

**ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА****RADIAL DIAGNOSIS**

DOI:10.33529/ANGIO2020402

**ОЦЕНКА ФЕНОМЕНА «NO-REFLOW» У ПАЦИЕНТОВ  
С ОСТРЫМ ИНФАРКТОМ МИОКАРДА С ПОДЪЕМОМ СЕГМЕНТА ST****КРИНОЧКИН Д.В., БЕССОНОВ И.С., ЯРОСЛАВСКАЯ Е.И., КУЗНЕЦОВ В.А.**

Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия

На современном этапе весьма актуальными продолжают оставаться вопросы оценки состояния миокардиальной перфузии у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после успешно выполненной реваскуляризации. Контрастная эхокардиография является малоизученным и наиболее перспективным ультразвуковым методом исследования в диагностике феномена «no-reflow».

Цель – изучить эхокардиографические и ангиографические характеристики феномена «no-reflow», выявленного с помощью контрастной эхокардиографии у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST.

Материалы и методы. В исследование включено 43 пациента в остром периоде инфаркта миокарда в возрасте от 40 до 82 лет. Пациенты были разделены на две группы: 32 пациента с удовлетворительной реперфузией миокарда после реваскуляризации по данным контрастной эхокардиографии и 11 пациентов с нарушенной перфузией.

Результаты. У больных в группе с нарушенной перфузией выявлен больший размер асинергии левого желудочка ( $40,1 \pm 2,2\%$  против  $27,4 \pm 8,5\%$ ,  $p < 0,001$ ), чаще обнаруживали дилатацию левого желудочка (конечно-систолический объем левого желудочка  $67,3 \pm 20,3$  мл против  $51,8 \pm 17,2$  мл,  $p = 0,015$ ), снижение сократительной способности левого желудочка (фракция выброса левого желудочка  $39,5 \pm 3,4\%$  против  $47,2 \pm 4,9\%$ ,  $p < 0,001$ ), наличие значимой митральной регургитации ( $45,5\%$  против  $3,1\%$ ,  $p = 0,011$ ) со снижением показателя скорости нарастания давления в левом желудочке в начале систолы ( $DP/DT$   $979,9 \pm 363,4$  мм рт. ст./с против  $1565,7 \pm 502,8$  мм рт. ст./с,  $p < 0,001$ ). Более чем у четверти этих пациентов коронарная ангиография нарушений перфузии после реваскуляризации не обнаружила. В группе с нарушенной перфузией чаще выявляли однососудистые поражения ( $46,9\%$  против  $9,1\%$ ,  $p = 0,033$ ), поражения передней межжелудочковой артерии ( $90,9\%$  против  $40,6\%$ ,  $p = 0,004$ ), наличие острой окклюзии ( $100\%$  против  $68,8\%$ ,  $p = 0,043$ ); комплексность по шкале SYNTAX Score в этой группе была более высокой ( $18,9 \pm 3,7$  против  $9,9 \pm 5,7$ ,  $p < 0,001$ ).

Выводы. У пациентов с острым инфарктом миокарда после успешно выполненной реваскуляризации нарушения перфузии, выявленные по данным контрастной эхокардиографии, сопровождалась более выраженными эхо-признаками дисфункции левого желудочка, более высокими значениями показателя SYNTAX Score и значительно чаще отмечалось поражение передней межжелудочковой артерии по сравнению с пациентами с восстановившейся перфузией.

**Ключевые слова:** острый инфаркт миокарда, перфузия миокарда, феномен «no-reflow», контрастная эхокардиография, чрескожное коронарное вмешательство, ангиография.

**ВВЕДЕНИЕ**

Своевременно проведенная реваскуляризация миокарда в дополнение к оптимальной медикаментозной терапии стала стандартом лечения пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST (ОИМпST) [1]. Однако, несмотря на полное восстановление проходимости инфаркт-связанной коронарной артерии, у 10–40% пациентов опре-

деляется феномен «no-reflow», проявляющийся отсутствием адекватной перфузии миокарда [2]. К основным ангиографическим признакам снижения перфузии в зоне инфаркта относятся снижение степени миокардиального свечения и/или кровотока по шкале TIMI. Но важно подчеркнуть, что использование только ангиографических критериев не всегда позволяет точно диагностировать развитие феномена «no-reflow».

Миокардиальная контрастная эхокардиография (МКЭ) является важным, но недостаточно изученным ультразвуковым методом оценки состояния микрососудистого кровотока у пациентов с ОИМпST. Было показано, что нарушение перфузии миокарда, выявленное при выполнении МКЭ у пациентов с ОИМпST на 2 сутки после чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ), коррелировало с более высоким процентом рецидивов болевого синдрома или других urgentных нарушений (внезапная сердечная смерть, летальный исход) в ближайшем будущем. МКЭ у пациентов с ОИМпST, осуществленная через 24 ч. после ЧКВ, может идентифицировать область, где реваскуляризация адекватно не произошла [3]. Информативность и точность данных в оценке перфузии миокарда, полученных с помощью МКЭ, не уступает полученным с помощью однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. Кроме того, была показана хорошая взаимосвязь между показателями регионарной сократительной функции миокарда левого желудочка (ЛЖ), полученных с использованием МКЭ и результатов однофотонной эмиссионной компьютерной томографии у пациентов с ишемической болезнью сердца [4]. М.А. Caldas, et al. использовали МКЭ для изучения результатов лечения 31 пациента в течение первых 48 ч. ОИМпST передней стенки ЛЖ, прошедших успешный тромболизис или ЧКВ. Показатель нарушенной перфузии миокарда ЛЖ являлся независимым предиктором ремоделирования ЛЖ и был пропорционален показателю индекса регионарной сократимости миокарда ЛЖ. Авторы также продемонстрировали, что пациенты с ОИМпST после успешно выполненной реваскуляризации с исходным нарушением перфузии более чем в двух сегментах миокарда ЛЖ через 6 мес. имели функциональное восстановление сократимости только четверти сегментов, связанных с ИМ, а у пациентов с нарушением перфузии в 2 и менее сегментах наблюдалось восстановление сократительной функции в 70% сегментов, связанных с ИМ [5].

Особое значение имеет МКЭ в диагностике феномена «no-reflow». В настоящее время этот метод ультразвукового исследования является наиболее перспективным в оценке миокардиальной перфузии у пациентов с ОИМпST после реваскуляризации миокарда ЛЖ. Вместе с тем возможности МКЭ на фоне ОИМпST в условиях реальной отечественной клинической практики еще недостаточно изучены [6].

Цель настоящего исследования — изучить эхокардиографические и ангиографические характеристики феномена «no-reflow», выявленного с помощью контрастной эхокардиографии (ЭхоКГ) у пациентов с ОИМпST.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование включено 43 пациента в остром периоде ИМ в возрасте от 40 до 82 лет. Среди них было 33 мужчины и 10 женщин. Критериями включения в исследование явилось следующее: наличие длительного ангинозного приступа, начавшегося не более чем за 12 ч. до госпитализации, подъем сегмента ST на электрокардиограмме  $\geq 1$  мм в 2 и более последовательных отведениях от конечностей и/или  $\geq 2$  мм в грудных отведениях, проведение эндоваскулярной реваскуляризации в сроке  $\leq 12$  ч. от начала болевого синдрома. У всех пациентов оценивали степень коронарного кровотока в инфаркт-связанной артерии по шкале TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction), степень миокардиального свечения по шкале MBG (Myocardial Blush Grade). Непосредственный ангиографический успех определялся как TIMI 3 восстановление коронарного кровотока, отсутствие пристеночных тромбов в артерии и окклюзии боковых ветвей, 3 степень миокардиального свечения MBG. Развитие феномена «no-reflow» ангиографически определялось как отсутствие адекватной перфузии миокарда после восстановления проходности коронарной артерии (MBG 0–2 и/или степень коронарного кровотока по шкале TIMI менее 3).

Всем пациентам в течение 6 ч. после проведения ЧКВ выполнялась стандартная двухмерная ЭхоКГ, доплер-ЭхоКГ и тканевая доплер-ЭхоКГ с измерением полостей сердца, расчетом фракции выброса (ФВ) ЛЖ по методике Симпсона и оценкой нарушения регионарной сократимости ЛЖ до начала введения контраста. Видеоархив был создан для каждого пациента с целью последующего определения продольной деформации ткани с оценкой максимальной скорости деформации всех сегментов миокарда ЛЖ в режиме off-line. МКЭ выполняли на системе IE 33 (Philips, США) с широким спектром режимов визуализации, в том числе с возможностью оценки перфузии в реальном масштабе времени. Нами использовался препарат SonoVue фирмы Bracco (Италия), который является контрастным агентом второго поколения. Исследование перфузии миокарда было выполнено с применением низкого механического индекса (МИ)  $< 0,2$ . В начале исследования после введения эхо-контраста в дозе 2 мл применение ультразвука низкой мощности (МИ  $< 0,2$ ) позволяло контрастировать полости сердца, затем использовалась функция flash (вспышка) — кратковременные посылы сигналов высокой мощности для мгновенного разрушения ультразвукового контраста, что давало возможность визуализации поступления и вымывания контраста из миокардиальной стенки. Анализ результатов исследования осуществлялся на рабочей станции QLAB (Philips, США) с программой Low IM, которая имеет низкий

**Криночкин Д.В. и др. Оценка феномена «no-reflow» у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST**

Таблица 1

**Сравнительная характеристика демографических и эхокардиографических показателей больных в остром периоде ИМ по группам после проведенной реваскуляризации**

Показатели		Пациенты с удовлетворительной перфузией (n=32)	Пациенты с нарушенной перфузией (n=11)	Достоверность различий
Мужской пол, %		75,0	81,8	>0,05
Возраст, лет		60,4±9,0	63,4±13,6	>0,05
Объем левого предсердия	мл	56,6±15,8	61,1±18,9	>0,05
Объем правого предсердия	мл	44,4±9,6	47,9±12,3	>0,05
КДО ЛЖ	мл	98,6±27,2	109,8±29,8	>0,05
КСО ЛЖ	мл	51,8±17,2	67,3±20,3	0,015
Фракция выброса ЛЖ	%	47,2±4,9	39,5±3,4	<0,001
Размер асинергии ЛЖ	%	27,4±8,5	40,1±2,2	<0,001
Скорость аортального потока	см/сек	102±28,7	77,5±11,3	0,004
Скорость потока на легочной артерии	см/сек	76,9±16,2	64,0±13,3	0,009
VTI АО	см	20,7±5,6	14,1±2,1	<0,001
VTI МК	см	22,7±5,2	18,0±4,6	0,018
VTI ЛА	см	15,5±3,4	12,3±2,8	0,018
Скорость распространения раннего диастолического кровотока в ЛЖ	см/сек	44,4±10,9	39,3±25,5	0,025
Глобальный продольный стрейн ЛЖ	%	-14,9±5,2	-11,5±3,8	0,044
Наличие значимой митральной регургитации	%	3,1	45,5	0,011
DP/DT	мм рт. ст./с	1565,7±502,8	979,9±363,4	<0,001
Аневризма ЛЖ	%	3,1	81,9	<0,001

*Примечание. ЛЖ – левый желудочек; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка; VTI АО – интеграл линейной скорости аортального потока; VTI МК – интеграл линейной скорости митрального потока; VTI ЛА – интеграл линейной скорости потока в легочной артерии; DP/DT – скорость нарастания давления в ЛЖ в начале систолы; M±SD – среднее ± среднеквадратичное отклонение.*

Таблица 2

**Сравнительная характеристика показателей коронароангиографии больных в остром периоде ИМ по группам после проведенной реваскуляризации**

Показатели			Пациенты с удовлетворительной перфузией (n=32)	Пациенты с нарушенной перфузией (n=11)	Достоверность различий
Количество пораженных артерий	одна	%	9,1	46,9	0,033
	две и более	%	90,9	53,1	
Поражение ствола левой коронарной артерии*		%	0	9,1	>0,05
Поражение передней межжелудочковой артерии*		%	40,6	90,9	0,004
Поражение огибающей ветви левой коронарной артерии*		%	12,5	0	>0,05
Поражение правой коронарной артерии*		%	40,6	0	0,019
Наличие окклюзии коронарной артерии		%	68,8	100	0,043
Наличие перфузии		%	100	72,7	0,013
SYNTAX Score		баллы	9,9±5,7	18,9±3,7	<0,001
MBG, %	нет перфузии		0	18,2	0,066
	1		6,3	9,1	
	2		12,5	18,2	
	3		81,3	54,5	
TIMI, %	менее 3		4	0	>0,05
	3		96	100	
Тип стентирования, %		прямое	68,8	36,4	0,0579

*Примечание. SYNTAX Score – шкала оценки поражения коронарного русла в баллах; MBG – оценка микроциркуляторного кровотока по данным ангиографии (Myocardial Blush Grade); TIMI – шкала оценки коронарного кровотока (Thrombolysis In Myocardial Infarction); \* – степень стенозирования просвета коронарной артерии >75%; M±SD – среднее ± среднеквадратичное отклонение.*

механический индекс. Оценку интенсивности эхо-сигнала в различных участках миокарда проводили при помощи конечно-систолического изображения ЛЖ с определением времени поступления эхо-контраста в зоны интереса и равномерности заполнения сегментов контрастом (миокардиальная перфузия). Удовлетворительная перфузия расценивалась нами при появлении акустического сигнала в зоне интереса менее чем через 5 сек. после разрушения микропузырьков с помощью flash [7]. Позднее (более 5 сек.) и неравномерное заполнение более 2 сегментов ЛЖ контрастным веществом нами расценивалось как нарушение перфузии и свидетельствовало о наличии феномена «no-reflow».

Количественные показатели представлены в виде  $M \pm SD$ , где  $M$  – средняя арифметическая величина,  $SD$  – среднеквадратичное отклонение. Для сравнения количественных показателей в группах применяли критерий Манна–Уитни. Сравнение качественных данных проводили с использованием критерия Хи-квадрат и точного критерия Фишера. Различия считались значимыми при уровне  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

МКЭ выполнена у всех пациентов, осложнений не было. По данным проведенной МКЭ пациенты разделялись на группы: в первую вошли 32 пациента с удовлетворительной реперфузией миокарда в зоне реканализации, во вторую – 11 пациентов с нарушенной реперфузией. Сравнительная характеристика эхокардиографических и ангиографических показателей больных в остром периоде ИМ по группам после реваскуляризации представлена в табл. 1, 2.

Выделенные группы пациентов имели достоверно сопоставимые гендерные и возрастные характеристики. При анализе показателей ЭхоКГ (табл. 1) у пациентов в группе с нарушенной перфузией выявлен статистически значимый больший объем полости ЛЖ в систолу, у них отмечались более тяжелые нарушения систолической функции ЛЖ: ниже была ФВ ЛЖ, больше размер асинергии ЛЖ, чаще диагностировали острые аневризмы ЛЖ. По оценке доплеровских показателей кровотока аортального, митрального и клапана легочной артерии зафиксированы более низкие значения интеграла линейной скорости кровотока на клапанах в группе пациентов с нарушенной перфузией. Статистически значимо чаще во второй группе выявляли пациентов с умеренной и тяжелой митральной регургитацией, а показатель  $DP/DT$  был в этой группе ниже, как и глобальный продольный стрейн.

Что касается показателей коронарной ангиографии (табл. 2), то признаков нарушения перфузии не было найдено более чем у четверти пациентов, у которых диагностировали нарушения перфузии

по данным МКЭ. По типу стентирования и показателям ТІМІ достоверных межгрупповых различий не обнаружено. В группе с нарушенной по результатам МКЭ перфузией чаще выявляли поражение передней межжелудочковой коронарной артерии (у большинства пациентов, причем почти у половины из них поражение было однососудистым), а поражений правой коронарной артерии не выявлено. По поражениям прочей локализации группы не различались. У всех пациентов этой группы отмечалась острая окклюзия инфаркт-связанной артерии. В этой группе оценка риска по шкале SYNTAX Score показала статистически значимо более высокие цифры, также обнаружена тенденция к более высоким показателям MBG и к большей частоте прямого стентирования.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Основной принцип лечения пациентов с ОИМпST – как можно более раннее восстановление кровотока в инфаркт-связанной артерии, предпочтительный подход – проведение ЧКВ в первые 12 ч. от появления симптомов [8]. Феномен «no-reflow» имеет мультифакторную природу, но в основе его патогенеза лежит поражение микроциркуляторного русла за счет микроэмболизации [9]. Действующие рекомендации Европейского общества кардиологов по ведению больных с ОИМпST рекомендуют использовать ангиографические градации степени восстановления коронарного кровотока – ТІМІ и степени перфузии миокарда – MBG [10]. Но более точной диагностику феномена «no-reflow» делает применение МКЭ. Она позволяет с большой вероятностью исключить «no-reflow» при отсутствии нарушения миокардиальной перфузии в зонах интереса [11]. Хорошо известно, что повреждение сосудов микроциркуляторного русла, носящее при «no-reflow» как структурный, так и функциональный характер, может быть обусловлено рядом патологических процессов, сопряженных с ишемией при остром коронарном синдроме: эндотелиальной дисфункцией артериол и капилляров, отеком перикапиллярных тканей, микроэмболизацией, атероматозными и тромботическими массами, воспалительной реакцией в ответ на ишемию. У пациентов, перенесших «no-reflow», часто регистрируется снижение систолической функции, происходит ремоделирование сердечной мышцы, могут развиваться дилатация полостей, гипертрофия миокарда, аневризма стенки ЛЖ, рецидив острого коронарного синдрома. Используя МКЭ, Н. Ито, et al. показали, что у пациентов с ОИМпST передней стенки ЛЖ насосная функция ЛЖ после первичной ангиопластики улучшалась только в группе с 3 степенью по шкале ТІМІ и отсутствием

феномена «no-reflow» [12]. В нашем исследовании мы получили аналогичные данные. Так, пациенты из группы с нарушенной перфузией имели более тяжелые поражения насосной функции сердца: размер асинергии ЛЖ был больше, а ФВ ЛЖ достоверно ниже, чем у пациентов первой группы. Нами также выявлено, что скоростные показатели кровотока на аорте и легочной артерии и интегралы линейной скорости кровотока на аортальном и клапане легочной артерии в группе пациентов с нарушенной перфузией достоверно ниже. Эти показатели отражают систолическую функцию ЛЖ (используются для расчета ударного и минутного объема), а выявленное нами снижение скорости распространения раннего диастолического кровотока в ЛЖ хорошо коррелирует со степенью активного расслабления миокарда ЛЖ и не подвержено эффекту «псевдонормализации». Возможно, длительное нарушение микроциркуляции и развитие воспалительной реакции в миокарде у пациентов с феноменом «no-reflow» приводит к несостоятельности мышечной ткани и, как следствие, образованию аневризмы ЛЖ. В нашем исследовании у 82% пациентов с нарушенной перфузией выявлены аневризмы ЛЖ. Показатели деформации ЛЖ также несут важную информацию у пациентов с ОИМпСТ. В ряде исследований подтверждено наличие корреляции между глобальным продольным систолическим стрейном ЛЖ и развитием ремоделирования после ОИМпСТ. Примечательно, что в этих исследованиях получены сходные критические значения общего продольного систолического стрейна, являющиеся предиктором ремоделирования. J. Lacalzada, et al. определили значение 12,5% как критерий развития ремоделирования после ОИМпСТ [13, 14]. По нашим данным, в группе пациентов с нарушенной перфузией показатель продольного систолического стрейна составил 11,5%. У пациентов с ОИМпСТ субэндокардиальные продольные мышечные волокна наиболее чувствительны к нарушению перфузии и первыми страдают в условиях ишемии, что является причиной раннего нарушения продольной деформации [15].

Феномен «no-reflow» характеризуется снижением антеградного кровотока в миокарде, несмотря на наличие открытой инфаркт-связанной артерии у пациентов с ОИМпСТ, перенесших первичное ЧКВ. Известно, что микроэмболизация атероматозными и тромботическими массами микроциркуляторного русла у пациентов с нарушенной перфузией более массивна, чем наблюдающаяся при интервенционных вмешательствах без развития феномена «no-reflow» [16]. Данные литературы о влиянии локализации коронарных стенозов на развитие феномена «no-reflow» у пациентов с ОИМпСТ многочисленны [17].

Наши результаты показали, что у пациентов в группе с нарушенной перфузией достоверно чаще встречалось одиночное поражение артерии, а также поражение передней межжелудочковой артерии, что согласуется с данными литературы.

В исследовании R.W. Harrison, et al., проанализировавших результаты первичной ангиопластики у 178 больных с ОИМ, частота выявления признаков значительной эмболизации (по данным ангиографии с образованием дистальных дефектов наполнения контраста) составляет 15,2%, причем у 73% больных регистрировался хороший эпикардиальный кровоток (класс TIMI 3). Развитие эмболизации чаще отмечали у больных с передней локализацией инфаркта [17].

Показатель шкалы SYNTAX Score продемонстрировал высокую прогностическую значимость оценки результатов реваскуляризации миокарда во многих исследованиях [18]. Согласно результатам исследования В. Ауца, et al. 538 пациентов с ОИМпСТ, высокий показатель SYNTAX Score (>22) был предиктором не только госпитальной летальности ( $p=0,021$ ), но и феномена «no-reflow» [19]. В работе Р.С. Тарасова и В.И. Ганюкова с включением 327 больных балл по шкале SYNTAX Score аналогично оказался предиктором госпитальной летальности у пациентов с ОИМпСТ ( $p=0,03$ ) [20]. Наши результаты также указывают на важность применения этой шкалы у пациентов с ОИМпСТ: в группе пациентов с нарушенной перфузией среднее значение показателя SYNTAX Score было вдвое выше, чем у пациентов с сохранной перфузией.

В проведенных нами ранее исследованиях показано, что прямое стентирование инфаркт-связанной артерии характеризуется снижением частоты развития феномена «no-reflow» у пациентов с ОИМпСТ в сравнении с другими типами стентирования [21–23]. При выполнении прямого стентирования происходит «прижатие» разорвавшейся или эрозированной покрышки атеросклеротической бляшки к стенке артерии. При этом дистальной эмболизации артерии компонентами атеросклеротической бляшки и сформировавшимися тромботическими массами не отмечается. Таким образом, снижается частота возникновения микроциркуляторной обструкции — ведущего механизма развития «no-reflow». Однако при использовании МКЭ с целью выявления феномена «no-reflow» мы не получили достоверных различий по типу стентирования в исследуемых группах, что, возможно, связано с их малочисленностью. Надо отметить, что данная работа носит пилотный характер, и увеличение количества пациентов исследования позволит выявить предикторы феномена «no-reflow».

В доказательство преимущества МКЭ перед ангиографическими методами диагностирования

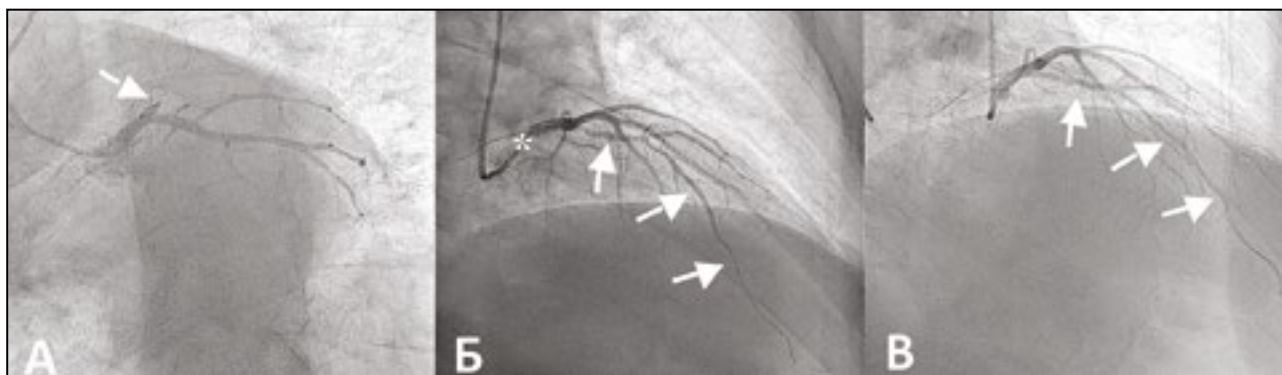


Рис. 1. Пациент Р., коронарная ангиограмма, этапы проведения чрескожного коронарного вмешательства: А – полная тромботическая окклюзия (TIMI Thrombus Grade 5) передней межжелудочковой артерии в проксимальном сегменте [стрелкой указан участок окклюзии]; Б – реканализация передней межжелудочковой артерии после проведения баллонной преддилатации (показана стрелками); \* – фрагмент пристеночного тромба в артерии; В – полная реканализация артерии (показана стрелками) после имплантации стента

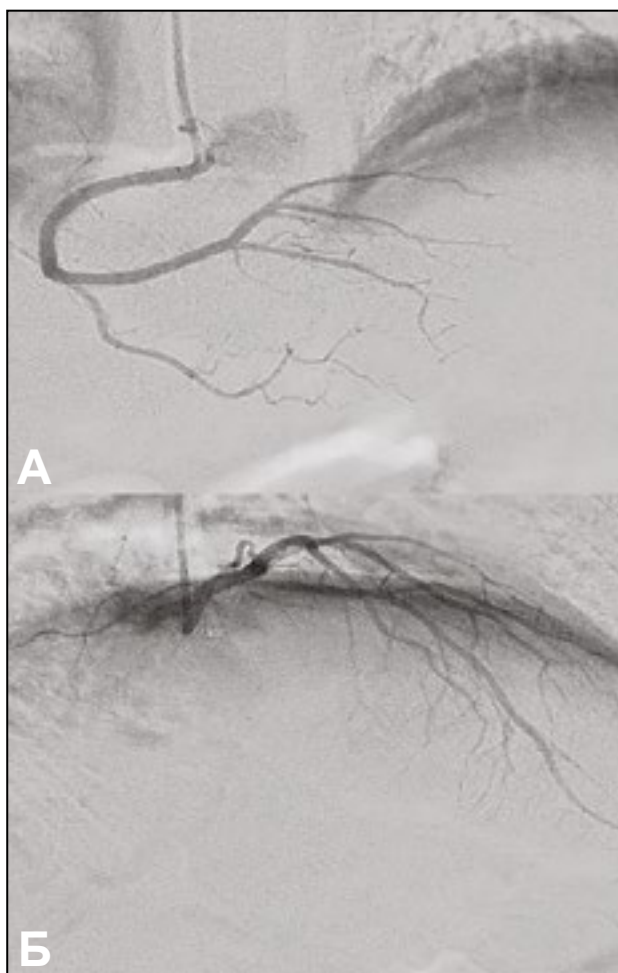


Рис. 2. Оценка степени миокардиального свечения (Myocardial Blush Grade) после проведения реваскуляризации: А – оценка миокардиального свечения в контралатеральной неинфаркт-связанной артерии [правой коронарной артерии]; Б – оценка миокардиального свечения после реканализации в зоне инфаркт-связанной артерии [передняя межжелудочковая артерия]: определяется нормальное миокардиальное свечение (MBG 3), по своему характеру полностью сопоставимое со свечением, полученным в неинфаркт-связанной артерии, что косвенно свидетельствует о хорошей реперфузии миокарда в зоне реканализации

«no-reflow» приведем пример пациента Р. с ОИМ-пST. По данным коронарной ангиографии отмечена острая тромботическая окклюзия проксимального сегмента передней межжелудочковой артерии. Данных за стенотическое поражение в других коронарных артериях нет. После проведения коронарного проводника кровоток классифицирован как TIMI 1. Выполнена баллонная преддилатация, после чего имплантирован один стент с антипролиферативным покрытием (рис. 1).

После выполнения стентирования в инфаркт-связанной артерии восстановлен коронарный кровоток TIMI 3, определяется нормальное миокардиальное свечение (MBG 3), полностью сопоставимое со свечением, полученным в неинфаркт-связанной правой коронарной артерии, что указывает на хорошую реперфузию миокарда в зоне реканализации (рис. 2).

Во время проведения МКЭ выявлен дефект перфузии в виде отсутствия акустического сигнала в передне-перегородочных апикальных сегментах миокарда ЛЖ после разрушения микропузырьков с помощью flash. Временной интервал от flash до появления эхо-сигнала в миокарде составил 12 сек. вместо должных 5 сек. Позднее и неравномерное заполнение сегментов контрастным веществом нами было расценено как нарушение миокардиальной перфузии, что свидетельствует о наличии феномена «no-reflow» (рис. 3, 4).

В представленном клиническом примере показано следующее: несмотря на хороший ангиографический результат, после восстановления проходимости инфаркт-связанной артерии у пациента отмечалась неполная реперфузия зоны некроза. Мы продемонстрировали возможности и потенциальные преимущества МКЭ перед коронарной ангиографией в оценке феномена «no-reflow» у пациента с ОИМпST после выполненной реваскуляризации.



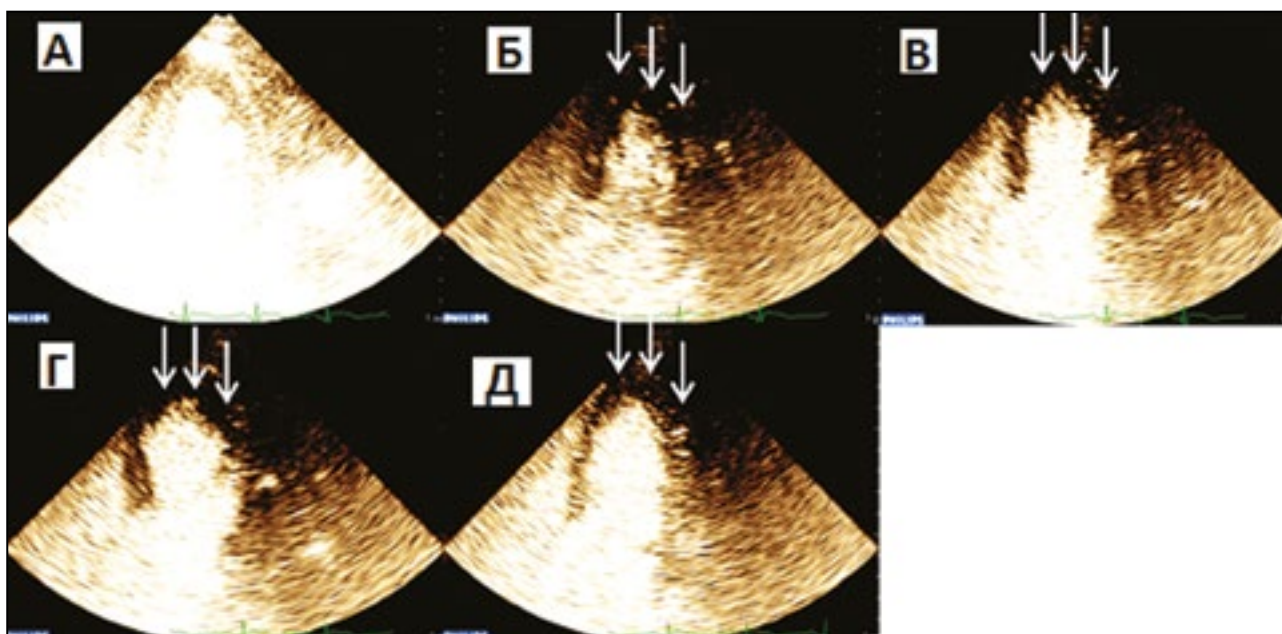


Рис. 3. Оценка перфузии миокарда методом флэш-наполнения во время проведения МКЭ: А – включение flash (вспышки), яркий сектор; Б – в первом сердечном цикле после вспышки контрастное вещество в миокарде отсутствует (указано стрелками); В – на 2 сек. после вспышки контрастное вещество в миокарде отсутствует (указано стрелками); Г – на 5 сек. после вспышки контрастное вещество в миокарде отсутствует (указано стрелками); Д – отсроченное появление контрастного вещества (свечение миокарда, показано стрелками) в апикальных сегментах на 12 сек. после flash

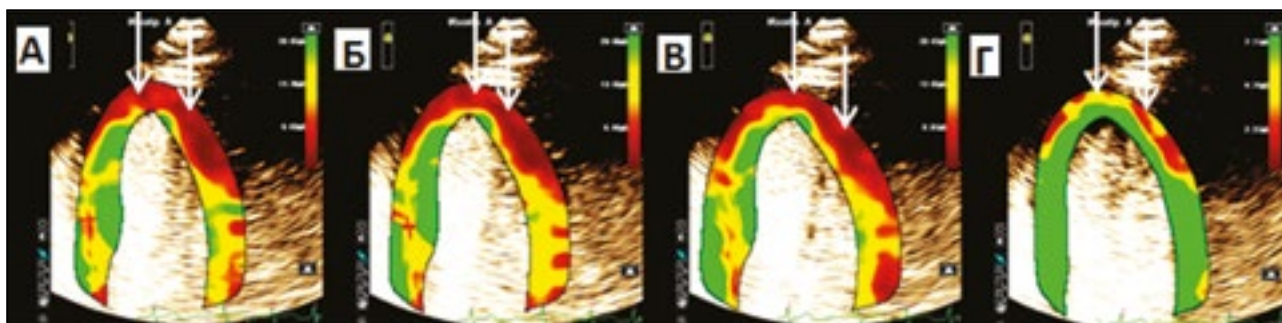


Рис. 4. Количественная оценка перфузии миокарда ЛЖ во время проведения МКЭ (в децибелах): А – зона красного цвета (указано стрелками) – низкий уровень интенсивности накопления эхо-контраста (в децибелах) в зоне интереса при оценке перфузии при оценке перфузии после flash; Б – зона красного цвета (указано стрелками) – низкий уровень интенсивности накопления эхо-контраста (в децибелах) в зоне интереса при оценке перфузии на 2 сек. после flash; В – зона красного цвета (указано стрелками) – низкий уровень интенсивности накопления эхо-контраста (в децибелах) в зоне интереса при оценке перфузии на 5 сек. после flash; Г – зона зеленого цвета (указано стрелками) – высокий уровень интенсивности накопления эхо-контраста (в децибелах) в зоне интереса при оценке перфузии на 12 сек. (отсроченное поступление эхо-контраста в зоне интереса)

Согласно нашим результатам более чем у четверти пациентов с нарушением перфузии по данным МКЭ коронарная ангиография нарушений перфузии после ревазуляризации не выявила. Этот факт также демонстрирует преимущества МКЭ перед ангиографическими методами диагностирования феномена «no-reflow».

## ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы.

1. Использование МКЭ у пациентов с ОИМпST демонстрирует преимущества перед ангиографическими методами выявления феномена «no-reflow».
2. У пациентов с ОИМпST и нарушениями пер-

фузии по данным МКЭ после успешно выполненной ревазуляризации эхо-признаки дисфункции ЛЖ были более выраженными.

3. Значение показателя SYNTAX Score в этой группе было вдвое выше, чем у пациентов с восстановившейся перфузией. Развитие феномена «no-reflow» при МКЭ наблюдалось у большинства пациентов с поражением передней межжелудочковой артерии.

*Конфликт интересов отсутствует.*

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. Eur. Heart J. 2019; 40: 2: 87–165. doi: 10.1093/eurheartj/ehy394.

2. **Van de Werf F, Bax J, Betriu A, et al.** Management of acute myocardial infarction in patients presenting with persistent ST-segment elevation: the task force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2008; 29: 23: 2909–2945. doi: 10.1093/eurheartj/ehn416.
3. **Rezkalla SH, Stankowski RV, Hanna J, Kloner RA** Management of no-reflow phenomenon in the catheterization laboratory. *JACC. Cardiovasc. Intervent.* 2017; 10: 3: 215–223. doi: 10.1016/j.jcin.2016.11.059.
4. **Trindade ML, Caldas MA, Tsutsui JM, et al.** Determination of size and transmural extent of acute myocardial infarction by real-time myocardial perfusion echocardiography: a comparison with magnetic resonance imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2007; 20: 2: 126–135. doi: 10.1016/j.jcin.2016.11.059.
5. **Caldas MA, Tsutsui JM, Kowatsch I, et al.** Value of myocardial contrast echocardiography for predicting left ventricular remodeling and segmental functional recovery after anterior wall acute myocardial infarction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2004; 17: 96: 923–932. doi: 10.1016/j.echo.2004.05.016.
6. **Исхаков М.М., Сайфуллин Р.Р., Ягафаров И.Р. и др.** Первичные чрескожные коронарные вмешательства у пациентов с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST, осложненные феноменом «NO-REFLOW». *Казанский медицинский журнал.* 2015; 96: 3: 325–329. [Iskhakov MM, Sayfullin RR, Yagafarov IR, et al. Primary percutaneous coronary interventions in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated by «no-reflow» phenomenon. *Kazan. Med. J.* 2015; 96: 3: 325–329]. doi: 10.17750/KMJ2015–325.
7. **Senior R, Becher H, Monaghan M, et al.** Clinical practice of contrast echocardiography: recommendation by the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI). *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 18: 11: 1205–1205. doi: 10.1093/ehjci/jex182.
8. **Кузнецов В.А., Ярославская В.И., Пушкарев Г.С. и др.** Взаимосвязь чрескожных коронарных вмешательств при острых формах ишемической болезни сердца и показателей смертности населения Тюменской области. *Российский кардиологический журнал.* 2014; 6: 110: 42–46. [Kuznetsov VA, Yaroslavskaya VI, Pushkarev GS, et al. Interrelation of transcatheter coronary interventions for acute forms of coronary heart disease and mortality parameters in Tyumen region inhabitants (in Russian). *Rus. J. Cardiol.* 2014; 6: 42–46]. doi: 10.15829/1560–4071-2014–6-42–46.
9. **Wijns W, Kolh Ph, Danchin N, et al.** Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2010; 31: 20: 2501–2555. doi: 10.1093/eurheartj/ehq277.
10. **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: 38: 119–177. doi: 10.1093/eurheartj/ehx393.
11. **Porter TR, Mulvagh SL, Abdelmoneim SS, et al.** Clinical applications of ultrasonic enhancing agents in echocardiography: 2018 American Society of Echocardiography Guidelines update. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2018; 31: 3: 241–274. doi: 10.1016/j.echo.2017.11.013.
12. **Ito H** No-reflow phenomenon and prognosis in patients with acute myocardial infarction. *Nat. Clin. Pract. Cardiovasc. Med.* 2006; 3: 9: 499–506. doi: 10.1038/ncpcardio0632.
13. **Lacalzada J, de la Rosa A, Izquierdo MM, et al.** Left ventricular global longitudinal systolic strain predicts adverse remodeling and subsequent cardiac events in patients with acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2015; 31: 3: 575–584. doi: 10.1007/s10554–015-0593–2.
14. **Cong T, Sun Y, Shang Z, et al.** Prognostic value of speckle tracking echocardiography in patients with st-elevation myocardial infarction treated with late percutaneous intervention. *Echocardiography.* 2015; 32: 9: 1384–1391. doi: 10.1111/echo.12864.
15. **Joyce E, Hoogslag GE, Leong DP, et al.** Association between left ventricular global longitudinal strain and adverse left ventricular dilatation after ST-segment-elevation myocardial infarction. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2014; 7: 1: 74–81. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.113.000982.
16. **Dennis TL, Puri R, Richardson JD, et al.** Myocardial no-reflow-diagnosis, pathophysiology and treatment. *Int. J. Cardiol.* 2013; 167: 5: 1798–1806. doi: 10.1016/j.ijcard.2012.12.049.
17. **Harrison RW, Aggarwal A, Ou F, et al.** Incidence and outcomes of no-reflow phenomenon during percutaneous coronary intervention among patients with acute myocardial infarction. *Am. J. Cardiol.* 2013; 111: 2: 178–184. doi: 10.1016/j.amjcard.2012.09.015.
18. **Григорьев В.С., Петросян К.В., Абросимов А.В.** Анатомическая шкала оценки риска SYNTAX Score – инструмент определения тяжести поражения коронарного русла и прогнозирования исходов эндоваскулярных вмешательств. *Креативная кардиология.* 2019; 13: 2: 159–172. [Grigor'ev VS, Petrosyan KV, Abrosimov AV Anatomical SYNTAX Score: a tool for coronary artery disease severity assessment and predicting endovascular treatment outcomes (in Russian). *Creative Cardiology.* 2019; 13: 2: 159–72]. doi: 10.24022/1997–3187-2019–13-2–159-172.
19. **Ауца В, Акин F, Celik O, et al.** Does SYNTAX score predict in-hospital outcomes in patients with ST elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention? *Kardiol. Pol.* 2014; 72: 9: 806–813. doi: 10.5603/KP.a2014.0064.
20. **Тарасов Р.С., Ганюков В.И.** Факторы летальности у больных инфарктом миокарда с элевацией сегмента ST при многососудистом поражении коронарного русла после эндоваскулярной реваскуляризации. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2015; 1: 32–38. [Tarasov RS, Ganukov VI Factors of mortality in ST-elevation myocardial infarction patients with multivessel coronary disease after endovascular revascularization (in Russian). *Complex Issues Cardiovasc. Diseases.* 2015; 1: 32–38]. doi: 10.17802/2306–1278-2015–1-32–38.
21. **Bessonov I, Zyryanov I, Sapozhnikov S, Kuznetsov V** TCT-1 direct stenting strategy is associated with improved outcomes in patients with totally occluded culprit arteries undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST elevation myocardial infarction. *J. American College Cardiol.* 2017; 70: 18: 17–18. doi: 10.1016/j.jacc.2017.09.039.
22. **Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Зырянов И.П. и др.** Сравнение прямого стентирования и стентирования с преддилатацией у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. *Кардиология.* 2017; 57: 11: 5–11. [Bessonov IS, Kuznetsov VA, Zyryanov IP, et al. Comparison of direct stenting versus stenting after pre-dilatation in ST-elevation myocardial infarction (in Russian). *Kardiologiia.* 2017; 57: 11: 5–11]. doi: 10087/cardio.2017.11.10048.
23. **Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Зырянов И.П., Сапожников С.С.** Сравнение результатов мануальной тромбосапирации и прямого стентирования в лечении пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST и тотальной тромботической окклюзией инфаркт-связанной коронарной артерии. *Сибирский медицинский журнал.* 2018; 33: 4: 62–68. [Bessonov IS, Kuznetsov VA, Zyryanov IP, Sapozhnikov SS Comparison of manual thrombus aspiration with direct stenting in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and totally occluded culprit arteries (in Russian). *The Siber. Med. J.* 2018; 33: 4: 62–68]. doi: 10.29001/2073–8552-2018–33-4–62-68.



## **ASSESSMENT OF NO-REFLOW PHENOMENON IN PATIENTS WITH ACUTE ST-ELEVATION MYOCARDIAL INFARCTION**

**Krinochkin D.V., Bessonov I.S., Yaroslavskaya E.I., Kuznetsov V.A.**

*Tyumen Cardiological Scientific Centre, Tomsk National Research Medical Centre of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russia*

*Background. The problems concerning assessment of the state of myocardial perfusion in patients with acute ST elevation myocardial infarction after successful revascularization still remain of current importance. Contrast-enhanced echocardiography remains the least studied and most promising ultrasound technology for the diagnosis of the no-reflow phenomenon.*

*Objective. The study was aimed at evaluating echocardiographic and angiographic characteristics of the no-reflow phenomenon detected by means of contrast-enhanced echocardiography in patients with ST-segment elevation myocardial infarction.*

*Patients and methods. The study included a total of forty-three 40-to-82-year-old patients in acute period of myocardial infarction. The patients were divided into two groups: 32 patients with satisfactory myocardial reperfusion after revascularization according to the findings of contrast-enhanced echocardiography and 11 patients with impaired perfusion.*

*Results. The patients in the group with impaired perfusion demonstrated a greater size of the left ventricular (LV) asynergy ( $40.1 \pm 2.2\%$  vs  $27.4 \pm 8.5\%$ ,  $p < 0.001$ ), more frequent LV dilatation (LV end-systolic volume  $67.3 \pm 20.3$  ml vs  $51.8 \pm 17.2$  ml,  $p = 0.015$ ), decreased LV contractility (LV ejection fraction  $39.5 \pm 3.4\%$  vs  $47.2 \pm 4.9\%$ ,  $p < 0.001$ ), and significant mitral regurgitation ( $45.5\%$  vs  $3.1\%$ ,  $p = 0.011$ ) with a decrease in DP/DT ( $979.9 \pm 363.4$  mmHg/s vs  $1565.7 \pm 502.8$  mmHg/s,  $p < 0.001$ ) were more often detected in this group. Coronary angiography showed no perfusion disorders after revascularization in more than a quarter of these patients. In the group with impaired perfusion, more frequently revealed were single-vascular lesions ( $46.9\%$  vs  $9.1\%$ ,  $p = 0.033$ ), lesions of the anterior interventricular artery ( $90.9\%$  vs  $40.6\%$ ,  $p = 0.004$ ), and acute occlusion ( $100\%$  vs  $68.8\%$ ,  $p = 0.043$ ); compliance by the SYNTAX score in this group was higher ( $18.9 \pm 3.7$  vs  $9.9 \pm 5.7$ ,  $p < 0.001$ ).*

*Conclusions. In patients with acute myocardial infarction after successfully performed revascularization, perfusion disorders revealed by the findings of contrast-enhanced echocardiography were accompanied by more pronounced echo signs of left-ventricular dysfunction, higher values of the SYNTAX score and significantly more frequently revealed lesions of the anterior interventricular septum as compared with the patients with recovered perfusion.*

**Key words:** acute myocardial infarction, myocardial perfusion, no-reflow phenomenon, contrast-enhanced echocardiography, percutaneous coronary intervention.

---