах.

Примечание: * — $p < 0,05$ — различия между визитом на 7-9-е сут. и последующими визитами.

Сокращения: НФВ — низкая фракция выброса, СФВ — сохранённая фракция выброса, УСФВ — умеренно сниженная фракция выброса, GlobalWI — глобальный индекс работы, GlobalCW — глобальная полезная работа, GlobalWW — глобальная потерянная работа, GlobalWE — глобальная эффективная работа.

При нормальном распределении данные представлены в виде $M \pm SD$, для их анализа применяли параметрический критерий t-тест Стьюдента. При ненормальном распределении значения представлены как Me (Q 25%; Q 75%), а сравнение несвязанных групп проводили с использованием критерия Манна-Уитни. При оценке динамики значений показателей использовали критерий Ньюмена-Кейлса. Возможности показателей МР иметь предикторную способность на течение постинфарктного периода оценивали с использованием ROC-анализа (receiver operating characteristic) с применением трех критериев. Качество модели определялось площадью под кривой (AUC — Area under curve). Данные представлены с вычислением 95% доверительного интервала и статистической значимости точечной оценки площади. Статистически значимыми различиями считалось значение $p < 0,05$.

Результаты

Исследование закончили 97 больных (89%) ($55,9 \pm 8,6$ года), 10 выбыли: 4 из-за низкой приверженности

к лечению, 3 сменили место жительства, 3 — не посетили исследовательский центр на 24-й нед. в связи с эпидемиологической обстановкой.

Пациенты, перенесшие ИМ, на 7-9 сут. были разделены на 3 группы в зависимости от ФВ ЛЖ. В 1 группу с сохранной ФВ "СФВ" $> 50\%$ (55 (52; 59)%) вошло 52 человека. Группу 2 умеренно сниженной ФВ "УСФВ" 40-49% (47 (44; 49)%) составили 33 человека. 12 больных с низкой ФВ $< 40\%$ ($36,1 \pm 4,4$) вошли в 3 группу "НФВ". В таблице 1 представлены антропометрические, клинические и ЭхоКГ данные больных трех групп.

Группы не отличались по клинико-анамнестическим параметрам, однако ИМ с подъемом сегмента ST диагностирован у всех пациентов в группах "УСФВ" и "НФВ" и только у 2 с сохранной ФВ.

При изучении стандартных ЭхоКГ показателей, отличия между группами пациентов с сохраненной и умеренно сниженной ФВ выявлены лишь по трем параметрам: ФВ, иКСО, GlobalLS ($p < 0,05$). Напротив, в группе "НФВ" выявлены, по сравнению с остальными, низкие значения всех ЭхоКГ пара-

Таблица 2

**Диагностическая ценность показателей МР как предикторов развития
постинфарктного кардиосклероза с ФВ 40-49% и <40%**

Показатель	Пороговый уровень	Чувствительность	Специфичность	Площадь под кривой	95% ДИ
ФВ 40-49%					
GlobalWE, %	93,5	40%	36%	0,521	0,197-0,845*
GlobalWI, мм рт.ст. %	1422,5	60%	36%	0,571	0,276-0,867*
GlobalCW, мм рт.ст. %	1544,5	60%	36%	0,557	0,264-0,850*
GlobalWW, мм рт.ст. %	134,5	60%	80%	0,582	0,274-0,878*
ФВ <40%					
GlobalWE, %	87,5	50%	50%	0,500	0,130-0,900*
GlobalWI, мм рт.ст. %	1132,5	50%	33%	0,500	0,178-0,922*
GlobalCW, мм рт.ст. %	1278,0	50%	35%	0,500	0,169-0,920*
GlobalWW, мм рт.ст. %	158,0	50%	70%	0,521	0,278-0,908*

Примечание: * — $p < 0,01$.

Сокращения: ДИ — доверительный интервал, ФВ — фракция выброса, GlobalWE — глобальная эффективность работы, GlobalWI — индекс глобальной работы, GlobalCW — глобальная конструктивная работа, GlobalWW — глобальная потерянная работа.

метров, включая продольную деформацию ($p < 0,05$). Кроме того, индекс массы миокарда ЛЖ в группе "НФВ" превышал нормальные значения, а относительная толщина стенки была ниже 0,45, что свидетельствует о наличии у большинства больных концентрической гипертрофии ЛЖ.

Особого внимания заслуживает анализ динамики параметров работы миокарда (рис. 1). К 24-й нед. наблюдения GlobalWI увеличился на 23% в группе с сохраненной ФВ ЛЖ и на 33% в группе "УСФВ". В группе "НФВ" отмечалось постепенное снижение GlobalWI до окончания исследования. Аналогичные изменения были выявлены в динамике показателя GlobalCW: в группе с сохраненной ФВ GlobalCW увеличился на 11% к 6-й нед. и на 21% к 24-й нед. В группе с умеренно сниженной ФВ GlobalCW к 24-й нед. возрос на 32%, а в группе с низкой ФВ не изменился. К концу наблюдения в группе "НФВ" наблюдался прирост GlobalWW на 15%, что свидетельствует о прогрессивном ухудшении систолической функции ЛЖ. Важно отметить, что в группе "СФВ" спустя 24 нед. наблюдения GlobalWW снизился на 20%.

На 24 нед. было проведено повторное деление по ФВ. На 24 нед. закончили исследование 94 больных, причем количество больных в группах изменилось. Так, 4 человека (7,7%) с сохраненной ФВ к концу наблюдения переместились в группу "УСФВ", а 1 человек (1,9%) в группу "НФВ". Из числа больных, имевших исходно умеренно сниженную ФВ, 5 пациентов (15,1%) перешли в группу с "СФВ", у 1 (3%) ФВ снизилась <40%. Из группы "НФВ" в группу с умеренно сниженной ФВ перешло 2 человека (16,7%).

Особого внимания заслуживает изучение корреляционных взаимосвязей ФВ, измеренной на 24 нед. постинфарктного периода, с исходными показателями МР. Показатель GlobalWI имел умеренные по-

ложительные связи с ФВ ($r = 0,58$, $p < 0,05$), GlobalCW демонстрировал также умеренные положительные связи с ФВ ($r = 0,62$, $p < 0,05$). Отрицательные умеренные связи были выявлены между GlobalWW и ФВ ($r = -0,54$, $p < 0,05$).

С целью оценки предикторной способности отдельных параметров работы миокарда, определяемых в остром периоде, в отношении снижения ФВ через 24 нед. после индексного события, проведен ROC-анализ (табл. 2).

Было установлено, что GlobalWI, GlobalCW и GlobalWW обладали наиболее высокими значениями чувствительности (60%) в отношении снижения ФВ в диапазоне 40-49% через 24 нед. от индексного события. Следует отметить, что наибольшим значением специфичности обладал GlobalWW (80%). В отношении снижения ФВ <40% к 24-й нед., наиболее высокой чувствительностью (50%) и специфичностью (70%) обладал показатель GlobalWW, что связано с ролью неэффективной работы в снижении систолической функции ЛЖ.

Обсуждение

У больных после ИМ объем лечебно-реабилитационных мероприятий неразрывно связан с оценкой ФВ ЛЖ, которая стала основным ЭхоКГ-маркером для верификации хронической сердечной недостаточности [9]. Между тем, в последнее время установлено, что при изменении геометрии ЛЖ теряется высокая информативность ФВ ввиду зависимости от состояния клапанного аппарата, объемов пред- и постнагрузки, размеров камер сердца. Вследствие этого функциональное состояние сердца демонстрируется неточно [4, 10, 11].

Методика СТВ позволила более детально и тонко оценивать сократимость миокарда с помощью по-

строения деформационных кривых не только у лиц, перенесших сердечно-сосудистые катастрофы, но и у лиц с высоким риском сердечно-сосудистых заболеваний [4, 6, 12]. Однако перспективный метод оказался не лишенным недостатков: зависимость от постнагрузки сердца во время исследования препятствует корректной оценке контрактильности ЛЖ [5, 10]. Благодаря предложенному методу измерения показателей МР, данная зависимость нивелируется включением в анализ внутрижелудочкового давления [7]. Авторы метода сначала использовали инвазивное измерение давления манометром. При дальнейшем его совершенствовании было установлено, что неинвазивное определение артериального давления на плечевой артерии высоко коррелирует с инвазивными показателями, что позволяет получать достоверные результаты оценки МР [5, 7, 8]. Таким образом, методика вычисления показателей МР, учитывающая кривую давление-деформация при оценке сердечной деятельности, является логическим продолжением технологии СТВ. До настоящего времени показатели МР использовались для изучения диссинхронии миокарда у пациентов-кандидатов на сердечную ресинхронизирующую терапию [6, 13], у лиц с артериальной гипертензией [14], а также у пациентов с ишемической болезнью сердца для выявления гемодинамически значимых стенозов [10]. В ряде исследований показано, что данные параметры отражают потребность миокарда в кислороде и, следовательно, заслуживают внимания у больных с ишемической болезнью сердца [10, 11, 15].

В здоровом сердце все волокна миокарда сокращаются синхронно в соответствии с фазами цикла, что способствует максимально эффективной работе.

Анализ динамики показателей МР в постинфарктном периоде позволяет получить представление о важных причинах эволюции ФВ по мере отдаления индексного события. После ИМ происходят изменения контрактильности миокарда, сопровождающиеся появлением диссинхронных сокращений. Рост GlobalWW к 24 нед. в группе "НФВ" указывает на увеличение со временем массы волокон, которые не укорачивались в систолу, а удлинялись, выполняя бесполезную работу. Представленные результаты согласуются с данными Lustosa RP, et al.,

которые отметили нарастание GlobalWW у пациентов с ухудшением систолической функции ЛЖ после ИМ с подъемом сегмента ST [15]. Важно отметить, что только в группах с сохраненной и умеренно сниженной ФВ наблюдалось увеличение конструктивной работы, очевидно, вследствие более благоприятного течения репаративных процессов. При этом позитивная эволюция полезной работы быстрее произошла у лиц с исходно сохраненной ФВ, вероятно, из-за восстановления функции "жизнеспособного миокарда".

Показатели МР могут отражать не только биомеханику, но и изменение энергетического метаболизма [7, 15], что придает им особое значение в качестве предикторов прогнозирования снижения ФВ у больных, перенесших ИМ. В настоящем исследовании выявлены умеренные корреляции показателей работы, измеренных в остром периоде с ФВ ЛЖ на 24 нед. Наибольшей чувствительностью и специфичностью обладал показатель потерянной работы, предсказывавший риск снижения ФВ до диапазона 40-49% с отрезным значением 134,5 мм рт.ст. % и снижение ФВ <40% с пороговым значением 158 мм рт.ст. %. Это указывает на несомненное влияние диссинхронии, возникшей в остром периоде ИМ, на снижение глобальной сократительной функции в постинфарктном периоде.

Заключение

В настоящем исследовании установлена чувствительность и специфичность показателей МР в прогнозировании умеренно сниженной и низкой ФВ у больных, перенесших ИМ. Наиболее информативной является GlobalWW, что патогенетически обосновано диссинхронией, объем которой ассоциирован с размерами инфарктной и перинфарктной зон. Клиническую ценность представляет возможность использования данных показателей в остром периоде ИМ для установления риска снижения глобальной сократительной функции ЛЖ и персонализированного подхода к кардиореабилитации.

Отношения и деятельность. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (РНФ) в рамках гранта № 23-75-01078.

Литература/References

1. Bahit MC, Kochar A, Granger CB. Post-myocardial infarction heart failure. *JACC Heart Fail.* 2018;(6):179-86. doi:10.1016/j.jchf.2017.09.015.
2. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015;16(3):233-71. doi:10.1016/j.echo.2014.10.003.
3. Halliday BP, Senior R, Pennell DJ. Assessing left ventricular systolic function: from ejection fraction to strain analysis. *Eur Heart J.* 2021;42(7):789-97. doi:10.1093/eurheartj/ehaa587.
4. Medvedev PI, Alekhin MN, Sidorenko BA. Diagnostic Possibilities of Speckle-Tracking Echocardiography in Patients With Ischemic Heart Disease. *Kardiologiya.* 2016;56(2):79-84. (In Russ.) Медведев П.И., Алехин М.Н., Сидоренко Б.А. Диагностические возможности спекл-трекинг эхокардиографии у больных ишемической болезнью сердца. *Кардиология.* 2016;56(2):79-84. doi:10.18565/cardio.2016.2.79-84.
5. Boe E, Skulstad H, Smiseth OA. Myocardial work by echocardiography: a novel method ready for clinical testing. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2019;20(1):18-20. doi:10.1093/ehjci/jej156.
6. Schrub F, Schnell F, Donal E, et al. Myocardial work is a predictor of exercise tolerance in patients with dilated cardiomyopathy and left ventricular dyssynchrony. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2020;36:45-53. doi:10.1007/s10554-019-01689-4.
7. Russell K, Eriksen M, Aaberge L, et al. A novel clinical method for quantification of regional left ventricular pressure-strain loop area: a non-invasive index of myocardial work. *European Heart Journal.* 2012;33(6):724-33. doi:10.1093/eurheartj/ehs016.

8. Russell K, Eriksen M, Aaberge L, et al. Assessment of wasted myocardial work: a novel method to quantify energy loss due to uncoordinated left ventricular contractions. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 2013;305(7):H996-1003. doi:10.1152/ajpheart.00191.2013.
9. Larina VN, Skiba IK, Skiba AS. Summary of updates to the 2021 European Society of Cardiology Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(2):4820. (In Russ.) Ларина В.Н., Скиба И.К., Скиба А.С. Краткий обзор обновлений клинических рекомендаций по хронической сердечной недостаточности европейского общества кардиологов 2021 года. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(2):4820. doi:10.15829/1560-4071-2022-4820.
10. 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;8:727389. doi:10.3389/fcvm.2021.727389.
11. Ivanov SI, Alekhin MN. Myocardial work in assessment of left ventricular systolic function. *Kardiologiya*. 2020;60(3):80-8. (in Russ.) Иванов С.И., Алёхин М.Н. Неинвазивные показатели работы миокарда в оценке систолической функции левого желудочка. *Кардиология*. 2020;60(3):80-8. doi:10.18087/cardio.2020.3.n925.
12. Gritsenko OV, Chumakova GA, Trubina EV. Features of speckle tracking echocardiography for diagnosis of myocardial dysfunction. *CardioSomatics*. 2021;12(1):5-10. (In Russ.) Гриценко О.В., Чумакова Г.А., Трубина Е.В. Возможности speckle tracking-эхокардиографии для диагностики дисфункции миокарда. *КардиоСоматика*. 2021;12(1):5-10. doi:10.26442/22217185.2021.1.200756.
13. Galli E, Leclercq C, Fournet M, et al. Value of Myocardial Work Estimation in the Prediction of Response to Cardiac Resynchronization Therapy. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2018;31(2):220-30. doi:10.1016/j.echo.2017.10.009.
14. Chan J, Edwards NFA, Khandheria BK, et al. A new approach to assess myocardial work by non-invasive left ventricular pressure-strain relations in hypertension and dilated cardiomyopathy. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2019;20:31-9. doi:10.1093/ehjci/jej13.
15. Lustosa RP, van der Bijl P, El Mahdoui M, et al. Noninvasive Myocardial Work Indices 3 Months after ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: Prevalence and Characteristics of Patients with Postinfarction Cardiac Remodeling. *J Am Soc Echocardiogr*. 2020;33(10):1172-9. doi:10.1016/j.echo.2020.05.001.