

<https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-24-4-5-12>

© Д.А. Максимкин\*, Ж.М. Боливоги, А.Г. Файбушевич,  
А.Г. Чепурной, З.Х. Шугушев



## РОЛЬ ВНУТРИСОСУДИСТЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ ПРИ ОТБОРЕ ПАЦИЕНТОВ С ДИФфуЗНЫМ И МНОГОСОСУДИСТЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ДЛЯ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

✉ \*Д.А. Максимкин, Российский университет дружбы народов, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, danmed@bk.ru

Поступила в редакцию: 19 октября 2021 г. Исправлена 18 ноября 2021 г. Принята к печати: 22 ноября 2021 г.

<b>Цель работы</b>	Оценка роли внутрисосудистых методов исследования при выборе хирургической тактики реваскуляризации миокарда.
<b>Материал и методы</b>	В исследование были включены 62 пациента с диффузным многососудистым поражением коронарного русла, которым чрескожные коронарные вмешательства (ЧКВ) выполнялись с использованием внутрисосудистых методов исследования. Измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) в диффузно измененных артериях проводилось на фоне максимальной гиперемии, последовательно между стенозами путем протяжки датчика, начиная с дистального сегмента. Стентировали первоначально самый дистальный гемодинамически значимый стеноз. Далее выполняли повторное измерение ФРК и решали вопрос о необходимости стентирования других стенозов. Анализ результатов стентирования, а также определение зоны имплантации стента осуществляли методом оптической когерентной томографии (ОКТ).
<b>Результаты</b>	После измерения ФРК количество артерий, в которых присутствовали гемодинамически значимые стенозы, уменьшилось на 24,7% (с 93 до 70). Отмечено также, что у пациентов с двухсосудистым поражением среднее количество таких стенозов снизилось с $2,95 \pm 0,65$ до $1,82 \pm 0,88$ , а у пациентов с трехсосудистым поражением – с $2,96 \pm 0,6$ до $2,24 \pm 0,76$ соответственно ( $p = 0,0024$ ). Полной (функционально адекватной по данным измерения ФРК) реваскуляризации миокарда удалось достичь у 88,7% пациентов. Стенты с лекарственным покрытием 2-го поколения были имплантированы 82 (47,1%) пациентам, а 3-го поколения – 92 (52,9%). При этом частота успеха реканализаций окклюзий составила 100%. В целом оптимальная имплантация стента была достигнута у всех пациентов. Большие сердечно-сосудистые осложнения наблюдались у 1 (1,6%) пациента, что потребовало дополнительных интервенций.
<b>Заключение</b>	Комплексное использование внутрисосудистых методов исследования (ОКТ и измерения ФРК) позволяет дифференцированно подходить к оценке каждого стеноза измененной артерии у больных с диффузным и многососудистым поражением коронарного русла, добиться высокой частоты полной реваскуляризации миокарда, а также сокращения количества необоснованных вмешательств и интраоперационных осложнений.
<b>Ключевые слова:</b>	диффузное поражение, многососудистое поражение, оптическая когерентная томография, фракционный резерв кровотока
<b>Цитировать:</b>	Максимкин Д.А., Боливоги Ж.М., Файбушевич А.Г., Чепурной А.Г., Шугушев З.Х. Роль внутрисосудистых методов исследования коронарных артерий при отборе пациентов с диффузным и многососудистым поражением для реваскуляризации миокарда. <i>Инновационная медицина Кубани</i> . 2021;(4):5–12. <a href="https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-24-4-5-12">https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-24-4-5-12</a>

© Daniil A. Maximkin\*, Jacques M. Bolivogui, Alexander G. Faybushevich,  
Alexander G. Chepurnoy, Zaurbek Kh. Shugushev

## THE ROLE OF INTRAVASCULAR METHODS OF EXAMINATION OF CORONARY ARTERIES IN THE SELECTION OF PATIENTS WITH DIFFUSE AND MULTIVESSEL LESIONS FOR MYOCARDIAL REVASCULARIZATION

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

✉ \*Daniil A. Maximkin, Peoples' Friendship University of Russia, 6, Mikluho-Maklaya str., Moscow, 117198, danmed@bk.ru

Received: October 19, 2021. Received in revised form: November 18, 2021. Accepted: November 22, 2021.

<b>Objective</b>	Assessment of the role of intravascular imaging methods in choosing the surgical strategy of myocardial revascularization.
<b>Material and Methods</b>	The study included 62 patients with diffuse and multivessel coronary artery disease, who underwent percutaneous coronary intervention (PCI) using intravascular imaging methods. Measurement of fractional flow



Статья доступна по лицензии Creative Commons Attribution 4.0.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License.

## Results

reserve (FFR) in diffusely altered arteries was performed under conditions of maximum hyperemia, sequentially between stenoses, using the sensor, starting from the distal segment. Initially, the most distal hemodynamically significant stenosis was stented. Then, a repeated measurement of FFR was performed, and the issue of the need for stenting of other stenoses was solved. The results of stenting, as well as determination of the area of stent implantation were carried out by the method of optical coherence tomography (OCT).

After FFR measurement the number of arteries with hemodynamically significant stenoses decreased by 24.7% (from 93 to 70). It was also noted that in patients with two-vessel lesions, the average number of such stenoses decreased from  $2.95 \pm 0.65$  to  $1.82 \pm 0.88$ , and in patients with three-vessel lesions – from  $2.96 \pm 0.6$  to  $2.24 \pm 0.76$  respectively ( $p = 0.0024$ ). Complete (functionally adequate according to FFR measurements) myocardial revascularization was achieved in 88.7% of patients. The second-generation drug eluting stents were implanted in 82 (47.1%) patients, and the third generation stents – in 92 (52.9%) patients. At the same time, the success rate of recanalization of occlusions was 100%. Overall, optimal stent implantation was achieved in all patients. Major cardiovascular complications were observed in 1 (1.6%) patient, which required additional interventions.

## Conclusion

Complex use of intravascular imaging methods (OCT and FFR measurements) allows a differentiated approach to the assessment of each stenosis of the affected artery in patients with diffuse and multivessel coronary lesions, to achieve a high frequency of complete myocardial revascularization, as well as to reduce the number of unnecessary interventions and intraoperative complications.

## Keywords:

diffuse lesion, multivessel lesion, optical coherence tomography, fractional flow reserve

## Cite this article as:

Maximkin D.A., Bolivogui J.M., Faybushevich A.G., Chepurnoy A.G., Shugushev Z.Kh. The role of intravascular methods of examination of coronary arteries in the selection of patients with diffuse and multivessel lesions for myocardial revascularization. *Innovative Medicine of Kuban*. 2021;(4):5–12. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-24-4-5-12>

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что стратегия медикаментозного и хирургического лечения больных хронической ишемической болезнью сердца (ИБС) регулярно подвергается пересмотру вследствие новых достижений в области кардиохирургических технологий, появляется необходимость в обсуждении персонифицированной стратегии лечения пациента, особенно при сложных поражениях коронарного русла [1, 2].

Совершенствование эндоваскулярных технологий позволило расширить показания для выполнения чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) у пациентов с диффузным многососудистым поражением коронарного русла, в связи с чем в настоящее время они выполняются примерно у 20% таких больных [3, 4].

Важно отметить, что при наличии выраженной извитости, кальциноза, протяженных поражений, а также хронических окклюзий коронарных артерий (ХОКА), существенно повышается сложность эндоваскулярной процедуры и риск развития осложнений в ближайшем и отдаленном периоде [5].

Основной проблемой, с которой сталкиваются эндоваскулярные хирурги во время выполнения операций у больных с диффузным атеросклерозом, является определение истинного гемодинамически значимого стеноза в артерии, а также места имплантации стента, вследствие чего можно часто наблюдать осложнения в виде диссекций, что приводит к необходимости имплантации дополнительных стентов.

Во избежание так называемой чрезмерной «металлизации артерии» вследствие стентирования гемодинамически незначимых стенозов, а также с целью адекватного подбора размеров имплантируемых стен-

тов представляется целесообразным использование внутрисосудистых методов исследования во время выполнения ЧКВ у таких пациентов.

К одному из самых высокочувствительных методов определения гемодинамической значимости стеноза относится измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) [6, 7]. В то же время широкое применение в практике метода оптической когерентной томографии (ОКТ) позволило существенно расширить возможности выполнения ЧКВ у пациентов со сложным поражением коронарного русла благодаря высокой разрешающей способности и прецизионной оценке изменений сосудистой стенки [8].

За счет высокой разрешающей способности метод ОКТ находит свое применение в оценке референсного диаметра перед стентированием, при выборе зоны имплантации стента, а также помогает изучить структурные характеристики атеросклеротической бляшки [9, 10]. Перечисленные преимущества позволяют своевременно устранить развитие осложнений, что способствует снижению риска смерти и развития острого ИМ в 2 раза в течение первого года наблюдения после ЧКВ [11].

В мета-анализе, который включал результаты эндоваскулярного лечения 4026 пациентов из 6 рандомизированных и 5 обсервационных клинических исследований отмечено, что выполнение ОКТ во время эндоваскулярного вмешательства позволяет повысить эффективность ЧКВ и положительно влияет на прогноз различных когорт больных ИБС [12]. В связи с чем, согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов, методы внутрисосудистой визуализации коронарного русла целесообразно широко использовать при выполнении ЧКВ [13].

Тем не менее сведений о роли указанных внутрисосудистых методов исследования при отборе пациентов с диффузным атеросклерозом коронарных артерий для реваскуляризации миокарда в литературе чрезвычайно мало. При этом важно учесть, что у данной когорты больных дистальный стеноз может ограничивать коронарный кровоток, тем самым маскируя и искажая истинные параметры измерения [14].

Учитывая изложенное, целью данной работы является оценка возможностей внутрисосудистых методов исследования (ОКТ и ФРК) при выборе хирургической тактики реваскуляризации миокарда.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 62 пациента с диффузным многососудистым поражением коронарного русла, которым ЧКВ выполнялись с использованием внутрисосудистых методов исследования.

Диффузным называли поражение, вовлекающее 2 и более сегментов одной магистральной артерии сердца, общей протяженностью поражения более 50% всей длины сосуда при наличии сужения просвета более 70% его диаметра. Многососудистым считали поражение при наличии окклюзий или сужений более 50% в бассейне двух или трех магистральных эпикардиальных артерий.

Критерии включения пациентов в исследование: ишемия миокарда по данным неинвазивных ЭКГ-нагрузочных тестов, соответствующая II–III ФК; многососудистое поражение коронарных артерий; SYNTAX score > 23; наличие жизнеспособного миокарда у больных с постинфарктным кардиосклерозом; диффузный атеросклероз коронарных артерий (согласно указанному определению); официальный отказ в выполнении операции АКШ либо несогласие самого пациента с выполнением открытого хирургического вмешательства на сердце; решение о целесообразности выполнения эндоваскулярной операции, принятое «сердечной командой»; согласие больного на эндоваскулярное вмешательство.

Критерии исключения: острый коронарный синдром; недостаточность кровообращения IV ФК (NYHA); противопоказания или невозможность приема двойной антиагрегантной терапии; диаметр магистральной артерии менее 2,5 мм; диаметр магистральной артерии в дистальных сегментах менее 2 мм.

После проведения неинвазивного обследования, верификации ишемии миокарда, пациентам выполнялась коронарография, по результатам которой в исследование отбирали случаи с диффузным многососудистым поражением коронарного русла (рис. 1).

Следующим этапом проводилось измерение ФРК в диффузно измененных артериях с целью определе-

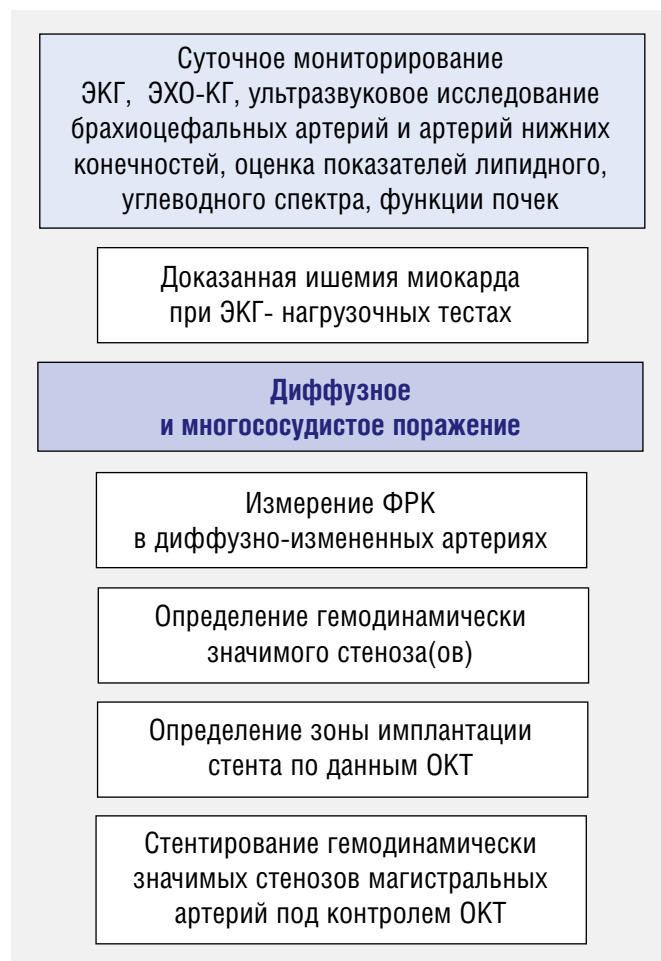


Рисунок 1. Алгоритм эндоваскулярного лечения больных с диффузным и многососудистым поражением коронарного русла

Figure 1. Algorithm of endovascular treatment of patients with diffuse and multivessel coronary lesions

ния гемодинамической значимости стеноза, а также ОКТ с целью визуализации наиболее подходящей зоны имплантации стента. Стентирование диффузно измененной магистральной артерии выполнялось непосредственно в зоне гемодинамически значимых стенозов с последующим контролем результатов имплантации стента методом ОКТ.

Если при коронарографии у больного диагностирована ХОКА, прежде всего выясняли, был ли в анамнезе ИМ (рис. 2).

Если инфаркта не было, выполнялась реканализация окклюзированной артерии, а далее, в других не-окклюзированных артериях выполнялось измерение ФРК с целью определения гемодинамически значимых стенозов, которые были стентированы следующим этапом в текущую госпитализацию. Особенности измерения ФРК при диффузном поражении коронарных артерий представлены на рисунке 3.

На фоне максимальной гиперемии выполнялось последовательное измерение показателей ФРК между стенозами путем протяжки датчика, начиная с дис-

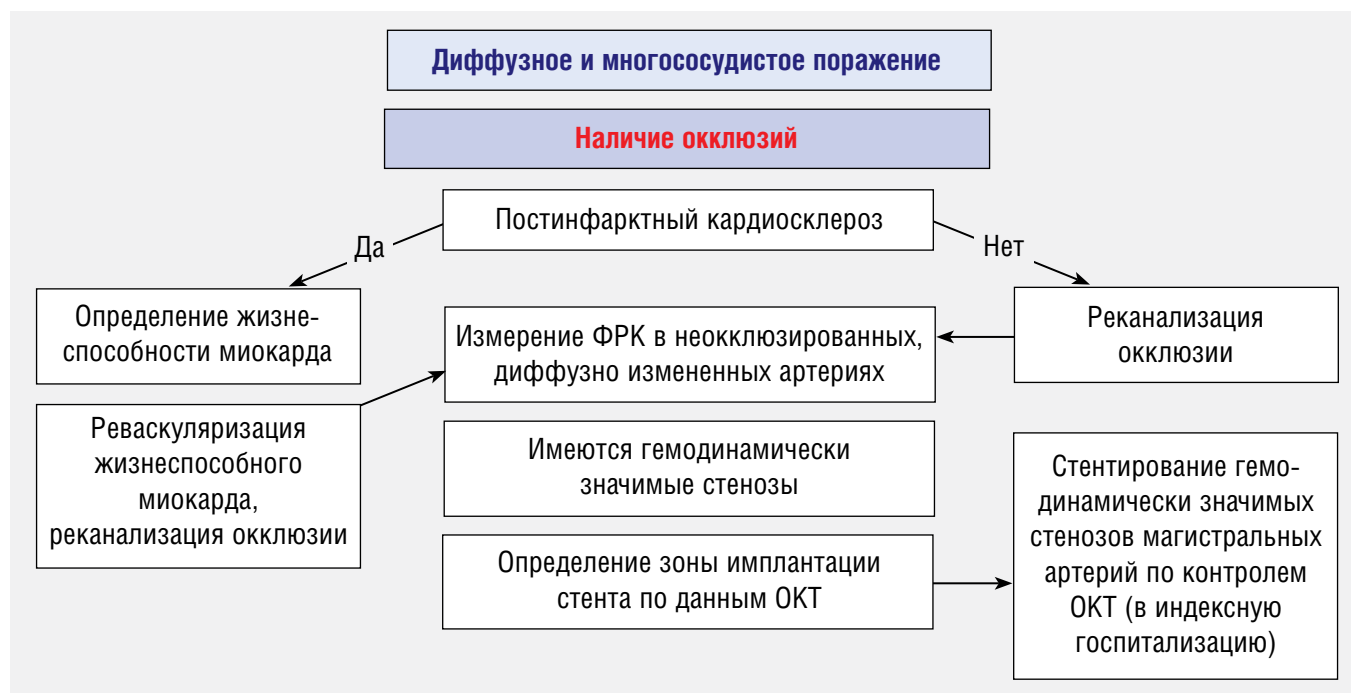


Рисунок 2. Тактика эндоваскулярного вмешательства при наличии хронических тотальных окклюзий  
Figure 2. Endovascular intervention tactics in the presence of chronic total occlusions

тального сегмента. При ФРК  $< 0,8$  стеноз считался гемодинамически значимым. Стентировали первоначально самый дистальный гемодинамически значимый стеноз. Далее выполняли повторное измерение ФРК и решали вопрос о необходимости стентирования других стенозов.

Пациентам, у кого в анамнезе был ИМ, обязательно определяли жизнеспособность в перинфарктной зоне методом стресс-эхокардиографии с добутами-

ном. Далее, в зоне жизнеспособного миокарда выполнялась реваскуляризация миокарда по схеме, представленной выше.

Критерии оценки результатов: количество артерий с гемодинамически значимыми стенозами (на основании измерения ФРК); количество гемодинамически значимых сегментов у одного пациента; объем выполненной реваскуляризации миокарда; осложнения во время эндоваскулярного вмешательства



Рисунок 3. Методика измерения ФРК и выполнения ОКТ при диффузных поражениях коронарных артерий  
Figure 3. Methods for measuring fractional blood flow reserve and performing OCT in diffuse lesions of the coronary arteries



(диссекция, разрыв артерии, тромбоз стента, инфаркт миокарда либо нарушение мозгового кровообращения, смерть).

Статистический анализ результатов проводился с использованием пакета программ Statistica 10.0 для MS Windows. Полученные результаты клинического исследования анализировали с помощью методов вариационной статистики с вычислением средней арифметической ( $M$ ), среднего квадратического отклонения ( $\delta$ ), средней ошибки средней арифметической ( $m$ ). Качественные признаки описывали простым указанием количества и доли в процентах для каждой категории. Проводили проверку нормальности распределения количественных признаков с использованием критерия Шапиро-Уилка. В случае, когда закон распределения измеряемых величин можно было считать нормальным, был использован  $t$ -критерий Стьюдента. Для признаков, не отвечающих требованиям нормального распределения, использовали непараметрический тест Манна-Уитни ( $U$ -тест). Значения в таблице представлены в виде медианы и межквартильного интервала. Оценку эффективности проводимого лечения осуществляли согласно принципам доказательной медицины по показателям снижения относительного и абсолютного риска осложнений, отношения шансов. Статистически достоверными считали различия при величине  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализируя клинко-демографические характеристики пациентов, следует отметить, что большинство имели тяжелый коморбидный фон: около 30% перенесли нарушение мозгового кровообращения, более половины – ИМ и страдают сахарным диабетом 2 типа (табл. 1).

По результатам выполненной эхокардиографии обращает на себя внимание сниженная фракция выброса левого желудочка у всех пациентов группы, средний показатель которой составил  $48,25 \pm 6,8\%$ .

По исходным ангиографическим характеристикам в основном преобладали пациенты с трехсосудистым поражением и большой протяженностью поражения. Средние значения показателя SYNTAX score были также достаточно высокими. При этом у 40% больных наблюдались ХОКА, а у половины – кальциноз артерий (табл. 2).

У больных с двухсосудистым поражением измерение ФРК и ОКТ выполнялись в 30 артериях, а у пациентов с трехсосудистым поражением – в 63. Таким образом, всего внутрисосудистых исследований выполнено в 93 неокклюзированных артериях.

Обращаем внимание, что после измерения ФРК, количество артерий, в которых присутствовали гемодинамически значимые стенозы, уменьшилось на

**Таблица 1**  
**Клинко-демографическая характеристика пациентов**

**Table 1**  
**Clinical and demographic characteristics of patients**

Показатель	Значение n = 62
Пол: мужской, абс., % женский, абс., %	52 (83,9) 10 (16,1)
Средний возраст, лет	61,25 ± 9,89
Средний показатель ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	28,25 ± 6,33
Табакокурение, абс., %	51 (82,3)
Гиперхолестеринемия, абс., %	41 (66,1)
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, абс. %	12 (27,4)
Инфаркт миокарда в анамнезе, абс., %	33 (53,2)
ХСН I ФК (NYHA), абс., %	8 (12,9)
ХСН II ФК (NYHA), абс., %	20 (32,3)
ХСН III ФК (NYHA), абс., %	34 (54,8)
Фракция выброса левого желудочка, % (средняя)	48,25 ± 6,8
Нарушения ритма и проводимости сердца, абс., %	28 (45,2)
Артериальная гипертензия, абс., %	62 (100,0)
Атеросклероз артерий нижних конечностей, абс., %	16 (25,8)
Сахарный диабет II типа, абс., %	32 (51,6)
Нарушение функции почек, абс., %	25 (40,3)

\* ИМТ – индекс массы тела; ХСН – хроническая сердечная недостаточность

\* BMI – body mass index; CHF – chronic heart failure

**Таблица 2**  
**Ангиографическая характеристика пациентов**

**Table 2**  
**Angiographic characteristics of patients**

Показатель	Значение n = 62
– двухсосудистое поражение, абс., %	22 (35,5)
– трехсосудистое поражение, абс., %	40 (64,5)
Поражение ствола левой коронарной артерии, абс., %	11 (17,7)
Хронические тотальные окклюзии, абс., %	26 (41,9)
Бифуркационные стенозы, абс., %	22 (35,5)
Средний SYNTAX score I	29,4 ± 4,49
Средняя протяженность поражения целевых артерий, мм	39,84 ± 4,1
Средняя степень стенозирования целевых артерий, %	78,14 ± 10,68
Средний диаметр целевых магистральных артерий, мм	2,91 ± 0,44
Средний диаметр целевых магистральных артерий в дистальном сегменте, мм	2,31 ± 0,65
Кальциноз, абс., %	34 (54,8)

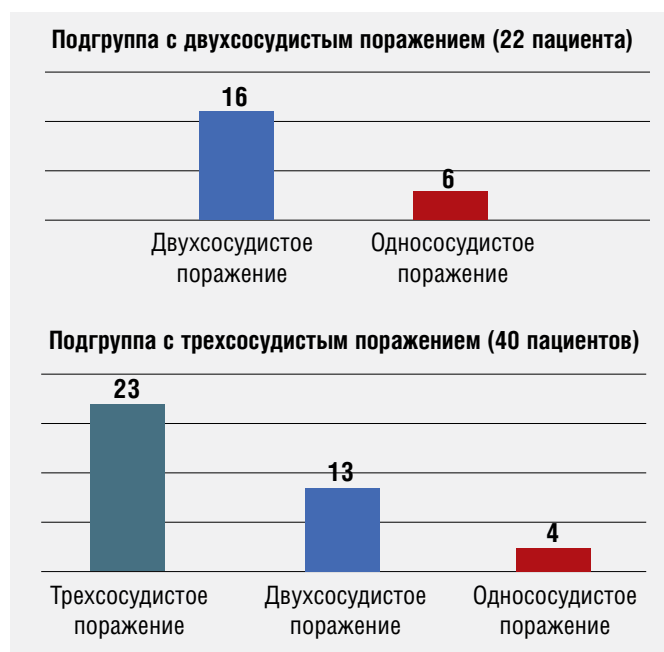


Рисунок 4. Артерии с гемодинамически значимыми стенозами (по результатам измерения ФРК)

Figure 4. Arteries with hemodynamically significant stenoses (based on the results of fractional blood flow reserve measurements)

24,7% (с 93 до 70). При этом у 6 пациентов с двухсосудистым поражением значимые стенозы были только в 1-й артерии. Среди больных с трехсосудистым поражением у 13 человек было двухсосудистое поражение, а у 4-х – однососудистое (рис. 4).

Отмечено также достоверное снижение количества значимых стенозов в целевых артериях после измерения ФРК, по сравнению с исходными данными ангиографии. Так, у пациентов с двухсосудистым

поражением среднее количество таких стенозов снизилось с  $2,95 \pm 0,65$  до  $1,82 \pm 0,88$ , а у пациентов с трехсосудистым поражением – с  $2,96 \pm 0,6$  до  $2,24 \pm 0,76$  соответственно ( $p = 0,0024$ ).

В исследовании удалось достичь полной (функционально адекватной по данным измерения ФРК) реваскуляризации миокарда в 88,7% случаев. Средний диаметр имплантированных стентов составил  $2,88 \pm 0,32$  мм, средняя длина стентов –  $27,46 \pm 3,93$  мм, среднее количество имплантированных стентов пациенту –  $2,8 \pm 0,26$ . Стенты с лекарственным покрытием 2-го поколения были имплантированы 82 (47,1%) больным, 3-го поколения – 92 (52,9%). При этом частота успеха реканализаций ХОКА составила 100%.

По данным ОКТ, проведенной после имплантации стента, у 45% пациентов была выявлена мальпозиция, которая устранена после выполнения дополнительной постдилатации баллонными катетерами высокого давления. У 14 больных визуализированы нетяжелые диссекции, потребовавшие дополнительной имплантации стентов (табл. 3).

В целом оптимальная имплантация стента была достигнута у всех пациентов. Большие осложнения наблюдались у 1 больного в виде острого тромбоза стента, который спровоцировал развитие инфаркта миокарда и потребовал дополнительных вмешательств.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Диффузные поражения коронарного русла представляют большую проблему для хирургического лечения, поскольку выполнение реваскуляризирующих операций методом АКШ без сочетания с эндартерэктомией не всегда возможно, в то время как выполнение последней часто сопровождается периоперационными осложнениями и увеличением летальности после операции [15].

Кроме того, имеющиеся в литературе сведения о результатах ЧКВ у таких больных также не отличаются высокими показателями эффективности, вследствие развития осложнений, возникающих при выполнении эндоваскулярного вмешательства и связанных с особенностями морфологического поражения сосуда. Так, например, часто не удается определить истинную длину поражения, что приводит к имплантации стента в область бляшки и существенно повышает риск его тромбоза. На фоне наличия множественных стенозов артерия часто полностью «выкладывается» стентами, что также повышает риск развития позднего тромбоза.

В представленной работе был предложен алгоритм диагностики и лечения больных с диффузным атеросклерозом и многососудистым поражением коронарного русла, основанный на комплексном использовании внутрисосудистых методов исследования (ОКТ и

Таблица 3  
Непосредственные результаты стентирования пациентов

Table 3  
Immediate results of patients stenting

Данные оптической когерентной томографии	Значение
Средняя минимальная площадь просвета артерии в зоне стентирования, мм <sup>2</sup>	$9,23 \pm 1,1$
Мальпозиция, абс., %	28 (45,2%)
Диссекция Тип А, абс., % Тип В, абс., %	10 (16,1) 4 (6,5)
Осложнения	
Инфаркт миокарда, абс., %	1 (1,6)
Нарушение мозгового кровообращения, абс., %	0
Острый тромбоз стента, абс., %	1 (1,6)
Смерть, абс., %	0

измерения ФРК), позволяющий дифференцированно подходить к оценке каждого стеноза пораженной артерии.

Основное внимание в предложенном алгоритме было уделено особенностям измерения ФРК, которое выполнялось последовательно между стенозами путем протяжки датчика, начиная с дистального сегмента. При этом первоначально стентировали самый дистальный гемодинамически значимый стеноз, а далее выполняли повторное измерение ФРК и решали вопрос о необходимости стентирования других стенозов. Стентирование диффузно измененной магистральной артерии выполнялось под контролем ОКТ, которая позволяла оценить результаты имплантации, а также подобрать оптимальную зону имплантации стента.

Благодаря предложенному алгоритму и использованию внутрисосудистых методов исследования нам удалось наблюдать достоверные различия в количестве значимых стенозов целевых артерий после измерения ФРК, по сравнению с исходными данными ангиографии, что существенно повлияло на дальнейшую тактику лечения и позволило рассматривать таких пациентов, как потенциальных кандидатов для ЧКВ. Применение метода ОКТ в качестве контроля имплантации стента способствовало достижению оптимальной имплантации стентов у всех пациентов и низкой частоте осложнений, которые наблюдались у 1 (1,6%) больного. При этом полная функциональная реваскуляризации миокарда, подтвержденная данными измерения ФРК, была достигнута в 88,7% случаев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, комплексное использование внутрисосудистых методов исследования (ОКТ и измерение ФРК) позволяет дифференцированно подходить к оценке каждого стеноза пораженной артерии у больных с диффузным и многососудистым поражением коронарного русла, добиться высокой частоты полной реваскуляризации миокарда, а также сокращения количества необоснованных вмешательств и интраоперационных осложнений.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Сигаев И.Ю., Керен М.А. Показания, критерии, выбор метода реваскуляризации миокарда: данные европейских и российских клинических рекомендаций. *Креативная кардиология*. 2018;12(2):167–76. <http://doi.org/10.24022/1997-3187-2018-12-2-167-176>
2. Козловская И.Л., Лопухова В.В., Булкина О.С., Карпов Ю.А. Новые европейские рекомендации по миокардиальной реваскуляризации: позиции ЧКВ при стабильной ИБС.

*Доктор.Ру*. 2019;2(157):6–11. <http://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-157-2-6-11>

Kozlovskaja IL, Lopuhova VV, Bulkina OS, Karpov YuA. New European guidelines for myocardial revascularization: PCI positions in stable coronary artery disease. *Doctor.Ru*. 2019;2(157):6–11. (In Russ.) <http://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-157-2-6-11>

3. Алекаян Б.Г., Григорьян А.М., Стаферов А.В., Карапетян Н.Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2019 год. *Эндоваскулярная хирургия. Специальный выпуск*. 2020;2(7):5–230. <https://doi.org/10.24183/2409-4080-2020-7-2S>

Alekjan BG, Grigor'jan AM, Staferov AV, Karapetjan NG. Endovascular diagnosis and treatment of heart and vascular diseases in the Russian Federation – 2019. *Russian Journal of Endovascular surgery. Special issue*. 2020;2(7):5–230. (In Russ.) <https://doi.org/10.24183/2409-4080-2020-7-2S>

4. Кононец Е.Н. Сложные формы поражения коронарного русла и их влияние на прогноз. *Медицинский совет*. 2017;12:196–201. <http://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-12-196-201>

Kononets EN. Complex forms of coronary lesions and their impact on prognosis. *Medical advice*. 2017;12:196–201. (In Russ.) <http://doi.org/10.21518/2079-701X-2017-12-196-201>

5. Madhavan MV, Tarigopula M, Mintz GS, Maehara A, Stone GW, Genereux P. Coronary artery calcification: pathogenesis and prognostic implications. *J Am Coll Cardiol*. 2014;63(17):1703–14. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.01.017>

6. Черняк А.А., Дешко М.С., Снежицкий В.А., Янушко А.В., Максимчик А.В. Чрескожные коронарные вмешательства: внутрисосудистые методы визуализации и измерение внутрикоронарной гемодинамики. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2020;5(18):513–522. <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-5-513-522>

Chernjak, AA, Deshko MS, Snezhickij VA, Janushko AV, Maksimchik AV. Percutaneous coronary interventions: intravascular imaging and measurement of intracoronary hemodynamics. *Journal of Grodno State Medical University*. 2020;5(18):513–522. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.25298/2221-8785-2020-18-5-513-522>

7. Papafakis MI, Muramatsu T, Ishibashi Y, Bourantas CV, Fotiadis DI, Brilakis ES, 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):377–380. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2017.03.163>

8. Ермолаев П.А., Храмых Т.П., Вяльцин А.С. Оптическая когерентная томография при пограничных поражениях коронарных артерий. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2019;23(3):47–56. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-3-47-56>

Ermolaev PA, Hramyh TP, Vjal'cin AS. Optical coherence tomography for borderline lesions of the coronary arteries. *Circulation pathology and cardiac surgery*. 2019;23(3):47–56. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2019-3-47-56>

9. Lee CH, Hur SH. Optimization of Percutaneous Coronary Intervention Using Optical Coherence Tomography. *Korean Circ J*. 2019;49(9):771–793. <http://doi.org/10.4070/kcj.2019.0198>

10. Nguyen P, Seto A. Contemporary practices using intravascular imaging guidance with IVUS or OCT to optimize percutaneous coronary intervention. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2020;18(2):103–115. <http://doi.org/10.1080/14779072.2020.1732207>

11. 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):823–829. <https://doi.org/10.4244/EIJV8I7A125>

12. Jiang Y, He LP, Gong R, Lei GT, Wu YQ. 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. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000014300>

13. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano Ch, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuisset T, Agewall S, Dickstein K, Edvardsen T, Escaned J, Gersh BJ, Svitil P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *European Heart Journal*. 2020;3(41):407–477. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>

14. De Bruyne B, Fearon WF, Pijls NH, Barbato E, Tonino P, Piroth Z. Fractional flow reserve-guided PCI for stable coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2014;37(13):1208–1217. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1408758>

15. Бабунашвили А.М., Карташов Д.С., Бабокин 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. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-42-50>

Babunashvili AM, Kartashov DS, Babokin VE, Ozashvili IG, Judin IE. 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.) <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-42-50>

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Максимкин Даниил Александрович**, к. м. н., доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов (Москва, Россия). <http://orcid.org/0000-0002-3593-436X>

**Боливоги Жак Маоро**, аспирант кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов (Москва, Россия). <http://orcid.org/0000-0003-4151-2187>

**Файбушевич Александр Георгиевич**, к. м. н., доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом детской хирургии, Медицинский институт Российского университета дружбы народов (Москва, Россия). <http://orcid.org/0000-0003-1933-6842>

**Чепурной Александр Геннадиевич**, ассистент кафедры сердечно-сосудистой хирургии факультета непрерывного медицинского образования, Медицинский институт Российского университета дружбы народов (Москва, Россия). <http://orcid.org/0000-0003-3286-7509>

**Шугушев Заурбек Хасанович**, д. м. н., доцент, заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии факультета непрерывного медицинского образования, Медицинский институт Российского университета дружбы народов (Москва, Россия). <http://orcid.org/0000-0002-5335-5062>

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## AUTHOR CREDENTIALS

**Daniil A. Maximkin**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Surgery and Pediatric Surgery, Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0002-3593-436X>

**Jacques M. Bolivogui**, Postgraduate student of the Department of Hospital Surgery and Pediatric Surgery, Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0003-4151-2187>

**Alexander G. Faybushevich**, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Hospital Surgery and Pediatric Surgery, Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0003-1933-6842>

**Alexander G. Chepurnoy**, Assistant of the Department of Cardiovascular Surgery, Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0003-3286-7509>

**Zaurbek Kh. Shugushev**, Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Cardiovascular Surgery, Medical institute, Peoples' Friendship University of Russia (Moscow, Russian Federation). <http://orcid.org/0000-0002-5335-5062>

**Funding:** the study was not sponsored.

**Conflict of interest:** none declared.