

Спекл-трекинг эхокардиография в ранней диагностике хронической сердечной недостаточности после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST

Олейников В. Э.¹, Голубева А. В.¹, Галимская В. А.¹, Барменкова Ю. А.¹, Шиготарова Е. А.², Бабина А. В.¹

Цель. Изучение возможности использования глобальных параметров деформации, определяемых с помощью метода 2D спекл-трекинг эхокардиографии, для прогнозирования развития сердечной недостаточности (СН) у больных инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ИМнST) по результатам 6-мес. наблюдения после реваскуляризации.

Материал и методы. В исследование включено 114 больных ИМнST в возрасте 52 (44; 59) года. Проводилась 2D-эхокардиография с анализом стандартных параметров и спекл-трекинг с анализом деформационных и ротационных характеристик миокарда; определение концентрации мозгового натрийуретического пептида. В качестве конечной точки оценивали наличие хронической сердечной недостаточности (ХСН) по субъективным и инструментальным данным через 6 мес. наблюдения. Анализ вероятности развития ХСН проводился с помощью ROC-кривых с применением трёх критериев. В качестве точки отсечения выбирались деформационные показатели с максимальной суммой чувствительности и специфичности.

Результаты. Через 6 мес. после ИМнST в зависимости от величины фракции выброса (ФВ) больные были разделены на 3 группы: 1 — пациенты с низкой ФВ (<40%) — СНнФВ; 2 — с ФВ от 40 до 49% (СНпФВ) и 3А — пациенты с ФВ ≥50% (СНсФВ). Деформационные характеристики и показатели ротации различались между группами ($p < 0,001$ во всех случаях).

Установлено, что в остром периоде инфаркта миокарда параметр GLS <9,5% (AUR = 0,804 (95% доверительный интервал (ДИ) (0,673; 0,936), $p = 0,001$)) и GCS <8,7% (AUR = 0,722 (95% ДИ (0,568; 0,875), $p = 0,012$)) прогнозирует развитие СНнФВ. Значение этих параметров менее 12,5% (AUR = 0,830 (95% ДИ (0,749; 0,911), $p = 0,001$)) и 13% (AUR = 0,759 (95% ДИ (0,664; 0,855), $p = 0,001$)) предопределяет развитие СНпФВ. Наибольшей прогностической ценностью в отношении развития СНнФВ обладал параметр Twist — 4,2° (AUR = 0,998 (95% ДИ (0,993; 0,100), $p = 0,001$)).

Заключение. GLS, GCS и Twist имеют высокую чувствительность и специфичность и могут использоваться в широкой клинической практике как простые и экономически выгодные индикаторы риска появления ХСН.

Ключевые слова: спекл-трекинг эхокардиография, инфаркт миокарда, сердечная недостаточность, продольная деформация, циркулярная деформация, ротационные характеристики левого желудочка.

Отношения и деятельность. Работа выполнена при финансовой поддержке российского фонда фундаментальных исследований в рамках научных проектов № 19-315-90031/19 и № 19-315-90024/19 и при финансовой помощи гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов и докторов наук № МК-553.2020.7.

ID исследования: NCT02590653.

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

Олейников В. Э.* — д.м.н., профессор, зав. кафедрой "Терапия", ORCID: 0000-0002-7463-9259, Голубева А. В. — ассистент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-6640-6108, Галимская В. А. — к.м.н., доцент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-7545-8196, Барменкова Ю. А. — ассистент кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-5111-6247, Шиготарова Е. А. — к.м.н., врач-кардиолог кардиологического отделения с палатой реанимации и интенсивной терапии, ORCID: 0000-0003-4452-2049, Бабина А. В. — аспирант кафедры "Терапия", ORCID: 0000-0001-6280-6120.

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

АВШ — аналоговая визуальная шкала, ДД — диастолическая дисфункция, ДИ — доверительный интервал, ИКДО — индекс конечного-диастолического объема, ИКСО — индекс конечного-систолического объема, ИКСОЛП — индекс конечно-систолического объема левого предсердия, ИМ — инфаркт миокарда, ИМнST — инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, ЛЖ — левый желудочек, ЛП — левое предсердие, СН — сердечная недостаточность, СНнФВ — сердечная недостаточность с низкой фракцией выброса, СНпФВ — сердечная недостаточность с промежуточной фракцией выброса, СНсФВ — сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса, ТР — трикуспидальная регургитация, ТШХ — тест с 6-минутной ходьбой, ФВ — фракция выброса, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, ЭхоКГ — эхокардиография, BNP — натрийуретический пептид, E/e' — соотношение раннего диастолического трансмитрального потока к усредненной ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца, e' — усредненное значение ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана, GLS — глобальная продольная деформация, GCS — глобальная циркулярная деформация, Twist — скручивание левого желудочка.

Рукопись получена 02.09.2020

Рецензия получена 06.10.2020

Принята к публикации 13.10.2020



Для цитирования: Олейников В. Э., Голубева А. В., Галимская В. А., Барменкова Ю. А., Шиготарова Е. А., Бабина А. В. Спекл-трекинг эхокардиография в ранней диагностике хронической сердечной недостаточности после инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(1):4088. doi:10.15829/1560-4071-2021-4088

Speckle-tracking echocardiography in the early diagnosis of heart failure after ST-segment elevation myocardial infarction

Oleinikov V. E.¹, Golubeva A. V.¹, Galimskaya V. A.¹, Barmenkova Yu. A.¹, Shigotarov E. A.², Babina A. V.¹

Aim. To study the potential of global strain analysis using two-dimensional speckle-tracking echocardiography to predict the heart failure (HF) in patients with ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) based on the 6-month follow-up after revascularization.

Material and methods. The study included 114 STEMI patients aged 52 (44; 59) years. Two-dimensional echocardiography was performed with analysis of standard parameters and speckle tracking with analysis of strain and rotational characteristics of the myocardium. Concentration of brain natriuretic peptide was

determined. The endpoint was the presence of heart failure (HF) after 6-month follow-up. observation. The analysis of HF risk was carried out using ROC-curves based on 3 criteria. Strain parameters with the maximum sum of sensitivity and specificity were chosen as a cutoff point.

Results. Six months after STEMI, depending on the ejection fraction (EF) value, the patients were divided into 3 groups: group 1 — patients with reduced EF (<40%) (HFrEF); group 2 — with mid-range EF (40-49%) (HfmrEF); group 3 — with preserved EF ≥50% (HFpEF). Strain and rotational characteristics differed between groups ($p < 0,001$ for all). It was found that in the acute period of myocardial infarction, global longitudinal strain (GLS) <9,5% (AUR = 0,804, 95% (confidence interval (CI) (0,673; 0,936), $p = 0,001$) and global circumferential strain (GCS) <8,7% (AUR = 0,722 (95% CI (0,568; 0,875), $p = 0,012$) predicts the development of HFrEF. These values less than 12,5% (AUR = 0,830 (95% CI (0,749; 0,911), $p = 0,001$) and 13% (AUR = 0,759 (95% CI (0,664; 0,855), $p = 0,001$) is associated with HfmrEF. The Twist had the highest predictive value in relation to HFrEF — 4,2° (AUR = 0,998 (95% CI (0,993; 0,100), $p = 0,001$).

Conclusion. GLS, GCS and Twist have high sensitivity and specificity and can be used in wide clinical practice as simple and cost-effective indicators of HF risk.

Key words: speckle-tracking echocardiography, myocardial infarction, heart failure, longitudinal strain, circumferential strain, left ventricular rotational characteristics.

Relationships and Activities. This work was financially supported by the Russian Foundation for Basic Research within the projects № 19-315-90031/19 and № 19-315-90024/19 and by grant of the RF President grants for state support of young Russian Scientists — PhD and DSc № MK-553,2020,7.

Trial ID: NCT02590653.

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

Oleinikov V.E.* ORCID: 0000-0002-7463-9259, Golubeva A.V. ORCID: 0000-0001-6640-6108, Galimskaya V.A. ORCID: 0000-0001-7545-8196, Barmenkova Yu. A. ORCID: 0000-0001-5111-6247, Shigotarov E.A. ORCID: 0000-0003-4452-2049, Babina A.V. ORCID: 0000-0001-6280-6120.

*Corresponding author: v.oleynikov@gmail.com

Received: 02.09.2020 **Revision Received:** 06.10.2020 **Accepted:** 13.10.2020

For citation: Oleinikov V.E., Golubeva A.V., Galimskaya V.A., Barmenkova Yu. A., Shigotarov E.A., Babina A.V. Speckle-tracking echocardiography in the early diagnosis of heart failure after ST-segment elevation myocardial infarction. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(1):4088. (In Russ.) doi:10.15829/1560-4071-2021-4088

Современная комплексная терапия больных инфарктом миокарда (ИМ) с подъемом сегмента ST (ИМпСТ) значительно улучшила прогноз пациентов [1]. Однако у этой категории больных сохраняется высокий риск развития хронической сердечной недостаточности (ХСН) [2]. Поэтому важной задачей лечебно-диагностической тактики является своевременное выявление маркеров ХСН.

Снижение фракции выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) как правило характеризует систолическую дисфункцию ЛЖ [3]. ФВ, определяемая с помощью 2D-эхокардиографии (ЭхоКГ), является основным показателем диагностики функционального состояния сердца. Тем не менее, существуют некоторые ограничения в определении этого параметра с помощью 2D-ЭхоКГ — изменчивость внутри и между наблюдателями, обусловленная субъективной оценкой. Также ФВ ЛЖ может зависеть не только от контрактильности ЛЖ, но и от таких факторов, как объем желудочка, клапанная регургитация, пред- и постнагрузка [4].

Согласно последним рекомендациям, ХСН может быть обусловлена диастолической дисфункцией (ДД) ЛЖ. Принято считать, что ДД ЛЖ является патофизиологическим нарушением, лежащим в основе синдрома сердечной недостаточности с сохраненной ФВ (СНсФВ) и, вероятно, у пациентов со значениями ФВ в диапазоне от 40-49% (промежуточной) (СНпФВ) [5]. Выявление ДД имеет важное значение для постановки диагноза ХСН и требует дальнейшего исследования для разработки более подробных характеристик функционального состояния сердца у больных этой группы.

Важным фактором развития систолической сердечной недостаточности (СН) у больных ИМпСТ

является размер очага поражения. Новая методика ЭхоКГ визуализации — спекл-трекинг технология, дает более достоверную информацию о количественной региональной и глобальной контрактильной функции ЛЖ, что позволяет прогнозировать клиническое течение болезни [6]. В данной работе основное внимание было уделено оценке глобальной продольной деформации (GLS), отражающей функцию субэндокардиальных продольно ориентированных волокон миокарда, которые особенно чувствительны к ишемии [7]. Также исследовались глобальные циркулярные значения деформации (GCS), характеризующие глубину некроза миокардиальной стенки у больных ИМпСТ.

Целью данной работы являлось изучение возможности использования глобальных параметров деформации, определяемых с помощью метода 2D спекл-трекинг ЭхоКГ, для прогнозирования развития СН у больных ИМпСТ по результатам 6-месячного наблюдения после реваскуляризации.

Материал и методы

В исследование включены 114 пациентов с первичным ИМпСТ: 14 женщин и 100 мужчин в возрасте 52 (44; 59) лет. ИМ подтверждали данными электрокардиографии, диагностически значимым уровнем кардиоспецифических маркеров (тропонин Т, КФК-МВ) и результатами коронароангиографии. Критерии включения в исследование: возраст от 18 до 65 лет, отсутствие в анамнезе предшествующих инфарктов и другой сопутствующей сердечно-сосудистой патологии, наличие по данным коронарографии гемодинамически значимого стеноза одной инфаркт-связанной артерии при стенозе других артерий ≤50%, ствола левой коронарной артерии ≤30%.

Таблица 1

Характеристика включенных в исследование пациентов (n=114)

Показатель	Группа 1 (n=14)	Группа 2 (n=42)	Группа 3 (n=58)	p 1-2	p 1-3	p 2-3
Возраст, лет	52,6±9,2	50,8±8,6	51,1±9,2	с/н	с/н	с/н
Мужчины, n (%)	12 (85,7%)	37 (88,1%)	51 (87,9%)	с/н	с/н	с/н
Женщины, n (%)	2 (14,3%)	5 (11,9%)	7 (12,1%)	с/н	с/н	с/н
ИМТ, кг/м ²	28,4±5,2	27,7±3,6	27,1 (24,4; 29,1)	с/н	с/н	с/н
иКДО	62,1 (52; 80,3)	60,1±13,0	56,8±13,1	с/н	с/н	с/н
иКСО	37,2 (31,5; 55,5)	31,9±9,8	26,6 (21,7; 30,8)	<0,001	<0,001	с/н
ФВ	38,1±7,5	46,4±5,7	53,7±5,9	<0,001	<0,001	<0,001
GLS, %	13,1±3,9	15,3±2,3	19,1±2,6	<0,001	<0,001	<0,001
GCS, %	14,1±4,6	16,2±5,4	20,8±5,2	<0,001	<0,001	<0,001
Twist, °	4,1±0,7	9,9 (9,0; 10,6)	12,1±2,7	<0,001	<0,001	<0,001

Сокращения: ИМТ — индекс массы тела, иКДО — индекс конечного-диастолического объема, иКСО — индекс конечного-систолического объема, GLS — глобальная продольная деформация, GCS — глобальная циркулярная деформация, ФВ — фракция выброса, Twist — скручивание левого желудочка, с/н — статистически незначимые отличия.

Всем пациентам после реваскуляризации назначалась стандартная терапия согласно рекомендациям по лечению ИМ [8].

Для оценки клинической симптоматики использовалась шкала ШОКС (в модификации Мареева В.Ю.). Оценка самочувствия пациентов проводилась по данным аналоговой — визуальной шкалы (АВШ), прогрессирование симптомов СН и их влияние на качество жизни изучалось по Миннесотскому опроснику. Для оценки толерантности к физической активности через 6 мес. проводился тест с 6-мин ходьбой (ТШХ). Всем пациентам определяли сывороточный уровень мозгового натрийуретического пептида (BNP) методом твердофазного иммуноферментного анализа. Повышение уровня BNP >35 пг/мл считали лабораторным критерием СН [3].

Трансторакальная 2D-ЭхоКГ проводилась ультразвуковым сканером MyLab Esaote (Италия) на 7-9 сут. от начала заболевания и через 6 мес. наблюдения. Индексы конечного-систолического (иКСО, мл/м²), конечного-диастолического объема (иКДО, мл/м²) и ФВ ЛЖ были определены методом биплана Симпсона. С целью изучения ДД ЛЖ определяли увеличение усредненного значения ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e', см/с), отношение E/e', индекс конечно-систолического объема левого предсердия (иКСОЛП, мл/м²), уровень пиковой скорости трикуспидальной регургитации (ТР, мс), индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ, г/м²) [9]. Все показатели были получены в соответствии с рекомендациями Европейской ассоциации эхокардиографии и Американского общества эхокардиографии [10].

С помощью программного обеспечения X-Strain (Esaote) определяли показатели GLS (%) и GCS (%), которые имеют отрицательные значения. Для удобства они представлены в виде скалярных величин. Глобальное скручивание ЛЖ (Twist) определяли как

разность значений ротации в конце систолы на уровне верхушечных (Rotapex) и базальных (Rotbas) сегментов в градусах.

Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО ПГУ. До включения в исследование у всех участников было получено информированное согласие. Идентификационный номер клинического испытания на сайте <https://register.clinicaltrials.gov> NCT02590653.

Для статистической обработки данных использовали программу Statistica 13.0 (StatSoftInc., США). Данные представляли в виде средних значений признака (M) и их стандартных отклонений (SD) при нормальном распределении количественных признаков; сравнение групп проводили с использованием критерия t Стьюдента для несвязанных групп. При асимметричном распределении данные представляли медианой (Me) и межквартильным размахом в виде 25-го и 75-го процентилей (Q 25%; Q 75%), а сравнение несвязанных групп проводили с использованием критерия Манна-Уитни. Взаимосвязи между количественными переменными анализировали при помощи корреляционного анализа Спирмена. Анализ вероятности развития ХСН проводился с помощью ROC-кривых с применением 3 критериев. В качестве точки отсечения выбирались деформационные показатели с максимальной суммой чувствительности и специфичности. Для оценки качества модели определялась площадь под кривой (AUR — Area under ROC) с вычислением 95% доверительных интервалов (ДИ) и статистической значимости точечной оценки площади.

Результаты

Через 6 мес. после ИМпST в зависимости от величины ФВ [3] больные были разделены на 3 группы: 1 — пациенты с сердечной недостаточностью с низкой фракцией выброса (СНнФВ); 2 — с СНпФВ и 3 — пациенты с ФВ ≥50%. Исходная клиническая и ЭхоКГ

Таблица 2

Симптомы и признаки ХСН. Диастолическая функция в группах в зависимости от величины ФВ

Показатель	Группа 1 (n=14)	Группа 2 (n=42)	Группа 3А (n=27)	p 1-2	p 1-3А	p 2-3А
Дистанция в ТШХ, м	445 (370; 520)	521,5±88,7	523,8±106	<0,05	<0,01	с/н
АВШ, %	62,5 (60; 75)	74,8±14,7	80 (75; 90)	<0,01	<0,001	<0,05
МО, баллы	26,5 (16; 40)	12 (8; 29)	14 (18; 26)	<0,01	<0,05	с/н
BNP, пг/мл	262,6 (73,9; 357,2)	55,6 (23,8; 96,5)	40,3 (30; 57)	<0,05	<0,001	с/н
E/e'	14,1 (13,4; 14,7)	8,2±2,9	10,1±3,4	<0,001	0,001	0,03
e', см/с	0,07 (0,06; 0,08)	0,09±0,03	0,07 (0,06; 0,08)	<0,01	с/н	<0,01
иКСОЛП, мл/м ²	37,8 (34; 41,2)	23,2±7,3	27,9±6,7	<0,001	<0,001	0,01
ИММЛЖ, г/м ²	133,6±34,6	103,4±20,6	96,7±20,3	<0,001	<0,001	с/н

Сокращения: АВШ — аналоговая визуальная шкала, МО — миннесотский опросник, ТШХ — тест шестиминутный ходьбы, BNP — натрийуретический пептид, иКСОЛП — индекс объема левого предсердия, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, e' — усредненное значение ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца митрального клапана, E/e' — соотношение раннего диастолического трансмитрального потока к усредненной ранней диастолической скорости движения фиброзного кольца, с/н — статистически незначимые отличия.

характеристика лиц представлена в таблице 1. Следует отметить, что пациенты трех групп не различались по уровню иКДО, в то время как иКСО был меньше в 3 группе по сравнению с 1 и не отличался от средних значений 2 группы. Заметим, что деформационные характеристики и показатели ротации различались между группами ($p < 0,001$ во всех случаях), причем, чем меньше была ФВ ЛЖ, тем больше страдали деформационные характеристики. Следовательно, каждая группа заслуживала углубленного изучения для разработки персонализированного подхода к лечебно-диагностическим мероприятиям.

Из числа больных 3 группы, в соответствии с последним европейским консенсусом [9], выделили группу 3А из 27 обследуемых, имевших от 3 до 5 баллов, что свидетельствовало о вероятности развития у них ХСН. Анализ шкалы клинического состояния (рис. 1) выявил отличия, характеризующие более тяжелое течение ХСН в 1 группе по сравнению с пациентами двух других групп. Более половины из них (64%) имели II функциональный класс (NYHA) и у трети больных было 4-9 баллов ШОКС.

У пациентов 2 и 3А групп регистрировался преимущественно I функциональный класс ХСН (NYHA), минимальные баллы ШОКС и более длинная дистанция ТШХ по сравнению с 1 группой. Детальный анализ клинических проявлений ХСН между больными с промежуточной ФВ и 3А группой показал, что первые по данным АВШ чувствовали себя хуже (табл. 2).

Наиболее высокий уровень BNP зарегистрирован в 1 группе, что свидетельствует о перегрузке объемом и увеличении давления заполнения ЛЖ [11]. Количественный анализ показал, что все пациенты этой группы имели уровни BNP, превышавшие пороговое значение, в то время как в группах сравнения часть больных имела нормальный уровень пептида: во 2 группе — 16 (38,1%), в 3А — 7 (25,9%) человек.

Диагностическое значение параметров деформации в отношении развития СНнФВ и СНпФВ оценивали

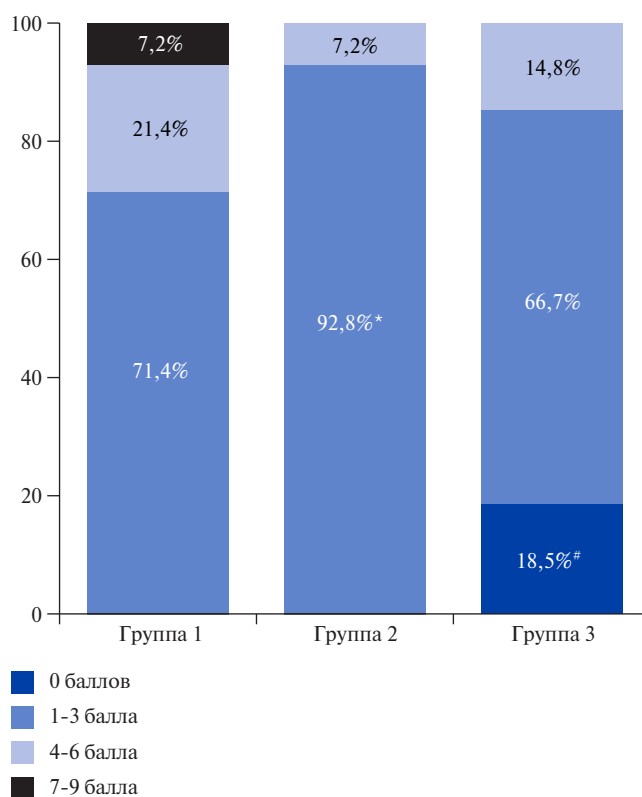


Рис. 1. Оценка баллов ШОКС в группах с ХСН.

Примечание: * — $p < 0,05$ — статистически значимые отличия между 1 и 2 группой, # — $p < 0,05$ — статистически значимые отличия между 2 и 3А группой.

по кривым ROC-анализа. GLS $< 13,5\%$, измеренная на 7 сут., с чувствительностью 81% и специфичностью 80% (AUR = 0,757, $p = 0,008$) позволяет предсказать повышение BNP ≥ 35 пг/мл через 6 мес. после чрескожного коронарного вмешательства (рис. 2). GCS по критерию повышения BNP не обладает статистически значимой предикторной способностью.

Пороговое значение параметра GLS 9,5% (чувствительность 95% и специфичность 71%, AUR = 0,804,

95% ДИ (0,673; 0,936), $p=0,001$) в остром периоде заболевания позволяет предсказать развитие СН, сопровождавшееся снижением ФВ <40% (рис. 3).

GCS также представляет прогностическую ценность с точкой отсечения 8,7% (чувствительность 95%, специфичность 87%, AUR =0,722 (95% ДИ (0,568; 0,875), $p=0,012$)) как ранний маркер развития СНнФВ (рис. 3).

ROC-модель предикторной способности исходных параметров деформации выявлять снижение ФВ до уровня 40-49% через 6 мес. продемонстрировала до-

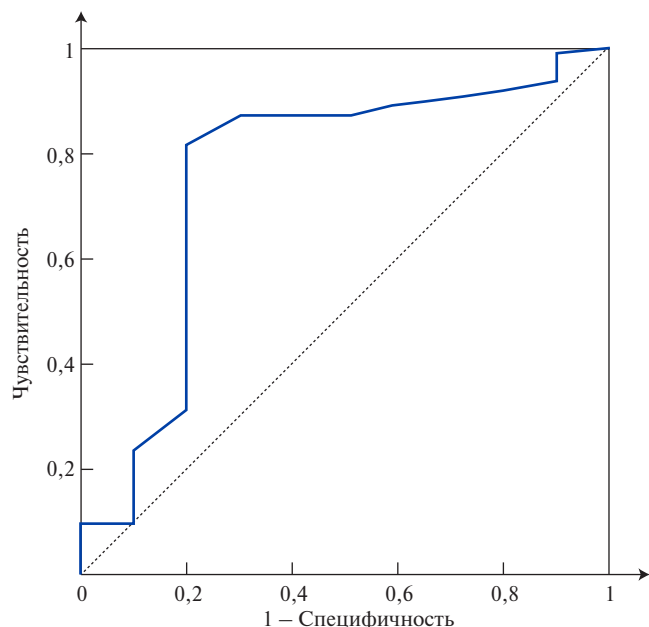


Рис. 2. ROC-анализ предикторной способности GLS предсказывать повышение BNP через 6 мес. у больных ИМнСТ.

стоверные значения для GLS с точкой отсечения 12,5% (чувствительность 98%, специфичность 80%, AUR =0,830 (95% ДИ (0,749; 0,911), $p=0,001$)) и GCS 13,0% с чувствительностью 93% и специфичностью 77%, AUR =0,759 (95% ДИ (0,664; 0,855), $p=0,001$) (рис. 4).

Наибольшей прогностической ценностью и максимальными значениями чувствительности — 100% и специфичности — 86% обладает параметр Twist, снижение которого до $4,2^\circ$ (AUR =0,998 (95% ДИ (0,993; 0,100), $p=0,001$)) позволяет прогнозировать развитие СНнФВ. Интересно, что в группе СНпФВ Twist не продемонстрировал прогностической ценности.

Стоит отметить, что ухудшение показателей деформации в группах СНпФВ и СНсФВ свидетельствуют о нарушении контрактильной функции ЛЖ, несмотря на удовлетворительные значения ФВ. Поэтому изучение диастолической функции у этих пациентов может выявить дополнительные механизмы развития ХСН [11, 12].

Изучение трансмитрального кровотока показало, что в группе с СНсФВ отношение E/A составляло 0,9 (0,7; 1,3) и было достоверно ниже, чем в 1 группе — $1,6 \pm 0,8$ ($p<0,05$), а показатель IVRT, напротив, был выше у больных с сохраненной ФВ ($p<0,05$). Руководствуясь нормативными показателями тканевой доплерографии в диагностике ДД ЛЖ [8] выявили снижение скорости e' во всех группах. Отношение E/ e' было выше порогового значения в группе СНнФВ и составляло 14,1 (13,4; 14,7), а в группах с СНпФВ и СНсФВ среднее значение показателя соответствовало промежуточному уровню между нормой и патологией ($8 < E/e' < 14$ [5, 9]; ТР и иКСОЛП превышал норму только у пациентов 1 группы. Таким

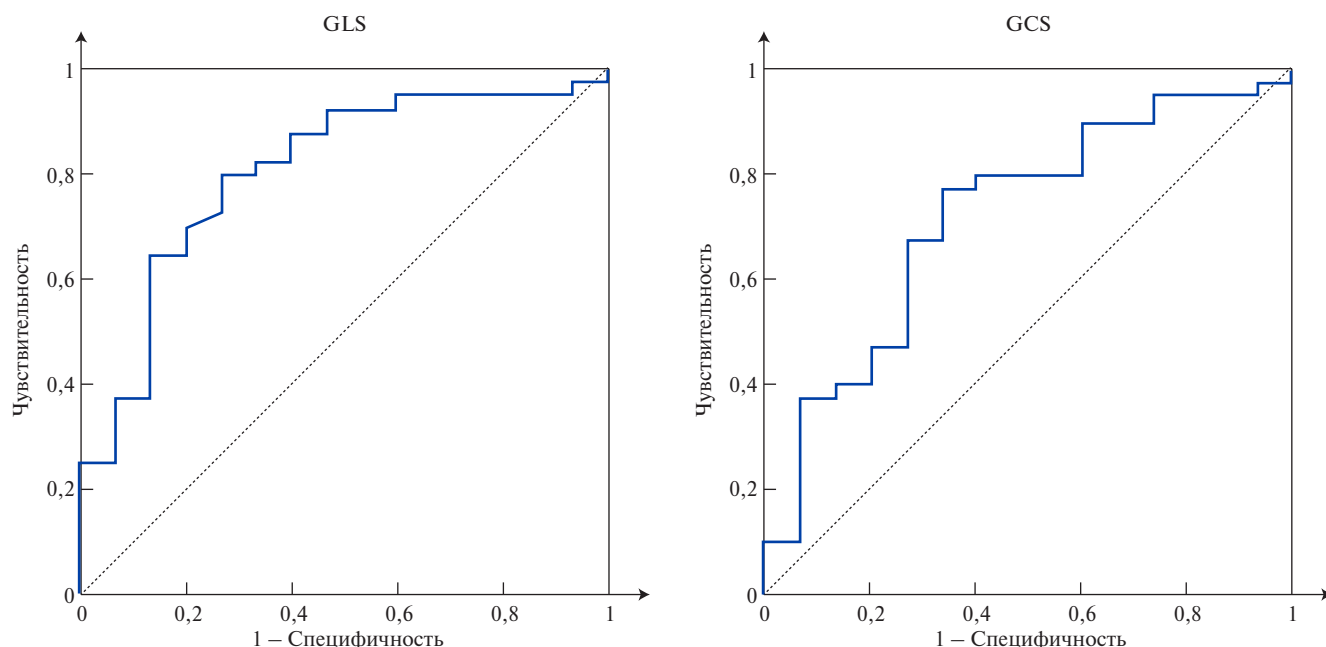


Рис. 3. ROC-анализ параметров деформации на основании снижения ФВ <40% через 6 мес. от начала заболевания.

Сокращения: GLS — глобальная продольная деформация, GCS — глобальная циркулярная деформация.

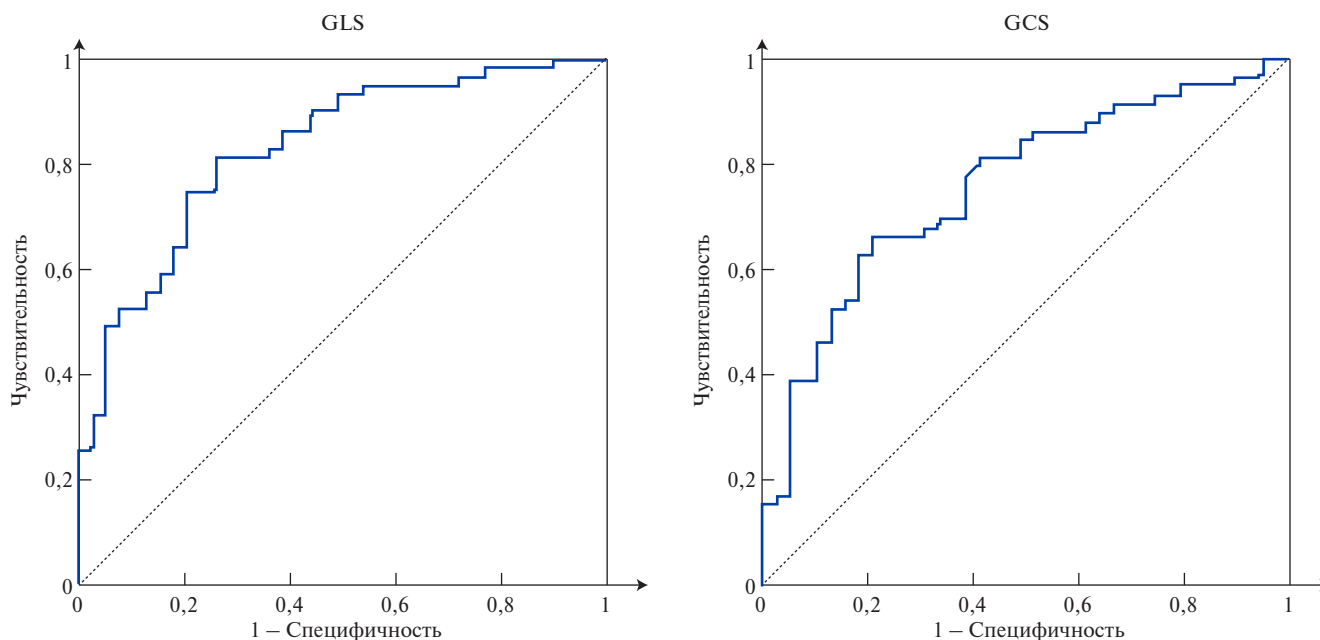


Рис. 4. ROC-кривые параметров деформации на основании снижения ФВ до уровня 40-49% через 6 мес. после заболевания.

Сокращения: GLS — глобальная продольная деформация, GCS — глобальная циркулярная деформация.

образом, при СНсФВ наблюдалась ДД ЛЖ по типу “замедленной релаксации” из-за уменьшения градиента давления между левым предсердием (ЛП) и ЛЖ. Нарушение диастолической функции в группе СНсФВ можно отнести к типу “псевдонормализации”, что свидетельствует об увеличении давления в ЛП и ухудшении диастолической функции ЛЖ.

Значимой связи между GLS в остром периоде инфаркта и параметрами диастолической функции ЛЖ, измеренными через 6 мес., в группах 1 и 3А не выявлено.

При СНпФВ отмечены умеренные корреляции между GLS и E/e' — $(-0,34)$ ($p=0,04$); GLS и e' — $0,36$ ($p=0,03$); GLS и индекс объема левого предсердия — $(-0,34)$ ($p=0,04$). Пороговое значение GLS $<12,5\%$ с чувствительностью 94% и специфичностью 76% (AUR = 0,853 (95% ДИ (0,726; 0,979), $p<0,001$)) позволяет прогнозировать наличие диастолической СН в группе с СНпФВ по критерию e' .

Обсуждение

Несмотря на успехи фармакоинвазивной коррекции острой коронарной недостаточности, ХСН остается частым осложнением постинфарктного периода. Такие факторы, как рецидивирующая ишемия миокарда, размер инфаркта, ремоделирование желудочков, механические осложнения и гибернация миокарда влияют на появление систолической дисфункции ЛЖ с клинической или субклинической ХСН [12]. Уровень нейрогуморальной активности и реакция на медикаментозную терапию различается при разных типах ХСН, предполагая различия в их патофизиологии. В настоящее время ЭхоКГ является наиболее распространенным методом определения степени же-

лудочковой дисфункции по величине ФВ ЛЖ. Однако в некоторых исследованиях (J-CARE, OPTIMIZE-HF) было показано, что у пациентов как с низкой, так и с сохраненной ФВ риск развития повторных кардиальных осложнений и смерти был одинаковым.

Согласно последним рекомендациям Американского общества эхокардиографии и Европейского общества сердечно-сосудистой визуализации, показатель GLS является одобренным, чувствительным и воспроизводимым параметром деформации миокарда. В некоторых исследованиях было установлено, что GLS более устойчив к меж- и внутри исследовательским колебаниям, чем общепринятая ФВ, и в то же время не уступает ей в прогностической мощности [13]. Ранее показана корреляция размера ИМ с GLS [6], а также возможность прогнозирования с помощью GLS риска развития сердечно-сосудистых событий ишемического генеза при ХСН и у пациентов, перенесших ИМпСТ [14]. Исследование у больных ИМпСТ с ФВ $>40\%$ продемонстрировало, что GLS $<14\%$ достоверно ассоциировалась с сердечно-сосудистой смертью и госпитализацией по поводу ХСН [15].

В настоящей работе проверялась гипотеза о том, что анализ глобальных показателей GLS и GCS деформации ЛЖ может выявить субъектов высокого риска развития ХСН среди пациентов ИМпСТ. С этой целью в однородной когорте больных с первичным ИМ в проспективном исследовании наблюдали развитие ХСН и определяли прогностическую ценность возможных маркеров. Критериями ХСН являлись такие детерминанты, как увеличение BNP, низкие значения ФВ, ДД, а также клинические симптомы и признаки.

Было установлено, что в раннем периоде ИМ каждый из таких показателей, как GLS <9,5%, GCS <8,7% и снижение до 4,2° Twist с высокой чувствительностью и специфичностью прогнозирует развитие СНпФВ. Значение GLS и GCS <12,5% и 13%, соответственно, предопределяет развитие СНпФВ. Важным доказательством взаимосвязи различной степени снижения деформационных значений миокарда и развития ХСН у включенных в исследование пациентов явилось подтверждение значимости модели, где в качестве критерия использовалось увеличение BNP.

В международных и национальных руководствах отмечается, что большинство пациентов с систолической СН также имеют диастолическую дисфункцию, а у пациентов с диастолической СН могут быть обнаружены признаки аномальной систолической функции [3, 4]. В каждой из рассматриваемых нами групп пациентов механизмы ХСН складывались из систолической и диастолической дисфункции ЛЖ. Так, в 1 группе пациентов доминировала систолическая дисфункция ЛЖ с выраженным снижением ФВ и деформационных характеристик миокарда, перегрузкой ЛП и явлениями легочной гипертензии. Напротив, в 3А группе наблюдались начальные признаки нарушения диастолической функции ЛЖ без выраженного нарушения контрактильности. Наконец, в группе с промежуточной ФВ отмечалось “равновесное” нарушение систолической и диастолической функции. В настоящем исследовании толь-

ко у пациентов с СНпФВ были выявлены значимые корреляции GLS с параметрами диастолической функции. Это важно для понимания механизмов, лежащих в основе различных вариантов развития и течения ХСН после ИМ.

Заключение

На однородной популяции больных показано, что оценка деформационных и ротационных показателей миокарда в остром периоде ИМ играет важную роль для прогнозирования развития ХСН в постинфарктном периоде. GLS, GCS и Twist имеют высокую чувствительность и специфичность и могут использоваться в широкой клинической практике как простые и экономически выгодные индикаторы риска появления ХСН. 2D спекл-трекинг методика после унификации технологии между различными производителями, очевидно, займет важное место наряду с традиционной ЭхоКГ в вопросах персонализации клинко-диагностических решений у больных ИМпСТ.

Отношения и деятельность. Работа выполнена при финансовой поддержке российского фонда фундаментальных исследований в рамках научных проектов № 19-315-90031/19, № 19-315-90024/19, а также при финансовой помощи гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых — кандидатов и докторов наук № МК-553.2020.7

Литература/References

- Schmidt M, Jacobsen JB, Lash TL, et al. 25 year trends in first time hospitalisation for acute myocardial infarction, subsequent short and long term mortality, and the prognostic impact of sex and comorbidity: a Danish nationwide cohort study. *BMJ*. 2012;344:e356. doi:10.1136/bmj.e356.
- Fomin IV. Chronic heart failure in Russian Federation: what do we know and what to do. *Russian Journal of Cardiology*. 2016;(8):7-13. (In Russ) Фомин И.В. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что сегодня мы знаем и что должны делать. *Российский кардиологический журнал*. 2016;(8):7-13. doi:10.15829/1560-4071-2016-8-7-13.
- Mareev VY, Fomin IV, Ageev FT, et al. Clinical recommendations. Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (ODSN). Diagnosis, prevention and treatment. *Kardiologiya*. 2018;58(S6):1-164. (In Russ.) Мареев В.Ю., Фомин И.В., Агеев Ф.Т. и др. Клинические рекомендации. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. *Кардиология*. 2018;58(S6):1-164. doi:10.18087/cardio.2475.
- McMurray JJV, Adamopoulos S, Anker SD, et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2012;33(14):1787-847. doi:10.1093/eurheartj/ehs104.
- Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2016;29:277-314. doi:10.1016/j.echo.2016.01.011.
- Munk K, Andersen NH, Nielsen SS, et al. Global longitudinal strain by speckle tracking for infarct size estimation. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12(2):156-65. doi:10.1093/ejehocardiography/jeq168.
- Marques-Alves P, Espirito-Santo N, Baptista R, et al. Two-dimensional speckle-tracking global longitudinal strain in high-sensitivity troponin-negative low-risk patients with unstable angina: a “resting ischemia test”? *Int J Cardiovasc Imaging*. 2018;34(4):561-8. doi:10.1007/s10554-017-1269-x.
- Ibanez B, James S, Agewall S, et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2018;39(2):119-177. doi:10.1093/eurheartj/ehx393.
- Pleske B, Tschöpe C, de Boer RA, et al. How to diagnose heart failure with preserved ejection fraction: the HFA-PEFF diagnostic algorithm: a consensus recommendation from the Heart Failure Association (HFA) of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*. 2019;40(40):3297-317. doi:10.1093/eurheartj/ehz641.
- Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, et al. ASE Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(1):1-64. doi:10.1016/j.echo.2018.06.004.
- Mareev VY, Garganeeva AA, Tukish OV, et al. Difficulties in diagnosis of heart failure with preserved ejection fraction in clinical practice: dissonance between echocardiography, NTproBNP and H2HFPEF score. *Kardiologiya*. 2019;59(12S):37-45. (In Russ.) Мареев В.Ю., Гарганеева А.А., Тукиш О.В. и др. Сложности в диагностике сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса в реальной клинической практике: диссонанс между клиникой, эхокардиографическими изменениями, величиной натрийуретических пептидов и шкалой H2HFPEF. *Кардиология*. 2019;59(12S):37-45. doi:10.18087/cardio.n695.
- Park CS, Park JJ, Mebazaa A, et al. Characteristics, Outcomes, and Treatment of Heart Failure With Improved Ejection Fraction. *J Am Heart Assoc*. 2019;8(6):e011077. doi:10.1161/JAHA.118.011077.
- Flachskampf FA, Schmid M, Rost C, et al. Cardiac imaging after myocardial infarction. *European Heart Journal*. 2011;32(3):272-83. doi:10.1093/eurheartj/ehq446.
- Munk K, Andersen NH, Terkelsen CJ, et al. Global left ventricular longitudinal systolic strain for early risk assessment in patients with acute myocardial infarction treated with primary percutaneous intervention. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(6):644-51. doi:10.1016/j.echo.2012.02.003.
- Ersboll M, Valeur N, Mogensen UM, et al. Prediction of All-Cause Mortality and Heart Failure Admissions From Global Left Ventricular Longitudinal Strain in Patients With Acute Myocardial Infarction and Preserved Left Ventricular Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(23):2365-73. doi:10.1016/j.jacc.2013.02.061.