

© Коллектив авторов, 2021

УДК 616.132.2-089.168.1:616.12-005.4-053.9

Ж.М. Боливоги, Д.А. Максимкин ✉, *А.Г. Файбушевич, З.Х. Шугушев*

Возможности повышения эффективности чрескожных коронарных вмешательств у больных ишемической болезнью сердца с диффузным многососудистым поражением коронарного русла

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Российская Федерация

Боливоги Жак Маоро, аспирант; orcid.org/0000-0003-4151-2187

✉ **Максимкин Даниил Александрович**, канд. мед. наук, доцент; orcid.org/0000-0002-3593-436X,
e-mail: danmed@bk.ru

Файбушевич Александр Георгиевич, канд. мед. наук, доцент, заведующий кафедрой;
orcid.org/0000-0003-1933-6842

Шугушев Заурбек Хасанович, д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой; orcid.org/0000-0002-5335-5062

Резюме

Представлены проблемы лечения пациентов с диффузным многососудистым поражением коронарного русла, основанные на анализе современных исследований и клинических рекомендаций. Показано, что эндоваскулярные вмешательства могут выступать в качестве единственного альтернативного метода реваскуляризации миокарда у больных с диффузным атеросклерозом коронарных артерий, которым было отказано в выполнении операции аортокоронарного шунтирования в связи с тяжелым коморбидным фоном либо неблагоприятной морфологией поражения, а также пациентов, которые сами отказываются от выполнения открытого хирургического вмешательства. Отмечено, что комплексное использование внутрисосудистых методов визуализации позволяет избежать необоснованных вмешательств, осложнений во время процедуры стентирования, а также определить необходимый объем реваскуляризации, что в целом способствует значимому улучшению отдаленных результатов вмешательства и пересмотру существующих взглядов на эндоваскулярное лечение пациентов с диффузным атеросклерозом.

Ключевые слова: диффузный атеросклероз, многососудистое поражение, внутрисосудистые методы исследования

Для цитирования: Боливоги Ж.М., Максимкин Д.А., Файбушевич А.Г., Шугушев З.Х. Возможности повышения эффективности чрескожных коронарных вмешательств у больных ишемической болезнью сердца с диффузным многососудистым поражением коронарного русла. *Креативная кардиология*. 2021; 15 (4): 482–95. DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-4-482-495

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 13.09.2021

Поступила после рецензирования 18.11.2021

Принята к печати 01.12.2021

J.M. Bolivogui, D.A. Maksimkin ✉, *A.G. Faybushevich, Z.Kh. Shugushev*

Modern possibilities of treatment of patients with ischemic heart disease and multivessel, diffuse coronary lesions

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

Jacques M. Bolivogui, Postgraduate; orcid.org/0000-0003-4151-2187

✉ **Daniil A. Maksimkin**, Cand. Med. Sci., Associate Professor; orcid.org/0000-0002-3593-436X,
e-mail: danmed@bk.ru

Aleksandr G. Faybushevich, Cand. Med. Sci., Associate Professor, Chief of Chair; orcid.org/0000-0003-1933-6842
Zaurbek Kh. Shugushev, Dr. Med. Sci., Associate Professor, Chief of Chair; orcid.org/0000-0002-5335-5062

Abstract

It provides an overview of the problems of treatment of patients with diffuse multivessel coronary disease, carried out on the basis of an analysis of current research and clinical practice guidelines. It has been shown that percutaneous coronary intervention can act as the only alternative method of myocardial revascularization in patients with diffuse atherosclerosis of the coronary arteries who were refused coronary artery bypass grafting surgery due to a severe comorbid background or unfavorable morphology of the lesion, as well as in patients who themselves refuse to perform open surgery. It is noted that the integrated use of intravascular imaging techniques to avoid undue interference, complications during stenting procedures, as well as to determine the necessary amount of revascularization that, in general, contribute to the significant improvement in long-term outcomes of interventions and revising existing views on the endovascular treatment of patients with diffuse atherosclerosis.

Keywords: diffuse atherosclerosis, multivessel disease, intravascular imaging

For citation: Bolivogui J.M., Maksimkin D.A., Faybushevich A.G., Shugushev Z.Kh. Modern possibilities of treatment of patients with ischemic heart disease and multivessel, diffuse coronary lesions. *Creative Cardiology*. 2021; 15 (4): 482–95 (in Russ.). DOI: 10.24022/1997-3187-2021-15-4-482-495

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received September 13, 2021

Revised November 18, 2021

Accepted December 01, 2021

Введение

Около 40% пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца (ИБС), имеют диффузный атеросклероз коронарных артерий, основной характеристикой которого является наличие множественных протяженных стенозов как в одном, так и в нескольких сосудах в сочетании со сложными морфологическими формами поражения, такими как устьевые и бифуркационные стенозы, а также хронически-ми тотальными окклюзиями [1].

Первая морфологическая классификация поражений коронарного русла и, соответственно, термин «диффузного» поражения коронарных артерий, которым обозначали стенозы протяженностью более 2 см, впервые были предложены экспертами Американского общества кардиологов и Американской ассоциации сердца в 1988 г. [2]. В последующем P. Vogaty et al. в 1991 г. дали новое определение диффузному атеросклерозу коронарных артерий и охарактеризовали его как поражение, вовлекающее более трех сегментов одного сосуда общей протяженностью поражения более 50% всей длины сосуда при наличии сужения просвета более 70% его диаметра [3]. Данное определение используется до сих пор в клинической практике при определе-

нии диффузного поражения коронарного русла, несмотря на то что в нем отсутствуют указания на функциональную значимость стенозов.

L. Dourado et al. (2018 г.) называли поражение диффузным, когда в процесс были вовлечены все три магистральные артерии сердца, а атеросклеротические бляшки визуализировались на протяжении всей длины артерии с выраженным сужением просвета и малым диаметром дистального русла (менее 1 мм) [4].

Y. Shiono et al. (2016 г.) определяли диффузное поражение коронарных артерий на основании результатов измерения фракционного резерва кровотока (ФРК) и характеризовали его постепенным снижением показателей ФРК на протяжении всей длины артерии до гемодинамически значимых параметров [5].

В целом следует отметить, что общепризнанных критериев оценки диффузного поражения коронарного русла в настоящее время не существует. В связи с этим большая роль отводится изучению различных прогностических индексов и шкал в надежде на то, что они помогут более объективно дать характеристику поражения, а также стратифицировать риск развития сердечно-сосудистых осложнений в отдаленном периоде наблюдения.

Наиболее известными и широко используемыми в клинической практике являются шкалы EuroScore (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) и SYNTAX I и II (SYNTAX-Based Anatomical Risk Scores), позволяющие решить вопрос о выборе метода реваскуляризации миокарда. Также среди известных, но реже используемых в клинической практике моделей оценки тяжести поражения коронарного русла следует выделить шкалы Duke Jeopardy и Gensini. Последняя учитывает степень стенозирования буквально всех коронарных артерий, вплоть до ветвей второго и третьего порядка и позволяет прогнозировать риск развития осложнений после выполненных операций. Тем не менее для данных шкал не существует электронных калькуляторов и четких определений выраженности коронарного атеросклероза, что затрудняет их использование в практических целях [6].

Почти все существующие шкалы достоверно коррелируют между собой, однако с учетом разнообразия методологических подходов, применяемых в указанных шкалах, можно полагать, что ни одна из них не является совершенной и общепризнанной для оценки диффузного поражения коронарного русла. Это в свою очередь создает определенные трудности в выборе оптимального метода реваскуляризации миокарда для таких пациентов [7].

Кроме того, указанные выше морфологические особенности диффузного атеросклеротического поражения коронарного русла сами по себе влияют на технический успех хирургического вмешательства у таких пациентов и позволяют относить таких больных к категории сложных для любого вида реваскуляризации миокарда [8].

Целесообразность выполнения реваскуляризации миокарда

Стратегия медикаментозного и хирургического лечения больных хронической ИБС регулярно подвергается пересмотру вследствие новых достижений в области меди-

цинских и кардиохирургических технологий, поэтому придерживаться каких-либо устоявшихся рекомендаций не представляется возможным. Все чаще появляется необходимость обсуждать персонифицированную стратегию лечения пациента при участии так называемой «сердечной команды» [9].

Компенсаторные возможности сердца в ответ на существующую ишемию у пациентов с тяжелым поражением коронарного русла, способны обеспечить необходимую перфузию миокарда лишь на 25%, при этом важно отметить, что выживаемость таких пациентов без реваскуляризации миокарда, составляет примерно 50% при наблюдении в течение двухлетнего периода. Кроме того, частота развития острого нефатального инфаркта миокарда составляет 37,2%, застойной сердечной недостаточности — 5,8%, что существенно выше интегрированных показателей послеоперационных осложнений, имеющихся в литературе [10].

Напротив, комплексный подход, включающий реваскуляризацию миокарда в сочетании с оптимальной медикаментозной терапией, позволяет увеличить эффективность лечения до 80–90% [11].

Безоговорочным критерием, определяющим целесообразность выполнения реваскуляризации миокарда у больных ИБС, в том числе со сложными вариантами поражения коронарного русла, является наличие доказанной ишемии. Так, согласно рекомендациям по реваскуляризации миокарда, гемодинамически значимым считать стеноз более 90% по данным ангиографии или стеноз 50–90% при наличии ишемии миокарда более 10% площади левого желудочка, верифицированной с помощью визуализирующего стресс-теста или показателей фракционного/моментального резерва кровотока (ФРК/мРК) 0,80 и менее, 0,89 и менее соответственно. При этом подчеркивается особая актуальность определения физиологической значимости каждого конкретного стеноза, что возможно благо-

даря использованию внутрисосудистых методов исследования [12].

Выбор оптимального метода реваскуляризации миокарда

В настоящее время аортокоронарное шунтирование (АКШ) и чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) являются наиболее распространенными методами реваскуляризации миокарда, однако проблема поиска оптимального метода реваскуляризации у пациентов с диффузным многососудистым поражением коронарного русла остается по-прежнему нерешенной [13].

Несмотря на существующий колоссальный опыт коронарной хирургии, в том числе с использованием миниинвазивных технологий, диффузный коронарный атеросклероз до сих пор остается существенной проблемой для кардиохирургов. Ввиду выраженного атероматоза и кальциноза сосудистой стенки, поражения дистальных отделов коронарного русла, малого диаметра диффузно измененных артерий, традиционные методики коронарного шунтирования у таких пациентов часто бывают технически невыполнимы [14]. В некоторых случаях вследствие большой протяженности поражения во время операции АКШ эффективно дополнительно выполнять эндартерэктомию, что не всегда является благоприятным фактором отдаленного успеха выполненного вмешательства [8, 15].

Определенный положительный вклад в развитие данной проблемы внесли миниинвазивные методики выполнения АКШ, безопасность которых отражена в нескольких исследованиях, где показано, что периоперационная летальность не превышает 1,3%, а по суммарной частоте развития сердечно-сосудистых осложнений значимых различий по сравнению с традиционной АКШ не получено. При этом по общему количеству периоперационных осложнений, включая инсульты, АКШ достоверно проигрывала миниинвазивным методикам [16].

При сравнении миниинвазивной операции АКШ с ЧКВ было показано, что до-

стоверные различия наблюдались по частоте повторных вмешательств (3,6 и 16,8% соответственно; $p < 0,01$), которые были выше в группе ЧКВ. Более того, доказано, что статистически значимых различий в пятилетней выживаемости между этими группами пациентов не обнаружено. При этом выживаемость, свободная от кардиальных осложнений, была значительно выше в группе миниинвазивного АКШ, чем в группе ЧКВ (85 ± 4 и $60 \pm 6\%$ соответственно; $p < 0,0001$) [17].

Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества миниинвазивных методик АКШ, использование мини-доступов имеет ограничения у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, а также у пациентов с ожирением [16, 18]. Ограниченная экспозиция сердца затрудняет визуализацию целевой артерии, поиск оптимального места для дистального анастомоза увеличивает время операции, а при развитии послеоперационных осложнений могут возникнуть сложности с их устранением. Кроме того, пациенты часто жалуются на боли, возникающие в раннем послеоперационном периоде, которые связаны с повреждением межреберных нервов или избыточным растяжением межреберного пространства [19].

В литературе имеются публикации, в которых также отмечается целесообразность гибридных операций (сочетание миниинвазивного АКШ в основном передней нисходящей артерии и стентирования других артерий) у пациентов с диффузным многососудистым поражением коронарного русла. Указанные вмешательства позволяют интраоперационно выполнить ангиографический контроль проходимости шунтов, их выполнение не предполагает использования искусственного кровообращения, и отличаются они довольно высокой эффективностью [13, 16, 18]. Тем не менее использование мини-доступов при многососудистом поражении коронарных артерий имеет существенные ограничения, поскольку повышается частота повторных

вмешательств и сердечно-сосудистых осложнений. Кроме того, у таких больных существует высокая вероятность развития инфаркта миокарда в нереваскуляризованных бассейнах в момент выполнения АКШ, а также неуспешного выполнения последующего ЧКВ при сложных поражениях коронарного русла на фоне выраженного кальциноза, что приводит к необходимости дополнительных вмешательств. Если ЧКВ выполняется таким пациентам первым этапом, существует вероятность риска развития геморрагических осложнений во время миниинвазивного АКШ на фоне применения двойной антиагрегантной терапии [13].

Другой проблемой является коморбидная патология, которая во многом определяет риск развития послеоперационных осложнений и летальности при выполнении операции АКШ. В последние годы коморбидный фон пациента, направляемого на операцию АКШ, резко изменился в худшую сторону. В клинику все чаще поступают пациенты старшей возрастной группы, у которых выявляются многочисленные тяжелые сопутствующие заболевания, такие как хроническая обструктивная болезнь легких, резистентная артериальная гипертензия, сахарный диабет 2-го типа тяжелого течения, недостаточность кровообращения высоких функциональных классов [20]. Наличие многочисленных сопутствующих заболеваний, возраст, социальная активность пациента и настроенность на малоинвазивное лечение могут часто выступать в качестве противопоказаний к операции АКШ [8, 12]. Безусловно, данное обстоятельство требует от профильных специалистов дополнительных усилий, связанных с разработкой специальных индивидуально-ориентированных программ подготовки к операции и послеоперационной реабилитации, что порой бывает недостижимым. При этом качество жизни таких пациентов неуклонно снижается, что, безусловно, повышает количество повторных обращений за медицинской помощью

и побуждает к поиску возможных альтернативных методов лечения [21].

Неблагоприятный характер поражения коронарного русла, тяжелый коморбидный фон пациентов с многососудистым и диффузным поражением, высокая травматичность операции АКШ, часто выполняемой в условиях искусственного кровообращения, недостаточная доказательная база по эффективности миниинвазивных и гибридных методов реваскуляризации, способствуют тому, что многим пациентам отказывают в хирургическом лечении вследствие неблагоприятного прогноза, предлагая продолжать медикаментозную терапию. Также можно наблюдать, что сами пациенты часто отказываются от выполнения операции АКШ, независимо от предлагаемых модификаций метода [22].

Современные возможности эндоваскулярной хирургии

Совершенствование эндоваскулярных технологий, оборудования рентгеноперационных и инструментария позволили расширить возможности выполнения ЧКВ у пациентов с морфологически неблагоприятными формами поражений коронарных артерий как своего рода альтернативного хирургического метода лечения. Однако вследствие высокой частоты повторных вмешательств, вследствие рестеноза стента, которая составляет 15–25% даже при использовании стентов с лекарственным покрытием (СЛП), эффективность реваскуляризации миокарда методом ЧКВ по сравнению с АКШ является предметом многочисленных дискуссий [23].

Основополагающим рандомизированным исследованием, в котором сравнивались результаты АКШ и ЧКВ у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, является SYNTAX, пятилетние результаты которого показали, что у пациентов с SYNTAX Score 33 и более АКШ отличается меньшей частотой повторных вмешательств, чем ЧКВ (11,6% против 34,1, $p=0,001$). При этом по показателям

смертности и инсульта в отдаленном периоде, достоверных различий не выявлено. Более того, очевидный эффект от выполнения АКШ наблюдался у пациентов с сахарным диабетом, среди которых отмечена достоверно низкая частота повторных вмешательств и суммарной частоты сердечно-сосудистых осложнений по сравнению с большими, которым выполнялось ЧКВ [24].

Аналогичные результаты были получены и через 10 лет наблюдения. Так, у 1301 больного летальность от всех причин у пациентов с многососудистым поражением в группах АКШ и ЧКВ составила 25,6 и 29,4% соответственно ($p=0,11$). При этом отмечается, что частота повторных вмешательств выше в группе ЧКВ, чем в группе АКШ (25,9 и 13,7% соответственно, $p < 0,0001$), тогда как различий по частоте инфаркта миокарда и тромбоза шунта/стента между исследуемыми группами не наблюдалось [25].

Исследование BEST, в котором также сравнивались результаты АКШ и ЧКВ у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, было единственным, продемонстрировавшим достоверно высокую суммарную частоту сердечно-сосудистых осложнений в группе ЧКВ по сравнению с АКШ [26].

Кроме того, имеются сообщения, в которых указано, что использование стентов с лекарственным покрытием последних поколений в диффузно измененных коронарных артериях, особенно при диаметре 2,5 мм и менее, также ассоциируется с высокой частотой рестеноза и связанных с этим повторных вмешательств [27].

Напротив, в исследовании EXCEL, где сравнивались результаты АКШ и ЧКВ с использованием стентов с лекарственным покрытием второго поколения, пациенты с низким и средним SYNTAX Score имели сопоставимые результаты по частоте летальных исходов, инсульта или инфаркта миокарда при сравнении групп ЧКВ и АКШ за трехлетний период наблюдения [28].

Результаты, полученные в исследовании SYNTAX, были положены в основу действующих международных рекомендаций по реваскуляризации миокарда. Так, у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла и низким SYNTAX Score (0–22) предпочтение рекомендуется отдавать выполнению ЧКВ, а при высоком SYNTAX Score 33 и более – операции АКШ. При этом у пациентов с SYNTAX Score 23–33 возможно выполнение как операции АКШ, так и ЧКВ [12].

Тем не менее исследование SYNTAX не лишено недостатков. Это связано с тем, что первые пациенты были официально включены в исследование в 2005 г., им были имплантированы стенты с лекарственным покрытием первого поколения, покрытые паклитакселом. В то же время финальные результаты пятилетнего наблюдения за пациентами были опубликованы в 2012 г., а рекомендации по реваскуляризации миокарда, в основу которых было положено данное исследование, изменены лишь в 2018 г. За это время в практике уже активно применялись новые эндоваскулярные технологии и устройства, благодаря которым существенно возросла эффективность ЧКВ у пациентов со сложными формами поражения коронарных артерий [29].

Результаты метаанализа крупных исследований, сравнивающих эффективность и безопасность ЧКВ с использованием стентов с лекарственным покрытием последних поколений и АКШ, демонстрируют сопоставимые результаты лечения в обеих группах, а также низкие показатели летальности и инфаркта миокарда у пациентов с многососудистым поражением, которым проводилась реваскуляризация миокарда методом ЧКВ, по сравнению с медикаментозной терапией [30].

Более совершенным можно считать исследование SYNTAX II, в которое были включены 708 пациентов с трехсосудистым поражением коронарных артерий из 22 центров четырех европейских стран.

Изучались результаты реваскуляризации миокарда у пациентов с тяжелым поражением коронарных артерий с применением последних технических инноваций в эндоваскулярной хирургии. Выбор метода реваскуляризации миокарда основывался на результатах оценки тяжести поражения коронарного русла по шкале SYNTAX Score II, которая позволяет учитывать не только морфологические особенности поражения, но и коморбидный фон пациента, а также результаты применения внутрисосудистых методов визуализации коронарных артерий (ультразвук или оптическая когерентная томография, измерение ФПК). Кроме того, были использованы стенты с лекарственным покрытием последних поколений, а также современные схемы медикаментозной терапии в соответствии с действующими рекомендациями [31].

Результаты исследования показали, что в течение года данные оказались лучше, чем у пациентов из исследования SYNTAX: суммарная частота сердечно-сосудистых осложнений составила 10,6 и 17,4% соответственно (отношение рисков (ОР) 0,58, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,39–0,85, $p=0,006$). Эта разница была обусловлена значительным снижением частоты инфаркта миокарда (ОР 0,27, 95% ДИ 0,11–0,70, $p=0,007$) и повторных вмешательств (ОР 0,57, 95% ДИ 0,37–0,9, $p=0,015$) при использовании современных технологий. Авторы исследования пришли к выводу, что лечение пациентов со сложным многососудистым поражением коронарного русла, безусловно, должно основываться на применении современных технологий, которые существенно повышают эффективность лечения [32].

Высокая эффективность СЛП была показана еще в исследованиях E-SIRIUS, C-SIRIUS, DIRECT и SVET, где изучались стенты, покрытые сиролимузом у данной когорты пациентов [33]. Тем не менее в этих исследованиях когорты пациентов с многососудистым и диффузным поражением коронарного русла была незначительной.

В более поздние исследования, такие как SPIRIT PRIME и RESOLUTE, где изучались стенты третьего поколения, покрытые эверолимузом, вошло значительно больше пациентов с протяженными поражениями коронарных артерий. При этом результаты субанализа данной когорты пациентов показали, что частота тромбозов стентов у них не превышает 0,2–0,7% в год. Частота рестеноза также была низкой и составляла около 3%. Кроме того, отмечена низкая частота повторных вмешательств в течение 5 лет, которая составила 5,0–6,3% [34].

Более того, имеются сообщения, что СЛП третьего поколения показали высокую эффективность и у пациентов с сопутствующим сахарным диабетом 2-го типа. Так, при использовании стентов, покрытых зотаралимузом и эверолимузом, существенно снизилась частота повторных вмешательств, которая через 2 года наблюдения была сопоставимой с пациентами без диабета [35].

Следующим этапом было внедрение в практику стентов с биodeградируемым полимерным покрытием. Согласно результатам проведенных исследований, стенты с биodeградируемым полимером, покрытые биолимузом, имели достоверные преимущества перед стентами, покрытыми сиролимузом и паклитаксолом по частоте рестеноза, инфаркта миокарда и суммарной частоте сердечно-сосудистых осложнений [36].

Роль внутрисосудистых методов исследования в эндоваскулярном лечении

Основными проблемами, с которыми сталкиваются эндоваскулярные хирурги во время выполнения операций у больных с диффузным атеросклерозом, являются определение истинной длины поражения, оптимального места имплантации стента, объема реваскуляризации, что чаще всего невозможно сделать без применения внутрисосудистых методов визуализации [37].

Существуют работы, в которых говорится, что добиться полной, а главное, адекватной реваскуляризации миокарда при диффузных поражениях коронарного русла практически невозможно [15]. Этому во многом препятствуют сама морфология атеросклеротической бляшки, диаметр артерий, дистальный тип поражения, сниженная функциональная способность миокарда левого желудочка и коморбидный фон пациентов [20]. Само по себе выполнение полной реваскуляризации миокарда с помощью эндоваскулярных методик часто сопряжено с использованием большого количества стентов, что существенно повышает риск развития тромбоза стента в послеоперационном периоде. При этом если все же удастся у таких пациентов достигнуть полной реваскуляризации миокарда, это благоприятно отражается на частоте сердечно-сосудистых осложнений, риск которых достоверно ниже, чем при неполной реваскуляризации: смерти (ОР 0,71; 95% ДИ 0,65–0,77; $p < 0,001$), инфаркта миокарда (ОР 0,78; 95% ДИ 0,68–0,90; $p = 0,001$), повторных вмешательств (ОР 0,74; 95% ДИ 0,65–0,83; $p < 0,001$) [38].

Во избежание так называемой чрезмерной «металлизации артерии», необоснованных стентирований гемодинамически незначимых стенозов, а также с целью адекватного подбора диаметра и длины имплантируемых стентов представляется целесообразным использование внутрисосудистых методов исследования во время выполнения ЧКВ у таких пациентов. Однако их роль в повышении эффективности ЧКВ у больных с диффузным поражением коронарного русла, а также улучшении прогноза пациентов остается малоизученной.

Измерение ФРК позволяет с большой долей вероятности оценить гемодинамическую значимость стенозов коронарных артерий посредством отношения измеренного давления в сосуде дистальнее места стеноза (P_d) и давления в аорте (P_a) [39]. В настоящее время это самый высокочувствительный метод диагностики ишемии

миокарда, обусловленной стенозирующим атеросклерозом коронарных артерий, позволяющий принять объективное решение о проведении реваскуляризации миокарда. Тем не менее сведений об эффективности данной методики у пациентов с диффузным атеросклерозом коронарных артерий в литературе чрезвычайно мало. При таком морфологическом варианте поражения дистальный стеноз может ограничивать коронарный кровоток, тем самым маскируя и искажая истинные параметры измерения.

Н.Л. Kim et al. предложили перед выполнением стентирования диффузно измененной коронарной артерии выполнять измерение ФРК с помощью протяжки катетера, при этом первым этапом стентировать поражение, которое имеет наиболее низкие показатели ФРК, а другие стенозы – стентировать по мере необходимости, если показатели ФРК после устранения основного стеноза ниже 0,8. Таким образом, было показано, что у 131 пациента, участвовавших в исследовании, в 61% наблюдений показания к реваскуляризации были пересмотрены на основании вновь полученных результатов ФРК. При этом в отдаленном периоде наблюдения авторы не отмечали сердечно-сосудистых осложнений среди тех пациентов, которым по результатам измерения ФРК стентирование не проводилось [40].

Данная методика измерения ФРК нашла подтверждение и в исследовании S.J. Park et al., которые отметили, что при диффузном поражении коронарной артерии и наличии тандемных стенозов измерение градиента ФРК (Δ ФРК) посредством протяжки катетера является эффективным методом оценки гемодинамической значимости поражения и может применяться рутинно у таких пациентов. Кроме того, авторы также поддержали предложенный Н.Л. Kim et al. алгоритм выполнения ангиопластики у таких пациентов, когда первым этапом целесообразно выполнять вмешательство на стенозе с наиболее высоким градиентом ФРК, а далее решение о после-

дующих вмешательствах принимать только на основании повторного измерения ФРК оставшихся стенозов [26].

В настоящее время существует несколько разновидностей методики измерения ФРК, каждая из которых нацелена на повышение точности оценки значимости стенозирования коронарных артерий. Одной из таких методик является измерение мгновенного резерва кровотока (мРК).

Метаанализ исследований DEFINE-FLAIR и iFR-SWEDEHEART с общим числом пациентов 4345 показал, что значимых различий по отдаленным результатам ЧКВ при применении методики ФРК и мРК не получено. В качестве порогового значения мРК принимался показатель 0,89 и менее. Тем не менее через 12 мес наблюдения в группе мРК наблюдалась тенденция к увеличению случаев инфаркта миокарда и летального исхода. Кроме того, авторы отмечают, что решение вопроса о реваскуляризации миокарда, базирующееся на результатах измерения мРК, способствовало более редкому выполнению операций (ЧКВ или АКШ) по сравнению с результатами ФРК [41].

На основании указанных выше исследований и метаанализа сложилось мнение, что лечение больных ИБС при показателях ФРК 0,80 и менее или мРК 0,89 и менее приводит к эквивалентным результатам для обеих методик [42]. Тем не менее с этой позицией соглашаются не все исследователи, занимающиеся данной проблемой. Так, V. Modi, D. Perera утверждают, что диагностическая точность определения гемодинамической значимости стеноза достоверно возрастает при пороговых значениях ФРК и мРК, равных 0,75 и 0,86 соответственно [43].

Важность измерения ФРК или мРК при выборе стратегии лечения больных многососудистым поражением также отражена в исследовании SYNTAX II. При этом авторы придерживаются мнения о том, что эти показатели должны быть равноценными, в противном случае показания для ревас-

куляризации могут быть не столь объективными. Кроме того, отмечено, что окончательные выводы о преимуществах измерения ФРК и мРК при выборе показаний для реваскуляризации миокарда могут быть сделаны только после более длительного наблюдения за пациентами с учетом сердечно-сосудистых осложнений, а также наличие ишемии миокарда, выявленной теми же методами, что и первоначально [44].

Внедрение в клиническую практику оптической методов внутрикоронарной визуализации – внутрисосудистого ультразвукового исследования (ВСУЗИ) и оптической когерентной томографии (ОКТ) позволило существенно расширить возможности выполнения ЧКВ у пациентов со сложным поражением коронарного русла, благодаря высокой разрешающей способности прецизионной оценки изменений сосудистой стенки, особенно при неоднозначных и трудно верифицируемых по ангиографии изменениях коронарных артерий.

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование является в настоящее время самым изученным методом визуализации, который показал свою эффективность в определении тяжести поражения коронарных артерий. Тем не менее, по мнению многих исследователей, показатель ФРК признан более информативным в определении гемодинамической значимости поражения коронарного русла, так как сильнее коррелирует с развитием сердечно-сосудистых осложнений [45].

В литературе можно встретить публикации, в которых указывается на наличие высокой корреляции между показателями ФРК и ВСУЗИ. В частности, минимальная площадь просвета, равная 4 мм², которая ранее была предложена в качестве порогового значения для выявления значимых поражений коронарных артерий, у 89% пациентов совпадала с нормальным резервом коронарного кровотока. Напротив, решение о коронарном вмешательстве после выполнения ОКТ, принимается при мини-

мальной площади поперечного просвета сосуда менее 3,5 мм² [46]. Кроме того, имеются сообщения, в которых отмечено, что ОКТ обладает более высокой точностью в определении размеров сосуда и процента стеноза артерии. При этом доказано, что выявленный при ВСУЗИ различается с измеренным при ОКТ примерно на 9% [47].

Также известно, что ОКТ по своей эффективности не уступает ВСУЗИ, что существенно расширило возможности применения данного метода в реальной практике. Примером тому является метаанализ, включавший 17 882 пациента, которым ЧКВ выполнялось под контролем ВСУЗИ, продемонстрировавший отсутствие достоверных различий между методами ОКТ и ВСУЗИ, выполняемыми во время ЧКВ, по частоте возникновения инфаркта миокарда и тромбоза стента в отдаленном периоде наблюдения [48].

В метаанализе, который включал результаты эндоваскулярного лечения 4026 пациентов из 6 рандомизированных и 5 наблюдательных клинических исследований, отмечено, что выполнение ОКТ во время эндоваскулярного вмешательства, позволяет повысить эффективность ЧКВ и положительно влияет на прогноз различных когорт больных ИБС [49].

Согласно европейским рекомендациям по лечению хронического коронарного синдрома, основная область применения ОКТ – контроль и оптимизация результатов ЧКВ [11]. Так, известно, что в случае неполного прилегания стента к стенке сосуда – мальпозиции, ОКТ, в основе которой лежит принцип отражения лучей инфракрасного диапазона от структур стенки сосуда, позволяет диагностировать даже незначительную ее степень. Указанные преимущества позволяют своевременно устранить подобные осложнения, что способствует снижению риска смерти и развития острого инфаркта миокарда в 2 раза в течение первого года наблюдения после ЧКВ [47]. Более того, существует мнение, что из всех методик внутрисосудистой ви-

зуализации ОКТ обладает наибольшей диагностической ценностью по сравнению с количественной ангиографией и ВСУЗИ, что позволило данному методу занять одно из ведущих мест при внутрикоронарной визуализации [50]. Тем не менее обширной доказательной базы, отражающей очевидное преимущество ОКТ перед ВСУЗИ при проведении коронарного вмешательства, в том числе и у пациентов со сложными морфологическими поражениями коронарного русла, в настоящее время не существует.

Заключение

Таким образом, у больных с диффузным многососудистым поражением коронарного русла эффективность операции АКШ имеет наибольший уровень доказательности, однако в связи с тяжелым коморбидным фоном либо неблагоприятной морфологией поражения, а также у пациентов, которые сами отказываются от выполнения открытого хирургического вмешательства, ЧКВ могут выступать в качестве альтернативного метода реваскуляризации миокарда. Тем не менее технические особенности выполнения процедуры ЧКВ у таких пациентов сопряжены со значительными трудностями. Не всегда представляется очевидным объем реваскуляризации, который необходимо выполнить конкретному пациенту, дискуссионным остается вопрос выбора оптимальной зоны имплантации стента, количества имплантируемых стентов и их структурных особенностей, что существенно влияет на отдаленные результаты проводимого вмешательства. Безусловно, использование внутрисосудистых методов исследования при выполнении ЧКВ может способствовать повышению эффективности проводимого лечения, однако конкретная роль каждого из указанных методов, технические аспекты выполнения подобных исследований у пациентов со сложными морфологическими поражениями коронарного русла изучены недостаточно. Более того,

вопрос комплексного использования внутрисосудистых методов в общем протоколе обследования и лечения таких пациентов, что может также влиять на качество проводимого лечения, остается по-прежнему предметом обсуждения. В связи с этим проведение новых исследований, направленных на совершенствование алгоритмов оказания помощи пациентам с диффузным атеросклерозом путем комплексного использования внутрисосудистых методов исследования во время ЧКВ, является актуальной задачей для эндоваскулярной хирургии, решение которой, возможно, поспособствует значимому улучшению прогноза и пересмотру существующих взглядов на эндоваскулярное лечение таких пациентов.

Литература/References

1. Xu B., Gao R.L., Zhang R.Y., Wang H.C., Li Z.Q., Yang Y.J. et al. Efficacy and safety of FIREHAWK abluminal groove filled biodegradable polymer sirolimus-eluting stents for the treatment of long coronary lesions: nine-month angiographic and one-year clinical results from TARGET I trial long cohort. *Chin. Med. J. (Engl.)*. 2013; 126 (6): 1026–32.
2. Ryan T.J., Faxon D.P., Gunnar R.M., Kennedy J.W., King S.B., 3rd, Loop F.D. et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Subcommittee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *Circulation*. 1988; 78 (2): 486–502. DOI: 10.1161/01.cir.78.2.486
3. Bogaty P., Brecker S.J., White S.E., Stevenson R.N., el-Tamimi H., Balcon R., Maseri A. Comparison of coronary angiographic findings in acute and chronic first presentation of ischemic heart disease. *Circulation*. 1993; 87 (6): 1938–46. DOI: 10.1161/01.cir.87.6.1938
4. Dourado L.O.C., Bittencourt M.S., Pereira A.C., Poppi N.T., Dallan L.A.O., Krieger J.E. et al. Coronary artery bypass surgery in diffuse advanced coronary artery disease: 1-year clinical and angiographic results. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2018; 66 (6): 477–82. DOI: 10.1055/s-0037-1601306
5. Shiono Y., Kubo T., Honda K., Katayama Y., Aoki H., Satogami K. et al. Impact of functional focal versus diffuse coronary artery disease on bypass graft patency. *Int. J. Cardiol.* 2016; 222: 16–21. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.07.052
6. Farooq V., van Klaveren D., Steyerberg E.W., Meliga E., Vergouwe Y., Chieffo A. et al. Anatomical and clinical characteristics to guide decision making between coronary artery bypass surgery and percutaneous coronary intervention for individual patients: development and validation of SYNTAX score II. *Lancet*. 2013; (381) 9867: 639–50. DOI: 10.1016/s0140-6736(13)60108-7
7. Алекаян Б.Г. (ред.) Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное руководство. Т. 2. М.: Литтерра; 2017: 683–93.
Alekyan B.G. (Ed.) X-ray endovascular surgery. National guide. Vol. 2. Moscow; 2017: 683–93.
8. Акчурин Р.С., Ширяев А.А., Васильев В.П., Галляудинов Д.М., Власова Э.Е. Современные тенденции в коронарной хирургии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017; 21 (3s): 34–44. DOI: 10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44.
Akchurin R.S., Shiryayev A.A., Vasil'ev V.P., Galyautdinov D.M., Vlasova E.E. Current trends in coronary surgery. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery (Patologiya Krovoobrashcheniya i Kardiokhirurgiya)*. 2017; 21 (3s): 34–44 (in Russ.). DOI: 10.21688/1681-3472-2017-3S-34-44
9. Dourado L.O.C., Pereira A.C., Poppi N.T., Cavalcante R., Gaiotto F., Dallan L.A.O. et al. The role of the heart team in patients with diffuse coronary artery disease undergoing coronary artery bypass grafting. *Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2020. DOI: 10.1055/s-0040-1718936
10. Lozano I., Capin E., de la Hera E.-M., Llosa J.C., Carro A., López-Palop R. Diffuse coronary artery disease not amenable to revascularization: long-term prognosis. *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed.)*. 2015; 68: 629–40. DOI: 10.1016/j.rec.2015.02.013
11. Zhu Y., Meng S., Chen M., Liu K., Jia R., Li H. et al. Long-term prognosis of chronic total occlusion treated by successful percutaneous coronary intervention in patients with or without diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc. Diabetol.* 2021; 20 (1): 29. DOI: 10.1186/s12933-021-01223-8
12. 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: 87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394
13. Ганюков В.И., Тарасов Р.С., Шилов А.А., Кочергин Н.А., Барбараш Л.С. Мини-инвазивная гибридная реваскуляризация миокарда при многососудистом поражении коронарного русла. Современное состояние вопроса. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний*. 2016; (2): 46–50. DOI: 10.17802/2306-1278-2016-2-46-50
Ganyukov V.I., Tarasov R.S., Shilov A.A., Kochergin N.A., Barbarash L.S. Mini-invasive hybrid myocardial revascularization in multivessel coronary artery disease. The current state of the issue. *Complex Issues of Cardiovascular Diseases*. 2016; 2:

- 46–50 (in Russ.). DOI: 10.17802/2306-1278-2016-2-46-50
14. Белаш С.А., Шевченко С.С., Ясакова Е.П., Барбухатти К.О., Порханов В.А. Отдаленные результаты реконструктивных операций без эндартерэктомии при диффузном коронарном атеросклерозе. *Инновационная медицина Кубани*. 2020; 4: 6–13. DOI: 10.35401/2500-0268-2020-20-4-6-13
Belash S.A., Shevchenko S.S., Yasakova E.P., Barbukhatti K.O., Porkhanov V.A. Long-term results of reconstructive surgery without endarterectomy with diffuse coronary atherosclerosis. *Innovative Medicine of Kuban*. 2020; 4: 6–13 (in Russ.). DOI: 10.35401/2500-0268-2020-20-4-6-13
15. Stavrou A., Gkioulias V., Kyprianou K., Dimitrakaki I.A., Challoumas D., Dimitrakakis G. Coronary endarterectomy: the current state of knowledge. *Atherosclerosis*. 2016; 249: 88–98. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2016.03.036
16. Kikuchi K., Une D., Endo Y., Matsuyama T., Fukada Y., Kurata A. Minimally invasive coronary artery bypass grafting using bilateral in situ internal thoracic arteries. *Ann. Thorac. Surg.* 2015; 100 (3): 1082–4. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2014.11.056
17. Etienne P.Y., D'hoore W., Papadatos S., Mairy Y., El Khoury G., Noirhomme P., Hanet C., Glineur D. Five-year follow-up of drug-eluting stents implantation vs. minimally invasive direct coronary artery bypass for left anterior descending artery disease: a propensity score analysis. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2013; 44 (5): 884–90. DOI: 10.1093/ejcts/ezt137
18. Хубулава Г.Г., Кравчук В.Н., Князев Е.А., Шишкевич А.Н., Кусай А.С., Порембская И.А. и др. Мини-травматичная реваскуляризация миокарда. *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия*. 2016; 58 (4): 207–13
Khubulava G.G., Kravchuk V.N., Knyazev E.A., Shishkevich A.N., Kusay A.S., Poremskaya I.A. et al. Mini-traumatic myocardial revascularization. *Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2016; 58 (4): 207–13 (in Russ.).
19. Modrau I.S., Holm N.R., Mæng M., Bøtker H.E., Christiansen E.H., Kristensen S.D. et al. Hybrid coronary revascularization study group. One-year clinical and angiographic results of hybrid coronary revascularization. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2015; 150 (5): 1181–6. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2015.08.072
20. Барбараш О.Л., Семенов В.Ю., Самородская И.В., Евсева М.В., Рожков Н.А., Сумин А.Н., Барбараш Л.С. Коморбидная патология больных ишемической болезнью сердца при коронарном шунтировании: опыт двух кардиохирургических центров. *Российский кардиологический журнал*. 2017; 3 (143): 6–13. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-3-6-13
Barbarash O.L., Semenov V.Yu., Samorodskaya I.V., Evseeva M.V., Rozhkov N.A., Sumin A.N., Barbarash L.S. Comorbid pathology of coronary heart disease patients with coronary artery bypass grafting: the experience of two cardiac centers. *Russian Journal of Cardiology*. 2017; 3 (143): 6–13 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-3-6-13
21. Абугов С.А., Жбанов И.В., Марданян Г.В., Пурецкий М.В., Поляков Р.С., Саакян Ю.М. и др. Результаты чрескожных коронарных вмешательств и коронарного шунтирования у пациентов с многососудистым поражением с вовлечением ствола левой коронарной артерии. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020; 13 (6): 474–80. DOI: 10.17116/kardio202013061474
Abugov S.A., Zhananov I.V., Mardanyan G.V., Pureckij M.V., Polyakov R.S., Saakyan Yu.M. et al. The results of percutaneous coronary intervention and coronary artery bypass surgery in patients with multivessel disease involving the left main coronary artery. *Russian Journal of Cardiology and Cardiovascular Surgery / Kardiologiya i Serdechno-Sosudistaya Khirurgiya*. 2020; 13 (6): 474–80 (in Russ.). DOI: 10.17116/kardio202013061474
22. Ramasubrahmanyam G., Panchanatheswaran K., Varma Kalangi T.K., Nagasaina Rao G. Surgical management of diffusely diseased coronary arteries. *Indian J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2019; 35 (3): 453–60. DOI: 10.1007/s12055-018-0776-2
23. Xaplanteris P., Fournier S., Pijls N.H.J., Fearon W.F., Barbato E., Tonino P.A.L. et al. FAME 2 Investigators. Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve. *N. Engl. J. Med.* 2018; 379: 250–9. DOI: 10.1056/NEJMoa1803538
24. Mohr F.W., Morice M.C., Kappetein A.P., Feldman T.E., Stahlae E., Colombo A. et al. Coronary artery bypass graft surgery versus percutaneous coronary intervention in patients with three-vessel disease and left main coronary disease: 5-year follow-up of the randomized, clinical SYNTAX trial. *Lancet*. 2013; 381: 629–38. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)60141-5
25. Thuijs D.J.F.M., Kappetein A.P., Serruys P.W., Mohr F.-W., Morice M.-C., Mack M.J. et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary artery bypass grafting in patients with three-vessel or left main coronary artery disease: 10-year follow-up of the multicentre randomized controlled SYNTAX trial. *Lancet*. 2019; 394: 1325–34. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)31997-X
26. Park S.J., Ahn J.M., Kim Y.H., Park D.W., Yun S.-C., Lee J.-Y. et al. Trial of everolimus-eluting stents or bypass surgery for coronary disease. *N. Engl. J. Med.* 2015; 372: 1204–12. DOI: 10.1056/NEJMoa1415447
27. Caixeta A., Campos C.M., Felix C., Chieffo A., Capranzano P., Kawamoto H. et al. Predictors of long-term adverse events after absorb bioreabsorbable vascular scaffold implantation: a 1,933-patient pooled analysis from international registries. *EuroIntervention*. 2019; 15 (7): 623–30. DOI: 10.4244/EIJ-D-16-00796

28. Stone G.W., Sabik J.F., Serruys P.W., Simon-ton S.A., Genereux P., Puskas J. et al. Everolimus-eluting stents or bypass surgery for left main coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 2017; 376 (11): 1087–9. DOI: 10.1056/NEJMoa1610227
29. Алекаян Б.Г., Карапетян Н.Г., Кишмирян Д.О., Ревишвили А.Ш. Эффективность использования шкалы риска SYNTAX Score II при выборе стратегии реваскуляризации миокарда у пациентов с трехсосудистым поражением венечных артерий и ствола левой коронарной артерии. *Эндоваскулярная хирургия.* 2020; 7 (4): 334–44. DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-4-334-344
Alekyan B.G., Karapetyan N.G., Kishmiryan D.O., Revishvili A.Sh. The effectiveness of the use of risk scales SYNTAX Score II when selecting revascularization strategy in patients with three-vessel disease of the coronary arteries and the left main coronary artery. *Russian Journal of Endovascular Surgery (Endovaskulyarnaya Khirurgiya).* 2020; 7 (4): 334–44 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2020-7-4-334-344
30. Windecker S., Stortecky S., Stefanini G.G., da Costa B.R., Rutjes A.W., Di Nisio M. et al. Revascularization versus medical treatment in patients with stable coronary artery disease: network meta-analysis. *BMJ.* 2014; 348: g3859. DOI: 10.1136/bmj.g3859
31. Escaned J., Collet C., Ryan N., De Maria G.L., Walsh S.J., Sabate M. et al. Clinical outcomes of state-of-the-art percutaneous coronary revascularization in patients with de novo three vessel disease: 1-year results of the SYNTAX II study. *Eur. Heart J.* 2017; 38 (42): 3124–34. DOI: 10.1093/eurheartj/ehx512
32. Pillai A.A., Gousy S., Kottiyath H., Satheesh S., Selvaraj R., Jayaraman B. Long-term outcomes following left main bifurcation stenting in Indian population – analysis based on SYNTAX I and II scores. *Indian Heart J.* 2018; 70 (3): 394–8. DOI: 10.1016/j.ihj.2017.08.014
33. Roy P., Okabe T., Pinto Slottow T.L., Steinberg D.H., Smith K., Torguson R. et al. Correlates of clinical restenosis following intracoronary implantation of drug-eluting stents. *Am. J. Cardiol.* 2007; 100: 965–9. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.04.036
34. Yeh R.W., Silber S., Chen L., Chen S., Hiremath S., Neumann F-J. et al. 5-Year safety and efficacy of resolute zotarolimus-eluting stent: the RESOLUTE global clinical trial program. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (3): 247–54. DOI: 10.1016/j.jcin.2016.11.004
35. Kaul U., Bangalore S., Seth A., Arambam P., Abhaichand R.K., Patel T.M. et al. Paclitaxel-eluting versus everolimus-eluting coronary stents in diabetes. *N. Engl. J. Med.* 2015; 373 (18): 1709–19. DOI: 10.1056/NEJMoa1510188
36. Jain R.K., Chakravarthi P., Shetty R., Ramchandra P., Polavarapu R.S., Wander G.S. et al. One-year outcomes of a biomimetic sirolimus-eluting coronary stent system with a biodegradable polymer in all-comers coronary artery disease patients: the meriT-3 study. *Indian Heart J.* 2016; 68 (5): 599–603. DOI: 10.1016/j.ihj.2016.09.007
37. Бабунашвили А.М., Карташов Д.С., Бабочкин В.Е., Озашвили И.Г., Юдин И.Е. Эффективность применения стентов, покрытых сиролимусом, при лечении диффузных (длинных и очень длинных) атеросклеротических поражений коронарных артерий. *Российский кардиологический журнал.* 2017; 8 (148): 42–50. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-8-42-50
Babunashvili A.M., Kartashov D.S., Babokin V.E., Ozashvili I.G., Yudin I.E. Efficacy of sirolimus-eluting stents for the treatment of diffuse (long and very long) atherosclerotic lesions of the coronary arteries. *Russian Journal of Cardiology.* 2017; 8 (148): 42–50 (in Russ.). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-8-42-50
38. Garcia S., Sandoval Y., Roukoz H., Adabag S., Canoniero M., Yannopoulos D. et al. Outcomes after complete versus incomplete revascularization of patients with multivessel coronary artery disease: a meta-analysis of 89,883 patients enrolled in randomized clinical trials and observational studies. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2013; 62 (16): 1421–31. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.05.033
39. Papafaklis M.I., Muramatsu T., Ishibashi Y., Bourantas C.V., Fotiadis D.I., Brilakis E.S. et al. Virtual resting Pd/Pa from coronary angiography and blood flow modelling: diagnostic performance against fractional flow reserve. *Heart Lung Circ.* 2018; 27 (3): 377–80. DOI: 10.1016/j.hlc.2017.03.163
40. Kim H.L., Koo B.K., Nam C.W., Doh J.H., Kim J.H., Yang H.M. et al. Clinical and physiological outcomes of fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention in patients with serial stenoses within one coronary artery. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2012; 5 (10): 1013–8. DOI: 10.1016/j.jcin.2012.06.017
41. Berry C., McClure J.D., Oldroyd K.G. Meta-analysis of death and myocardial infarction in the DEFINE-FLAIR and iFR-SWEDEHEART Trials. *Circulation.* 2017; 136 (24): 2389–91. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.030430
42. Andell P., Berntorp K., Christiansen E.H., Gudmundsdottir I.J., Sandhall L., Venetsanos D. et al. Reclassification of treatment strategy with instantaneous wave-free ratio and fractional flow reserve: a substudy from the iFR-SWEDEHEART Trial. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2018; 11 (20): 2084–94. DOI: 10.1016/j.jcin.2018.07.035
43. Modi B., Perera D. How to select patients requiring coronary revascularization using coronary physiology. *JRSM Cardiovasc. Dis.* 2021; 10: 2048004020979476. DOI: 10.1177/20480040-2097 9476
44. Indolfi C., De Rosa S., Mongiardo A., Yasuda M., Torella D., Spaccarotella C. The everlasting dispute

- between coronary bypass and angioplasty in patients with multivessels coronary artery disease: results of the SYNTAX II study. *Eur. Heart. J. Suppl.* 2019; 21 (Suppl. B): 55–6. DOI: 10.1093/eurheartj/suz019
45. Sawant A.C., Bhardwaj A., Banerjee K., Jobanputra Y., Kumar A., Parikh P. et al. Fractional flow reserve guided percutaneous coronary intervention results in reduced ischemic myocardium and improved outcomes. *Catheter Cardiovasc. Interv.* 2018; 92 (4): 692–700. DOI: 10.1002/ccd.27525
46. Won J., Hong Y.J., Hyun D.Y., Jeong H.K., Oh S.S., Kim H.Y. et al. Predictors of clinical outcome in patients with angiographically intermediate lesions with minimum lumen area less than 4 mm² using intravascular ultrasound in non-proximal epicardial coronary artery. *Chonnam. Med. J.* 2018; 54 (3): 190–6. DOI: 10.4068/cmj.2018. 54.3.190
47. Prati F., Di Vito L., Biondi-Zoccai G., Occhipinti M., La Manna A., Tamburino C. et al. Angiography alone versus angiography plus optical coherence tomography to guide decision-making during percutaneous coronary intervention: the centro per la lotta contro l'infarto-optimisation of percutaneous coronary intervention (CLI-OPCI) study. *EuroIntervention.* 2012; 8 (7): 823–9. DOI: 10.4244/EIJV8I7A125
48. Buccheri S., Franchina G., Romano S., Puglisi S., Venuti G., D'Arrigo P. et al. Clinical outcomes following intravascular imaging-guided versus coronary angiography-guided percutaneous coronary intervention with stent implantation: a systematic review and bayesian network meta-analysis of 31 studies and 17,882 patients. *JACC Cardiovasc. Interv.* 2017; 10 (24): 2488–98. DOI: 10.1016/j.jcin.2017.08.051
49. Jiang Y., He L.P., Gong R., Lei G.T., Wu Y.Q. Comparison of clinical outcomes between intravascular optical coherence tomography-guided and angiography-guided stent implantation: a meta-analysis of randomized control trials and systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2019; 98 (6): e14300. DOI: 10.1097/MD.00000000000014300
50. Созыкин А.В., Никитин А.Э., Шлыков А.В., Новикова Н.А., Кузьмина И.В., Эртман В.Г., Наумов Я.А., Шевченко О.П. Поражение ствола левой коронарной артерии при стабильной ишемической болезни сердца: возможности оптической когерентной томографии в выборе врачебной тактики и оптимизации интервенционного лечения. *Эндоваскулярная хирургия.* 2018; 5 (4): 402–9. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-402-409
- Sozykin A.V., Nikitin A.E., Shlykov A.V., Novikova N.A., Kuz'mina I.V., Ertman V.G., Naumov Ya.A., Shevchenko O.P. The left main coronary artery diseases in patients with stable coronary artery disease: possibilities of optical coherence tomography in the choice of medical tactics and optimize interventional treatment. *Russian Journal of Endovascular Surgery.* 2018; 5 (4): 402–9 (in Russ.). DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-4-402-409

Вклад авторов: Боливоги Ж.М. – обзор публикаций по теме, написание текста; Максимкин Д.А. – написание текста, утверждение рукописи для публикации, редактирование; Файбушевич А.Г. – редактирование; Шугушев З.Х. – проверка содержания.

Contribution: Bolivogui J.M. – resources; writing – original draft; Maksimkin D.A. – approval of the final version; writing – original draft; writing – review and editing; Faybushevich A.G. – writing – review and editing; Shugushev S.Kh – supervision and validation.