

<https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-57-64>
УДК 616.127-005.8-089.819.5-06-073.43-8

Шкала оценки риска развития феномена «no-reflow» в прогнозировании нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной эхокардиографии у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после эндоваскулярной реваскуляризации

И.С. Бессонов, Д. В. Кривоносов, А. А. Шадрин, И.П. Зырянов

Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук,
625026, Российская Федерация, Тюмень, ул. Мельникайте, 111

Аннотация

Цель: изучить возможности шкалы оценки риска развития ангиографического феномена «no-reflow» в прогнозировании нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной эхокардиографии (ЭхоКГ) у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента (ОИМпST) после выполнения чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ).

Материал и методы. В исследование были включены 40 пациентов с ОИМпST, которым выполняли ЧКВ. Всем пациентам проводили расчет индивидуального риска развития феномена «no-reflow» с использованием разработанной ранее шкалы. При количестве баллов ≥ 35 риск развития феномена «no-reflow» расценивался как высокий. В течение 6 ч после ЧКВ всем пациентам проводили контрастную ЭхоКГ с оценкой миокардиальной перфузии. При анализе госпитальных результатов вмешательств оценивали летальность, частоту рецидива ИМ, тромбоза стента.

Результаты. Высокий риск развития феномена «no-reflow» определялся у 13 (32,5%) пациентов. Ангиографический феномен «no-reflow» статистически значимо чаще определялся у пациентов в группе высокого риска в сравнении с больными низкого риска (46,2 против 11,1%; $p = 0,038$). Нарушения миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ статистически значимо чаще определялись у пациентов в группе высокого риска (61,5 против 18,5%; $p = 0,011$). По результатам ROC-анализа чувствительность шкалы оценки риска развития феномена «no-reflow» в определении пациентов с нарушением миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ составила 62%, специфичность – 85%, площадь под кривой (AUC) – 0,789 ($p = 0,003$).

Выводы. Разработанная на основе ангиографических критериев шкала персонализированного риска развития феномена «no-reflow» позволяет с хорошей прогностической точностью выявлять пациентов с высоким риском развития нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ.

Ключевые слова:	острый инфаркт миокарда, чрескожное коронарное вмешательство, феномен «no-reflow», миокардиальная перфузия, контрастная эхокардиография.
Конфликт интересов:	авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Прозрачность финансовой деятельности:	никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № АААА-А20-120060890012-5).
Соответствие принципам этики:	информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Тюменского кардиологического научного центра (протокол № 145 от 29.01.2019 г.).
Для цитирования:	Бессонов И.С., Кривоносов Д.В., Шадрин А.А., Зырянов И.П. Шкала оценки риска развития феномена «no-reflow» в прогнозировании нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной эхокардиографии у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST после эндоваскулярной реваскуляризации. <i>Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины</i> . 2022;37(2):57–64. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-57-64 .

Risk assessment score of no-reflow phenomenon in predicting myocardial perfusion disorders by contrast echocardiography in ST-segment elevation myocardial infarction patients after endovascular revascularization

Ivan S. Bessonov, Dmitriy V. Krinochkin, Artem A. Shadrin, Igor P. Zyrianov

Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences, 111, Melnikaite str., Tyumen, 625026, Russian Federation

Abstract

Aim. To study the capabilities of risk assessment score for angiographic no-reflow phenomenon in predicting myocardial perfusion disorders according to contrast echocardiography data in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients after percutaneous coronary interventions (PCI).

Material and Methods. A total of 40 STEMI patients after PCI were included in the analysis. The individual risk score for no-reflow phenomenon was calculated using previously developed scale in all patients. Risk of no-reflow was assessed as high when the score was ≥ 35 . All patients underwent contrast echocardiography with myocardial perfusion assessment within six hours after PCI. The clinical angiographic characteristics and in-hospital outcomes were analyzed including the lethality, myocardial infarction recurrence, and stent thrombosis rates.

Results. High risk of no-reflow phenomenon was identified in 13 (32.5%) patients. The rates of angiographic no-reflow phenomenon (46.2% versus 11.1%, $p = 0.038$) as well as contrast-enhanced echocardiography-based myocardial perfusion disorders (61.5% versus 18.5%, $p = 0.011$) were significantly higher in the high-risk patient group. According to results of ROC-analysis, no-reflow risk assessment scale for identifying patients with myocardial perfusion disorders according to contrast echocardiography had sensitivity/specificity/area under the curve (AUC) of 62%/85%/0.789 ($p = 0.003$).

Conclusions. Angiographic no-reflow risk assessment score allowed to identify patients with high risk of developing myocardial perfusion disorders according to contrast echocardiography.

Keywords:	acute myocardial infarction, percutaneous coronary intervention, no-reflow phenomenon, myocardial perfusion, contrast echocardiography.
Conflict of interest:	the authors do not declare a conflict of interest.
Financial disclosure:	no author has a financial or property interest in any material or method mentioned. The work was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (topic no AAAA-A20-120060890012-5).
Adherence to ethical standards:	informed consent was obtained from all patients. The study was approved by the Local Ethics Committee of Tyumen Cardiology Research Center (protocol No. 145 from 29.01.2019).
For citation:	Bessonov I.S., Krinochkin D.V., Shadrin A.A., Zyrianov I.P. Risk assessment score of no-reflow phenomenon in predicting myocardial perfusion disorders by contrast echocardiography in ST-segment elevation myocardial infarction patients after endovascular revascularization. <i>The Siberian Journal of Clinical and Experimental Medicine</i> . 2022;37(2):57–64. https://doi.org/10.29001/2073-8552-2022-37-2-57-64 .

Введение

В настоящее время в лечении острого инфаркта миокарда с подъемом сегмента ST (ОИМнST) используют патофизиологический подход, направленный на скорейшую реперфузию миокарда путем реканализации инфаркт-связанной коронарной артерии. На современном этапе основной является инвазивная стратегия реперфузии, когда коронарный кровоток восстанавливается в ходе проведения чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) [1]. Во многом благодаря широкому распространению инвазивной стратегии реперфузии в последние годы удалось существенно сократить уровень летальности у пациентов с ОИМнST [2]. Несмотря на это, в 5–30% случаев существует вероятность развития фе-

номена «no-reflow», который также называют феноменом микроциркуляторной обструкции. Этот феномен выражается в отсутствии должного кровоснабжения миокарда на уровне тканей даже после полного восстановления проходимости коронарной артерии. Развитие феномена «no-reflow» ассоциируется с неблагоприятным прогнозом и часто приводит к систолической дисфункции и образованию аневризмы левого желудочка (ЛЖ). Также при развитии феномена «no-reflow» увеличивается риск возникновения повторного ИМ [3].

По результатам проведенных ранее исследований нами была разработана шкала (балльная система) для расчета риска развития феномена «no-reflow» [4, 5]. В ее основе лежат 6 показателей, такие как возраст, время от начала болевого синдрома до проведения реваску-

ляризации, уровень глюкозы в крови, содержание нейтрофилов в крови, исходный кровоток по TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction), техническая возможность проведения прямого стентирования инфаркт-связанной коронарной артерии. Использование шкалы позволяет с хорошей прогностической точностью выявлять пациентов с высоким риском развития феномена «no-reflow». При разработке шкалы феномен «no-reflow» диагностировался по ангиографическим критериям, таким как степень восстановления коронарного кровотока по TIMI и степень миокардиального свечения (Myocardial blush grade). Этот подход является наиболее распространенным в клинической практике. Вместе с тем следует отметить, что такие методики визуализации, как магнитно-резонансная томография с контрастированием и миокардиальная контрастная эхокардиография (ЭхоКГ) обладают лучшими показателями чувствительности в определении микроциркуляторной обструкции [6]. Таким образом, важной представляется оценка диагностических возможностей разработанной шкалы с использованием более чувствительного визуализирующего метода.

Цель работы: анализ возможностей шкалы оценки риска развития феномена «no-reflow» в прогнозировании нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ у пациентов с ОИМнST после выполнения ЧКВ.

Материал и методы

В исследование были включены 40 пациентов в остром периоде ИМ в возрасте от 39 до 82 лет, среди них 31 мужчина и 9 женщин. Критериями включения в исследование являлись: продолжительный приступ ангинозных болей, возникший менее 12 ч до госпитализации в стационар, элевация сегмента ST по данным ЭКГ ≥ 1 мм в 2 и более последовательных отведениях от конечностей и/или ≥ 2 мм в грудных отведениях, эндоваскулярное восстановление кровотока ≤ 12 ч от возникновения ангинозного приступа.

У всех пациентов оценивали степень коронарного кровотока в инфаркт-связанной коронарной артерии по шкале TIMI, степень миокардиального свечения по шкале MBG (Myocardial Blush Grade), исходную степень коронарного тромбоза по шкале TTG (TIMI Thrombus Grade Score).

При оценке степени коронарного кровотока использовали следующую классификацию [7]:

- TIMI 0 (отсутствие кровотока) – отсутствие антероградного поступления контрастного вещества дистальнее места окклюзии.

- TIMI 1 (минимальный кровоток) – контраст поступает дистальнее места окклюзии, но в небольших количествах и не может полностью заполнить дистальный сегмент коронарной артерии.

- TIMI 2 (неполное восстановление кровотока) – контраст поступает дистальнее места окклюзии и заполняет дистальный сегмент инфаркт-связанной артерии, но его заполнение и освобождение от контраста происходят медленнее, чем в проксимальном сегменте от места окклюзии.

- TIMI 3 (полное восстановление кровотока) – нормальный антероградный кровоток дистальнее места окклюзии.

При оценке миокардиального свечения применяли следующую градацию [8]:

- MBG 0 – миокардиальное свечение отсутствует.

- MBG 1 – минимальное миокардиальное свечение.

- MBG 2 – умеренное миокардиальное свечение, характеризующееся меньшей интенсивностью в сравнении с неинфаркт-связанными коронарными артериями.

- MBG 3 – нормальное миокардиальное свечение, по своей интенсивности сопоставимое с неинфаркт-связанными коронарными артериями.

При оценке степени коронарного тромбоза использовали классификацию [9]:

- TTG 0 – нет ангиографических признаков тромбоза.

- TTG 1 – вероятно наличие тромба, нарушение пристеночного контрастирования, неровность контуров сосуда.

- TTG 2 – тромб размером не более $\frac{1}{2}$ инфаркт-связанной артерии.

- TTG 3 – продольный размер тромба $> \frac{1}{2}$, но < 2 диаметров инфаркт-связанной артерии.

- TTG 4 – продольный размер тромба > 2 диаметров инфаркт-связанной артерии;

- TTG 5 – массивный тромбоз инфаркт-связанной артерии.

Ангиографическим успехом вмешательства являлись: восстановление коронарного кровотока, определяемое, как TIMI 3, а также 3-я степень миокардиального свечения по шкале MBG, отсутствие окклюзии боковых ветвей и пристеночных тромбов. Ангиографическими критериями развития феномена «no-reflow» являлись: отсутствие должного уровня миокардиальной перфузии либо неполное восстановление проходимости коронарной артерии (степень коронарного кровотока по шкале TIMI менее 3 и/или степень миокардиального свечения по шкале MBG менее 3).

Во время проведения ЧКВ всем пациентам проводили расчет индивидуального риска развития феномена «no-reflow» с использованием разработанной ранее шкалы [4, 5]. При количестве баллов ≥ 35 риск развития феномена «no-reflow» расценивался как высокий. При анализе госпитальных результатов вмешательств оценивали летальность, частоту рецидива ИМ, тромбоза стента.

В течение 6 ч после ЧКВ всем пациентам выполняли стандартную двухмерную доплер- и тканевую доплер-ЭхоКГ с определением размеров камер сердца, расчетом показателя фракции выброса (ФВ) ЛЖ по Симпсону и оценкой степени снижения локальной сократимости ЛЖ.

Миокардиальную контрастную ЭхоКГ осуществляли на системе IE 33 (Philips, США) с обширным спектром режимов визуализации, в том числе со способностью оценки перфузии в реальном времени. Для контрастирования использовали препарат SonoVue (Bracco (Италия)), который вводили внутривенно. Оценку миокардиальной перфузии после введения эхоконтрастного препарата в дозе 2 мл производили с применением низкого механического индекса (МИ) $< 0,2$; что позволяло контрастировать полости сердца. Далее использовали функцию flash (вспышка), представляющую собой кратковременные группы сигналов высокой мощности для мгновенного разрушения микропузырьков ультразвукового контраста, с целью визуализации проникновения и удаления контрастного вещества из миокардиальной стенки. Анализ результатов исследования осуществляли на рабочей станции QLAB (Philips, США) с программой Low IM, имеющей низкий МИ. Оценку интенсивности эхосигнала в участках миокарда проводили при помощи конечного систолического изображения ЛЖ с определением времени поступления и равномерности распределения эхоконтраста в

интересующих зонах (миокардиальная перфузия). Перфузия считалась удовлетворительной при возникновении акустического сигнала в интересующей зоне менее чем через 5 с после деструкции микропузырьков функцией flash. Появление сигнала позднее 5 с и неравномерное наполнение более 2 сегментов ЛЖ эхоконтрастным веществом определялись как нарушение перфузии, указывающее на наличие феномена «no-reflow».

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (выписка из протокола № 145 от 29.01.2019 г.).

Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета статистических прикладных программ (SPSS Inc., версия 21.0, IBM, США). Количественные показатели представлены средним значением (M) и стандартным отклонением (SD): $M \pm SD$ либо медианой (Me) и межквартильным промежутком [Q_1 ; Q_3]: $Me [Q_1; Q_3]$. Категориальные показатели описаны абсолютными (n) и относительными (%) частотами встречаемости. Проверку нормальности распределения количественных переменных проводили с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для сравнения количественных показателей в

независимых группах пациентов применяли критерий Манна – Уитни. Сравнение категориальных показателей в группах проводили с использованием критерия χ^2 и точного критерия Фишера. В качестве порогового уровня значимости было выбрано значение $p = 0,05$. Для оценки классификационной способности ранее разработанной шкалы (балльной системы) [4] в определении феномена «no-reflow» по данным миокардиальной контрастной ЭхоКГ использовали ROC-анализ с расчетом площади под кривой (AUC), специфичности и чувствительности. При этом в качестве проверяемой переменной применяли индивидуально рассчитанные баллы риска развития феномена «no-reflow». В качестве переменной состояния (зависимой переменной) использовали наличие феномена «no-reflow» по данным миокардиальной контрастной ЭхоКГ.

Результаты исследования

Высокий риск развития феномена «no-reflow» определялся у 13 (32,5%) пациентов. Клиническая характеристика этой группы пациентов в сравнении с больными низким риском развития феномена «no-reflow» представлена в таблице 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов в зависимости от риска развития феномена «no-reflow»

Table 1. Clinical characteristics of patients depending on risk of developing no-reflow phenomenon

Показатели Variables	Пациенты с высоким риском развития феномена «no-reflow», $n = 13$ High risk of no-reflow, $n = 13$	Пациенты с низким риском развития феномена «no-reflow», $n = 27$ Low risk of no-reflow, $n = 27$	p
Возраст Age	64,8 ± 8,7	59,8 ± 10,2	0,078
Мужской пол Male gender	22 (81,5)	9 (69,2)	0,437
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass index, kg/m ²	28,4 ± 4,4	29,7 ± 5,5	0,549
СД в анамнезе History of DM	2 (15,4)	1 (3,7)	0,242
ИБС в анамнезе History of IHD	1 (7,7)	4 (14,8)	1,000
ИМ в анамнезе History of myocardial infarction	–	1 (3,7)	1,000
АГ в анамнезе History of arterial hypertension	10 (76,9)	18 (66,7)	0,716
ХБП в анамнезе History of CKD	4 (30,8)	1 (3,7)	0,031
Реваскуляризация в анамнезе History of revascularization	1 (7,7)	1 (3,7)	1,000
Кардиогенный шок при поступлении Cardiogenic shock at admission	1 (7,7)	1 (3,7)	1,000
Догоспитальный тромболизис Prehospital thrombolysis	1 (7,7)	2 (7,4)	1,000
Время от начала болевого синдрома до госпитализации, мин Time from the onset of pain to hospitalization, minutes	160 [100; 203,5]	155 [80; 255]	0,955
Время от госпитализации до начала ЧКВ (дверь-баллон), мин Time from hospitalization to PCI (door-to-balloon), minutes	35 [23,5; 106]	43 [30; 66]	0,932
Общее время ишемии миокарда, мин Total time of myocardial ischemia, minutes	230 [149; 297,5]	200 [122; 334]	0,887
СКФ, мл/мин/1,73 м ² Glomerular filtration rate, mL/min/1.73 m ²	77,8 ± 17,7	84,8 ± 24,7	0,549
Уровень глюкозы при поступлении, ммоль/л Admission glucose, mmol/L	10,6 ± 4,2	7,9 ± 1,9	0,018
Содержание нейтрофилов, *10 ⁹ /л Neutrophils, *10 ⁹ /L	8,1 ± 3,8	6,6 ± 1,7	0,360

Примечание: СД – сахарный диабет, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ИМ – инфаркт миокарда, АГ – артериальная гипертензия, ХБП – хроническая болезнь почек, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

Note: DM – diabetes mellitus, IHD ischemic heart disease, MI myocardial infarction, AH arterial hypertension, CKD – chronic kidney disease, PCI – percutaneous coronary intervention.

При анализе клинической характеристики было выявлено, что пациенты с высоким риском развития феномена «no-reflow» имели тенденцию к увеличению возраста. Также у них статистически значимо чаще определялась хроническая болезнь почек в анамнезе, был выше уровень гликемии при поступлении.

При анализе ангиографической характеристики (табл. 2) была установлена тенденция к увеличению количества баллов по шкале Syntax у пациентов с высоким риском развития феномена «no-reflow».

У пациентов с высоким риском развития феномена «no-reflow» чаще определялась полная тромботическая

окклюзия инфаркт-связанной коронарной артерии (TTG5), чаще выполнялась баллонная предилатация перед проведением стентирования. При оценке госпитальных результатов случаев летальности развитие нефатального ИМ и тромбоза стента не определялось. При анализе ангиографических и ЭхоКГ показателей, характеризующих миокардиальную перфузию (табл. 3), была выявлена тенденция к снижению частоты достижения финального кровотока TIMI 3 у пациентов с высоким риском развития феномена «no-reflow». Кроме того, в этой группе статистически значимо чаще определялся феномен «no-reflow» как по данным ангиографической, так и ЭхоКГ – оценки.

Таблица 2. Ангиографическая характеристика пациентов в зависимости от риска развития феномена «no-reflow»

Table 2. Angiographic characteristics of patients depending on risk of developing no-reflow phenomenon

Показатели Variables		Пациенты с высоким риском развития феномена «no-reflow», $n = 13$ High risk of no-reflow, $n = 13$	Пациенты с низким риском развития феномена «no-reflow», $n = 27$ Low risk of no-reflow, $n = 27$	p
Тип поражения коронарных артерий The number of diseased vessels	Однососудистое One-vessel	8 (61,5)	15 (55,6)	1,000
	Двухсосудистое Two-vessel	3 (23,1)	10 (37)	0,484
	Многососудистое Multivessel	2 (15,4)	2 (7,4)	0,584
Количество баллов по шкале Syntax SYNTAX score		14,3 ± 6,7	10,7 ± 5,5	0,094
Инфаркт-связанная коронарная артерия Infarction-associated coronary artery ПКА RCA ОВ/BTK LCx/OM	ПМЖВ LAD	9 (69,2)	13 (48,1)	0,312
	3 (23,1)	9 (33,3)	0,716	
	1 (7,7)	5 (18,5)	0,643	
Степень коронарного тромбоза по шкале TTG TTG grade of coronary thrombosis 2 3 4 5	1	-	4 (14,8)	0,284
	-	1 (3,7)	1,000	
	-	2 (7,4)	1,000	
	-	3 (11,1)	0,538	
	13 (100)	17 (63)	0,016	
Баллонная предилатация Balloon predilation		6 (46,2)	4 (14,8)	0,052
Количество имплантированных стентов Number of stents implanted		1,0	1,2 ± 0,4	0,360
Стенты с антипролиферативным покрытием Number of antiproliferative coated stents implanted		11 (84,6)	25 (92,6)	0,584
Использованием ингибиторов IIb/IIIa рецепторов тромбоцитов Use of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors		1 (7,7)	-	0,325

Примечание: ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь, ПКА – правая коронарная артерия, ОВ – огибающая ветвь, BTK – ветвь тупого края.

Note: LAD – left anterior descending, RCA – right coronary artery, LCx – left circumflex artery, OM – obtuse marginal branch.

Таблица 3. Показатели реперфузии у пациентов в зависимости от риска развития феномена «no-reflow»

Table 3. Reperfusion characteristics in patients depending on the risk of developing no-reflow phenomenon

Показатели Variable	Пациенты с высоким риском развития феномена «no-reflow», $n = 13$ High risk of no-reflow, $n = 13$	Пациенты с низким риском развития феномена «no-reflow», $n = 27$ Low risk of no-reflow, $n = 27$	p
Финальный кровоток TIMI 3 Final blood flow TIMI 3	10 (76,9)	26 (96,3)	0,092
Миокардиальное свечение MBG 3 Myocardial blush grade 3	7 (53,8)	20 (74,1)	0,284
Ангиографический феномен «no-reflow» Angiographic no-reflow	6 (46,2)	3 (11,1)	0,038
Феномен «no-reflow» по данным миокардиальной контрастной ЭхоКГ Myocardial contrast echocardiography no-reflow	8 (61,5)	5 (18,5)	0,011

По результатам ROC-анализа (рис. 1) при оценке прогностической точности ранее разработанной шкалы в определении пациентов с феноменом «no-reflow» по данным миокардиальной контрастной ЭхоКГ, чувствительность составила 62%, специфичность – 85%, площадь под кривой (AUC) – 0,789 ($p = 0,003$), что, согласно экспертной шкале для значений AUC, соответствует хорошему качеству модели [10].

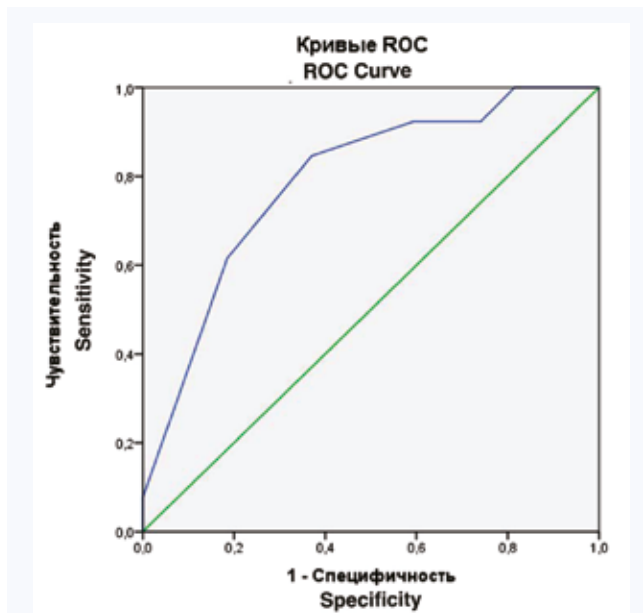


Рис. 1. Результаты ROC-анализа
Fig. 1. ROC analysis results

Обсуждение

Полученные в нашем исследовании результаты продемонстрировали, что использование шкалы (балльной системы) оценки риска развития феномена «no-reflow» позволяет с хорошей прогностической точностью определять нарушение процессов миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ. Нужно отметить, что в сравнении с ангиографической оценкой использование миокардиальной контрастной ЭхоКГ в качестве диагностического метода определения феномена «no-reflow» характеризовалось снижением показателя чувствительности шкалы с 70 до 62% [4]. Это является закономерным, так как миокардиальная контрастная ЭхоКГ является более чувствительной методикой в определении микроваскулярной обструкции. Так, в сравнении с ангиографической оценкой при проведении миокардиальной контрастной ЭхоКГ микроваскулярная обструкция чаще

определялась в группах пациентов как с высоким, так и с низким риском развития феномена «no-reflow».

Преимущества использования миокардиальной контрастной ЭхоКГ в определении феномена «no-reflow» были описаны в ряде исследований. В основном они связаны с тем, что восстановление кровотока TIMI 3 в инфаркт-связанной артерии, а также резолуция сегмента ST по данным электрокардиограммы не являются абсолютными маркерами восстановления миокардиальной перфузии [11, 12]. Кроме того, проведение миокардиальной контрастной ЭхоКГ позволяет оценить наличие микроваскулярной обструкции в динамике [13]. Это является важным, поскольку в ряде случаев микроваскулярная обструкция носит обратимый характер и может разрешаться через несколько часов после проведения ЧКВ [14].

Развитие состояния микроваскулярной обструкции у пациентов с ОИМнСТ характеризуется неблагоприятным прогнозом. Было показано, что развитие микроваскулярной обструкции, по данным МРТ, являлось независимым предиктором годичной летальности и прогрессирования сердечной недостаточности [15]. У пациентов с нарушениями миокардиальной перфузии, по данным контрастной эхокардиографии, через 5 лет наблюдения определялось снижение сократительной функции миокарда ЛЖ и увеличение частоты летальности. Важно подчеркнуть, что у всех этих больных после проведения ЧКВ определялся коронарный кровоток TIMI3 [16].

Прогнозирование риска развития микроваскулярной обструкции у пациентов с ОИМнСТ является важной клинической задачей. Было установлено, что развитие феномена «no-reflow» сложно поддается коррекции. Основные усилия должны быть направлены на предупреждение развития этого осложнения [17]. На сегодняшний день наиболее эффективным методом профилактики и лечения феномена «no-reflow» можно считать использование блокаторов гликопротеиновых IIb/IIIa рецепторов тромбоцитов. Однако их рутинное применение не имеет доказанной эффективности и сопровождается увеличением частоты геморрагических осложнений [1]. Таким образом, выявление пациентов высокого риска и превентивное использование у них препаратов этой группы потенциально позволило бы снизить риски развития микроваскулярной обструкции. Однако эффективность и безопасность такого подхода требует подтверждения в клинических исследованиях.

Выводы

Использование шкалы (балльной оценки) персонализированного риска развития феномена «no-reflow», разработанной на основе ангиографических критериев, позволяет с хорошей прогностической точностью выявлять пациентов с высоким риском развития нарушений миокардиальной перфузии по данным контрастной ЭхоКГ.

Литература

1. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019;40(2):87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.
2. Szummer K., Wallentin L., Lindhagen L., Alfredsson J., Erlinge D., Held C. et al. Improved outcomes in patients with ST-elevation myocardial infarction during the last 20 years are related to implementation of evidence-based treatments: Experiences from the SWEDEHEART registry 1995–2014. *Eur. Heart J.* 2017;38(41):3056–3065. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx515.
3. Kloner R.A., King K.S., Harrington M. No-reflow phenomenon in heart and brain. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2018;315(3):550–562. DOI: 10.1152/ajpheart.00183.2018.
4. Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Горбатенко Е.А., Сапожников С.С., Дьякова А.О., Зырянов И.П. и др. Шкала оценки риска феномена no-reflow при чрескожных коронарных вмешательствах у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST. *Патология кровообращения и кардиохирургия.* 2020;24(3):68. DOI: 10.21688/1681-3472-2020-3S-68-76.
5. Бессонов И.С., Дьяков С.М. Калькулятор расчета риска возникновения феномена «no-reflow». Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020661255, 21.09.2020.

6. Senior R., Becher H., Monaghan M., Agati L., Zamorano J., Vanoverschelde J.L. et al. Clinical practice of contrast echocardiography: recommendation by the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) 2017. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2017;18(11):1205–1205af. DOI: 10.1093/ehjci/jex182.
7. Antman E.M., Cohen M., Bernink P.J., McCabe C.H., Horacek T., Papuchis G. et al. The TIMI risk score for unstable angina/non-ST elevation MI: A method for prognostication and therapeutic decision making. *JAMA*. 2000;284(7):835–842. DOI: 10.1001/jama.284.7.835.
8. Van 't Hof A.W., Liem A., Suryapranata H., Hoorntje J.C., de Boer M.J., Zijlstra F. Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade. Zwolle Myocardial Infarction Study Group. *Circulation*. 1998;97(23):2302–2306. DOI: 10.1161/01.cir.97.23.2302.
9. Gibson C.M., de Lemos J.A., Murphy S.A., Marble S.J., McCabe C.H., Cannon C.P. et al. Combination therapy with abciximab reduces angiographically evident thrombus in acute myocardial infarction: A TIMI 14 substudy. *Circulation*. 2001;103(21):2550–2554. DOI: 10.1161/01.cir.103.21.2550.
10. Kamarudin A.N., Cox T., Kolamunnage-Dona R. Time-dependent ROC curve analysis in medical research: Current methods and applications. *BMC Med. Res. Methodol.* 2017;17(1):53. DOI: 10.1186/s12874-017-0332-6.
11. Durante A., Laricchia A., Benedetti G., Esposito A., Margonato A., Rimoldi O. et al. Identification of high-risk patients after st-segment-elevation myocardial infarction: comparison between angiographic and magnetic resonance parameters. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2017;10(6):e005841. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005841.
12. Криночкин Д.В., Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Таканд А.Г. Контрастная эхокардиография с оценкой миокардиальной перфузии в диагностике феномена «no-reflow» у пациента с острым инфарктом миокарда. *Атеросклероз*. 2019;15(2):52–58. DOI: 10.15372/ATER20190208.
13. Lindner J.R. Microvascular impairment after myocardial infarction: It is not just about obstruction. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2020;13(6):e011083. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.120.011083.
14. Kloner R.A. The importance of no-reflow/microvascular obstruction in the STEMI patient. *Eur. Heart J.* 2017;38(47):3511–3513. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx288.
15. De Waha S., Patel M.R., Granger C.B., Ohman E.M., Maehara A., Eitel I. et al. Relationship between microvascular obstruction and adverse events following primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction: an individual patient data pooled analysis from seven randomized trials. *Eur. Heart J.* 2017;38(47):3502–3510. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx414.
16. Xie F., Qian L., Goldsweig A., Xu D., Porter T.R. Event-free survival following successful percutaneous intervention in acute myocardial infarction depends on microvascular perfusion. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 2020;13(6):e010091. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.119.010091.
17. Niccoli G., Kharbada R.K., Crea F., Banning A.P. No-reflow: Again prevention is better than treatment. *Eur. Heart J.* 2010;31(20):2449–2455. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq299.

References

1. Neumann F.J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019;40(2):87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.
2. Szummer K., Wallentin L., Lindhagen L., Alfredsson J., Erlinge D., Held C. et al. Improved outcomes in patients with ST-elevation myocardial infarction during the last 20 years are related to implementation of evidence-based treatments: Experiences from the SWEDEHEART registry 1995–2014. *Eur. Heart J.* 2017;38(41):3056–3065. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx515.
3. Kloner R.A., King K.S., Harrington M. No-reflow phenomenon in heart and brain. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 2018;315(3):550–562. DOI: 10.1152/ajpheart.00183.2018.
4. Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Горбатенко Е.А., Сапожников С.С., Дякова А.О., Зырянов И.П. et al. Development of a risk score for no-reflow phenomenon after percutaneous coronary interventions in patients with ST-segment elevation myocardial infarction. *Circulatory Pathology and Cardiac Surgery*. 2020;24(3):68. (In Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2020-3S-68-76.
5. Бессонов И.С., Дячков С.М. Risk calculator for the “no-reflow” phenomenon. Certificate of registration of a computer program 2020661255, 21.09.2020. (In Russ.).
6. Senior R., Becher H., Monaghan M., Agati L., Zamorano J., Vanoverschelde J.L. et al. Clinical practice of contrast echocardiography: recommendation by the European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) 2017. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2017;18(11):1205–1205af. DOI: 10.1093/ehjci/jex182.
7. Antman E.M., Cohen M., Bernink P.J., McCabe C.H., Horacek T., Papuchis G. et al. The TIMI risk score for unstable angina/non-ST elevation MI: A method for prognostication and therapeutic decision making. *JAMA*. 2000;284(7):835–842. DOI: 10.1001/jama.284.7.835.
8. Van 't Hof A.W., Liem A., Suryapranata H., Hoorntje J.C., de Boer M.J., Zijlstra F. Angiographic assessment of myocardial reperfusion in patients treated with primary angioplasty for acute myocardial infarction: myocardial blush grade. Zwolle Myocardial Infarction Study Group. *Circulation*. 1998;97(23):2302–2306. DOI: 10.1161/01.cir.97.23.2302.
9. Gibson C.M., de Lemos J.A., Murphy S.A., Marble S.J., McCabe C.H., Cannon C.P. et al. Combination therapy with abciximab reduces angiographically evident thrombus in acute myocardial infarction: A TIMI 14 substudy. *Circulation*. 2001;103(21):2550–2554. DOI: 10.1161/01.cir.103.21.2550.
10. Kamarudin A.N., Cox T., Kolamunnage-Dona R. Time-dependent ROC curve analysis in medical research: Current methods and applications. *BMC Med. Res. Methodol.* 2017;17(1):53. DOI: 10.1186/s12874-017-0332-6.
11. Durante A., Laricchia A., Benedetti G., Esposito A., Margonato A., Rimoldi O. et al. Identification of high-risk patients after st-segment-elevation myocardial infarction: comparison between angiographic and magnetic resonance parameters. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2017;10(6):e005841. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.116.005841.
12. Криночкин Д.В., Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Ярославская Е.И., Таканд А.Г. Контрастная эхокардиография с оценкой миокардиальной перфузии в диагностике феномена «no-reflow» у пациента с острым инфарктом миокарда. *Атеросклероз*. 2019;15(2):52–58. (In Russ.). DOI: 10.15372/ATER20190208.
13. Lindner J.R. Microvascular impairment after myocardial infarction: It is not just about obstruction. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2020;13(6):e011083. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.120.011083.
14. Kloner R.A. The importance of no-reflow/microvascular obstruction in the STEMI patient. *Eur. Heart J.* 2017;38(47):3511–3513. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx288.
15. De Waha S., Patel M.R., Granger C.B., Ohman E.M., Maehara A., Eitel I. et al. Relationship between microvascular obstruction and adverse events following primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction: an individual patient data pooled analysis from seven randomized trials. *Eur. Heart J.* 2017;38(47):3502–3510. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx414.
16. Xie F., Qian L., Goldsweig A., Xu D., Porter T.R. Event-free survival following successful percutaneous intervention in acute myocardial infarction depends on microvascular perfusion. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 2020;13(6):e010091. DOI: 10.1161/CIRCIMAGING.119.010091.
17. Niccoli G., Kharbada R.K., Crea F., Banning A.P. No-reflow: Again prevention is better than treatment. *Eur. Heart J.* 2010;31(20):2449–2455. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq299.

Информация о вкладе авторов

Бессонов И.С., Криночкин Д.В. — концепция исследования, разработка протокола.

Бессонов И.С., Криночкин Д.В. — сбор данных.

Бессонов И.С., Криночкин Д.В., Зырянов И.П., Шадрин А.А. — анализ и интерпретация результатов исследования, написание статьи.

Information on author contributions

Bessonov I.S. and Krinochkin D.V. — development of research concept and protocol.

Bessonov I.S. and Krinochkin D.V. — data collection.

Bessonov I.S., Krinochkin D.V., Zyryanov I.P., and Shadrin A.A. — analysis and interpretation of research results and writing the manuscript.

Сведения об авторах

Бессонов Иван Сергеевич, канд. мед. наук, заведующий лабораторией рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-0578-5962.

E-mail: IvanBessnv@gmail.com.

Криночкин Дмитрий Владиславович, канд. мед. наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики, старший научный сотрудник, лаборатория инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-4993-056X.

E-mail: krin@cardio.tmn.ru.

Шадрин Артем Алексеевич, лаборант-исследователь, лаборатория рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения научного отдела инструментальных методов исследования, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0001-9759-9969.

E-mail: shadrin_artem_97@bk.ru.

Зырянов Игорь Павлович, канд. мед. наук, заведующий отделением рентгенхирургических методов диагностики и лечения № 1, Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук. ORCID 0000-0003-4346-6671.

E-mail: zip@infarkta.net.



Шадрин Артем Алексеевич, e-mail: shadrin_artem_97@bk.ru.

Information about the authors

Ivan S. Bessonov, Cand. Sci. (Med.), Head of Interventional Cardiology Laboratory, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-0578-5962.

E-mail: IvanBessnv@gmail.com.

Dmitriy V. Krinochkin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Ultrasound Diagnostics. Senior Research Scientist, Instrumental Diagnostics Laboratory, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID 0000-0003-4993-056X.

E-mail: krin@cardio.tmn.ru.

Artem A. Shadrin, Clinical Research Assistant, Interventional Cardiology Laboratory, Scientific Department of Instrumental Research Methods, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0001-9759-9969.

E-mail: Shadrin_artem_97@bk.ru.

Igor P. Zyryanov, Cand. Sci. (Med.), Head of X-ray Surgery Diagnostic and Treatment Department, Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Sciences. ORCID: 0000-0003-4346-6671.

E-mail: zip@infarkta.net.



Artem A. Shadrin, e-mail: Shadrin_artem_97@bk.ru.

Received January 04, 2022

Поступила 04.01.2022