ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ХИРУРГИИ ИМЕНИ А.В. ВИШНЕВСКОГО» МИНИСТЕРСТВА
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

АТРОШЕНКО ВЯЧЕСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ

СТРАТЕГИЯ ОТЛОЖЕННОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ МОМЕНТАЛЬНОГО РЕЗЕРВА КРОВОТОКА В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ НАБЛЮДЕНИЯ

3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия
(медицинские науки)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
академик РАН, доктор медицинских наук,
профессор Алекян Б.Г.

Москва, 2026

ОГЛАВЛЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ 3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 10
1.1 Эпидемиология и социально-экономическая значимость ишемической болезни сердца 10
1.2 Верификация ишемии миокарда 11
1.2.1 Неинвазивные методы диагностики 13
1.2.2 Инвазивные методы диагностики 15
1.2.2.1 Внутрисосудистая визуализация 17
1.2.2.2 Функциональная оценка коронарного кровообращения 20
1.2.2.3 Клинические рекомендации по функциональной оценке коронарного русла 27
1.3 Реваскуляризация миокарда у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла 28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ 35
2.1 Дизайн исследования 35
2.2 Методы исследования и лечения 38
2.2.1 Коронарография 39
2.2.2 Измерение моментального резерва кровотока 41
2.2.3 Чрескожное коронарное вмешательство 41
2.3 Клиническая характеристика пациентов 43
2.4 Ангиографическая характеристика пациентов 45
2.5 Статистический анализ 48
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 49
3.1 Госпитальные результаты лечения больных 49
3.2 Отдаленные результаты лечения 49
3.3 Факторы риска реваскуляризации целевой артерии в отдаленном периоде наблюдения 53
3.4 Контрольная коронарография и измерение моментального резерва кровотока в целевой артерии 56
3.5 Клинический пример 1 58
3.6 Клинический пример 2 63
3.7 Клинический пример 3 67
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ 71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 82
ВЫВОДЫ 86
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 87
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 88
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ 90
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 105

ВВЕДЕНИЕ

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) занимают лидирующую позицию по смертности во всем мире [77]. Самым распространенным заболеванием среди ССЗ является ишемическая болезнь сердца (ИБС) [89]. По данным Росстата на 2021 год насчитывалось 933 986 человек, погибших от ССЗ, что составило 38% всех случаев смерти. Более половины из этих смертей (54,4%) приходится на ИБС [4]. При этом частота выявления многососудистого поражения коронарного русла может достигать 30–50% при выполнении селективной коронарографии [87]. Так, в исследовании CASS (Coronary Artery Surgery Study) была отмечена тенденция к снижению выживаемости при увеличении количества пораженных коронарных бассейнов: двенадцатилетняя выживаемость у пациентов с поражением двух коронарных бассейнов составила 59%, а уже при поражении трех коронарных бассейнов – 40% ($p < 0,0001$) [42].

На сегодняшний день выбор стратегии лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла основывается на шкале SYNTAX score [94]. Данная шкала отображает тяжесть ангиографического поражения коронарного русла с учетом всех сужений, степень которых ≥ 50%. Однако с внедрением в клиническую практику методов функциональной оценки коронарного русла (измерение фракционного резерва кровотока (ФРК) или моментального резерва кровотока (мРК)) стратегия лечения данных пациентов может меняться в связи с тем, что данные методы способны выявить сужения, которые не приводят к ишемии миокарда. В крупных многоцентровых рандомизированных клинических исследованиях DEFINE-FLAIR и iFR SWEDEHEART была доказана эффективность и безопасность реваскуляризации миокарда под контролем мРК и ФРК, однако в данных работах многососудистое поражение имели всего 39% пациентов [39]. Позже, в 2022 году, были представлены результаты исследования FAME 3, в котором были показаны годовые результаты лечения пациентов с многососудистым поражением

коронарного русла под контролем ФРК [45]. В данном исследовании было продемонстрировано, что чрескожное коронарное вмешательство под контролем ФРК не уступает коронарному шунтированию (КШ) в отношении больших сердечно-сосудистых событий. Однако, согласно исследованиям DEFINE-FLAIR и iFR SWEDEHEART, при измерении ФРК нежелательные побочные эффекты, такие как одышка, боли за грудиной, бронхоспазм и желудочковая аритмия, отмечались более чем у 30% пациентов [29, 48]. Измерение ФРК при многососудистом или тандемном поражении коронарного русла потребует более частого введения гиперемических препаратов, что значительно увеличивает риск возникновения интраоперационных осложнений [63]. Таким образом, применение мРК у данной группы пациентов является более рациональным и безопасным. Однако на сегодняшний день отсутствуют крупные рандомизированные исследования, демонстрирующие отдаленные клинические результаты у больных с многососудистым поражением коронарных артерий, реваскуляризация которых была основана на показателе мРК с учетом контрольной коронарографии и функциональной оценки коронарного русла в ранее гемодинамически незначимых поражениях коронарных артерий.

Цель исследования

Определить стратегию реваскуляризации миокарда больных ИБС с двух- и трехсосудистыми пограничными сужениями коронарных артерий и значением индекса мРК более 0,89 в отдаленном периоде наблюдения.

Задачи исследования

1. Проанализировать и сравнить отдаленные клинические результаты лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, у которых выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда и у которых реваскуляризация миокарда была отложена на основании данных мРК (мРК > 0,89).

2. Оценить функциональную значимость и частоту реваскуляризации пограничных стенозов коронарных артерий со значением мРК > 0,89 в отдаленном периоде наблюдения.

3. Выявить клинические предикторы, которые влияют на частоту реваскуляризации функционально незначимых поражений коронарных артерий в отдаленном периоде наблюдения.

Научная новизна

Впервые в Российской Федерации представлены результаты лечения пациентов с многососудистым пограничным поражением коронарных артерий на основании данных моментального резерва кровотока. Выполнен сравнительный анализ группы пациентов с полной функциональной реваскуляризацией миокарда (ЧКВ) под контролем мРК и группы пациентов, которым реваскуляризация миокарда была отложена на основании данных мРК (мРК > 0,89). Также впервые представлены результаты повторного измерения мРК среди пограничных поражений с исходным значением мРК > 0,89 в отдаленном периоде наблюдения.

Теоретическая и практическая значимость

Полученные в ходе исследования результаты показывают эффективность рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения ИБС с внедрением в клиническую практику инвазивных технологий верификации ишемии миокарда. Анализ отдаленных результатов лечения пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарных артерий на основании данных мРК не выявил статистически значимой разницы между группами пациентов, которым выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда и у которых реваскуляризация была отложена ввиду отсутствия гемодинамически значимых сужений (мРК > 0,89) в отношении больших сердечно-сосудистых событий. Контрольная госпитализация пациентов в отдаленном периоде позволила своевременно выявить гемодинамически значимые поражения КА с последующей

их реваскуляризацией с целью снижения частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий.

Положения, выносимые на защиту

1. Стратегия лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла на основании данных моментального резерва кровотока является безопасной в отношении больших сердечно-сосудистых осложнений.
2. Контрольная коронарография с измерением мРК в отдаленные сроки среди пациентов с полной функциональной реваскуляризацией миокарда может выявить гемодинамически значимые поражения коронарных артерий, что позволит выполнить своевременную реваскуляризацию миокарда.
3. Сахарный диабет оказывает неблагоприятное влияние на гемодинамически незначимые поражения коронарных артерий (мРК > 0,89) в отдаленном периоде наблюдения.
4. Отложенная реваскуляризация миокарда на основании данных мРК является безопасной стратегией в отношении частоты выявления инфаркта миокарда.

Внедрение в практику

Результаты работы внедрены в клиническую практику отдела рентгенэндоваскулярной хирургии ФГБУ НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Министерства здравоохранения Российской Федерации, а также могут быть использованы в центрах, занимающихся хирургическим и рентгенэндоваскулярным лечением больных ИБС.

Апробация результатов исследования

Материалы диссертационного исследования представлены и обсуждены на:

1. XXV Московском международном конгрессе по рентгенэндоваскулярной хирургии «МРК РОССИЯ 2023», г. Москва, 2023 г.

2. Третьей Всероссийской научно-практической конференции «Визуализация и физиология в рентгенэндоваскулярной хирургии сердечно-сосудистых заболеваний», г. Москва, 2024 г.

3. XXVI Московском международном конгрессе по рентгенэндоваскулярной хирургии «МРК РОССИЯ 2024», г. Москва, 2024 г.

4. Четвертой Всероссийской конференции молодых ученых «Современные тренды в хирургии и лучевой диагностике», г. Москва, 2025 г.

5. Четвертой Всероссийской научно-практической конференции «Визуализация и физиология в рентгенэндоваскулярной хирургии сердечно-сосудистых заболеваний», г. Москва, 2025 г.

6. XXVII Московском международном конгрессе по рентгенэндоваскулярной хирургии «МРК РОССИЯ 2025», г. Москва, 2025 г.

Публикации результатов исследования

По теме диссертационного исследования опубликованы 3 научные работы в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации, и 1 глава в Национальном руководстве по рентгенэндоваскулярной хирургии под редакцией Б.Г. Алекяна.

Публикации:

1. Тенденции применения моментального резерва кровотока у больных ишемической болезнью сердца в клинической практике / Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Атрошенко В.В. // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. – 2023. – Т. 65. – № 6. – С. 671–681. DOI: 10.24022/0236-2791-2023-65-6-671-681

2. Отдаленные результаты лечения пациентов с ишемической болезнью сердца и многососудистым поражением венечных артерий под контролем моментального резерва кровотока / Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Атрошенко В.В., Навалиев Ю.М. // Эндоваскулярная хирургия. – 2024. – Т. 11. – № 4. – С. 422–434. DOI: 10.24183/2409-4080-2024-11-4-422-434

3. Изменение стратегии реваскуляризации миокарда с внедрением современных стентов, внутрисосудистых методов визуализации и физиологии

венечного кровоснабжения / Алекян Б.Г., Мелешенко Н.Н., Атрошенко В.В. // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2025. – Т. 80. – № 2. – С. 121–130. DOI: 10.15690/vramn17976

Личный вклад автора в получение результатов исследования

Автор самостоятельно выполнил сбор и анализ современной литературы по теме диссертационного исследования, участвовал в отборе больных, в проведении хирургических операций, а также в послеоперационном наблюдении за пациентами. Более чем у половины пациентов автор лично выполнил селективную коронарографию с измерением мРК, ассистировал при проведении практически всех операций ЧКВ, а также самостоятельно выполнял ЧКВ у ряда пациентов. Автор составил единую базу данных, проводил статистическую обработку полученных результатов, самостоятельно написал все разделы диссертации, подготовил к публикации печатные работы и выступал с устными докладами на конференциях.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствуют формуле специальности 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки), области науки 3. Медицинские науки, направление исследований:

- п. 4. Заболевания коронарных артерий.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 108 страницах машинописного текста и состоит из введения, 4 глав (обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов исследования, обсуждения), заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа иллюстрирована 7 таблицами, 13 рисунками. Список литературы включает 112 источников, из них 13 отечественных и 99 иностранных.

Работа выполнена в отделе рентгенэндоваскулярной хирургии (руководитель – академик РАН, профессор Б.Г. Алекян) в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского» МЗ РФ.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Эпидемиология и социально-экономическая значимость ишемической болезни сердца

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются причиной около трети смертей во всем мире [77]. При этом первое место по распространенности занимает ишемическая болезнь сердца (ИБС) [89]. По данным исследования Global Burden of Disease «Глобальное бремя болезней» (GBD) в 2015 году было зарегистрировано около 422,7 миллиона случаев заболеваний и 17,92 миллиона смертей, связанных с данной патологией. Как и по распространенности, ИБС была основной причиной смертности как во всем мире, так и в каждом отдельном его регионе. В 2020 году насчитывалось около 244 миллионов человек, страдающих данным заболеванием, при этом 9 миллионов из них умерли.

Данная тенденция по заболеваемости сохраняется и на территории Российской Федерации. По данным Росстата на 2021 год насчитывалось 933 986 человек, погибших от ССЗ, что составило 38% всех случаев смерти. Более половины из этих смертей (54,4%) приходится на ИБС [4]. Важно отметить большую социальную значимость данной проблемы, так как 15% умерших были трудоспособного возраста. По данным Российского регистра около половины всех пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) имели инфаркт миокарда (ИМ) как первичное проявление ИБС. Согласно данным Британского общества сердечно-сосудистых вмешательств «British Cardiovascular Intervention Society» (BCIS), среди пациентов с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST (ОКСбпST) в 30–50% случаев выявляется многососудистое поражение коронарных артерий (КА) при выполнении первичной коронарографии [87]. Количество пораженных бассейнов коронарного русла значительно влияет на выживаемость, что подтверждается в исследовании CASS (Coronary Artery Surgery Study) [42]. В исследовании принимало участие 23 467 пациентов.

Средний период наблюдения составил 12 лет. По результатам наблюдения 12-летняя выживаемость пациентов с поражением одного коронарного бассейна составила 74%, двух – 59%, трех – 40% ($p < 0,0001$).

Распространенность ИБС среди населения напрямую зависит от возраста. В возрасте 45–64 лет она варьирует от 5 до 7%, в то время как в возрасте от 65 до 85 лет этот показатель составляет уже 10–14% [8, 9]. Таким образом, если к 2030 году прогнозируется увеличение продолжительности жизни населения, то доля пожилых людей будет возрастать. В свою очередь это повлечет за собой увеличение случаев заболеваемости и смертей от ССЗ, что составит около 23,6 миллиона [69].

Сердечно-сосудистые заболевания имеют большое социально-экономическое значение [10]. Значительное количество бюджетных средств приходится как на само лечение, так и на пособия пациентам с инвалидностью, приобретенной в связи с данной группой заболеваний. Кроме этого, ущерб в экономике может быть связан со снижением производительности труда и преждевременной смертностью [105]. Так, на 2016 год экономический ущерб для валового внутреннего продукта (ВВП) РФ составил 3,2%. Среди ССЗ первое место занимает ИБС, на ее долю приходится около 1,3% ВВП. Как следствие, большие затраты на лечение приводят к снижению ожидаемого экономического роста страны [15].

1.2 Верификация ишемии миокарда

Первым шагом в диагностике ИБС является тщательный и подробный сбор анамнеза. Наиболее характерными клиническими признаками стенокардии являются боль и чувство дискомфорта за грудиной, однако следует подчеркнуть, что у многих пациентов данные симптомы могут отсутствовать или иметь атипичный характер. Также симптомы заболевания могут изменяться в зависимости от возраста, пола и социально-экономического положения пациента. Ряд исследований показывает, что лишь у 10–25% пациентов отмечается

классическая картина стенокардии, в 10–15% случаев наблюдается изолированная одышка при физической нагрузке, в то время как в 57–78% случаев клиника может быть в меньшей степени характерна для ИБС или полностью отсутствовать [36, 37]. В свою очередь, отсутствие клиники стенокардии не исключает наличия ИБС. Отсутствие болей за грудиной может быть следствием сахарного диабета (СД) с нейропатией, а также встречается у пациентов пожилого возраста с малоподвижным образом жизни. Также наличие болей за грудиной не всегда является клиническим проявлением обструктивного поражения венечных артерий и может относиться к группе заболеваний, не связанных с сердечно-сосудистой патологией.

Диагностика ИБС основана на интерпретации симптомов и факторов риска; также учитываются возраст, пол пациента и наличие сопутствующих заболеваний. Эти факторы необходимо учитывать при выборе наиболее подходящего метода диагностики. В качестве вспомогательного инструмента при выборе метода диагностики обструктивного поражения КА используются таблицы предтестовой вероятности (ПТВ) ИБС. Они объединяют ряд вышеописанных факторов и дают рекомендации по выбору диагностических тестов.

Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов (ЕОК) от 2024 года по хроническому коронарному синдрому, после оценки вероятности ИБС дальнейшая тактика диагностического тестирования зависит от клинической картины, общего состояния, сопутствующих заболеваний и предпочтений пациента. Так, при низкой и умеренной клинической вероятности развития ИБС рекомендовано выполнение компьютерной томографии (КТ) сердца, при умеренной и высокой вероятности рекомендовано выполнение неинвазивных визуализирующих методов диагностики (магнитно-резонансная томография сердца (МРТ), стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ), сцинтиграфия миокарда и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ)), а при высокой вероятности – коронарография (КАГ).

1.2.1 Неинвазивные методы диагностики

Выявление ишемии миокарда или атеросклероза коронарных артерий с помощью различных методов визуализации является ключевым фактором при выборе оптимальной стратегии лечения ИБС. Наиболее предпочтительным подходом в диагностике ИБС является использование неинвазивных методов диагностики [5, 13]. В современной клинической практике большое значение в диагностике ИБС имеют такие методы, как стресс-ЭхоКГ, мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) коронарных артерий, ОФЭКТ, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), МРТ с фармакологическим стресс-тестом (стресс-МРТ), сцинтиграфия миокарда. Важно отметить, что выбор первичного неинвазивного визуализирующего метода диагностики основывается не только на ПТВ ИБС, но и на технических возможностях медицинского центра и уровне квалификации специалистов [61, 64, 88].

Стресс-ЭхоКГ является наиболее широко распространенным методом верификации ИБС с лучшим соотношением стоимости и эффективности. Она позволяет выявить зоны ишемии за счет определения аномалий систолического утолщения стенки миокарда без применения ионизирующего излучения [106]. Недостатки стресс-ЭхоКГ связаны с тем, что метод напрямую зависит от уровня квалификации специалиста и возможности визуальной оценки нарушений локальной сократимости.

Согласно рекомендациям ЕОК от 2024 года, пациентам с умеренной или высокой вероятностью ИБС рекомендуется выполнить КТ коронарных артерий в качестве первой линии верификации обструктивной ИБС. На сегодняшний день КТ обладает высоким разрешением, что позволяет оценить стеноз венечной артерии и состав бляшки в течение одного сердечного цикла с применением низкой дозы радиации (3–5 мЗв) [23, 96, 109]. Однако этот метод имеет свои нюансы. КТ требует внутривенного введения высококонцентрированного йодсодержащего контрастного вещества, а также из-за высокой частоты сердечных сокращений и выраженных кальцинированных бляшек часто

возникают артефакты, которые мешают выполнить правильную оценку коронарного русла [38]. Следует отметить, что внутривенное введение контрастного вещества, используемого для КТ-ангиографии, вызывает острое повреждение почек лишь в 5,6% случаев, в то время как при КАГ – 13,2% (p = 0,02) [92].

В ряде специализированных клинических центров возможно выполнение МРТ сердца на свободном дыхании. Это исследование позволяет выявить стенозы КА, а также определить наличие сосудистого воспаления и тромбозов [74, 97]. Однако МРТ имеет ограничения, связанные с длительностью процедуры и низким пространственным разрешением [38]. Во время процедуры у пациентов может возникнуть приступ клаустрофобии на фоне пребывания в ограниченном пространстве [35]. На сегодняшний день применение МРТ сердца для выявления ИБС в клинической практике остается под вопросом ввиду ее ограниченного разрешения. Однако в будущем МРТ с контрастным усилением может стать альтернативой КТ в качестве неинвазивной оценки коронарного русла [34].

Перфузионная ОФЭКТ и ПЭТ миокарда с функциональными пробами рекомендованы пациентам с умеренным и высоким риском ПТВ ИБС, высокой вероятностью выполнения реваскуляризации миокарда и необходимостью оценки жизнеспособности миокарда [91]. Изображение ОФЭКТ и ПЭТ получается за счет перфузии миокарда радиофармацевтическим препаратом, который определяется в миокарде в состоянии покоя или во время стресс-нагрузки. ПЭТ имеет более высокое качество изображения в сравнении с ОФЭКТ и дает возможность выполнить неинвазивную оценку резерва кровотока [53]. Однако в настоящее время оба этих метода редко используются в клинической практике из-за их малой доступности и дороговизны. Также при введении радиофармацевтических препаратов периодически отмечаются такие побочные эффекты, как сыпь, покраснение кожи, различные сердечно-сосудистые реакции (гипотензия, анафилактоидные реакции) с частотой 2,1–3,1 на 100 000 введений [95].

1.2.2 Инвазивные методы диагностики

На сегодняшний день КАГ является эталонным методом выявления и оценки сужений венечных артерий, поскольку остается неотъемлемой процедурой для визуализации венечных артерий с целью определения последующей стратегии лечения [50]. КАГ является инвазивным методом и предполагает использование йодсодержащего контрастного вещества и воздействие ионизирующего излучения. Как отмечалось ранее, по данным исследования CAD-Man, КАГ приводит к более частому острому повреждению почек, связанному с введением контрастного вещества, чем при выполнении КТ [92]. Частота осложнений во время КАГ без чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) составила 1,9%, а во время КТ – 0,5% (ОШ 0,26; 95% ДИ 0,13–0,55). Частота больших сердечно-сосудистых осложнений в группе КТ составила 2,1%, в группе КАГ – 3,0% (p = 0,10).

Что касается верификации ишемии миокарда и оценки степени сужения венечных артерий по данным КАГ, то и этот метод имеет ряд недостатков. В первую очередь это различная интерпретация ввиду субъективной оценки сужения КА операторами [20, 22, 101, 107]. Проблемы в интерпретации сужений КА могут возникать вследствие наличия эксцентрической атеросклеротической бляшки (АСБ) и выраженной извитости венечных артерий [50]. Важно отметить, что отсутствие сужений по данным ангиографии венечных артерий не исключает наличия атеросклеротического поражения коронарного русла. Так, на фоне адаптивного расширения коронарной артерии в ответ на образование бляшек возможно положительное ремоделирование артерии (феномен Глагова) за счет растяжения эластической мембраны артерии [65]. В таком случае ангиографически просвет артерии остается без изменений, несмотря на наличие значительной атеросклеротической массы. Положительное ремоделирование является распространенным явлением при раннем атеросклеротическом поражении венечных артерий, которое может привести к разрыву бляшки и острому тромбозу КА [66].

На сегодняшний день, согласно последним рекомендациям Российского кардиологического общества (РКО) и ЕОК от 2024 года, выполнение КАГ у пациентов со стабильной ИБС показано в случае наличия выраженной клиники стенокардии (III-IV функциональный класс), наличия признаков ишемии по данным неинвазивного стресс-тестирования или в случае высокого риска ССО, несмотря на проводимую оптимальную медикаментозную терапию (ОМТ) [106, 111]. Согласно рекомендациям, реваскуляризация миокарда по данным КАГ у пациентов со стабильной ИБС допустима только в случае выявления стеноза более 90%. В любом ином случае ишемия миокарда должна быть доказана неинвазивными методами диагностики либо инвазивными исследованиями, такими как внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ), оптическая когерентная томография (ОКТ), измерение фракционного или моментального резерва кровотока (ФРК/мРК).

С момента выполнения первой КАГ доктором F. Sones прошло более 70 лет. Несмотря на все ранее описанные недостатки КАГ, она является «золотым стандартом» в диагностике ИБС, особенно у пациентов с ОКС. Однако в настоящее время одних лишь ангиографических данных недостаточно для принятия решения о реваскуляризации миокарда у пациентов со стабильной ИБС. В таком случае при отсутствии ишемии, доказанной неинвазивными тестами, во время ангиографии венечных артерий хирург может использовать дополнительные методы исследования. Так, при выявлении «пограничных» стенозов, степень сужения которых находится в диапазоне от 40% до 89%, для определения показаний к реваскуляризации рекомендуется измерение ФРК или мРК [18, 58]. При наличии стеноза ствола левой коронарной артерии (ЛКА) или проксимального сегмента передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) возможно проведение ВСУЗИ или ОКТ для оценки площади просвета и морфологии бляшки [28, 108].

1.2.2.1 Внутрисосудистая визуализация

На сегодняшний день основными методами внутрисосудистой визуализации являются ВСУЗИ и ОКТ. Они позволяют оценить состав бляшки, протяженность поражения и минимальную площадь просвета КА. На основе полученных данных можно выявить как показания к реваскуляризации миокарда, так и данные, необходимые для выбора оптимального диаметра и размера стента [103]. ВСУЗИ было первой катетерной технологией, которая стала применяться для внутрисосудистой визуализации. Первые снимки были получены в 1980-х годах [75]. Датчик ВСУЗИ имеет пьезоэлектрический преобразователь, который излучает ультразвуковые волны. Отраженные от сосудистой стенки волны возвращаются к преобразователю, где создается электрический импульс, преобразуемый в изображение. В сравнении с ОКТ ВСУЗИ имеет более низкое пространственное разрешение, но большую проникающую способность, что позволяет оценить все слои стенки сосуда, включая атеросклеротическое поражение [90].

По данным ВСУЗИ, показанием к реваскуляризации ствола ЛКА для западной популяции пациентов является минимальная площадь просвета менее 6,0 мм^2 [32]. Так, в многоцентровом исследовании Jose M. et al. принимало участие 331 пациент. В группу 1 (n=152) вошли пациенты со стенозом ствола ЛКА и площадью просвета менее 6 мм^2, которым была выполнена реваскуляризация миокарда, в группе 2 (n=179) площадь ствола ЛКА была более 6 мм^2 и реваскуляризация была отложена. Период наблюдения составил 2 года. За период наблюдения частота свободы от больших сердечно-сосудистых событий в группе 1 составила 97,7%, в группе 2 – 94,5% (p = 0,5). Частота свободы от сердечно-сосудистых осложнений составила 87,3% и 80,6% соответственно. Однако минимальная площадь просвета ствола ЛКА как показание к реваскуляризации миокарда варьирует в зависимости от этнической принадлежности пациентов. Для азиатской популяции пациентов показанием к реваскуляризации ствола ЛКА может быть площадь просвета менее 4,5 мм^2 [80].

Метод ВСУЗИ играет важную роль как в качестве диагностического мероприятия до реваскуляризации миокарда, так и после имплантации стента. После прямой реваскуляризации миокарда выполнение данного исследования способно выявить наличие краевых диссекций, протрузии бляшек, мальаппозиции и зон недораскрытия стента. Выявление и устранение данных осложнений значительно снижает риски тромбоза и рестеноза стента. Метаанализ Darmoch F. с соавт. демонстрирует значительное преимущество ЧКВ под контролем ВСУЗИ в сравнении с ЧКВ под контролем лишь ангиографии [27]. В работу были включены 19 исследований, объединивших 27 610 пациентов. Согласно дизайну исследования, пациенты были разделены на две группы. В группу 1 было включено 11 513 пациентов, которым выполнялось стентирование КА под контролем ВСУЗИ, в группу 2 – 16 097 пациентов, которым выполнялось ЧКВ под контролем ангиографии. Результаты исследования продемонстрировали достоверное снижение частоты сердечно-сосудистой смерти ($p < 0,00001$), инфаркта миокарда ($p < 0,0007$), повторной реваскуляризации ($p = 0,007$) и тромбоза стента ($p = 0,0006$) в отдаленном периоде наблюдения.

Метод ОКТ имеет обширное применение в различных областях медицины. Впервые он был использован в офтальмологии для диагностики патологий сетчатки. В 1991 году D. Huang et al. стали применять этот метод в эндоваскулярной хирургии in vivo. ОКТ основана на инфракрасном излучении с длиной волны 1300 нм. Метод обеспечивает самое высокое разрешение, но меньшую глубину проникновения. Инфракрасный свет не проходит через гемоглобин. Таким образом, во время исследования требуется полное изгнание крови из исследуемого сегмента артерии контрастным веществом [73]. Благодаря высокому разрешению, по данным ОКТ можно выявить недораскрытие и мальаппозиции стента, тромбы, диссекции, оценить покрышку АСБ и протяженность атеросклеротического поражения, а также возможно отличить неоатеросклероз от неоинтимы [60]. Детальная визуализация просвета КА с помощью ОКТ имеет большое прогностическое значение при лечении пациентов с ИМ. Исследование венечных артерий с помощью данного метода позволяет

выявить инфаркт-зависимую артерию в случае ее диссекции или эмболии [59]. В крупном исследовании Jiang S. et al. изучалась прогностическая ценность ОКТ для выявления предикторов неблагоприятных сердечных событий у пациентов с ОКС [57]. В исследование было включено 883 пациента, которым было выполнено ЧКВ инфаркт-зависимой артерии. После имплантации стента пациентам выполнялась ОКТ всех крупных эпикардиальных артерий со стенозом не менее 30%. Средняя степень сужения КА составила 43,8% ± 13,4%. Первичной конечной точкой был кумулятивный показатель частоты сердечной смерти, нефатального ИМ и частоты незапланированной реваскуляризации миокарда, не связанной с инфаркт-зависимой КА. Медиана наблюдения составила 3,3 года. За период наблюдения частота выявления первичной конечной точки составила 7,2%. В исследуемой группе пациентов независимыми факторами, которые приводили к первичной конечной точке, являлись наличие фиброатеромы с тонкой покрышкой и минимальная площадь просвета артерии менее 3,5 мм^2.

Применение ОКТ в качестве диагностического мероприятия для оптимального выбора размера стента было изучено в крупном исследовании ILUMIEN IV [14]. В исследовании принимало участие 2487 пациентов с ИБС. В группе 1 (n=1233) выполнялось ЧКВ по протоколу ОКТ. Данный протокол подразумевал обязательное ОКТ-исследование до имплантации стента с целью определения оптимального размера стента, а также обязательное выполнение контрольной ОКТ после имплантации стента для выявления зон недораскрытия стента, протрузии бляшки, мальаппозиции и краевых диссекций. В группе 2 (n=1254) выполнялось «стандартное» ЧКВ с последующим выполнением ОКТ после имплантации стента. Первичной конечной точкой была кумулятивная частота осложнений, связанных с целевой артерией (смерть, ИМ, незапланированная реваскуляризация миокарда). Период наблюдения составил 2 года. По данным исследования частота осложнений по оценке Каплана — Мейера в группе 1 составила 7,4%, в группе 2 – 8,2% [ОР 0,90; 95% ДИ от 0,67 до 1,19; p = 0,45]. Также по данным контрольной ОКТ после имплантации было выявлено, что в группе 1 минимальная площадь просвета была статистически больше и

составила 5,72 ± 2,04 мм^2, в группе 2 – 5,36 ± 1,87 мм^2 (средняя разница составила 0,36 мм^2 [95% ДИ от 0,21 до 0,51; p < 0,001]). Таким образом, по данным исследования, применение ОКТ до имплантации стента привело лишь к увеличению минимальной площади просвета артерии в зоне имплантации, не оказав достоверного влияния на частоту осложнений, связанных с целевой артерией.

1.2.2.2 Функциональная оценка коронарного кровообращения

Первые работы, посвященные изучению функциональной оценки коронарного русла, были представлены в начале девяностых годов рядом таких авторов, как Pijls, K.L. Gould, B. De Bruyne et al. [49, 86]. На основе их трудов был разработан и позже введен в клиническую практику метод оценки фракционного и моментального резерва коронарного кровотока. Измерение коронарного резерва стало возможным благодаря изобретению датчика измерения давления. В 1991 году был впервые разработан волоконно-оптический проводник 0,018 дюйма, а уже в 1993 году представлен пьезоэлектрический датчик 0,014 дюйма, который по сей день рутинно применяется в рентгеноперационных для измерения ФРК и мРК [30, 41].

ФРК рассчитывается как отношение показателей давления на датчике дистальнее стеноза (Pd) к давлению проксимальнее стеноза (Pa) во время максимальной гиперемии миокарда $= \frac{\mathrm{Pd}}{\mathrm{Pa}}$[82]. Гиперемия миокарда достигается путем введения таких препаратов, как папаверин или аденозин. Введение этих препаратов во время измерения ФРК необходимо для создания условий минимального сосудистого сопротивления.

DEFER (Deferral Versus Performance of PTCA) – первая работа, которая продемонстрировала значимость применения ФРК у больных со стабильной ИБС [112]. Она проводилась в период с 1997 по 1998 год. Исследование показало, что выполнение прямой реваскуляризации миокарда пациентам с ИБС при значении индекса ФРК более 0,75 не улучшает отдаленные клинические результаты в

отношении частоты больших сердечно-сосудистых осложнений в сравнении с группой аналогичных пациентов, которым была назначена ОМТ (p = 0,014).

В 2009 году были представлены результаты одного из основных исследований, которое в большей мере способствовало внедрению ФРК в клиническую практику – FAME [84, 99]. Исследование имело ряд ключевых особенностей. Во-первых, была увеличена граница пороговой величины гемодинамической значимости показателя ФРК с 0,75 до 0,80. Данное решение обосновывалось тем, что именно это пороговое значение исключало ишемию в 90% случаев [83, 85, 86]. Во-вторых, при выявлении стеноза со значением ФРК ≤ 0,80 выполнялась прямая реваскуляризация миокарда стентами с лекарственным покрытием. Исследуемая когорта больных имела многососудистое поражение коронарного русла. Согласно дизайну исследования, пациенты были разделены на две группы. В группе 1 реваскуляризация миокарда была основана на показателе ФРК (ФРК ≤ 0,80), в группе 2 ЧКВ выполнялось на основании КАГ. Первичной конечной точкой был кумулятивный показатель частоты выявления кардиальных событий (смерть, ИМ и повторная реваскуляризация миокарда). Через 2 года наблюдения частота выявления первичной конечной точки в группе 1 составила 17,9%, в группе 2 – 22,4% (p = 0,08). Последующий экономический анализ этого исследования показал, что ЧКВ под контролем ФРК у пациентов с многососудистым поражением коронарных артерий приводит к снижению затрат как для медицинской организации, так и для пациента в годовой перспективе [44].

Позже, в 2012 году, были представлены результаты исследования FAME II (Fractional Flow Reserve-Guided PCI versus Medical Therapy in Stable Coronary Disease) [110]. Данная работа была посвящена сравнению стратегий лечения пациентов с ИБС под контролем ФРК. Всем больным выполнялась КАГ с одномоментным измерением индекса ФРК. При выявлении в зоне сужения КА индекса ФРК менее 0,80 пациентов делили на две группы. В группе 1 выполнялась прямая реваскуляризация миокарда стентами с лекарственным покрытием, в группе 2 проводилось консервативное лечение. Период наблюдения составил 5 лет. Первичная конечная точка включала в себя кумулятивный

показатель частоты смерти, ИМ и экстренной реваскуляризации. За период наблюдения частота выявления первичной конечной точки в группе 1 составила 13,9%, в группе 2 – 27% ($p < 0,001$). Данное исследование демонстрирует значительное преимущество ЧКВ под контролем ФРК в сравнении с ОМТ.

В метаанализе Elbadawa A. et al. представлены результаты реваскуляризации «нецелевых» артерий у больных ИМ с подъемом сегмента ST при многососудистом поражении венечного русла под контролем ФРК [40]. В данную работу включено 8195 пациентов из 11 рандомизированных исследований. У 3605 пациентов выполнялось стентирование только инфаркт-зависимой артерии, у 4590 пациентов был имплантирован стент как в инфаркт-зависимую, так и инфаркт-независимую КА. Далее 4590 пациентов были разделены на две группы. В группе 1 (n=3315) выполнялась реваскуляризация «нецелевой» артерии под контролем КАГ, в группе 2 (n=1275) – под контролем ФРК. Средний период наблюдения составил 25,6 месяца. Результаты метаанализа показали, что исследуемая группа больных с «нецелевой» реваскуляризацией миокарда имела более низкую частоту больших неблагоприятных сердечно-сосудистых событий [ОР 0,46; 95% ДИ 0,35–0,59], сердечно-сосудистой смертности [ОР 0,63; 95% ДИ 0,41–0,98] и повторного ИМ [ОР 0,67; 95% ДИ 0,19–0,35]. Однако достоверной разницы между группой 1 и 2 в отношении больших сердечно-сосудистых событий не выявлено [ОР 0,81; 95% ДИ 0,51–1,29].

В 2012 году, когда метод измерения ФРК постепенно внедрялся в клиническую практику, был представлен новый индекс функциональной оценки коронарного русла – мРК. Индекс мРК основан на уравнении Хагена — Пуазейля. Уравнение описывает свойство ламинарного течения вязкой жидкости по цилиндрической трубе с постоянным поперечным сечением в зависимости от типа жидкости и геометрии трубы [79]. Этот закон лег в основу работ K.L. Gould, что позволило ему впервые описать основную концепцию измерения резерва кровотока, не прибегая к гиперемическим препаратам [49]. В своих работах он выявил, что в определенный момент диастолы микрососудистое русло имеет минимальное и стабильное гемодинамическое значение. На сегодняшний день

этот момент диастолы известен как «безволновой период». В начале систолической фазы сердечного цикла происходит быстрое нарастание давления без увеличения скорости кровотока, в этот момент повышается индекс внутрисосудистого сопротивления в коронарных артериях. Далее, после ранней фазы диастолы, в тот момент, когда внутрисосудистое давление снижается, а скорость кровотока увеличивается, происходит быстрое наполнение микроциркуляторного русла [19]. Таким образом, за счет создания физиологической гиперемии коронарного русла, включая микроциркуляцию, индекс коронарного сопротивления минимален и стабилен из-за отсутствия гидродинамических волн.

Исходя из вышесказанного, индекс мРК определяется как отношение давления дистальнее стеноза к давлению проксимальнее стеноза$= \frac{\mathrm{Pd}}{\mathrm{Pa}}$ в «безволновой» период диастолы. Ранние работы, посвященные изучению мРК, были направлены на выявление корреляции ФРК и мРК. Первым многоцентровым экспериментальным исследованием в этой области было ADVISE (Adenosine Vasodilator Independent Stenosis Evaluation) [93]. Оно включало 131 пациента, которым было выполнено измерение мРК в 157 венечных артериях. В ходе исследования была выявлена высокая корреляция между мРК и ФРК, при пороговом значении функциональной значимости стеноза 0,83 и 0,80 соответственно ($p < 0,001$). Однако в последующих работах полученные результаты отличались. В исследовании VERIFY диагностическая точность между мРК и ФРК при значении ≤ 0,80 составила всего 60%, а в диапазоне от 0,60 до 0,90 – всего 51% [21].

Позднее были представлены результаты крупных исследований, которые позволили выявить высокую диагностическую точность мРК, сопоставимую с ФРК. В крупном ретроспективном исследовании RESOLVE диагностическая точность мРК составила около 80%. Однако было отмечено, что при исключении из исследования значений мРК в диапазоне от 0,86 до 0,93 диагностическая точность составила более 90% [55]. На сегодняшний день этот диапазон значений мРК от 0,86 до 0,93 известен как «серая зона». Этот термин применялся в рамках

гибридного подхода мРК-ФРК. Согласно этому подходу, при выявлении индекса мРК в этом диапазоне выполнялось контрольное измерение ФРК; если индекс ФРК был ≤ 0,80, то стенотическое поражение считалось функционально значимым. Впервые данный гибридный протокол был включен в исследование ADVISE II [43]. В этой работе диагностическая точность мРК составила 82%, однако в рамках гибридного протокола точность метода возрастала до 94,2%.

В 2017 году были опубликованы результаты рандомизированных клинических исследований (РКИ) DEFINE-FLAIR (Functional Lesion Assessment of Intermediate Stenosis to Guide Revascularisation) и iFR SWEDEHEART (Evaluation of iFR vs FFR in Stable Angina or Acute Coronary Syndrome) [29, 48]. Они имели схожий дизайн. Целью данных исследований было сравнить результаты реваскуляризации миокарда под контролем мРК (группа 1) и ФРК (группа 2) у пациентов со стабильной формой ИБС и ОКС. Показанием к реваскуляризации миокарда по данным мРК было усредненное значение «серой» зоны, что соответствовало 0,89. Таким образом, стентирование КА выполнялось при выявлении индекса мРК ≤ 0,89 или ФРК ≤ 0,80. Первичная конечная точка была кумулятивным показателем смерти от всех причин, частоты ИМ и незапланированной реваскуляризации миокарда. Через год наблюдения первичная конечная точка в исследовании DEFINE-FLAIR в группе 1 составила 6,8%, в группе 2 – 7,0% ($p < 0,001$), в исследовании iFR SWEDEHEART – 6,7% и 6,1% соответственно ($p = 0,007$). Полученные результаты показали, что в годовой перспективе реваскуляризация миокарда под контролем мРК не уступает ФРК.

В 2023 году Eftekhari A. с соавт. опубликовали крупный метаанализ, в котором сравнивались 5-летние результаты ЧКВ под контролем мРК и ФРК на основании ранее представленных РКИ iFR SWEDEHEART и DEFINE-FLAIR [39]. В анализ было включено 4511 пациентов. В группе 1 (n=2254) выполнялась реваскуляризация под контролем мРК, в группе 2 (n=2257) – под контролем ФРК. Через пять лет наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий в группе 1 составила 21,5%, а в группе 2 – 18,6% (ОР 1,18; 95% ДИ [1,04; 1,34]), общая смертность – 8,3% против 6,3% (ОР 1,34; 95% ДИ [1,08; 1,67]) и частота

незапланированной реваскуляризации – 10,4% против 10,7% соответственно (ОР 0,99; 95% ДИ [0,83; 1,19]). Таким образом, представленные результаты демонстрируют тенденцию к увеличению частоты больших сердечно-сосудистых событий и смертности в группе 1, однако статистически достоверной разницы не выявлено.

Метаанализ Verardi R. et al. демонстрирует результаты ЧКВ под контролем мРК, ФРК и ангиографии [104]. Работа включала 8500 пациентов с ИБС из 8 клинических исследований. Большая часть пациентов имела многососудистое поражение коронарного русла. Реваскуляризация под контролем ФРК была выполнена у 4126 пациентов, под контролем мРК – 2160, под контролем КАГ – 2214. Период наблюдения составил 12 месяцев. За период наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий [ОР 1,04; 95% ДИ 0,56–1,99] и смерти от всех причин [ОР 0,86; 95% ДИ 0,14–4,04] между группами ФРК и мРК не отличалась. Было отмечено снижение частоты незапланированной реваскуляризации миокарда в целевой артерии в группах ФРК и мРК в сравнении с КАГ [ОР 0,68; 95% ДИ 0,46–0,88 и ОР 0,70; 95% ДИ 0,32–0,78 соответственно]. В группе пациентов со стабильной ИБС реваскуляризация миокарда под контролем ФРК и мРК значительно снижала риск развития ИМ в отдаленном периоде по сравнению с КАГ [ОР 0,66; 95% ДИ 0,43–0,98 и ОР 0,79; 95% ДИ 0,38–0,98 соответственно].

На сегодняшний день методы измерения мРК и ФРК являются независимыми технологиями, которые способны верифицировать функционально значимые поражения КА с большой диагностической точностью и при этом имеют одинаковый класс рекомендаций. При сравнении данных инвазивных методов следует отметить, что измерение ФРК требует введения гиперемического препарата, который вводится внутривенно или внутриартериально. Наиболее распространенным препаратом в зарубежной практике является аденозин, на территории РФ более предпочтительным препаратом остается папаверин, который имеет схожий фармакологический эффект [12, 46, 86]. Данные препараты имеют ряд нежелательных побочных эффектов, таких как боль в груди,

одышка, нарушение ритма, гипотензия, бронхоспазм, тошнота и рвота. По данным ранее описанного РКИ DEFINE-FLAIR частота нежелательных побочных эффектов во время выполнения измерения ФРК составила 30,8% (n=385) [29]. Самыми частыми побочными эффектами были одышка (64,9%) и боли за грудиной (23,4%). Также у 8 пациентов (2%) отмечались бронхоспазм и желудочковая аритмия. Во время измерения мРК частота выявления нежелательных побочных эффектов составила всего 3,1% (n=39): 48,7% – боль за грудиной, 33,3% – одышка. Полученная разница между группами пациентов, которым выполнялось измерение ФРК и мРК, в отношении процедуральных осложнений была статистически достоверной ($p < 0,001$). Также было отмечено, что среднее время оперативного вмешательства было значительно меньше в группе мРК, чем в группе ФРК ($p = 0,001$). В исследовании iFR SWEDEHEART о дискомфорте в груди во время процедуры сообщили 3,0% пациентов в группе мРК и 68,3% в группе ФРК ($p < 0,001$) [48]. Также важно отметить, что измерение ФРК при многососудистом или тандемном поражении коронарного русла потребует более частого введения гиперемических препаратов, что значительно увеличивает риск возникновения процедуральных осложнений [63].

У пациентов с ИБС и тяжелым поражением коронарного русла (многососудистые, бифуркационные поражения КА, умеренный или тяжелый кальциноз, а также протяженные поражения длиной более 20 мм) измерение мРК позволяет не только верифицировать функционально значимые стенозы, но также способно выявить остаточную ишемию после имплантации стента. В исследовании DEFINE PCI (Physiologic Assessment of Coronary Stenosis Following PCI) было выявлено, что достижение значения мРК более 0,95 после ЧКВ положительно отражается на отдаленных клинических результатах [56]. В данном исследовании «остаточная» ишемия была отмечена у 24% пациентов со средним значением мРК 0,84 ± 0,06. Результаты годового наблюдения показали, что достижение значений мРК после ЧКВ более 0,95 сопровождается значительным снижением частоты сердечной смерти, ИМ или незапланированной

реваскуляризации целевой артерии по сравнению со значением показателя мРК после ЧКВ менее 0,95 (1,8% против 5,7%; p = 0,04) [81].

1.2.2.3 Клинические рекомендации по функциональной оценке коронарного русла

Измерение функциональной значимости коронарных артерий впервые было рекомендовано для пациентов с ИБС в европейских рекомендациях по реваскуляризации миокарда от 2010 года [33]. На тот момент доказательная база для измерения мРК была недостаточно изучена, поэтому было рекомендовано лишь измерение ФРК. Определение индекса ФРК было показано в том случае, если другие методы верификации ишемии были недоступны (класс рекомендаций I, уровень доказательности А). Через год Американское общество кардиологов также внесло изменения в рекомендации по реваскуляризации миокарда [72]. Согласно этому документу, при выявлении пограничных стенозов было рекомендовано использовать измерение ФРК для принятия решения об их реваскуляризации. Применение ФРК имело класс рекомендаций II и уровень доказательности А. При выявлении гемодинамически значимых стенозов (ФРК ≤ 0,80) рекомендована их реваскуляризация (класс рекомендаций I, уровень доказательности А) [46]. В рекомендациях ЕОК от 2014 года впервые было показано применение ФРК для пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, которым планируется выполнение ЧКВ (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности В) [76].

Начиная с рекомендаций ЕОК по реваскуляризации миокарда от 2018 года впервые было показано применение мРК [78]. Аналогично ФРК, измерение мРК рекомендовано для пациентов с ИБС, у которых результаты стресс-тестов были неинформативны или же отсутствовали (класс рекомендаций I, уровень доказательности А). В 2021 году американские рекомендации также расширили методы инвазивной функциональной оценки коронарного русла и ввели измерение мРК [70]. Согласно данному регламентирующему документу,

измерение мРК/ФРК показано пациентам с пограничными сужениями КА при отсутствии данных об ишемии миокарда (класс рекомендаций I, уровень доказательности А). При выявлении значений мРК > 0,89 или ФРК > 0,80 у пациентов со стабильной ИБС выполнение ЧКВ не рекомендовано (класс рекомендаций III, уровень доказательности А).

В 2024 году ЕОК представило новые рекомендации по ведению больных с хроническим коронарным синдромом [106]. В данном документе были значительно расширены показания к измерению мРК. Аналогично ФРК, измерение мРК показано для пациентов с многососудистым поражением коронарного русла (класс рекомендаций I, уровень доказательности А), однако при этом рутинное измерение функциональной значимости всех КА не рекомендуется (класс рекомендаций III, уровень доказательности А). Высокий класс доказательности применения методов ФРК/мРК установлен для групп пациентов с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений (класс рекомендаций I, уровень доказательности С) и хронической сердечной недостаточностью (ФВ > 35%) при высокой вероятности обструктивной ИБС (класс рекомендаций I, уровень доказательности С), а также у пациентов с ИБС и резистентностью к медикаментозной терапии (класс рекомендаций I, уровень доказательности С).

В РФ основные положения в отношении функциональной оценки коронарного русла вынесены в клинические рекомендации по стабильной ишемической болезни сердца от 2020 и 2024 годов, которые дублируют европейские рекомендации по реваскуляризации миокарда от 2018 года [4, 5].

1.3 Реваскуляризация миокарда у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла

Согласно последним российским рекомендациям 2024 года, для пациентов со стабильной ИБС при выявлении многососудистого поражения коронарного русла рекомендуется обсуждение в рамках междисциплинарного консилиума [4].

Основная задача данного консилиума заключается в выборе оптимального метода лечения. Данное решение основывается на ряде факторов: мнение пациента, клинические данные, результаты неинвазивного обследования и данные КАГ. В свою очередь, тяжесть поражения коронарного русла по данным КАГ рекомендовано оценивать с помощью анатомической шкалы SYNTAX score (SS). Данная шкала была разработана на основе клинического многоцентрового исследования SYNTAX (The SYNergy between PCI with Taxus and Cardiac Surgery) [94, 98]. В работе были представлены отдаленные клинические результаты лечения больных ИБС с многососудистым поражением венечных артерий и стенозом ствола ЛКА. В исследование было включено 1800 пациентов. Данная когорта больных была разделена на две группы. В группе 1 (n=903) выполнялась прямая реваскуляризация миокарда (ЧКВ), в группе 2 (n=897) – реваскуляризация миокарда методом КШ. Первичная конечная точка являлась кумулятивным показателем частоты общей смертности, острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), ИМ и повторной реваскуляризации миокарда. Через год наблюдения частота выявления первичной конечной точки в группе 1 составила 7,6%, в группе 2 – 7,7% (p = 0,98). В группе 1 была выявлена значительно более низкая частота ОНМК (0,6% против 2,2%; p = 0,003), однако группа 2 была в меньшей степени подвержена повторной реваскуляризации миокарда (13,5% против 5,9%; p < 0,001). Через 10 лет наблюдения в группе 1 умерло 248 (28%) пациентов, в группе 2 – 212 (24%) [ОР 1,19; 95% ДИ 0,99–1,43]. Среди пациентов с многососудистым поражением коронарного русла в группе 1 умерло 153 (28%) пациентов, в группе 2 – 114 (21%) [ОР 1,42; 95% ДИ 1,11–1,81], а среди пациентов с поражением ствола ЛКА – 95 (27%) в группе 1 против 98 (28%) в группе 2 [ОР 0,92; 95% ДИ 0,69–1,22]. Таким образом, через 10 лет наблюдения не было выявлено существенной разницы между исследуемыми группами в отношении частоты общей смертности. Шунтирование венечных артерий обеспечило значительное улучшение выживаемости среди пациентов с многососудистым поражением КА, однако среди пациентов с поражением ствола ЛКА данная тенденция не прослеживается. Аналогичные данные были получены

в крупных метаанализах S.J. Head и M. Gaudino. В работе S.J. Head et al. представлены результаты 11 рандомизированных клинических исследований с участием 11 518 пациентов со стабильной ИБС и многососудистым поражением венечного русла или поражением ствола ЛКА [52]. Данная когорта была разделена на две группы в зависимости от метода реваскуляризации миокарда. В группе 1 (n=5753) выполнялось ЧКВ, в группе 2 – КШ (n=5765). Средний показатель SS составил 26,0 ± 9,5, при этом у 22,1% пациентов показатель SS составил 33 или выше. Через 5 лет наблюдения частота смерти от всех причин среди пациентов с многососудистым поражением коронарного русла в группе 1 составила 11,5%, в группе 2 – 8,9% [ОР 1,28; 95% ДИ 1,09–1,49; p = 0,0019]. При поражении ствола ЛКА общая смертность в группе 1 составила 10,7%, в группе 2 – 10,5% (p = 0,52). В метаанализе M. Gaudino et al., который включает 23 рандомизированных исследования с участием 13 260 пациентов, была представлена частота сердечно-сосудистой смертности среди аналогичных групп больных [47]. В группу ЧКВ было включено 6829 пациентов, в группу КШ – 6791. Средний период наблюдения составил 5,3 ± 3,6 года. Как и в предыдущем исследовании, частота сердечно-сосудистой смертности в группе ЧКВ была значительно выше [ОШ 1,24; 95% ДИ 1,05–1,45]. Таким образом, авторы отмечают преимущество КШ при многососудистом поражении коронарного русла.

Шкала SS выделяет три основные группы: низкого (0–22 балла), среднего (23–32 балла) и высокого (более 32 баллов) риска. Согласно рекомендациям РКО, у пациентов с трехсосудистым поражением коронарного русла без СД при значении SS > 22 реваскуляризация миокарда как методом ЧКВ, так и методом КШ имеет одинаковый класс и уровень доказательности – I «A» [4]. При наличии СД и том же значении SS предпочтительным методом реваскуляризации миокарда остается КШ. Для пациентов среднего и высокого риска по шкале SS ЧКВ имеет низкий класс рекомендаций – III «A». Таким образом, стратификация ангиографических поражений коронарного русла по шкале SYNTAX оказывает большое влияние на определение стратегии реваскуляризации миокарда.

Несмотря на то, что шкала SS прочно закрепилась в современных рекомендациях, она отражает лишь данные коронарографии, без учета функциональной значимости сужений КА, клинического состояния и коморбидности пациентов. К тому же согласно шкале SS учитываются стенозы КА, степень сужения которых ≥ 50%, что соответствует критерию «пограничных» сужений и требует верификации ишемии.

Многоцентровое клиническое исследование SYNTAX II отражает более современный подход к лечению пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла [24]. В исследование было включено 454 пациента с ИБС и трехсосудистым поражением коронарного русла, которым было выполнено ЧКВ с применением гибридного подхода оценки функциональной значимости сужений КА – мРК/ФРК под контролем внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ). Также стратификация рисков сердечно-сосудистых осложнений у данных пациентов выполнялась с помощью шкалы SYNTAX score II (SS II). Шкала SS II включает в себя как анатомическую оценку коронарного русла, согласно ранее представленной шкале SS, так и новые показатели, такие как возраст, пол, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), ФВ, наличие обструктивной болезни легких и поражение периферических артерий. В качестве контрольной группы была взята когорта больных из исследования SYNTAX (n=315), которые имели значение SS от 23 до 32. Период наблюдения составил 5 лет. Результаты исследования показали, что частота больших сердечно-сосудистых событий в группе SYNTAX II составила 21,5%, в группе SYNTAX – 36,4% ($p < 0,001$). Аналогичная тенденция прослеживается в отношении показателя смертности от всех причин: в группе SYNTAX II – 8,1%, в группе SYNTAX – 13,8% ($p = 0,015$) [17]. Также было выполнено сравнение отдаленных клинических результатов пациентов из исследования SYNTAX II (ЧКВ) и группы пациентов из SYNTAX, которым выполнялось КШ. Период наблюдения был аналогичным – 5 лет. За период наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий в группе ЧКВ составила 21,5%, в группе КШ – 24,6% [ОР 0,87; 95% ДИ 0,64–1,17; $p = 0,35$], общей смертности – 8,1% против 10,8% [ОР

0,74; 95% ДИ 0,46–1,19; p = 0,21], ИМ – 2,7% против 2,5% [ОР 1,04; 95% ДИ 0,43–2,55; p = 0,93] и повторной реваскуляризации – 13,8% против 12,6% [ОР 1,14; 95% ДИ 0,76–1,72; p = 0,53] соответственно. Несмотря на то, что статистически достоверной разницы между исследуемыми группами не выявлено, отмечается тенденция к снижению частоты больших сердечно-сосудистых событий и общей смертности в группе, где выполнялось ЧКВ с применением функциональной оценки коронарного русла и внутрисосудистой визуализации.

В 2022 году были представлены результаты крупного исследования FAME 3, в котором проводилось сравнение отдаленных клинических результатов лечения пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла под контролем ФРК [45]. В исследование принимало участие 1500 пациентов, которые были разделены на две группы. В группе 1 при выявлении сужения КА со значением ФРК менее 0,80 выполнялась прямая реваскуляризация миокарда с имплантацией стента с лекарственным покрытием – зотаролимус. В группе 2 выполнялась полная реваскуляризация миокарда с помощью КШ вне зависимости от функциональной значимости стеноза КА. Период наблюдения составил 1 год. Первичная конечная точка была представлена частотой смерти от всех причин, ИМ, повторной реваскуляризации миокарда и инсульта. За период наблюдения частота выявления первичной конечной точки в группе 1 составила 10,6%, в группе 2 – 6,9% (p = 0,35), что говорит о том, что ЧКВ под контролем ФРК не уступает КШ у пациентов с многососудистым поражением коронарного русла. Также исследование показало частоту 30-дневных осложнений. В группе ЧКВ частота развития кровотечения составила 1,6%, в группе КШ – 3,8% (p = 0,009), острой почечной недостаточности – 0,1% против 0,9% (p = 0,04), аритмии – 2,4% против 14,1% (p < 0,001) соответственно. Данные результаты демонстрируют статистически достоверное преимущество ЧКВ в раннем послеоперационном периоде. При сравнении исследований FAME 3 и SYNTAX было отмечено, что применение функциональной оценки коронарного русла привело к уменьшению количества имплантируемых стентов, а применение стентов нового поколения

позволило значительно снизить частоту повторной реваскуляризации миокарда [45].

Под руководством Алекяна Б.Г. на базе НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского были представлены публикации, которые демонстрируют роль мРК у пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла [1, 3, 11]. В исследование было включено 87 пациентов со стабильной ИБС, имевших двух- и трехсосудистое поражение коронарного русла. Все пациенты были обсуждены на консилиуме «сердечной команды», где проводился выбор стратегии лечения на основании КАГ и клинико-диагностических данных. Далее всем пациентам было выполнено измерение мРК пограничных сужений венечных артерий с последующим ЧКВ по показаниям (мРК ≤ 0,89). Оценка функциональной значимости коронарных артерий привела к уменьшению количества имплантируемых стентов на 19,5%. Также авторы отмечают, что среди исследуемой когорты больных 98,0% не имели функционально значимого трехсосудистого поражения коронарного русла.

В европейских рекомендациях от 2024 года для пациентов с хронической коронарной болезнью сердца и многососудистым поражением венечного русла выбор стратегии реваскуляризации не имеет прямой связи со шкалой SS [106]. Так, при многососудистом поражении КА у пациентов с ИБС в сочетании с СД, если медикаментозная терапия имеет недостаточный эффект, предпочтительным методом реваскуляризации миокарда является КШ (класс рекомендаций I, уровень доказательности А). Если пациент имеет высокий хирургический риск, ЧКВ является более предпочтительным методом лечения, чем только ОМТ (класс рекомендаций IIa, уровень доказательности В). Для аналогичной группы пациентов без СД и сохранной ФВ, если ЧКВ способно обеспечить полную реваскуляризацию миокарда, сопоставимую с КШ, то предпочтительным методом является ЧКВ (класс рекомендаций I, уровень доказательности А).

С каждым годом подход к стратегии лечения пациентов с ИБС меняется благодаря активному внедрению в клиническую практику современных стентов, технологий для внутрисосудистой визуализации, а также методов оценки

физиологии коронарного кровотока. Большую роль в лечении пациентов с многососудистым поражением коронарного русла играют мРК и ФРК. С 2014 года применение данных технологий возросло более чем на 900% и в 2023 году составило 5886 исследований [2]. В связи со значительным ростом применения данных технологий как на территории Российской Федерации, так и во всем мире, закономерно возрастает количество пациентов с ИБС и «пограничными» поражениями КА, которые не были подвергнуты реваскуляризации. Безусловно, такие крупные клинические исследования, как DEFINE-FLAIR и iFR SWEDEHEART, предоставляют отдаленные клинические результаты лечения пациентов с ИБС под контролем коронарной физиологии, однако лишь 39% исследуемых больных имели многососудистое поражение коронарного русла, а анализ отдаленных результатов проводился без учета результатов методов верификации ишемии миокарда. С нашей точки зрения, контрольная коронарография с функциональной оценкой коронарного русла в отдаленном периоде наблюдения способна отобразить реальную потребность в реваскуляризации миокарда среди пациентов, у которых стратегия реваскуляризации миокарда основывалась на данных функциональной оценки коронарного русла.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

2.1 Дизайн исследования

Дизайн работы имеет ретроспективно-проспективный характер. В исследование было включено 116 пациентов с двух- и трехсосудистым поражением коронарного русла. Степень сужения в коронарных артериях по данным коронарографии варьировалась в диапазоне от 40 до 89%, что соответствует определению «пограничных» стенозов. Пациенты проходили лечение на базе НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Минздрава России с сентября 2018 г. по май 2023 г.

Все пациенты были обсуждены на консилиуме «сердечной команды», где были представлены данные КАГ и клинико-диагностические показатели. На основании представленных результатов, согласно заключению консилиума, было принято решение выполнить измерение мРК во всех венечных артериях с «пограничными» стенозами с целью выбора оптимальной стратегии прямой реваскуляризации миокарда. Согласно актуальным рекомендациям по реваскуляризации миокарда, сужения КА с индексом мРК ≤ 0,89 верифицируются как функционально значимые, что является обоснованием к их реваскуляризации. Таким образом, было выполнено измерение мРК в 296 КА. При выявлении значения индекса мРК ≤ 0,89 выполнялось ЧКВ с имплантацией стентов с лекарственным покрытием нового поколения: Resolute Integrity (Medtronic), Xience (Abbott), Promus Element (Boston Scientific), стентами с биоразлагаемым полимером – Synergy (Boston Scientific), а также стентами с лекарственным покрытием без полимера – Cre8 (CID-Alvimedica). Если значение индекса мРК во всех КА с «пограничными» стенозами было более 0,89, пациентам назначалась только ОМТ. Таким образом, пациентам обеспечивалась полная функциональная реваскуляризация миокарда.

Важно отметить, что все исследуемые пациенты имели одно или несколько поражений коронарных артерий, значение индекса мРК в которых на момент исследования составляло более 0,89, в связи с чем они не нуждались в реваскуляризации. В соответствии с дизайном исследования когорта больных была разделена на две группы. В группу 1 (n=86) были включены пациенты, у которых выполнялась полная функциональная реваскуляризация (ЧКВ) под контролем мРК и одновременно было выявлено одно или более гемодинамически незначимое поражение КА. В группу 2 (n=30) были включены пациенты, которые на момент исследования не имели гемодинамически значимых стенозов и им была назначена оптимальная медикаментозная терапия (рис. 1). Далее был выполнен сравнительный анализ отдаленных клинических результатов между исследуемыми группами в отношении первичных и вторичных конечных точек на основании данных анкетирования и данных, которые были получены при повторной госпитализации. В отдаленном периоде наблюдения сбор клинических данных осуществлялся с помощью анкетирования, по завершении опроса пациентам предлагалась повторная госпитализация в Центр в рамках обследования в плановом порядке с выполнением контрольной КАГ и одномоментным измерением индекса мРК в ранее гемодинамически незначимых поражениях КА с целью оценки динамического изменения данного показателя.

Таким образом, оценка отдаленных результатов проводилась в 2 этапа:

- на первом этапе проводилось анкетирование пациентов с использованием различных средств коммуникации (телефонный опрос, электронная почта) или во время амбулаторного осмотра. Медиана наблюдения составила 18 мес. (Q_1-Q_3: 15–21) (от 2 до 56 мес.);

- на втором этапе проводилась непосредственная оценка коронарного русла во время повторной госпитализации с помощью инвазивных методов исследований (коронарография с измерением мРК в ранее гемодинамически незначимых сужениях венечных артерий). Медиана наблюдения составила 20 мес. (Q_1-Q_3: 14–32) (от 2 до 54 мес.).



Рисунок 1 – Дизайн исследования

Первичной конечной точкой исследования являлась частота выявления больших сердечно-сосудистых осложнений – кумулятивный показатель, включающий общую смертность, инфаркт миокарда и острое нарушение мозгового кровообращения в отдаленном периоде наблюдения.

Вторичная конечная точка исследования включала в себя частоту выявления незапланированной реваскуляризации миокарда и частоту реваскуляризации целевой артерии. Целевой считалась коронарная артерия, в которой на госпитальном этапе по данным коронарографии имелась степень сужения от 40% до 89% со значением индекса мРК более 0,89.

Критерии включения пациентов

- Возраст более 18 лет;
- Поражение двух или трех коронарных артерий диаметром более 2 мм, оцениваемых по результатам коронарографии или определения QCA как 40–89% степени стенозирования по диаметру в бассейне ПМЖВ, ОВ, ПКА при любом

типе кровоснабжения миокарда, с последующим определением моментального резерва кровотока в пораженных артериях;

- Наличие информированного согласия пациента на включение в клиническое исследование.

Критерии невключения пациентов

- Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST на момент первичной госпитализации или в течение последних 3 месяцев;
- Наличие желудочковых аритмий второй градации или выше по классификации Lown;
- Противопоказания к двойной дезагрегантной терапии;
- Наличие ангиографических признаков фрагментированного или флотирующего тромба в просвете артерий;
- Коронарное шунтирование в анамнезе;
- Наличие коронаро-сердечных фистул;
- Ожидаемая продолжительность жизни менее 24 месяцев;
- Наличие хронической тотальной окклюзии коронарных артерий;

2.2 Методы исследования и лечения

За период госпитализации всем пациентам выполнялась стандартная процедура предоперационного и послеоперационного обследования, которая включала в себя ряд лабораторно-инструментальных исследований:

- Лабораторные исследования (предоперационный период): определение группы крови и выявление серологических маркеров ВИЧ, вирусного гепатита В, С и сифилиса, общий клинический анализ крови, клинический анализ мочи, биохимические показатели крови (общий белок, креатинин, мочевина, глюкоза, АСТ, АЛТ, общий билирубин, калий, натрий), показатели гормонов щитовидной железы, липидный профиль. В раннем послеоперационном периоде, после введения йодсодержащего контрастного вещества, проводилось биохимическое

исследование крови на уровень креатинина с целью контроля функции почек и выявления контраст-индуцированной нефропатии. Также перед оперативными вмешательствами пациентам назначалась профилактика контраст-индуцированной нефропатии в соответствии с протоколом Ассоциации нефрологов России.

- Электрокардиографическое исследование (ЭКГ) в 12 стандартных отведениях (I, II, III, aVR, aVL, V1-V6) выполнялось как в приемном отделении, так и в раннем послеоперационном периоде. Целью данного исследования было выявление нарушений ритма и проводимости сердца, ишемических изменений миокарда.
- ЭхоКГ выполнялась после оперативного вмешательства на аппаратах General Electric Vivid 7 (США) и Philips iE33 (США) в режиме допплеровского сканирования. Целью данного исследования была оценка гемодинамических показателей (ударный объем, фракция выброса ЛЖ по Тейхольцу и Симпсону), наличия жидкости в полости перикарда, а также зон локальной сократимости.
- Рентгенография органов грудной клетки проводилась на догоспитальном этапе или же непосредственно в день госпитализации в условиях приемного отделения. Данное исследование выполнялось с целью выявления сопутствующих заболеваний.
- УЗИ вен нижних конечностей проводилось на догоспитальном этапе с целью выявления сопутствующей сосудистой патологии.
- Эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) проводилась на догоспитальном этапе с целью исключения эрозивно-язвенных дефектов желудочно-кишечного тракта.

2.2.1 Коронарография

Исследование проводилось в условиях стационара отделения рентгенэндоваскулярной хирургии НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского Министерства здравоохранения Российской Федерации. Перед выполнением коронарографии каждому пациенту вводили внутриартериально гепарин из

расчета 70 МЕ/кг для достижения целевого времени активированного свертывания крови (250–350 секунд), необходимого для безопасного проведения процедуры. В качестве доступа преимущественно использовалась лучевая артерия, в редких случаях использовали плечевую или общую бедренную артерию.

Ангиографические исследования выполнялись с применением ангиокардиографических систем Allura Xper FD-10 и Allura Cetron (Philips, Нидерланды). Для визуализации левой коронарной артерии применяли 4–6 стандартных проекций, правую коронарную артерию исследовали в 2–3 проекциях. При необходимости выполняли дополнительные ангиографические проекции. Контрастирование осуществлялось йодсодержащими препаратами («Омнипак 350», GE Healthcare AS, Норвегия; «Визипак 320», GE Healthcare AS, Норвегия) со скоростью 2–3 мл/с в объеме 5–10 мл. Оптимальным считалось плотное заполнение коронарного русла контрастом в течение 2–3 сердечных циклов. Запись ангиографических данных осуществлялась с частотой 15 кадров в секунду. Оценку коронарного русла проводили сегментарно: анализировали ствол ЛКА, проксимальные, средние и дистальные отделы ПМЖВ, ОВ и ПКА, а также боковые ветви второго порядка (диагональные артерии и ветви тупого края). Степень стеноза определялась с использованием рабочих станций Allura Xper FD-10 и Allura Cetron посредством количественного анализа. Калибровку проводили по диаметру кончика диагностического катетера 5–6F. Наибольшее сужение просвета артерии оценивали на кадре с максимальной степенью стеноза. Электрокардиографический контроль осуществлялся в 6 стандартных отведениях на протяжении всей процедуры.

Проекции для визуализации левой коронарной артерии:

- каудальная проекция (CAU 30–35°)
- краниальная проекция (CRA 30–40°)
- правая косая краниальная проекция (RA 25–30°; CRA 30–40°)
- левая косая краниальная проекция (LA 25–30°; CRA 30–40°)
- левая косая каудальная проекция (LA 25–30°; CAU 30–40°)

- правая косая каудальная проекция (RA 25–30°; CAU 30–40°)

Проекции для визуализации правой коронарной артерии:

- левая косая проекция (LA 30°)
- краниальная проекция (CRA 30°)
- правая косая проекция (RA 30°)

2.2.2 Измерение моментального резерва кровотока

Оценка мРК проводилась с использованием системы Volcano S5 (Volcano Corporation, США) и специальных внутрисосудистых проводников Verrata (0,014 дюйма) с интегрированными датчиками давления. Для катетеризации устья коронарных артерий применялись гайд-катетеры без боковых отверстий. Проводник с датчиком давления подключали к коннектору консоли, после чего его проводили в коронарную артерию. Нормализация давлений проводилась на уровне выхода из катетера, при этом добивались соотношения Pd/Pa = 1 (Pd представляло собой давление дистальнее стеноза, а Pa – давление в аорте). После корректной нормализации проводник перемещали за стенозированный сегмент коронарной артерии на расстояние более 2 см, после чего выполнялось трехкратное измерение мРК. По завершении измерений проводник медленно извлекали обратно в устье артерии для верификации точности процедуры. При этом повторное измерение соотношения Pd/Pa должно было снова показать значение 1,0. Сужение коронарной артерии оценивалось как функционально незначимое при мРК $\geq$ 0,90 и как значимое при мРК $\leq$ 0,89.

2.2.3 Чрескожное коронарное вмешательство

Имплантация стента выполнялась с использованием лучевого, плечевого или бедренного доступа по общепринятой методике. Для предотвращения тромбообразования всем пациентам вводился гепарин в дозе 100 ЕД/кг массы тела. В процессе оперативного вмешательства контролировали активированное

время свертывания крови (АВС), поддерживая его на уровне 200–250 секунд. Для доступа к левой коронарной артерии использовались гайд-катетеры Judkins Left, Extra Backup; для правой коронарной артерии – Judkins Right, Amplatz Left. После селективной катетеризации коронарной артерии выполнялась коронарография в нескольких проекциях с целью оптимальной визуализации целевого поражения. Далее коронарный проводник проводился в дистальные отделы целевой артерии. По проводнику в зону сужения коронарной артерии проводилась система доставки стента. Стент позиционировался в зону поражения, его проксимальный и дистальный край располагались в интактном участке артерии. Диаметр стентов составлял от 2,25 мм до 4,0 мм, а их длина варьировала в диапазоне от 8 до 48 мм в зависимости от протяженности поражения. Имплантация стента проводилась под давлением 10–18 атмосфер в течение 10–15 секунд. При необходимости выполнялась предилатация пораженного сегмента баллонным катетером 2,0–2,5 мм под давлением 6–18 атмосфер в течение 5 секунд. В случае технических трудностей при проведении стента использовался удлинитель проводникового катетера Guidezilla II («Boston Scientific», США). После имплантации стента выполнялась оптимизация стентированного участка с помощью некомплаентного баллонного катетера высокого давления.

Критерии оптимальной имплантации стента: – Полное устранение гемодинамически значимого стеноза. – Остаточный стеноз менее 10–15%. – Отсутствие осложнений по данным ангиографии, таких как диссекция, эмболизация, экстравазация контрастного вещества II или III типа по классификации Ellis.

Если после стентирования выявлялся остаточный стеноз в пределах 30–50%, проводилась постдилатация стента с применением баллонов высокого давления. По завершении вмешательства выполнялся мануальный гемостаз с наложением асептической давящей повязки на место доступа, после чего пациенты переводились в профильное отделение для дальнейшего мониторинга и наблюдения.

Инструментарий:

- интродьюсер для трансрадиального и трансфеморального доступов: Radifocus Introducer II (Terumo, Япония);

- диагностические проводники 0,035";

- гайд-катетеры: Judkins Left, Extra Backup; Judkins Right, Amplatz Left;

- коронарные проводники: Fielder (Asahi, Япония), Soft (Asahi, Япония), Whisper LS, Whisper MS (Abbott Vascular, США), Sion Blue (Asahi, Япония), Sion Black (Asahi, Япония);

- баллонные катетеры: Trek, Mini Trek (Abbott Vascular, США), Sprinter Legend (Medtronic, США);

- коронарные стенты: Resolute Integrity (Medtronic, США), Xience (Abbott, США), Promus Element (Boston Scientific, США), Synergy (Boston Scientific, США), Cre8 (CID-Alvimedica, Италия);

- вспомогательные устройства: гайд-экстензор Guidezilla II («Boston Scientific», США).

2.3 Клиническая характеристика пациентов

В исследование было включено 116 пациентов с двух- и трехсосудистым поражением коронарного русла с сентября 2018 г. по май 2023 г. Из них 89 (76,7%) пациентов были мужского пола, 27 (23,3%) – женского пола. В группе 1 мужской пол составил 79,1% (n=68), женский пол – 20,9% (n=18), в группе 2 мужской пол составил 70% (n=21), женский пол – 30% (n=9) (p = 0,324). Медиана возраста среди всей когорты пациентов составила 71,5 года (в группе 1 – 69,7 года, в группе 2 – 68,1 года; p = 0,320).

В анамнезе у 17 (14,6%) пациентов отмечалось ОНМК давностью более года (в группе 1 – 16 (18,6%), в группе 2 – 1 (3,3%); p = 0,068). Данные о перенесенном ИМ были у 26 (22,4%) пациентов (в группе 1 – 22 (26,6%), в группе 2 – 4 (13,3%); p = 0,209), ЧКВ в анамнезе имело место у 46 (39,7%) пациентов (в группе 1 – 31 (36,0%), в группе 2 – 15 (50,0%); p = 0,199). Стенокардия напряжения I

функционального класса (ФК) отмечалась у 6 (5,2%) пациентов (в группе 1 – 4 (4,7%), в группе 2 – 2 (6,7%); p = 0,648), II ФК – у 63 (54,3%) пациентов (в группе 1 – 45 (52,3%), в группе 2 – 18 (60,0%); p = 0,394), III ФК – у 27 (23,3%) пациентов (в группе 1 – 22 (25,6%), в группе 2 – 5 (16,7%); p = 0,453), IV ФК – у 3 (2,6%) пациентов (в группе 1 – 3 (3,5%), в группе 2 – 0; p = 0,567) и 17 (14,7%) (в группе 1 – 12 (14,0%), в группе 2 – 5 (16,7%); p = 0,767) вовсе не имели клиники стенокардии. Мультифокальный атеросклероз (МФА) отмечался у 50 (43,1%) пациентов, хроническая ишемия нижних конечностей – у 36 (31,0%), хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности, – у 3 (2,6%), поражение брахиоцефальных артерий (БЦА) со стенозом более 50% – у 29 (25%). Сопутствующие заболевания распределились следующим образом: хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) – у 6 (5,2%) пациентов, онкопатология в анамнезе – у 12 (10,3%), хроническая болезнь почек (ХБП) 3А степени и выше – у 19 (16,4%), фибрилляция предсердий (ФП) – у 26 (22,4%), из них пароксизмальная форма – у 19 (16,4%), персистирующая – у 4 (3,4%), постоянная – у 3 (2,6%).

Анализ модифицируемых факторов риска показал наличие артериальной гипертензии у 96 (82,8%) пациентов (в группе 1 – 69 (80,2%), в группе 2 – 27 (90,0%); p = 0,273), дислипидемии – у 85 (73,3%) (в группе 1 – 64 (74,4%), в группе 2 – 21 (70,0%); p = 0,639), курения в анамнезе – у 47 (40,5%) (в группе 1 – 33 (38,4%), в группе 2 – 14 (46,7%); p = 0,518), сахарного диабета – у 34 (29,3%) (в группе 1 – 23 (26,7%), в группе 2 – 11 (36,7%); p = 0,354). Клинические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Клинические характеристики пациентов

Характеристика	Группа 1 n=86		Группа 2 n=30		p	Всего n=116	
	n	%	n	%		n	%
Мужской пол	68	79,1	21	70	0,324	89	76,7
Женский пол	18	20,9	9	30	0,324	27	23,3
Возраст, лет (медиана)	69,7		68,1		0,320	71,7	
ОНМК в анамнезе	16	18,6	1	3,3	0,068	17	17,7
ИМ в анамнезе	22	26,6	4	13,3	0,209	26	22,4
ЧКВ в анамнезе	31	36,0	15	50,0	0,199	46	39,7
Стенокардия напряжения по CCS:							
-I	4	4,7	2	6,7	0,648	6	5,2
-II	45	52,3	18	60,0	0,394	63	54,3
-III	22	25,6	5	16,7	0,453	27	23,3
-IV	3	3,5	0	0	0,567	3	2,6
-без клиники стенокардии	12	14,0	5	16,7	0,767	17	14,7
Факторы риска развития ИБС:							
-артериальная гипертензия	69	80,2	27	90,0	0,273	96	82,8
-дислипидемия	64	74,4	21	70,0	0,639	85	73,3
-курение в анамнезе	33	38,4	14	46,7	0,518	47	40,5
-сахарный диабет	23	26,7	11	36,7	0,354	34	29,3

Примечание: ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ИМ – инфаркт миокарда; ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство.

2.4 Ангиографическая характеристика пациентов

Все 116 пациентов имели двух- или трехсосудистое поражение коронарного русла со степенью стеноза от 40% и более. Двухсосудистое поражение имели 56 (48,3%) пациентов (в группе 1 – 39 (45,3%), в группе 2 – 17 (56,7%); p = 0,299), трехсосудистое – 60 (51,7%) (в группе 1 – 47 (54,7%), в группе 2 – 13 (43,3%); p = 0,299). Всего было выявлено 291 поражение коронарных артерий. Стеноз передней межжелудочковой ветви (ПМЖВ) отмечался у 111 (95,7%) пациентов (средняя степень сужения 66,16 ± 11,69), стеноз огибающей ветви (ОВ) у 90 (77,5%) пациентов (средняя степень сужения 68,75 ± 13,17), стеноз ПКА был выявлен у 90 (77,5%) пациентов (средняя степень сужения 67,22 ± 12,36).

Ангиографическая характеристика поражений коронарного русла представлена в таблицах 2–3.

Таблица 2 – Ангиографическая характеристика коронарного русла

Количество пораженных сосудов	**Группа 1 n=86**		**Группа 2 n=30**		**p**	**Всего n=116**	
	n	%	n	%		n	%
двухсосудистое	39	45,3	17	56,7	0,299	56	48,3
трехсосудистое	47	54,7	13	43,3	0,299	60	51,7

Измерение моментального резерва кровотока и прямая реваскуляризация миокарда.

Измерение мРК выполнено у всех 116 пациентов во всех пограничных поражениях КА. Из 291 (100%) сужения КА измерение мРК было выполнено в 275 (94,5%). В 16 (5,5%) КА степень сужения составила более 90%, поэтому измерение мРК в данных артериях с целью верификации ишемии не применялось. По результатам исследований было выявлено 105 (36%) функционально значимых сужений, из них 50 (17,2%) стенозов были в ПМЖВ, 30 (10,3%) – в ОВ и 25 (8,6%) – в ПКА. Все функционально значимые поражения были одномоментно реваскуляризированы с помощью ЧКВ с имплантацией стентов с лекарственным покрытием. Также 186 (64%) сужений КА не имели гемодинамической значимости, на основании чего их реваскуляризация была отложена. Данные поражения были выявлены в 61 (20,9%) ПМЖВ, 60 (20,6%) ОВ и 65 (22,3%) ПКА. Процент реваскуляризации ПМЖВ составил 47,6%, ОВ – 28,6%, ПКА – 23,8%. Среднее значение мРК в ПМЖВ составило 0,89 ± 0,076, в ОВ – 0,91 ± 0,1, в ПКА – 0,93 ± 0,08 (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристика КА и стратегия их реваскуляризации на основании мРК

Всего поражений: n=291	**ПМЖВ (n=111)**	**ОВ (n=90)**	**ПКА (n=90)**
Средняя степень сужения (%)	66,16 ± 11,69	68,75 ± 13,17	67,22 ± 12,36
Среднее значение мРК	0,89 ± 0,076	0,91 ± 0,1	0,93 ± 0,08
Выполненное ЧКВ	50 (17,2%)	30 (10,3%)	25 (8,6%)
Отложенная реваскуляризация	61 (20,9%)	60 (20,6%)	65 (23,8%)

Примечание: ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство; ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь; ОВ – огибающая ветвь; ПКА – правая коронарная артерия.

Диапазон значений мРК варьировал от 0,37 до 1,0 (рис. 2). Значения мРК, по которым была показана реваскуляризация миокарда, преимущественно находились в диапазоне от 0,84 до 0,89. При измерении мРК наиболее частыми показателями были 0,99 (n=22) и 1,0 (n=33).

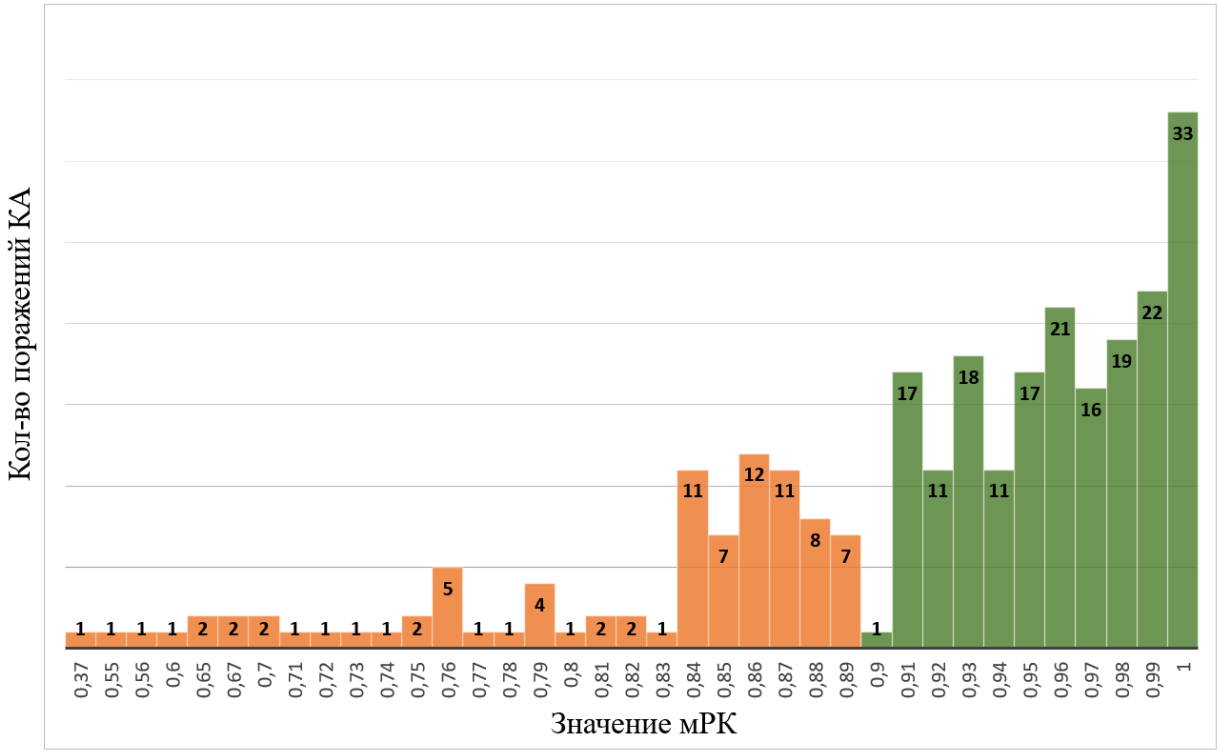


Рисунок 2 – Диапазон значений мРК

2.5 Статистический анализ

Описание статистических данных включало представление качественных переменных в формате абсолютного числа случаев с расчетом относительной частоты. Для количественных данных применялись показатели среднего значения и стандартного отклонения, либо медиана с указанием 1-го и 3-го квартилей, в зависимости от соответствия нормальному распределению. Для оценки взаимосвязей между исходом и потенциально влияющими факторами был выполнен анализ номинальных переменных с использованием таблиц сопряженности. Сравнение категориальных данных проводилось с применением критерия хи-квадрат Пирсона. В случаях, когда частота наблюдений в отдельной ячейке была менее 5, применялся точный критерий Фишера. Для определения влияния бинарных факторов на вероятность реваскуляризации целевой артерии использовали многофакторную бинарную логистическую регрессию. Отбор значимых переменных осуществлялся с использованием статистики Вальда. Оценка показателей выживаемости пациентов выполнялась методом Каплана — Мейера. Для определения различий в выживаемости между группами применялся лог-ранговый критерий Мантела — Кокса. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения SPSS Statistics (IBM, США, версия 29).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Госпитальные результаты лечения больных

Оценка госпитальных результатов была выполнена у всех 116 пациентов. По результатам лечения пациентов с многососудистым поражением КА под контролем мРК в госпитальный период не было выявлено значимых неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, таких как смерть, инфаркт миокарда, ОНМК и незапланированная повторная реваскуляризация миокарда по срочным или экстренным показаниям (табл. 4).

Таблица 4 – Госпитальные результаты лечения пациентов с ИБС и многососудистым поражением КА под контролем мРК

Конечная точка	**Группа 1 – ЧКВ n=86**	**Группа 2 – ОМТ n=30**	**p**
Смерть от всех причин	0	0	n/s
Инфаркт миокарда	0	0	n/s
Повторная реваскуляризация	0	0	n/s
ОНМК	0	0	n/s

3.2 Отдаленные результаты лечения

Оценка отдаленных результатов была выполнена у всех 116 (100%) пациентов. Медиана периода наблюдения составила 18 месяцев. Минимальный период наблюдения составил 2 месяца. Данный период наблюдения отмечался у двух пациентов, которые скончались от осложненного течения новой

коронавирусной инфекции COVID-19. Максимальный период наблюдения составил 56 мес. Сбор данных был осуществлен с помощью опроса по телефону, амбулаторных осмотров и повторной госпитализации. В таблице 5 указаны отдаленные результаты.

Таблица 5 – Отдаленные клинические результаты лечения пациентов с ИБС и пограничными сужениями коронарных артерий

Результат	**Группа 1 – ЧКВ n=86**		**Группа 2 – ОМТ n=30**		**p**	**Всего n=116**	
	n	%	n	%		n	%
Первичные конечные точки							
MACE:	11	12,8	4	13,2	1,0	15	12,9
Смерть от всех причин:	8	9,3	2	6,6	1,0	10	8,6
-внезапная смерть	1	1,2	-	-	n/s	1	0,9
-онкология	1	1,2	-	-	n/s	1	0,9
-коронавирусная инфекция	2	2,3	2	6,6	0,275	4	3,4
-ТЭЛА	1	1,2	-	-	n/s	1	0,9
ОНМК	1	1,2	2	6,6	0,164	3	2,6
ИМ (всего):	5	5,8	-	-	n/s	5	4,3
-ИМ фатальный	3	3,5	-	-	n/s	3	2,6
-ИМ нефатальный	2	2,3	-	-	n/s	2	1,7
Вторичные конечные точки							
незапланированная реваскуляризация	43	50	7	23,3	0,011	50	43,1
реваскуляризация целевой* артерии	29	33,8	6	20	0,175	35	30,1

Примечание: MACE – большие сердечно-сосудистые события; ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; ИМ – инфаркт миокарда; n/s – not significant

*Целевой артерией является КА, в которой изначально степень сужения была от 40% до 89% по данным коронарографии со значением индекса мРК > 0,89.

В группе 1 при оценке первичной конечной точки частота больших сердечно-сосудистых осложнений составила 12,8% (n=11), в группе 2 – 13,2% (n=4) (p = 1,0). Общая частота больших сердечно-сосудистых осложнений составила 12,9% (n=15). В группе 1 было отмечено 8 (9,3%) летальных исходов: 1 (1,2%) внезапная смерть, которая наступила через 9 мес., 1 (1,2%) смерть от онкологии через 14 мес., 2 (2,3%) смерти от осложненного течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 через 19 и 24 мес., 1 (1,2%) смерть от тромбоэмболии легочной артерии (ТЭЛА) через 21 мес. после лечения. В группе ОМТ отмечалось 2 (6,6%) летальных исхода от COVID-19 через 2 и 3 месяца. Общая летальность составила 8,6% (n=10) (рис. 3). Статистически достоверной разницы между группами в отношении частоты смертности не выявлено.

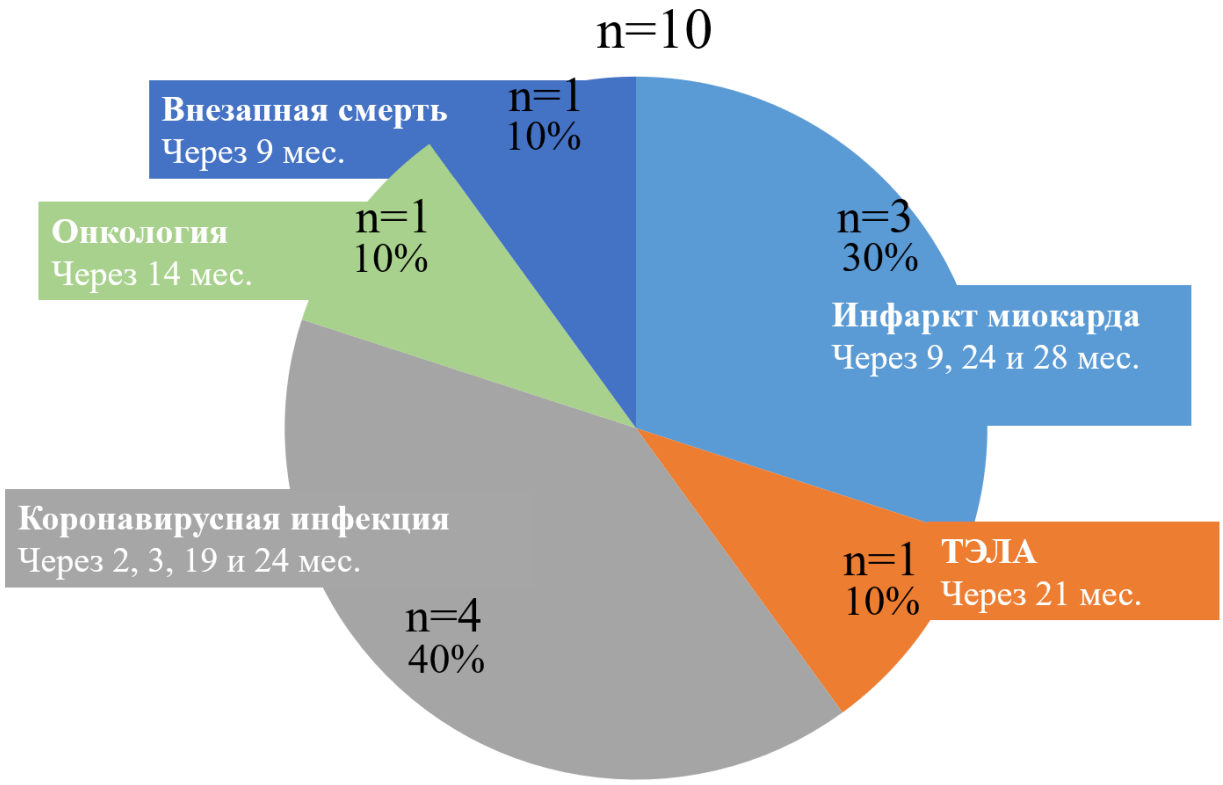


Рисунок 3 – Основные причины смерти

В группе 1 отмечалось 1 (1,2%) ОНМК, в группе 2 – 2 (6,6%) (p = 0,164). Общая частота ОНМК составила 2,6% (n=3). В группе 1 было выявлено 5 (5,8%) ИМ; 3 (3,5%) ИМ с летальным исходом и 2 (2,3%) нефатальных ИМ. В группе 2 ИМ не выявлен. Общая частота выявления ИМ для исследуемой когорты пациентов составила 4,3% (n=5).

Свобода от больших сердечно-сосудистых событий (p = 0,57), смерти от всех причин (p = 0,401), ИМ (p = 0,1) и ОНМК (p = 0,296) в исследуемых группах по данным лог-рангового критерия Мантела — Кокса статистически значимо не различалась (рис. 4).

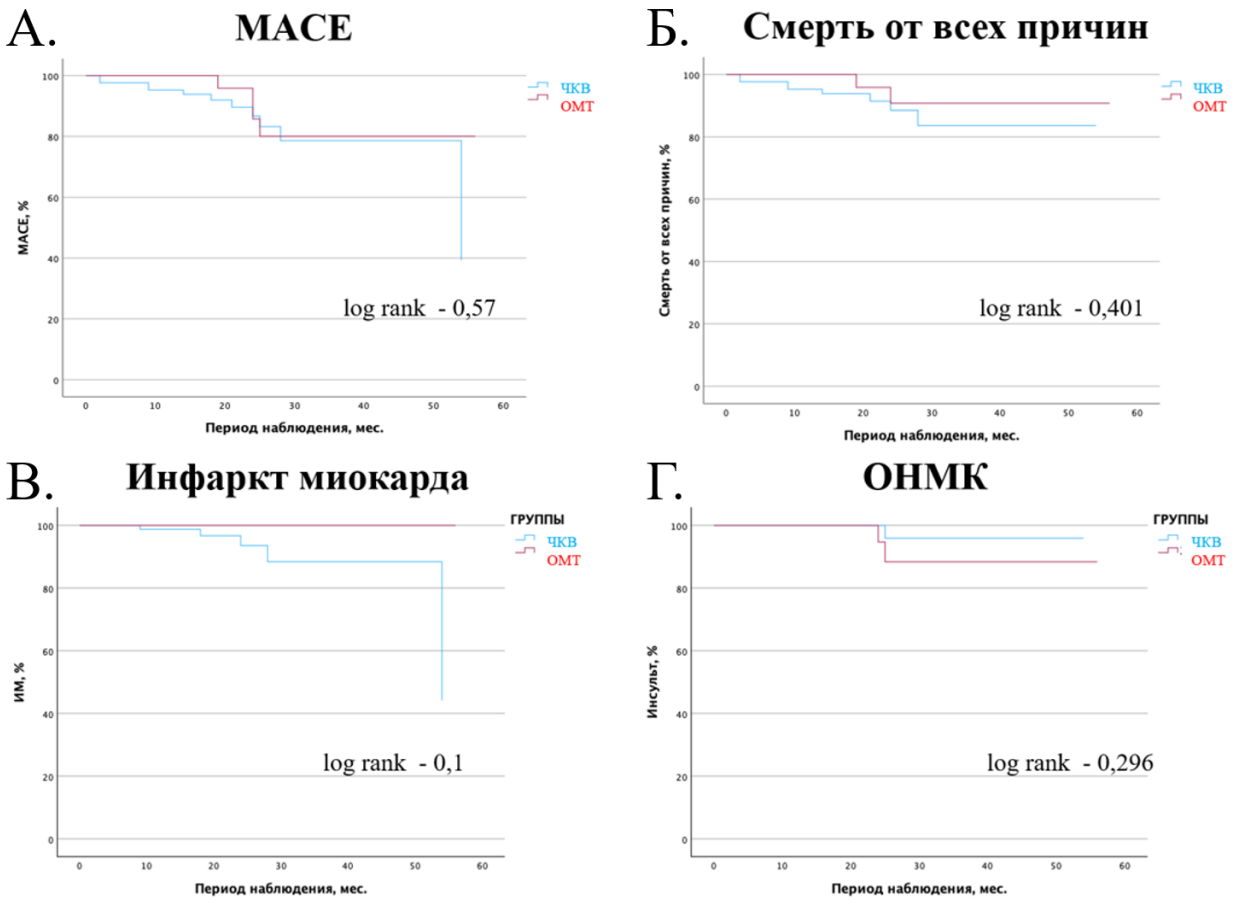


Рисунок 4 – Кривые Каплана — Мейера свободы от MACE, смерти от всех причин, ИМ и ОНМК в группах исследования

Примечание: кривые Каплана — Мейера свободы от больших сердечно-сосудистых осложнений (А), смерти от всех причин (Б), ИМ (В) и ОНМК (Г). MACE – частота больших сердечно-сосудистых осложнений; ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения. ЧКВ – 1 группа исследования; ОМТ – 2 группа исследования.

При оценке вторичной конечной точки было выявлено 43,1% (n=50) незапланированной реваскуляризации миокарда в общей исследуемой когорте больных. В группе 1 данный показатель составил 50% (n=43), в группе 2 – 23,3% (n=7) (p = 0,011). При этом общая частота реваскуляризации целевой артерии составила 30,1% (n=35). В группе 1 частота реваскуляризации ранее гемодинамически незначимого сужения КА составила 33,8% (n=29), в группе 2 – 20% (n=6) (p = 0,175) (табл. 5). Среди пациентов, у которых выполнялась незапланированная реваскуляризация миокарда (n=50; 100%), реваскуляризация

целевой артерии была отмечена у 70% (n=35) пациентов, у 30% (n=15) выполнялась реваскуляризация ранее не выявленного поражения венечной артерии. При этом среди данных 35 пациентов у 97,1% (n=34) реваскуляризация целевой артерии выполнялась в НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского во время контрольной госпитализации для проведения КАГ с измерением мРК.

3.3 Факторы риска реваскуляризации целевой артерии в отдаленном периоде наблюдения

Из 116 пациентов реваскуляризация ранее гемодинамически незначимого сужения КА по данным мРК в отдаленном периоде наблюдения (медиана 18 мес.) была выполнена у 35 (30,1%) пациентов. В качестве факторов риска, которые могли повлиять на частоту реваскуляризации целевой артерии, были проанализированы такие показатели, как артериальная гипертензия, сахарный диабет, дислипидемия, наличие мультифокального атеросклероза, наличие хронической ишемии нижних конечностей как без угрозы, так и с угрозой потери конечности (ХИНК/ХИУПК), атеросклероз брахиоцефальных артерий более 75% и курение в анамнезе (табл. 6).

Таблица 6 – Анализ номинальных переменных с построением таблицы сопряженности для оценки зависимости реваскуляризации целевой артерии от факторов риска

Фактор риска	**Реваскуляризация целевой артерии**				**p**	**ОШ; 95% ДИ**
	Наличие фактора риска		Отсутствие фактора риска			
	n	%	n	%		
Артериальная гипертензия	30	31,3	5	25	0,790	1,364; 0,454–4,098
Сахарный диабет	5	14,7	30	36,6	0,026	0,299; 0,105–0,854

Фактор риска	Реваскуляризация целевой артерии					ОШ; 95% ДИ
Дислипидемия	23	27,1	12	38,7	0,257	0,587; 0,247–1,397
МФА	15	30	20	30,3	1,000	0,986; 0,443–2,196
ХИНК	9	25	26	32,5	0,514	0,692; 0,285–1,682
ХИУПК	1	33,3	34	30,1	1,000	1,162; 0,102–13,248
Стеноз БЦА > 75%	10	34,5	25	28,7	0,642	1,103; 0,533–3,196
Курение	16	34	19	27,5	0,538	1,358; 0,609–3,029

Примечание: МФА – мультифокальный атеросклероз; ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей; ХИУПК – хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности; БЦА – брахиоцефальные артерии.

Формула расчета наличия фактора (%): $\frac{А}{(\frac{Б}{100})}$; А – число пациентов с наличием фактора, у которых была выполнена реваскуляризация целевой артерии; Б – общее количество пациентов с наличием фактора.

Формула расчета отсутствия фактора (%): $Д/(\frac{В-Г}{100})$; В – общее число пациентов; Г – число пациентов с наличием фактора; Д – число пациентов с отсутствием фактора, которым была выполнена реваскуляризация целевой артерии.

На основании полученных данных был выполнен анализ номинальных переменных с построением таблицы сопряженности с частотой реваскуляризации целевой артерии. Наличие АГ среди исследуемой когорты пациентов согласно ранее представленной формуле составило 31,3% (n=30), отсутствие фактора – 25% (n=5), отношение шансов (ОШ) сопряженности с реваскуляризацией целевой артерии составило 1,364; доверительный интервал (ДИ) был в диапазоне 0,454–

4,098 (p = 0,790). Наличие СД составило 14,7% (n=5), отсутствие СД – 36,6% (n=30) [ОШ 0,299; 95% ДИ 0,105–0,854] (p = 0,026). Наличие дислипидемии составило 27,1% (n=23), отсутствие дислипидемии – 38,7% (n=12) [ОШ 0,587; 95% ДИ 0,247–1,397] (p = 0,587). Наличие МФА составило 30,0% (n=15), отсутствие МФА – 30,3% (n=20) [ОШ 0,989; 95% ДИ 0,443–2,196] (p = 1,0). Наличие ХИНК составило 25,0% (n=9), отсутствие ХИНК – 32,5% (n=25) [ОШ 0,692; 95% ДИ 0,285–1,682] (p = 0,514). Наличие ХИУПК составило 33,3% (n=1), отсутствие ХИУПК – 30,1% (n=34) [ОШ 1,162; 95% ДИ 0,102–13,248] (p = 1,0). Наличие поражения БЦА составило 34,5% (n=10), отсутствие поражений БЦА – 28,7% (n=25) [ОШ 1,103; 95% ДИ 0,533–3,196] (p = 0,642). Наличие курения в анамнезе составило 34,0% (n=16), отсутствие курения в анамнезе – 27,5% (n=19) [ОШ 1,358; 95% ДИ 0,609–3,029] (p = 0,538).

Далее была построена многофакторная регрессионная модель частоты реваскуляризации целевой артерии. Исходя из значений регрессионных коэффициентов, факторы сахарный диабет и дислипидемия имеют прямую связь с вероятностью развития исхода (p = 0,023). Чувствительность модели с оценкой влияния факторов составила 86,4%, а специфичность – 45,7%. Диагностическая эффективность составила 74,1% и соответствует количеству верных прогнозов как о наличии, так и об отсутствии исхода (реваскуляризация целевой артерии). Исходя из значений коэффициента детерминации Найджелкерка, модель учитывает 18,5% факторов, определяющих вероятность развития исхода. Таким образом, было выявлено, что сахарный диабет [ОШ 0,239; 95% ДИ 0,079–0,730] и дислипидемия [ОШ 0,339; 95% ДИ 0,120–0,954] имеют наибольшее влияние на вероятность реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых поражений коронарных артерий, однако ввиду малой выборки пациентов результат нельзя считать статистически достоверным. Прочих факторов или сочетаний нескольких факторов, статистически значимо увеличивающих риск развития исхода, получено не было.

3.4 Контрольная коронарография и измерение моментального резерва кровотока в целевой артерии

Повторная госпитализация с целью выполнения контрольной КАГ с измерением мРК в ранее гемодинамически незначимых поражениях КА была предложена всем пациентам, которым ранее выполнялась реваскуляризация миокарда на основании данных мРК и у которых не было выявлено больших сердечно-сосудистых осложнений. Таким образом, из 116 пациентов повторная госпитализация была предложена 101 пациенту. Из 101 (100%) пациента в Центр было госпитализировано 58,4% (n=59) пациентов. Из группы 1 было госпитализировано 47 (79,6%) пациентов, из группы 2 – 12 (20,4%). Из 101 пациента 32,6% (n=33) отказались от повторной госпитализации по различным причинам (семейные обстоятельства, отсутствие клиники стенокардии, отсутствие приверженности к лечению); 1,9% (n=2) – представили результат отрицательной нагрузочной пробы; у 6,9% (n=7) госпитализация была отменена ввиду сопутствующей патологии (язвенная болезнь желудка, онкологические заболевания легких, желудка, простаты). Медиана наблюдения среди повторно госпитализированных пациентов составила 20 мес. (Q_1-Q_3: 14–32) (от 2 до 54 мес.). Контрольная КАГ с измерением мРК была выполнена всем 59 пациентам. При выявлении сужения КА, степень которого была ≥ 90%, или же при выявлении индекса мРК ≤ 0,89 выполнялась прямая реваскуляризация миокарда (ЧКВ). По данным КАГ с измерением мРК была выполнена реваскуляризация миокарда у 34 (57,6%) пациентов. В группе 1 частота реваскуляризации составила 59,6% (n=28), в группе 2 – 50% (n=6) пациентов. Общее количество КА, которые ранее имели индекс мРК более 0,89, составляло 88, среднее значение мРК – 0,958 ± 0,03. Частота реваскуляризации данных сужений КА в отдаленном периоде наблюдения составила 48,9% (n=43) (рис. 5). Измерение мРК было выполнено в 62 (70,5%) КА. Средний показатель мРК в отдаленном периоде наблюдения составил 0,919 ± 0,07; таким образом, отмечается статистически значимое снижение индекса мРК ($p < 0,001$). По данным измерения мРК было выявлено 45

(51,1%) КА, значение индекса которых было более 0,89, на основании чего реваскуляризация данных поражений была отложена, и 17 (19,3%) сужений КА были подвергнуты прямой реваскуляризации (ЧКВ) ввиду выявления значений мРК ≤ 0,89. Также 26 (29,5%) сужений КА были подвергнуты ЧКВ ввиду выявления «критического» сужения, степень которого была ≥ 90%.

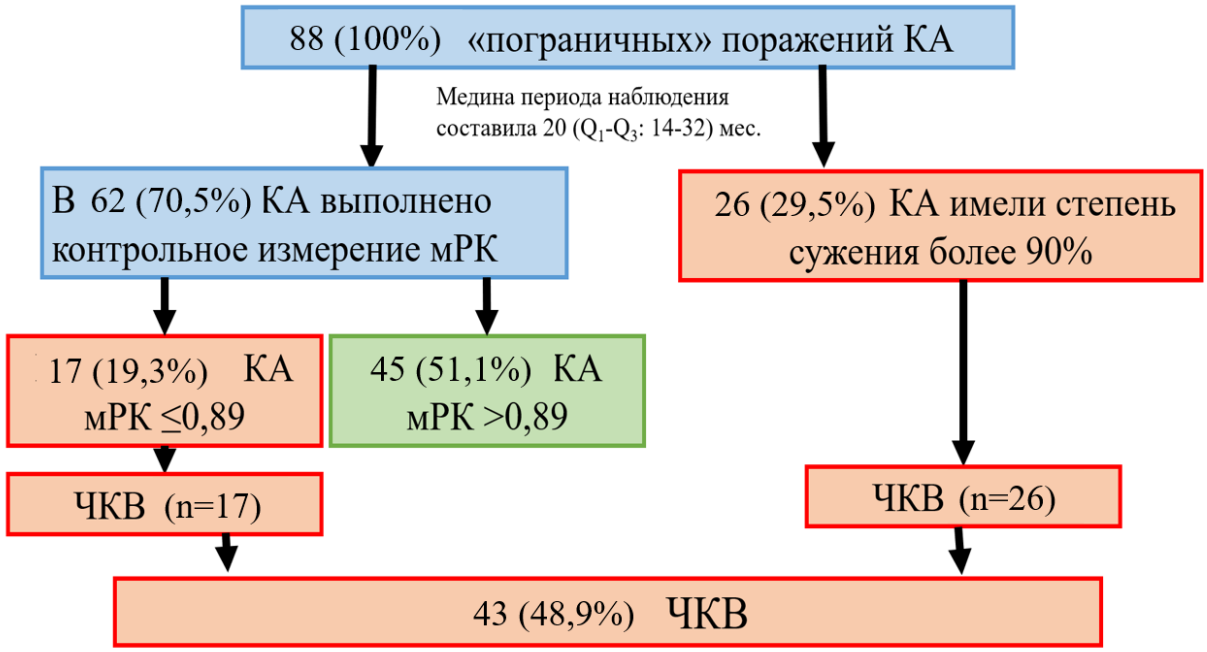


Рисунок 5 – Стратегия отложенной реваскуляризации миокарда в ранее гемодинамически незначимых поражениях КА

Диапазон значений мРК исходно в целевой артерии варьировал от 0,91 до 1,0 (рис. 6). Наиболее частыми значениями мРК были 1,0 (n=13) и 0,93 (n=12). Количество поражений КА, которые были в диапазоне «серой» зоны мРК, составило 25 (28,4%). Большинство поражений КА (n=63; 71,6%) имели индекс мРК более 0,93.

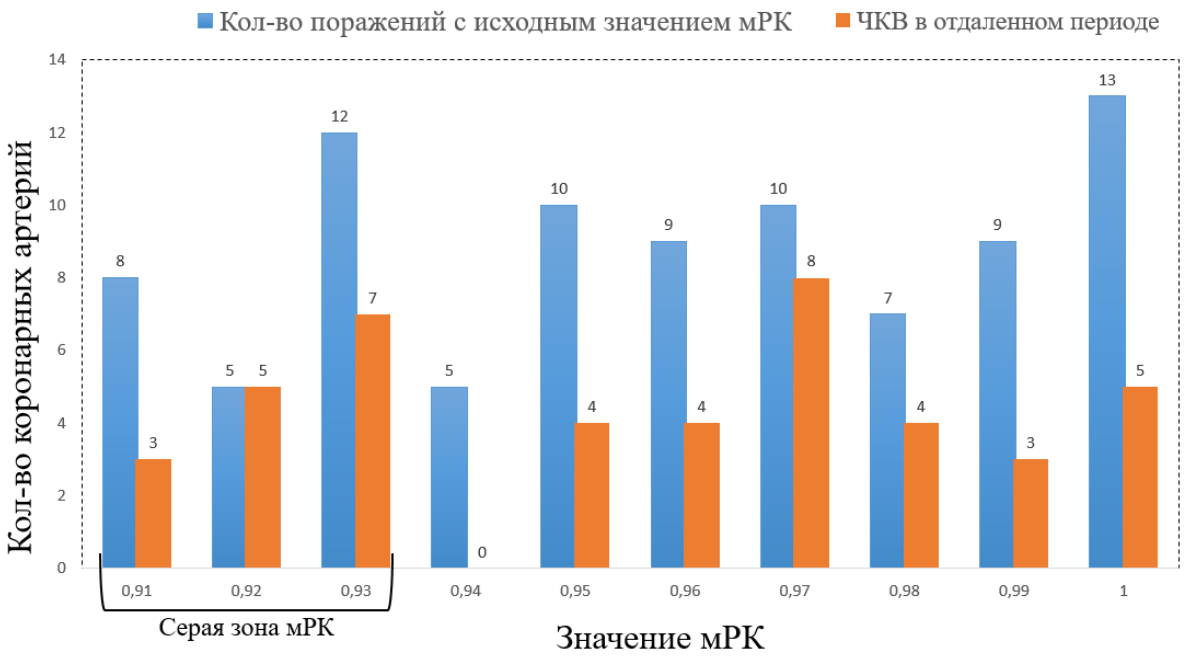


Рисунок 6 – Исходное распределение количества пораженных КА по значению показателя мРК и их частота реваскуляризации в отдаленном периоде наблюдения

Частота реваскуляризации КА, которые ранее были в диапазоне от 0,9 до 0,93, составила 60% (n=15). При исходном значении мРК более 0,93 частота их реваскуляризации в отдаленном периоде наблюдения составила 44,4% (n=28) (p = 0,295) (табл. 7).

Таблица 7 – Частота реваскуляризации КА в зависимости от индекса мРК

Характеристика	**Значение мРК от 0,9 до 0,93**		**Значение мРК более 0,93**		**p**
	n	%	n	%	
Всего	25	100	63	100	
Реваскуляризация в отдаленном периоде	15	60,0	28	44,4	0,295

3.5 Клинический пример 1

Пациент В., 60 лет, обратился в Центр с жалобами на чувство дискомфорта и давящие боли за грудиной при умеренной физической нагрузке более 500 метров. Среди факторов риска развития ИБС у пациента отмечаются сахарный диабет 2 типа (инсулиннепотребный), артериальная гипертензия, курение в

анамнезе, дислипидемия (общий холестерин 5,7 ммоль/л, триглицериды 1,75 ммоль/л, ЛПНП 4,14 ммоль/л). По месту жительства пациенту было выполнено МСКТ коронарных артерий, по данным которой отмечалось сужение ПМЖВ на границе проксимальной и средней трети более 65%. Учитывая факторы риска, жалобы пациента и данные МСКТ коронарных артерий, было принято решение выполнить коронарографию. По данным КАГ было выявлено сужение п/3 ПМЖВ 60%, сужение с/3 ПМЖВ 65%, стеноз ДВ 90%, стеноз д/3 ОВ 60% и стеноз с/3-д/3 ПКА 55% (SYNTAX score – 19). Далее в связи с выявленным многососудистым поражением коронарного русла было выполнено измерение мРК в ПМЖВ, ОВ и ПКА. Показатель мРК в ПМЖВ составил 0,93, в ОВ – 0,91, в ПКА – 0,97 (рис. 7).

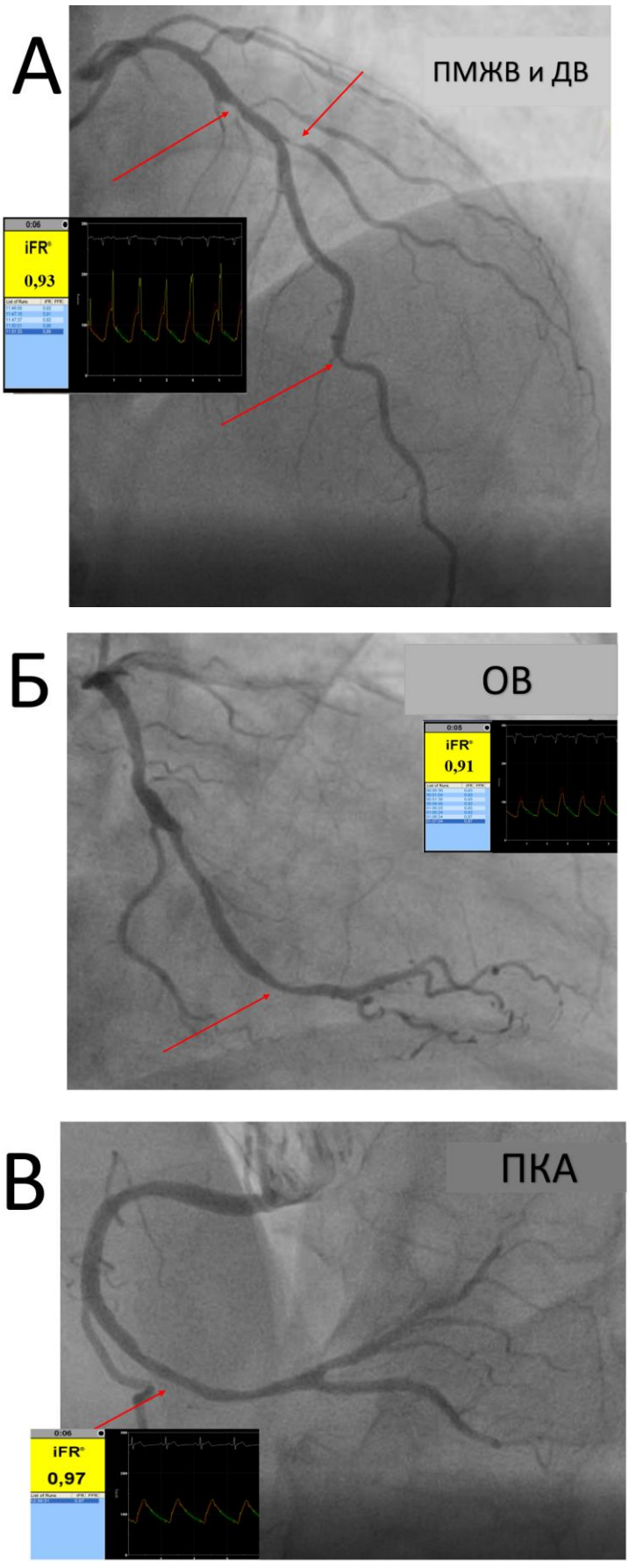


Рисунок 7 – Коронарография и измерение мРК в ПМЖВ (А), ОВ (Б) и ПКА (В). Стрелками указаны зоны сужения коронарных артерий

На основании полученных данных было выполнено стентирование ДВ с хорошим ангиографическим результатом (рис. 8). Послеоперационный период протекал без особенностей, отмечался регресс клиники стенокардии, осложнений в госпитальный период не выявлено.

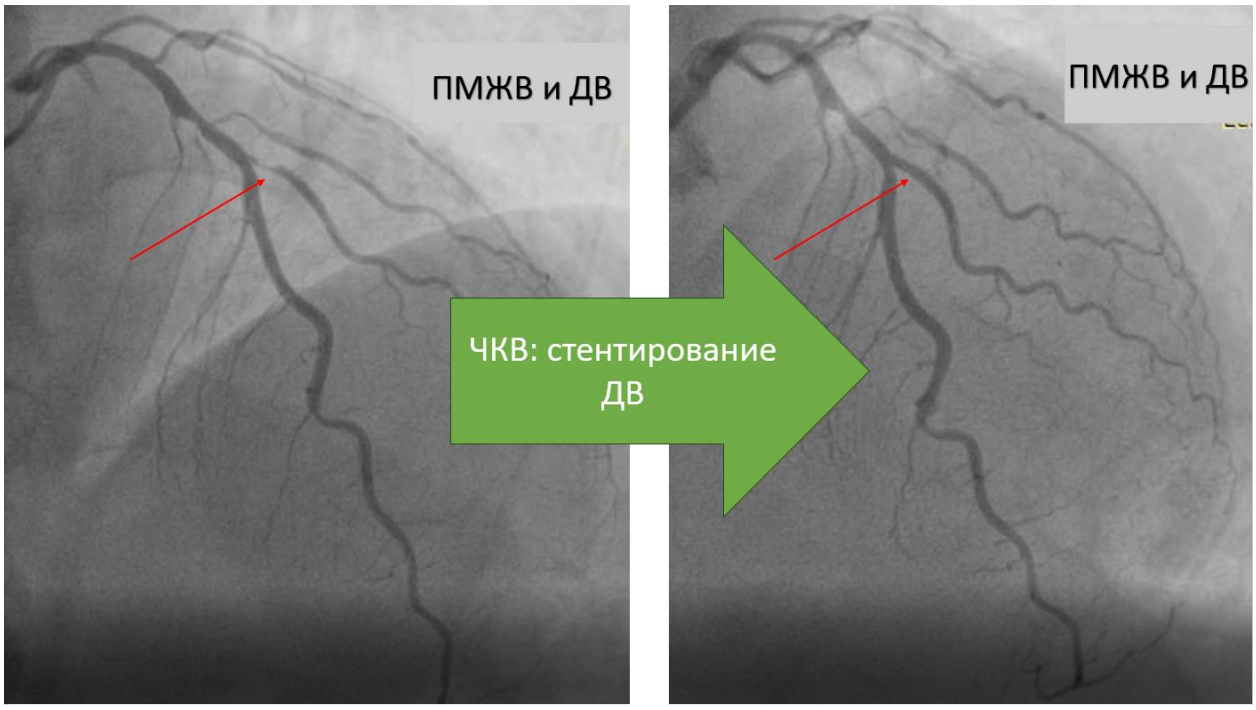


Рисунок 8 – Коронарография. Стентирование ДВ. Стрелками указана зона стентирования

Через два года пациент вновь обратился в Центр с жалобами на давящие боли за грудиной при физических нагрузках (ходьба более 500 метров) и снижение толерантности к нагрузкам за последние 12 месяцев. Со слов пациента было отмечено, что прием ранее назначенных лекарственных препаратов был нерегулярным. В биохимическом анализе крови также отмечается дислипидемия (общий холестерин – 6,58 ммоль/л, триглицериды – 2,06 ммоль/л, ЛПНП – 5,0 ммоль/л). Учитывая факторы риска и жалобы пациента, было принято решение выполнить коронарографию. По данным КАГ отмечается стеноз п/3 ПМЖВ 70%, с/3 ПМЖВ 90%, стеноз д/3 ОВ 65% и стеноз с/3-д/3 ПКА 85%. Учитывая многососудистое поражение коронарного русла, принято решение выполнить измерение мРК в с/3 ПМЖВ (значение мРК составило 0,86), ОВ (значение мРК

составило 0,91) и ПКА (значение мРК составило 0,88). На основании полученных данных было выполнено стентирование ПМЖВ и ПКА (рис. 9).

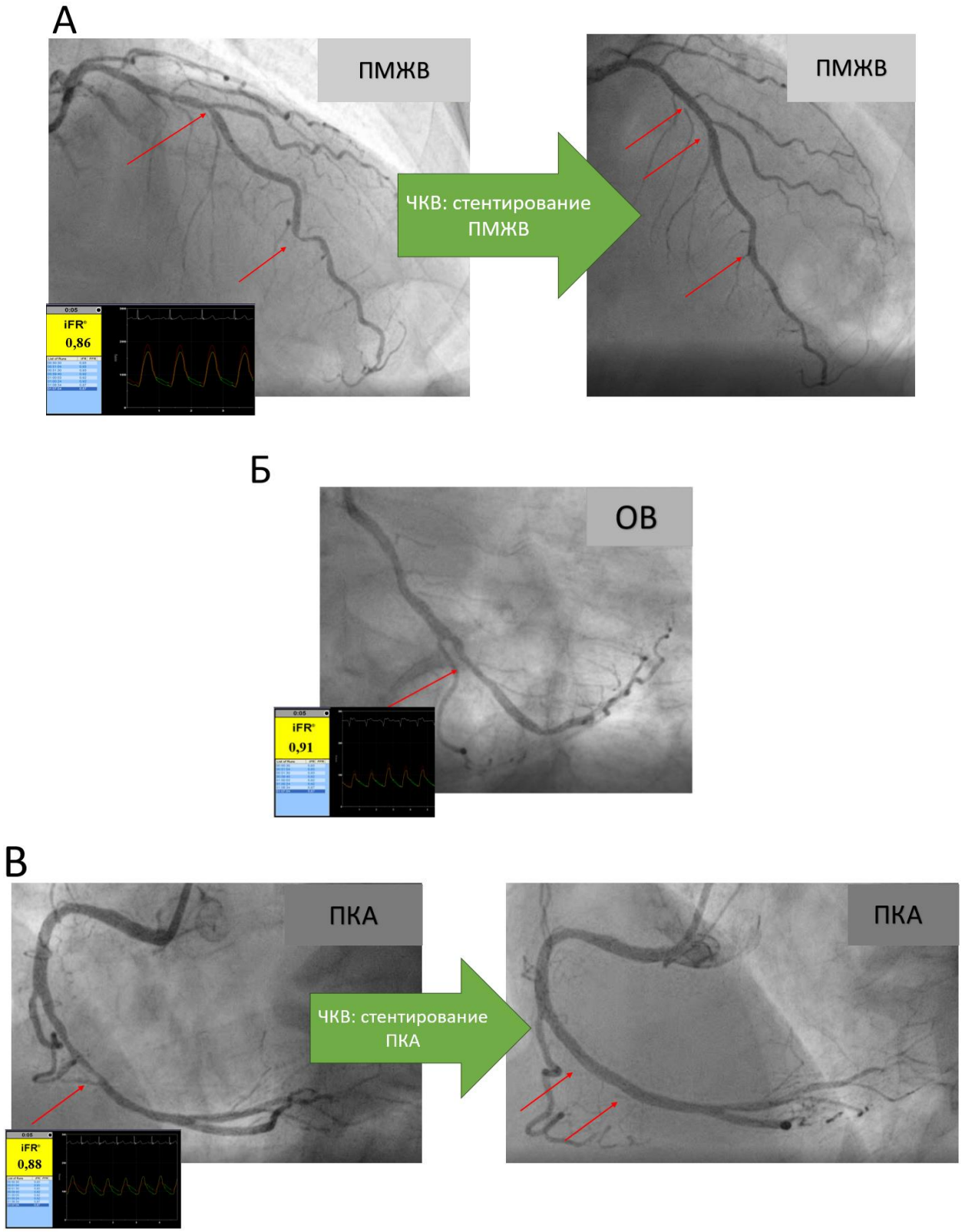


Рисунок 9 – Ангиография и измерение мРК ПМЖВ (А), ОВ (Б) и ПКА (В) со стентированием. Стрелками указаны зоны стеноза и зоны стентирования

Послеоперационный период протекал без особенностей, отмечался регресс клиники стенокардии, осложнений в госпитальный период не выявлено.

3.6 Клинический пример 2

Пациент М., 79 лет, обратился в Центр с жалобами на боли за грудиной при умеренной физической нагрузке (подъем по лестнице на 2 пролета), которые купируются приемом нитроглицерина. Факторы риска – артериальная гипертензия и ожирение 1 степени. В анамнезе у пациента была имплантация электрокардиостимулятора в 2012 году в связи с атриовентрикулярной блокадой 2 степени (Мобитц 2), в анамнезе также была отмечена ХИНК 2б степени по А. В. Покровскому. При обследовании на догоспитальном этапе по данным ЭхоКГ отмечается митральная регургитация 2,5–3 степени, трикуспидальная регургитация 3 степени, зон акинезии и гипокинезии не выявлено, ФВ по Симпсону – 58%. Пациент консультирован кардиохирургом, показаний к коррекции клапанной патологии не выявлено. Учитывая факторы риска и жалобы пациента, было принято решение выполнить коронарографию. По данным КАГ отмечается стеноз с/3 ПМЖВ 75%, стеноз д/3 ОВ 70%, стеноз п/3-с/3 ПКА 70%. Учитывая многососудистое поражение коронарного русла, было принято решение выполнить измерение мРК во всех коронарных артериях. По данным инвазивного исследования значение мРК в ПМЖВ составило 0,92, в ОВ – 0,95, в ПКА – 0,94 (рис. 10). Показаний к реваскуляризации миокарда не выявлено, была назначена оптимальная медикаментозная терапия, пациент был выписан в удовлетворительном состоянии под наблюдение кардиолога по месту жительства.

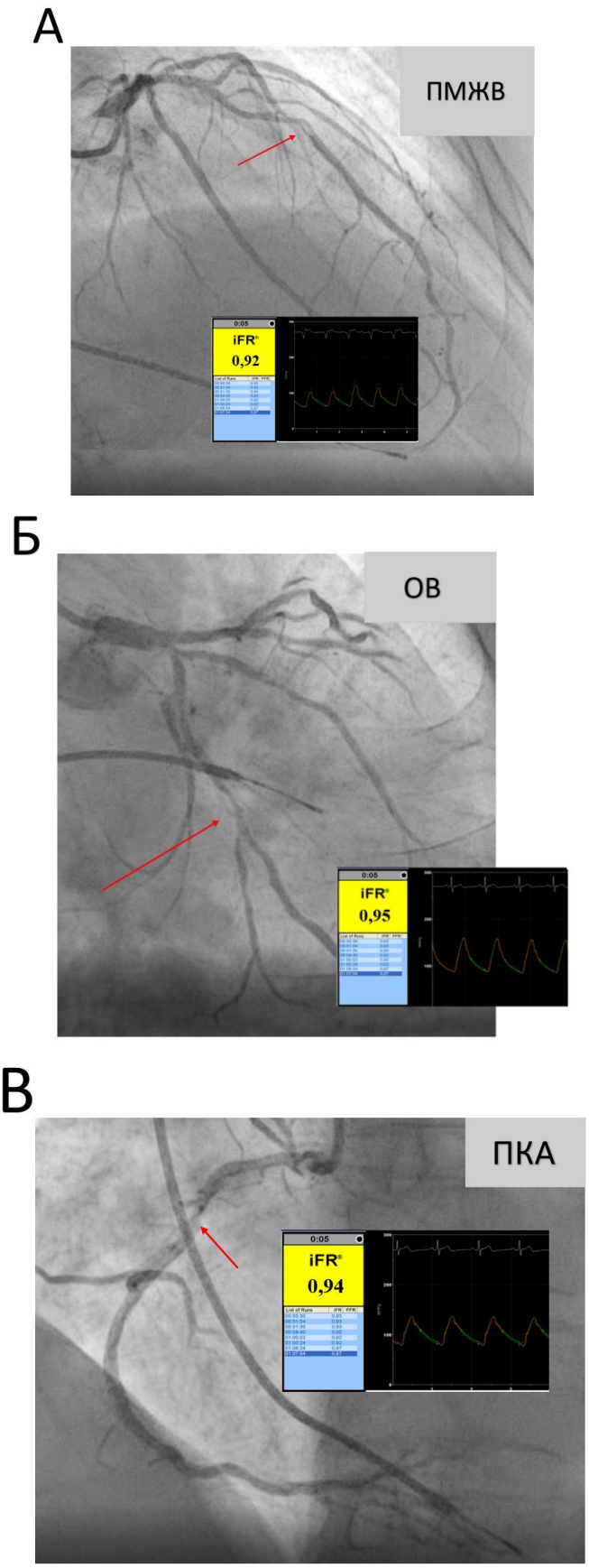


Рисунок 10 – Ангиография и измерение мРК в ПМЖВ (А), ОВ (Б) и ПКА (В). Стрелками указаны зоны стеноза

Через 14 месяцев пациент вновь обратился в Центр с клиникой стенокардии напряжения 3 функционального класса. На фоне приема оптимальной медикаментозной терапии отмечается снижение уровня триглицеридов до 0,78 ммоль/л, общего холестерина до 2,16 ммоль/л и ЛПНП до 0,85 ммоль/л. Учитывая высокий функциональный класс стенокардии и ранее выявленное по данным КАГ многососудистое поражение коронарных артерий, была выполнена повторная коронарография с измерением мРК в ранее гемодинамически незначимых сужениях КА. По данным КАГ: стеноз с/3 ПМЖВ 80%, стеноз с/3 ОВ 85% и стеноз п/3-с/3 ПКА 75%. Индекс мРК в ПМЖВ составил 0,86, в ОВ – 0,63, в ПКА – 0,93. Таким образом, на основании данных мРК было выполнено стентирование ПМЖВ и ОВ с хорошим ангиографическим результатом (рис. 11). Послеоперационный период протекал без особенностей, отмечался регресс клиники стенокардии, осложнений в госпитальный период не выявлено.

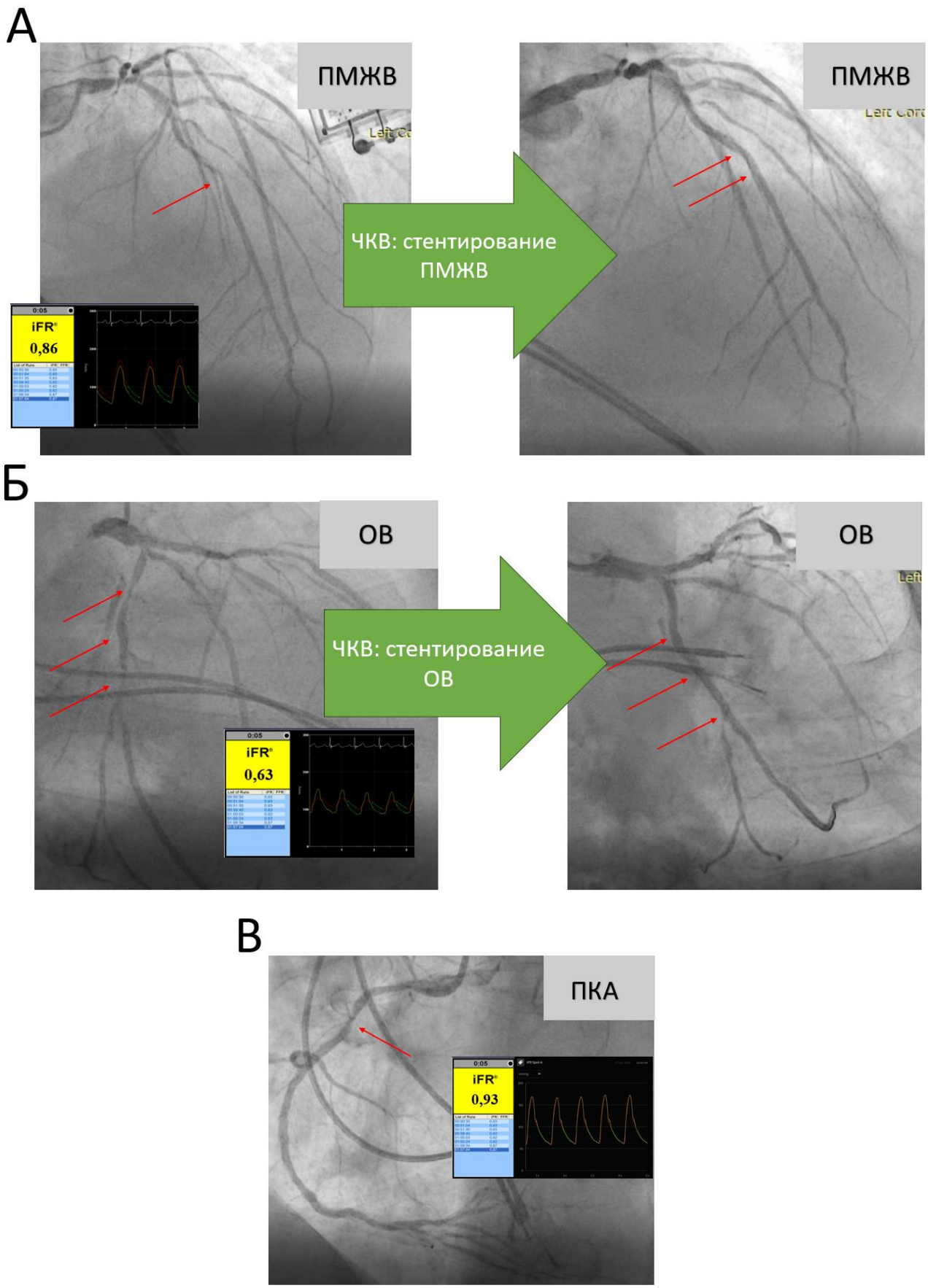


Рисунок 11 – Ангиография и измерение мРК ПМЖВ (А), ОВ (Б) и ПКА (В) со стентированием. Стрелками указаны зоны стеноза и зоны стентирования

3.7 Клинический пример 3

Пациент Л., 67 лет, обратился в Центр с клиникой стенокардии 2 ФК, при обследовании по месту жительства также была выявлена аневризма брюшного отдела аорты – 58 мм. Из факторов риска развития ИБС – сахарный диабет 2 типа. Пациент был госпитализирован для проведения коронарографии с дальнейшим обсуждением тактики лечения на консилиуме «сердечной команды». По данным коронарографии было выявлено многососудистое поражение коронарного русла: стеноз п/3-с/3 ПМЖВ 65%, стеноз п/3 ОВ 85%, стеноз на границе п/3-с/3 ПКА 65%, SYNTAX score – 16 (рис. 12). Учитывая пограничные поражения коронарного русла, было принято решение первым этапом выполнить измерение мРК с дальнейшей реваскуляризацией миокарда при наличии показаний. Вторым этапом принято решение выполнить резекцию аневризмы с протезированием. Индекс мРК в ПМЖВ составил 0,92, в ОВ – 0,76, в ПКА – 0,97. Таким образом, на основании данных мРК было выполнено стентирование ОВ с хорошим ангиографическим результатом (рис. 12).

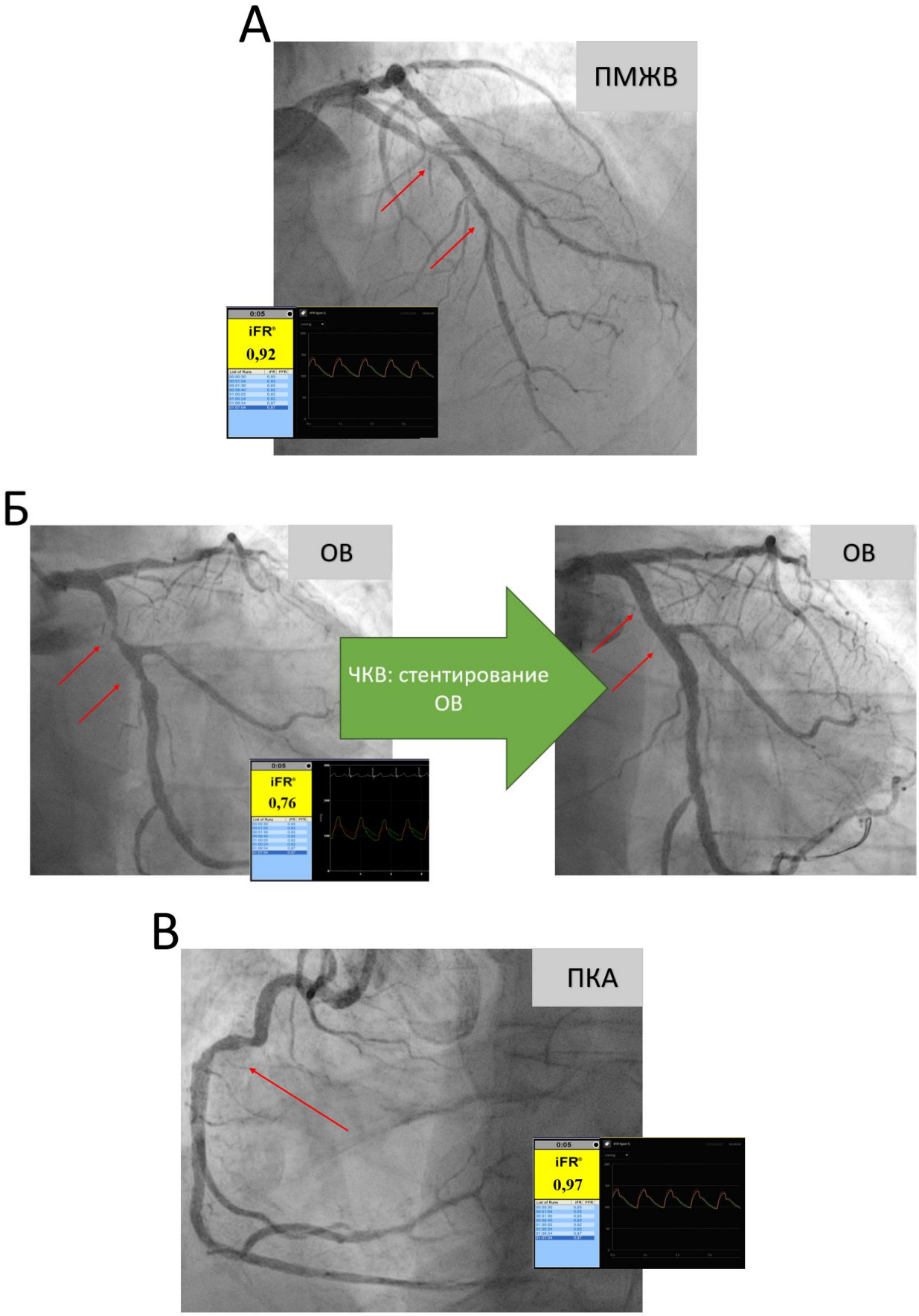


Рисунок 12 – Ангиография и измерение мРК ПМЖВ (А), ОВ (Б) и ПКА (В) со стентированием. Стрелками указаны зоны стеноза и зоны стентирования

После полной функциональной реваскуляризации миокарда пациент был выписан на вторые сутки после оперативного лечения в удовлетворительном состоянии. Далее через 6 месяцев пациент был вновь госпитализирован в Центр для второго этапа лечения, где была выполнена резекция аневризмы инфраренального отдела аорты с линейным протезированием протезом Jotec 22 мм. Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациент был выписан на 8-е сутки после оперативного лечения в удовлетворительном состоянии.

Через 2 года пациент вновь обратился в Центр в плановом порядке для проведения контрольной КАГ. В течение двух лет после реваскуляризации миокарда пациент не отмечал клиники ангинозных болей. При поступлении уровень гликозилированного гемоглобина (HbA1c) составил 6,9%. Учитывая ранее выявленные пограничные поражения коронарных артерий и наличие факторов риска развития ИБС, была выполнена КАГ с измерением мРК в ранее гемодинамически незначимых поражениях. По данным ангиографии венечных артерий отмечается стеноз п/3-с/3 ПМЖВ 85% и стеноз в п/3-с/3 ПКА 80%, ранее имплантированный стент в ОВ проходим, без признаков тромбоза и значимого рестеноза (рис. 13). Индекс мРК в ПМЖВ составил 0,83, в ПКА – 0,75. Далее на основании функциональной оценки коронарного русла было выполнено стентирование ПМЖВ и ПКА с хорошим ангиографическим результатом (рис. 13).

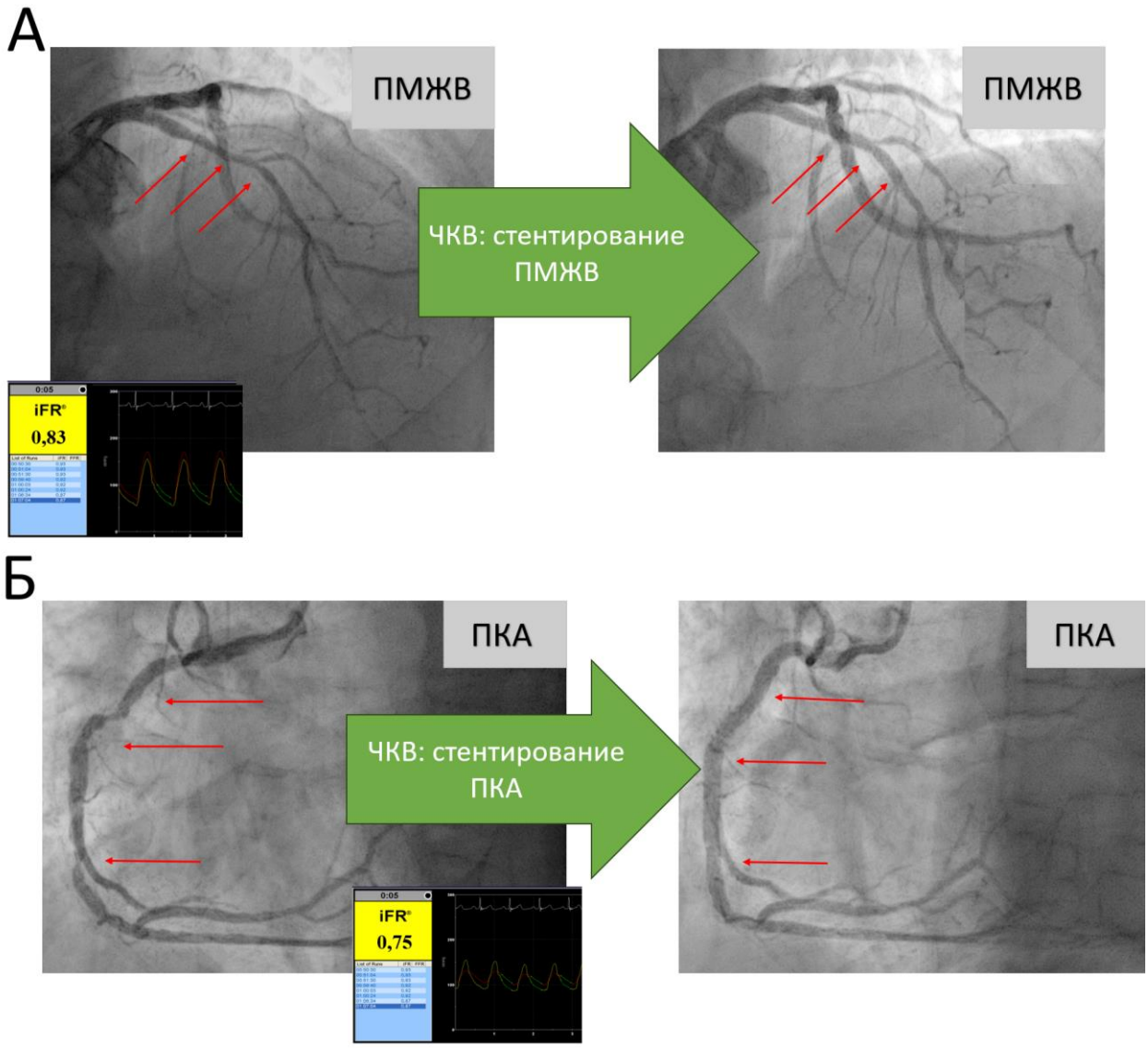


Рисунок 13 – Ангиография и измерение мРК ПМЖВ (А) и ПКА (Б) со стентированием. Стрелками указаны зоны стеноза и зоны стентирования

Послеоперационный период протекал без особенностей. Пациент был выписан в удовлетворительном состоянии под наблюдение кардиолога по месту жительства.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ

Верификация ишемии миокарда на сегодняшний день является неотъемлемым диагностическим этапом в лечении ИБС. С каждым годом методы ее верификации все шире внедряются в клиническую практику специализированных центров, что позволяет с большой диагностической точностью выявить ишемию миокарда и своевременно назначить необходимое лечение. Выбор между инвазивными или неинвазивными методами верификации ишемии во многом зависит от коморбидности пациента, клиники стенокардии, а также технического оснащения центра и опыта медицинского персонала.

Функциональная оценка коронарного русла с помощью ФРК/мРК является безопасным методом, который имеет высокую корреляцию с неинвазивными методами [6, 7]. При лечении пациентов с многососудистым поражением КА определение симптом-зависимой коронарной артерии, по данным неинвазивных методов, может быть затруднительным ввиду большого распределения зон ишемии. В таком случае функциональная оценка коронарного русла (мРК/ФРК) имеет преимущество, так как данные методы способны выявить значимые поражения в каждом коронарном бассейне. Интраоперационная оценка коронарного русла у данных пациентов способствует изменению стратегии реваскуляризации миокарда. В большинстве случаев это приводит к уменьшению количества коронарных артерий, которые будут подвергнуты реваскуляризации [51, 100]. Так, исследование De Backer O. с соавт. демонстрирует значительное снижение количества имплантируемых стентов после измерения ФРК у пациентов с ИБС [16]. Из 947 пограничных поражений КА показания к реваскуляризации были выявлены лишь в 51,2% случаев. Однако влияние функциональной оценки коронарного русла среди пациентов, которым планируется КШ, остается дискутабельным. В одноцентровое проспективное исследование GRAFFITI было включено 172 пациента, которым выполнялось КШ под контролем КАГ (n=84) или ФРК (n=88) [102]. В качестве первичной конечной

точки была выбрана оценка проходимости шунтов через 12 месяцев. Через год наблюдения не было выявлено разницы между исследуемыми группами в отношении как первичной конечной точки (p = 0,885), так и частоты общей смертности, ИМ, ОНМК и незапланированной реваскуляризации целевой артерии (p = 0,674). Авторы заявляют, что измерение ФРК перед КШ не повлияло на проходимость шунтов в течение года, однако способствовало упрощению хирургического вмешательства в связи с уменьшением количества накладываемых шунтов в группе ФРК. Схожие результаты были представлены в крупном метаанализе Shruti J. с соавт., в который было включено 1146 пациентов с ИБС [54]. Всем больным выполнялась реваскуляризация миокарда с помощью КШ. В группу КШ под контролем ангиографии было включено 572 пациента, под контролем ФРК – 574. Статистически достоверной разницы в частоте выявления ИМ или повторной реваскуляризации между исследуемыми группами не выявлено ([ОР 0,76; 95% ДИ 0,41–1,43; p = 0,40] и [ОР 1,28; 95% ДИ 0,75–2,19; p = 0,36] соответственно). Тем не менее ЧКВ под контролем ФРК демонстрирует значительное преимущество у пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла по сравнению с ЧКВ под контролем ангиографии [84].

На сегодняшний день превалирующую роль в лечении пациентов с ИБС играет эндоваскулярная хирургия. В 2022 году было выполнено 298 671 ЧКВ, что соответствует более 90% от общего числа реваскуляризаций миокарда на территории РФ [2]. Данная статистика подчеркивает важность развития эндоваскулярных технологий, которые будут оптимизировать и улучшать результаты ЧКВ как в момент оперативного вмешательства, так и в отдаленном периоде наблюдения.

В нашем исследовании мы демонстрируем отдаленные результаты лечения пациентов с ИБС и многососудистым поражением коронарного русла под контролем мРК. Применение негиперемических индексов у данной группы пациентов, с нашей точки зрения, является оптимальной стратегией для определения объема реваскуляризации миокарда. Несмотря на то, что применение ФРК и мРК для пациентов с двух- и трехсосудистым поражением имеет

одинаковый класс рекомендаций и уровень доказательности, многократное введение гиперемических агентов у данных пациентов способствует увеличению риска развития нежелательных побочных эффектов (одышка, боль за грудиной, нарушения ритма сердца, бронхоспазм, аллергическая реакция) [63].

На сегодняшний день лечение пациентов с многососудистым поражением коронарного русла под контролем мРК изучено в гораздо меньшей степени, чем под контролем ФРК. Наиболее крупными рандомизированными исследованиями, целью которых было изучение мРК, по сей день остаются iFR SWEDEHEART и DEFINE-FLAIR [39]. Основной задачей данных РКИ было сравнение отдаленных клинических результатов ЧКВ под контролем мРК и ФРК. В исследовании принимало участие 4511 пациентов с ИБС (2019 пациентов из исследования iFR SWEDEHEART и 2492 из исследования DEFINE-FLAIR). Данная когорта больных была разделена на две группы. В группе 1 (n=2254) выполнялась реваскуляризация под контролем мРК, в группе 2 (n=2257) – реваскуляризация под контролем ФРК. Большая часть пациентов (53%) имела односсудистое поражение коронарного русла и лишь 39% имели многососудистое поражение. Сахарный диабет наблюдался у 27% пациентов, а доля пациентов с гипертонией составила 71%. После функциональной оценки коронарного русла в группе мРК 50% не имели гемодинамически значимых поражений, в группе ФРК этот показатель составил 55% (p = 0,008). Через год наблюдения частота больших сердечно-сосудистых осложнений в исследовании DEFINE-FLAIR в группе мРК составила 6,8%, в группе ФРК – 7,0% (p = 0,78). Аналогичные результаты были получены и в исследовании iFR SWEDEHEART: в группе мРК – 6,7%, а ФРК – 6,1% (p = 0,53). Через 5 лет наблюдения частота больших сердечно-сосудистых событий в группе мРК составила 21,5% (n=1019), а в группе ФРК – 18,6% (n=1018) (ОШ 1,18; 95% ДИ [1,04; 1,34]), общая смертность в группе мРК составила 8,3% (n=188), в группе ФРК – 6,3% (n=143) (ОШ 1,34; 95% ДИ [1,08; 1,67]), частота выявления ИМ в группе мРК составила 5,5% (n=123), в группе ФРК – 5,4% (n=123) (ОШ 1,02; 95% ДИ [0,80; 1,32]), а частота незапланированной

реваскуляризации составила 10,4% против 10,7% соответственно (ОШ 0,99; 95% ДИ [0,83; 1,19]).

Отдаленные клинические результаты лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла под контролем ФРК были представлены в таких крупных исследованиях, как FAME и FAME 3 [45, 84]. В исследовании FAME основной задачей было продемонстрировать преимущество ЧКВ с применением функциональной оценки коронарного русла по сравнению с ангиографией. Исследуемая когорта пациентов (n=1005) была разделена на две группы: в группе 1 выполнялась реваскуляризация под контролем ангиографии (n=496), в группе 2 – под контролем ФРК (n=509). По данным КАГ в группе ФРК 23% (n=115) пациентов имели трехсосудистое поражение и 77% (n=394) – двухсосудистое поражение коронарного русла. Сахарный диабет в группе ФРК отмечался у 24% пациентов, гипертония – 61%, дислипидемия – 72%. После измерения ФРК 2,2% (n=11) не имели показаний к реваскуляризации миокарда. Из 1329 сужений КА 61,4% (n=816) имели значение ФРК ≤ 0,80 и были подвергнуты реваскуляризации, и 38,6% (n=509) имели значение ФРК > 0,80, на основании чего реваскуляризация была отложена. Первичной конечной точкой был кумулятивный показатель частоты выявления общей смертности, ИМ и повторной реваскуляризации миокарда. Через 2 года наблюдения частота выявления первичной конечной точки в группе 1 составила 22,4%, в группе 2 – 17,9% (p = 0,08). Частота смерти или ИМ в группе 1 составила 12,9%, в группе 2 – 8,4% (p = 0,02). Частота незапланированной реваскуляризации в группе 1 составила 12,7%, в группе 2 – 10,6% (p = 0,30).

В исследовании FAME II лишь 43,8% (n=196) пациентов из группы, где выполнялось ЧКВ под контролем ФРК, имели ангиографически многососудистое поражение коронарных артерий [31, 110]. Также в этой группе частота выявления СД составила 27,5%, дислипидемии – 73,8%, поражений периферических сосудов – 9,6%. Первичная конечная точка (общая смертность, ИМ и незапланированная реваскуляризация миокарда) через 5 лет наблюдения в группе ЧКВ составила

13,9% (n=62). Частота общей смертности в группе ЧКВ составила 5,1% (n=23), ИМ – 8,1% (n=36), незапланированной реваскуляризации – 13,4% (n=60).

В исследовании FAME 3 были представлены результаты лечения пациентов с ИБС и трехсосудистым поражением коронарного русла [45]. Целью данного исследования было сравнение двух методов реваскуляризации миокарда: полная функциональная реваскуляризация с помощью ЧКВ под контролем ФРК и КШ. Первичная конечная точка являлась кумулятивным показателем общей смертности, ИМ, ОНМК и незапланированной реваскуляризации миокарда. Через год наблюдения не было выявлено статистически достоверной разницы между исследуемыми группами пациентов. Частота выявления первичной конечной точки в группе ЧКВ составила 10,6%, в группе КШ – 10,6% (p = 0,35). Частота выявления ИМ в группе ЧКВ составила 5,2%, в группе КШ – 3,5% (ОР 1,5; 95% ДИ 0,9–2,5), общая смертность в группе ЧКВ – 1,6%, в группе КШ – 0,9% (ОР 1,7; 95% ДИ 0,7–4,3), а частота незапланированной реваскуляризации составила 5,9% в группе ЧКВ и 3,9% в группе КШ (ОР 1,5; 95% ДИ 0,9–2,3).

В нашем исследовании, при медиане наблюдения 18 месяцев, частота выявления первичной конечной точки составила 12,8% в группе, где выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда под контролем мРК, и 13,3% в группе, где реваскуляризация миокарда была отложена на основании мРК (мРК > 0,89) (p = 1,0). Полученные результаты демонстрируют более низкий показатель частоты выявления больших сердечно-сосудистых событий, чем в исследовании FAME через 2 года (17,9%). Аналогичная тенденция сохраняется в отношении частоты выявления ИМ. Так, в нашем исследовании частота ИМ в группе 1 составила 5,8%, в исследовании FAME – 6,1%. Такой низкий показатель можно объяснить тем, что наше исследование является одноцентровым и включало меньшее количество пациентов. В исследовании FAME 3 частота больших сердечно-сосудистых событий составила 10,6% и ИМ – 5,2%, что в процентном соотношении ниже, чем в нашем исследовании, однако в данном исследовании период наблюдения составил всего 12 месяцев. При сравнении результатов нашего исследования с результатами таких РКИ, как FAME II, iFR

SWEDEHEART и DEFINE-FLAIR, мы также наблюдаем сопоставимые результаты в отношении частоты больших сердечно-сосудистых событий через 2 года наблюдения. Однако хотелось бы отметить, что в данных исследованиях менее 50% пациентов имели ангиографически двух- или трехсосудистое поражение коронарного русла.

В крупном многоцентровом реестре J-CONFIRM представлены результаты отложенной реваскуляризации миокарда на основании ФРК [67, 68]. В исследование принимало участие 1263 пациента. Первичная конечная точка включала в себя смерть от сердечно-сосудистых заболеваний, ИМ и реваскуляризацию целевой артерии. Через два года наблюдения частота реваскуляризации целевой артерии составила 5,5%, смертность от сердечно-сосудистых событий и ИМ составила 0,41% и 0,41% соответственно. Важно отметить, что в исследовании 78,6% пациентов имели односсудистое поражение КА. В нашем исследовании частота реваскуляризации целевой артерии в группе пациентов, где реваскуляризация была отложена на основании мРК, составила 20%, ИМ – 0%, а частота сердечно-сосудистых событий составила 13,2%, что обусловлено ОНМК (6,6%) и смертью от осложненного течения новой коронавирусной инфекции COVID-19 (6,6%) в отдаленном периоде. Полученные результаты можно связать с тем, что в данную группу было включено всего 30 пациентов, и все они имели многососудистое поражение коронарного русла. Также при сравнении отдаленных клинических результатов мы не получили статистически достоверной разницы между исследуемыми группами в отношении первичной конечной точки. Однако было отмечено статистически достоверное увеличение частоты незапланированной реваскуляризации миокарда в группе, где выполнялось стентирование КА (50% против 23,3%; p = 0,011).

В нашем исследовании мы отметили высокую частоту незапланированной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде наблюдения, которая достигла 43,1% (n=50) в общей исследуемой когорте пациентов. При этом реваскуляризация ранее гемодинамически незначимых поражений была выполнена у 30,1% (n=35) пациентов. В исследованиях DEFINE-FLAIR и iFR

SWEDEHEART через 5 лет наблюдения частота незапланированной реваскуляризации составила всего 10,4%, в исследовании FAME II – 13,4%, в исследовании FAME через 2 года – 10,6%. Мы предполагаем, что такие результаты связаны с тем, что все наши пациенты имели изначально многососудистое поражение коронарного русла. Также в рамках исследования нами были повторно госпитализированы 58,4% (n=59) пациентов в плановом порядке для контрольной КАГ и измерения мРК. Во время повторной госпитализации реваскуляризация миокарда была выполнена у 34 пациентов, что составило 29,3% от общего числа реваскуляризаций в исследуемой когорте пациентов. Таким образом, если бы в рамках исследования не проводилось контрольной госпитализации, процент незапланированной реваскуляризации в общей исследуемой когорте мог бы снизиться до 13,8%, что было бы приемлемо при сравнении с результатами прочих крупных РКИ. Также было выявлено, что 48,9% ранее гемодинамически незначимых поражений имеют показания к реваскуляризации (степень сужения > 90% или значение мРК < 0,89). Динамическое измерение мРК показало снижение индекса мРК в отдаленном периоде наблюдения по сравнению с исходным значением, что говорит о необходимости наблюдения за данной когортой пациентов и своевременной их госпитализации. При анализе значений индекса мРК, которые входили в «серую» зону (значение мРК 0,90–0,93), и значений более 0,93 мы отметили увеличение частоты реваскуляризации поражений, которые входили в «серую» зону, однако статистически достоверной разницы не выявлено (60% против 46,1%; p = 0,295).

Анализ исследований FAME, FAME II и J-CONFIRM показывает, что при значении ФРК > 0,80 реваскуляризация может быть безопасно отложена. Однако среди пациентов с сахарным диабетом, у которых реваскуляризация была отложена, отмечается увеличение частоты выявления больших сердечно-сосудистых осложнений. В нашем исследовании, при анализе номинальных переменных с построением таблицы сопряженности с частотой реваскуляризации целевой артерии, СД оказывал статистически значимое влияние на частоту реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых сужений КА (ОШ 0,239;

95% ДИ 0,079–0,730), что также было отмечено исходя из значений регрессионных коэффициентов (p = 0,023), однако ввиду малого количества пациентов (n=116), из которых только 29,3% (n=34) имели сахарный диабет, чувствительность данной модели с оценкой влияния факторов составила 86,4%, а специфичность – всего 45,7%. Одним из крупных исследований, демонстрирующих влияние СД у пациентов с ИБС, является РКИ FREEDOM [26]. В исследование было включено 1900 пациентов с ИБС и СД. Частота выявления трехсосудистого поражения коронарного русла у исследуемой когорты больных составила 83%. Согласно дизайну исследования, пациенты были разделены на две группы. В группе 1 выполнялось КШ (n=947), в группе 2 – ЧКВ (n=953). Период наблюдения составил 5 лет. В отдаленном периоде наблюдения было отмечено увеличение частоты больших сердечно-сосудистых событий в группе 2 по сравнению с группой 1 (26,6% против 18,7%; p = 0,005). Результаты данного исследования демонстрируют преимущество КШ у пациентов с многососудистым поражением КА в сочетании с СД. На сегодняшний день преимущество в выборе метода реваскуляризации миокарда у пациентов с СД и многососудистым поражением коронарных артерий, безусловно, остается за КШ. Однако влияние СД у пациентов, у которых реваскуляризация миокарда была основана на функциональной оценке коронарного русла, изучено в меньшей степени. Так, анализ пациентов с ИБС в сочетании с СД из исследования DEFINE-FLAIR под контролем мРК и ФРК показал, что уже через год наблюдения риск развития больших сердечно-сосудистых осложнений был значительно выше, чем в группе пациентов без СД (8,6% против 5,6% соответственно; p < 0,001) [71]. Также было отмечено, что ЧКВ под контролем мРК и ФРК показало сопоставимый риск развития больших сердечно-сосудистых осложнений среди пациентов с СД (10,0% против 7,2%; ОР 1,33; 95% ДИ 0,78–2,25; p = 0,30). В 2022 году в исследовании A. Castro-Mejia et al. были представлены отдаленные клинические результаты отложенной реваскуляризации миокарда на основании функциональной оценки коронарного русла (ФРК и мРК) [25]. В исследовании принимало участие 444 пациента. В группу 1 (n=164) были включены пациенты с

СД, в группу 2 (n=280) – без СД. Количество пограничных поражений КА со значением ФРК > 0,8 или мРК > 0,89 составило 593. Медиана периода наблюдения составила 43 месяца. В отдаленном периоде наблюдения в группе 1 отмечалась тенденция к увеличению частоты развития больших сердечно-сосудистых осложнений, однако статистически достоверной разницы не выявлено (20,1% против 13,2% соответственно; p = 0,245). Также аналогичная тенденция наблюдалась в отношении развития ИМ: в группе 1 данный показатель составил 6,7%, в группе 2 – 2,9% (p = 0,063), однако статистически достоверной разницы не выявлено.

Увеличение количества больших сердечно-сосудистых событий у пациентов с СД при наличии гемодинамически незначимых поражений КА было изучено в исследовании COMBINE OCT-FFR [62]. В исследование было включено 550 пациентов с СД. Данной когорте больных выполнялась КАГ с измерением ФРК. При значении ФРК > 0,80 выполнялось ОКТ в данной зоне сужения. Основной задачей ОКТ было выявление тонкой покрышки фиброатеромы (ТПФА), которая могла указывать на наличие нестабильной бляшки. Термин ТПФА включал в себя наличие богатой липидной бляшки, толщина покрышки которой составляла менее 65 мкм. Далее, согласно дизайну исследования, пациентов делили на две группы. В группу 1 вошли пациенты с наличием ТПФА, в группу 2 – без признаков ТПФА. Первичная конечная точка являлась кумулятивным показателем частоты смерти от ИМ, нефатального ИМ, незапланированной реваскуляризации миокарда и нестабильной стенокардии. Через 1,5 года наблюдения в группе 1 было отмечено статистически достоверное увеличение частоты выявления первичной конечной точки, что составило 13,3% против 3,1% (p < 0,001).

Исследование COMBINE OCT-FFR, с нашей точки зрения, является хорошим примером, который демонстрирует значительное снижение частоты больших сердечно-сосудистых событий с применением нескольких технологий, позволяющих оценить коронарное русло. Также в этом контексте хотелось бы упомянуть исследование SYNTAX II [24]. В исследовании принимало участие 454

пациента с многососудистым поражением коронарного русла. Всем пациентам выполнялась функциональная оценка коронарного русла по принципу гибридного подхода ФРК-мРК. После выявления гемодинамически значимых сужений выполнялось стентирование КА под контролем ВСУЗИ. Полученные отдаленные клинические результаты демонстрируют значительное снижение частоты больших сердечно-сосудистых осложнений при сравнении с аналогичной группой пациентов из исследования SYNTAX, которым выполнялось ЧКВ без «вспомогательных» технологий, что составило 21,5% против 36,4% соответственно ($p < 0,001$) через 5 лет наблюдения. Также через 5 лет наблюдения не было выявлено статистически достоверной разницы в отношении частоты больших сердечно-сосудистых событий между аналогичной группой и группой, где выполнялось КШ из исследования SYNTAX (21,5% против 24,6%; ОР 0,87; 95% ДИ 0,64–1,17; $p = 0,35$).

Методы функциональной оценки сужений коронарных артерий, такие как мРК и ФРК, в последние годы находят все более широкое применение в практике рентгенэндоваскулярной хирургии при лечении ИБС как в России, так и в других странах. Применение этих технологий позволяет точно определить гемодинамическую значимость поражений, что способствует уменьшению количества имплантируемых стентов и улучшению отдаленных клинических результатов. Наше исследование показало, что полная функциональная реваскуляризация миокарда под контролем мРК не уступает в безопасности отложенной реваскуляризации под контролем аналогичной функциональной оценки коронарного русла в отношении больших сердечно-сосудистых осложнений. Высокая доля незапланированных коронарных вмешательств в отдаленные сроки подчеркивает необходимость внедрения систематического наблюдения и профилактической кардиологической поддержки с активной коррекцией факторов риска и модификацией образа жизни. На наш взгляд, при наличии многососудистого поражения коронарного русла и отсутствии значимых по мРК/ФРК стенозов рациональной стратегией является динамическое наблюдение. Это позволит своевременно выявить ишемию и выполнить

реваскуляризацию миокарда, тем самым снизив риск тяжелых сердечно-сосудистых осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С момента своего появления коронарография стала стандартом в диагностике и лечении пациентов с ИБС. Однако при выявлении пограничных стенозов визуальная оценка степени стеноза коронарных артерий характеризуется высокой субъективностью и ограниченной точностью. Особенно важное значение это имеет при лечении пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, так как целенаправленная реваскуляризация гемодинамически значимых стенозов ассоциирована со снижением частоты больших сердечно-сосудистых осложнений и облегчением симптомов стенокардии [78, 111, 112]. На сегодняшний день самыми распространенными методами функциональной оценки коронарного русла являются измерение показателей ФРК и мРК. Измерение ФРК считается первым инвазивным методом, который способен выявить гемодинамически значимые поражения КА с большой диагностической точностью, что было доказано в крупных рандомизированных исследованиях. Однако, несмотря на все преимущества, частота применения данного метода остается достаточно низкой. Это связано с рядом таких факторов, как нежелательные побочные эффекты при введении гиперемических препаратов, увеличение расходов на госпитализацию, а также скептицизм рентгенэндоваскулярного хирурга и его нежелание отложить оперативное вмешательство. Так, в качестве альтернативы ФРК был разработан и введен в клиническую практику негиперемический метод функциональной оценки коронарного русла – мРК. В исследованиях DEFINE-FLAIR и iFR SWEDEHEART было доказано, что данный метод имеет сопоставимый результат в отношении больших сердечно-сосудистых событий в отдаленном периоде наблюдения. Однако при анализе крупных рандомизированных исследований, посвященных лечению пациентов с ИБС и многососудистым поражением венечного русла под контролем функциональной оценки коронарного кровообращения, методом определения функциональной значимости поражения КА был ФРК. Несмотря на

то, что применение показателей ФРК и мРК для пациентов с двух- и трехсосудистым поражением имеет одинаковый класс рекомендаций и уровень доказательности, многократное введение гиперемических агентов у данных пациентов способствует увеличению риска развития нежелательных побочных эффектов [63].

В нашем исследовании мы изучали отдаленные клинические результаты лечения пациентов с ИБС при двух- и трехсосудистом ангиографическом поражении коронарного русла под контролем мРК. В исследование были включены пациенты, которым выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда с помощью ЧКВ, а также группа пациентов, у которых реваскуляризация венечных артерий была отложена ввиду того, что все сужения не были гемодинамически значимыми (мРК > 0,89). Контроль за исследуемой когортой пациентов осуществлялся в два этапа. Первый этап включал в себя анкетирование, второй этап – контрольная госпитализация с целью проведения КАГ и измерения мРК в ранее гемодинамически незначимых сужениях.

Целью нашей работы было определить оптимальную стратегию лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла при наличии гемодинамически незначимых поражений в отдаленном периоде наблюдения. В исследование было включено 116 пациентов: двухсосудистое поражение венечного русла было выявлено у 56 (48,3%), трехсосудистое – у 60 (51,7%) пациентов. В группу 1 (n=86) были включены пациенты, у которых выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда и имелось одно или более гемодинамически незначимое поражение. В группе 2 (n=30) все поражения венечных артерий не имели гемодинамической значимости. Медиана наблюдения составила 18 месяцев.

Анализ отдаленных клинических результатов показал, что между исследуемыми группами не было выявлено статистически достоверной разницы в отношении частоты больших сердечно-сосудистых осложнений (12,8% в группе 1 против 13,3% в группе 2; p = 1,0). Общая частота больших сердечно-сосудистых

событий в исследуемой когорте составила 12,9% (n=15). Также хотелось бы отметить, что в группе 2 не было выявлено ни одного случая ИМ. При анализе вторичной конечной точки было выявлено статистически достоверное увеличение частоты незапланированной реваскуляризации миокарда в группе 1 (50% против 23,3%; p = 0,011). Статистически достоверной разницы в отношении незапланированной реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых сужений не было выявлено, однако отмечалась тенденция к увеличению данного показателя в группе 1 (33,8% против 20%; p = 0,175). Анализ факторов риска реваскуляризации целевой артерии показал, что наличие СД статистически значимо влияет на частоту реваскуляризации ранее гемодинамически незначимого поражения, однако специфичность данной модели составила всего 45%.

Контрольная госпитализация была проведена у 58,4% (n=59) пациентов. Всем 59 (100%) пациентам выполнена контрольная КАГ с измерением мРК во всех ранее гемодинамически незначимых поражениях КА, в результате чего 34 (57,6%) пациентам была выполнена реваскуляризация (ЧКВ) целевой артерии. В группе 1 частота реваскуляризации составила 59,6% (n=28), в группе 2 – 50% (n=6). Общее количество венечных артерий среди госпитализированных пациентов, которые ранее имели значение мРК > 0,89, составило 88, а среднее значение мРК составило 0,958 ± 0,03. Общая частота реваскуляризации данных сужений КА в отдаленном периоде наблюдения составила 48,9% (n=43). При анализе частоты реваскуляризации КА в диапазоне от 0,9 до 0,93 и более 0,93 не было выявлено статистически достоверной разницы, однако отмечалось увеличение частоты реваскуляризации КА, которые были в диапазоне «серой» зоны (60% против 44,4%; p = 0,295). Также было отмечено статистически достоверное снижение индекса мРК в этих артериях в отдаленном периоде наблюдения (p < 0,001).

Представленные отдаленные клинические результаты показывают, что лечение пациентов с многососудистым поражением коронарного русла, степень сужения которого варьирует в диапазоне от 40% до 89%, под контролем мРК

является безопасным методом в отношении больших сердечно-сосудистых событий. Однако данная категория пациентов нуждается в динамическом наблюдении кардиолога с коррекцией факторов риска. С нашей точки зрения, данный подход позволит своевременно выявить ишемию и выполнить необходимую реваскуляризацию миокарда, что непосредственно снизит частоту больших сердечно-сосудистых событий.

ВЫВОДЫ

1. В отдаленном периоде наблюдения среди 116 пациентов с многососудистым поражением венечных артерий не выявлено статистически достоверной разницы между группами с полной функциональной реваскуляризацией миокарда и оптимальной медикаментозной терапией на основании данных мРК в отношении больших сердечно-сосудистых осложнений (12,8% в группе 1 и 13,3% в группе 2; p = 1,0), ИМ (5,8% в группе 1 и 0% в группе 2; p = n/s), смерти от всех причин (9,3% в группе 1 и 6,6% в группе 2; p = 0,1) и ОНМК (1,2% в группе 1 и 6,6% в группе 2; p = 0,164).
2. У пациентов с двух- и трехсосудистым «пограничным» поражением, которым выполнялась полная функциональная реваскуляризация миокарда с имплантацией одного или более стентов, частота незапланированной реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде наблюдения была статистически достоверно выше в сравнении с группой пациентов, которые не имели функционально значимых поражений КА при наличии аналогичных ангиографических поражений (50% в группе 1 и 23,3% в группе 2; p = 0,011).
3. При проведении контрольного измерения показателя мРК в отдаленном периоде у 59 пациентов с многососудистым поражением венечных артерий и индексом мРК более 0,90 выявлено статистически значимое снижение индекса мРК в ранее гемодинамически незначимых сужениях (среднее значение мРК исходно – 0,958 ± 0,03, в отдаленном периоде – 0,919 ± 0,08; p < 0,001); 57,6% (n=34) пациентам была выполнена реваскуляризация (ЧКВ) целевой артерии при медиане наблюдения 20 месяцев.
4. Анализ факторов риска частоты реваскуляризации сужений коронарных артерий с исходным значением мРК > 0,89 в отдаленном периоде наблюдения не выявил статистически достоверных результатов: чувствительность модели с оценкой влияния факторов составила 86,4%, а специфичность – 45,7%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Отложенная реваскуляризация миокарда на основании данных мРК является безопасной стратегией лечения для пациентов с многососудистым «пограничным» поражением коронарных артерий в отношении больших сердечно-сосудистых событий, однако данные пациенты нуждаются в динамическом наблюдении, что демонстрируется высокой частотой (48,9%) реваскуляризации ранее гемодинамически незначимых сужений во время контрольной госпитализации при медиане наблюдения 20 месяцев.

2. Пациенты с ИБС и многососудистым поражением коронарных артерий, у которых реваскуляризация миокарда была отложена на основании данных мРК, нуждаются в динамическом наблюдении кардиологов по месту жительства с проведением скрининга на выявление ишемии миокарда.

3. Пациенты, у которых выполнялась полная функциональная реваскуляризация, нуждаются в динамической коррекции факторов риска сердечно-сосудистых осложнений.

4. Решение мультидисциплинарного консилиума «сердечной команды» о выборе метода реваскуляризации и тактики лечения пациентов с многососудистым поражением коронарного русла должно основываться на данных мРК и факторах риска развития сердечно-сосудистых осложнений.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВС – активированное время свертывания крови;

АСБ – атеросклеротическая бляшка;

ВВП – валовой внутренний продукт;

ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование;

ДВ – диагональная ветвь;

ЕОК – Европейское общество кардиологов;

ИМ – инфаркт миокарда;

КА – коронарная артерия;

КАГ – коронароангиография;

КТ – компьютерная томография;

КШ – коронарное шунтирование;

ЛКА – левая коронарная артерия;

мРК – моментальный резерв кровотока;

МРТ – магнитно-резонансная томография;

МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография;

ОВ – огибающая ветвь;

ОКС – острый коронарный синдром;

ОКСбпST – острый коронарный синдром без подъема сегмента ST;

ОКТ – оптическая когерентная томография;

ОМТ – оптимальная медикаментозная терапия;

ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения;

ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография;

ПКА – правая коронарная артерия;

ПМЖВ – передняя межжелудочковая ветвь;

ПТВ – предтестовая вероятность;

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография;

РКИ – рандомизированное клиническое исследование;

РКО – Российское кардиологическое общество;

СД – сахарный диабет;

СКФ – скорость клубочковой фильтрации;

ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания;

ТПФА – тонкая покрышка фиброатеромы;

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии;

ФРК – фракционный резерв кровотока;

ХИНК – хроническая ишемия нижних конечностей;

ХИУПК – хроническая ишемия, угрожающая потерей конечности;

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство;

ЭГДС – эзофагогастродуоденоскопия;

ЭхоКГ – эхокардиография;

GBD – Global Burden of Disease – Глобальное бремя болезней;

MACE – Major Adverse Cardiac Events – большие сердечно-сосудистые события;

SS – SYNTAX score – шкала SYNTAX.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алекян, Б. Г. Эффективность применения показателя моментального резерва коронарного кровотока в оптимизации реваскуляризации миокарда / Б. Г. Алекян, Н. Г. Карапетян, Н. Н. Мелешенко // Эндоваскулярная хирургия. – 2020. – Т. 7, № 3. – С. 218–227.

2. Алекян, Б. Г. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2023 год / Б. Г. Алекян, А. М. Григорьян, А. В. Стаферов // Эндоваскулярная хирургия. – 2024. – Т. 10 (Специальный выпуск). – С. 5–256.

3. Алекян, Б. Г. Результаты реваскуляризации миокарда у больных ишемической болезнью сердца с пограничным поражением коронарных артерий под контролем моментального резерва кровотока / Б. Г. Алекян, Н. Г. Карапетян, Н. Н. Мелешенко // Эндоваскулярная хирургия. – 2024. – Т. 8, № 1. – С. 20–26.

4. Барбараш, О. Л. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024 / О. Л. Барбараш, Ю. А. Карпов, А. В. Панов // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 9. – С. 166–229.

5. Барбараш, О. Л. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020 / О. Л. Барбараш, Ю. А. Карпов, В. В. Кашталап // Российский кардиологический журнал. – 2020. – № 11. – С. 201–250.

6. Даренский, Д. И. Сравнение безопасности методов определения моментального и фракционного резервов кровотока при оценке функциональной значимости стенозов коронарных артерий у больных с хронической ишемической болезнью сердца / Д. И. Даренский, М. Г. Митрошкин, Р. В. Атанесян // Кардиологический вестник. – 2016. – Т. 11, № 4. – С. 32–40.

7. Даренский, Д. И. Сравнение методов моментального и фракционного резервов кровотока с неинвазивными методами выявления ишемии миокарда при оценке пограничных коронарных стенозов у больных с хронической формой

ишемической болезни сердца / Д. И. Даренский, В. В. Грамович, Е. А. Жарова // Кардиология. – 2017. – Т. 57, № 8. – С. 11–19.

8. Карпов, Ю. А. Диагностика и лечение хронической ишемической болезни сердца / Ю. А. Карпов, В. В. Кухарчук, А. Лякишев // Кардиологический вестник. – 2015. – Т. 10, № 3. – С. 3–33.

9. Карпов, Ю. А. Стабильная ишемическая болезнь сердца : стратегия и тактика лечения / Ю. А. Карпов, Е. В. Сорокин. – Медицинское информационное агентство, 2012. – 271 с.

10. Концевая, А. В. Экономический ущерб сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации в 2016 году / А. В. Концевая, О. М. Драпкина, Ю. А. Баланова // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2018. – Т. 14, № 2. – С. 156–166.

11. Мелешенко, Н. Н. Роль моментального резерва кровотока как фактора эффективности выполнения операции реваскуляризации миокарда у больных с многососудистым поражением коронарных артерий : дис. канд. мед. наук 3.1.15 / Н. Н. Мелешенко. – Москва, 2022. – 110 с.

12. Миронов, В. М. Оценка фракционного резерва коронарного кровотока / В. М. Миронов, Е. В. Меркулов, А. Н. Самко // Кардиология. – 2012. – Т. 52, № 8. – С. 66–71.

13. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020 // Российский кардиологический журнал. – 2020. – № 11. – С. 201–250.

14. Ali, Z. A. Optical coherence tomography–guided versus angiography-guided PCI / Z. A. Ali, U. Landmesser, A. Maehara // New England Journal of Medicine. – 2023. – Vol. 389, No. 16. – P. 1466–1476.

15. Arah, O. A. Health system outcomes and determinants amenable to public health in industrialized countries : a pooled, cross-sectional time series analysis / O. A. Arah, G. P. Westert, D. M. Delnoij // BMC Public Health. – 2005. – Vol. 5, No. 1. – P. 81.

16. De Backer, O. Long-term outcome of FFR-guided PCI for stable coronary artery disease in daily clinical practice : A propensity score-matched landmark analysis / O.

De Backer, L. Biasco, J. Lønborg // EuroIntervention. – 2016. – Vol. 11, No. 11. – P. 1257–1266.

17. Banning, A. P. Five-year outcomes after state-of-the-art percutaneous coronary revascularization in patients with de novo three-vessel disease : final results of the SYNTAX II study / A. P. Banning, P. Serruys, G. L. De Maria // European Heart Journal. – 2022. – Vol. 43, No. 13. – P. 1307–1316.

18. Barbato, E. A prospective natural history study of coronary atherosclerosis using fractional flow reserve / E. Barbato, G. G. Toth, N. P. Johnson // Journal of the American College of Cardiology. – 2016. – Vol. 68, No. 21. – P. 2247–2255.

19. Baumann, S. Instantaneous wave-free ratio (iFR®) to determine hemodynamically significant coronary stenosis : a comprehensive review / S. Baumann, L. Chandra, E. Skarga // World Journal of Cardiology. – 2018. – Vol. 10, No. 12. – P. 267–277.

20. Beauman, G. J. Accuracy of individual and panel visual interpretations of coronary arteriograms; Implications for clinical decisions / G. J. Beauman, R. A. Vogel // Journal of the American College of Cardiology. – 1990. – Vol. 16, No. 1. – P. 108–113.

21. Berry, C. VERIFY (VERification of instantaneous wave-free ratio and fractional flow reserve for the assessment of coronary artery stenosis severity in EverydaY practice) a multicenter study in consecutive patients / C. Berry, M. van ’t Veer, N. Witt // Journal of the American College of Cardiology. – 2013. – Vol. 61, No. 13. – P. 1421–1427.

22. Brueren, B. R. G. How good are experienced cardiologists at predicting the hemodynamic severity of coronary stenoses when taking fractional flow reserve as the gold standard / B. R. G. Brueren, J. M. Ten Berg, M. J. Suttorp // International Journal of Cardiovascular Imaging. – 2002. – Vol. 18, No. 2. – P. 73–76.

23. Budoff, M. J. Cardiac CT angiography in current practice : An American society for preventive cardiology clinical practice statement / M. J. Budoff, S. Lakshmanan, P. P. Toth // American Journal of Preventive Cardiology. – 2022. – Vol. 9. – P. 100318.

24. Campos, C. M. Risk stratification in 3-vessel coronary artery disease : Applying the SYNTAX Score II in the Heart Team Discussion of the SYNTAX II trial / C. M. Campos, B. M. Stanetic, V. Farooq // Catheterization and Cardiovascular Interventions. – 2015. – Vol. 86, No. 6. – P. E229–E238.

25. Castro-Mejía, A. Diabetes mellitus and long-term safety of FFR and iFR-based coronary revascularization deferral / A. Castro-Mejía [et al.] // REC Interv Cardiol. – 2022. – Vol. 4, No. 2. – P. 99–106.

26. Dangas, G. D. Long-term outcome of PCI versus CABG in insulin and non–insulin-treated diabetic patients : results from the FREEDOM trial / G. D. Dangas, M. E. Farkouh, L. A. Sleeper // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 64, No. 12. – P. 1189–1197.

27. Darmoch, F. Intravascular ultrasound imaging–guided versus coronary angiography–guided percutaneous coronary intervention : a systematic review and meta-analysis / F. Darmoch, M. C. Alraies, Y. Al-Khadra // Journal of the American Heart Association. – 2020. – Vol. 9, No. 5. – P. e013678.

28. D'Ascenzo, F. Accuracy of intravascular ultrasound and optical coherence tomography in identifying functionally significant coronary stenosis according to vessel diameter : A meta-analysis of 2,581 patients and 2,807 lesions / F. D'Ascenzo, U. Barbero, E. Cerrato // American Heart Journal. – 2015. – Vol. 169, No. 5. – P. 663–673.

29. Davies, J. E. Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI / J. E. Davies, S. Sen, H.-M. Dehbi // New England Journal of Medicine. – 2017. – Vol. 376, No. 19. – P. 1824–1834.

30. De Bruyne, B. Transstenotic coronary pressure gradient measurement in humans : in vitro and in vivo evaluation of a new pressure monitoring angioplasty guide wire / B. De Bruyne, N. H. Pijls, W. J. Paulus // Journal of the American College of Cardiology. – 1993. – Vol. 22, No. 1. – P. 119–126.

31. De Bruyne, B. Fractional flow reserve–guided PCI versus medical therapy in stable coronary disease / B. De Bruyne, N. H. J. Pijls, B. Kalesan // New England Journal of Medicine. – 2012. – Vol. 367, No. 11. – P. 991–1001.

32. de la Torre Hernandez, J. M. Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions : results from the multicenter LITRO study / J. M. de la Torre Hernandez, F. Hernandez Hernandez, F. Alfonso // Journal of the American College of Cardiology. – 2011. – Vol. 58, No. 4. – P. 351–358.

33. Guidelines on myocardial revascularization : the task force on myocardial revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the Special Contribution of the European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) // European Heart Journal. – 2010. – Vol. 31, No. 20. – P. 2501–2555.

34. Dewey, M. Coronary CT versus MR angiography : pro CT—the role of CT angiography / M. Dewey // Radiology. – 2011. – Vol. 258, No. 2. – P. 329–339.

35. Dewey, M. Frequency of referral of patients with safety-related contraindications to magnetic resonance imaging / M. Dewey, T. Schink, C. F. Dewey // European Journal of Radiology. – 2007. – Vol. 63, No. 1. – P. 124–127.

36. Douglas, P. S. Outcomes of anatomical versus functional testing for coronary artery disease / P. S. Douglas, U. Hoffmann, M. R. Patel // New England Journal of Medicine. – 2015. – Vol. 372, No. 14. – P. 1291–1300.

37. Douglas, P. S. Comparison of an initial risk-based testing strategy vs usual testing in stable symptomatic patients with suspected coronary artery disease : the PRECISE randomized clinical trial / P. S. Douglas, M. G. Nanna, M. D. Kelsey // JAMA Cardiology. – 2023. – Vol. 8, No. 10. – P. 904–914.

38. Dweck, M. R. MR imaging of coronary arteries and plaques / M. R. Dweck, V. Puntman, A. T. Vesey // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2016. – Vol. 9, No. 3. – P. 306–316.

39. Eftekhari, A. Instantaneous wave free ratio vs. fractional flow reserve and 5-year mortality : iFR SWEDEHEART and DEFINE FLAIR / A. Eftekhari, E. N. Holck, J. Westra // European Heart Journal. – 2023. – Vol. 44, No. 41. – P. 4376–4384.

40. Elbadawi, A. FFR-versus angiography-guided revascularization for nonculprit stenosis in STEMI and multivessel disease : a network meta-analysis / A. Elbadawi, A. T. Dang, M. Hamed // Cardiovascular Interventions. – 2022. – Vol. 15, No. 6. – P. 656–666.

41. Emanuelsson, H. Initial experiences with a miniaturized pressure transducer during coronary angioplasty / H. Emanuelsson, M. Dohnal, C. Lamm // Catheterization and Cardiovascular Diagnosis. – 1991. – Vol. 24, No. 2. – P. 137–143.

42. Emond, M. Long-term survival of medically treated patients in the Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry / M. Emond, M. B. Mock, K. B. Davis // Circulation. – 1994. – Vol. 90, No. 6. – P. 2645–2657.

43. Escaned, J. Prospective assessment of the diagnostic accuracy of instantaneous wave-free ratio to assess coronary stenosis relevance : Results of ADVISE II international, multicenter study (ADenosine vasodilator independent stenosis evaluation II) / J. Escaned, M. Echavarría-Pinto, H. M. Garcia-Garcia // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2015. – Vol. 8, No. 6. – P. 824–833.

44. Fearon, W. F. Economic evaluation of fractional flow reserve–guided percutaneous coronary intervention in patients with multivessel disease / W. F. Fearon, B. Bornschein, P. A. Tonino // Circulation. – 2010. – Vol. 122, No. 24. – P. 2545–2550.

45. Fearon, W. F. Fractional flow reserve–guided PCI as compared with coronary bypass surgery / W. F. Fearon, F. M. Zimmermann, B. De Bruyne // New England Journal of Medicine. – 2022. – Vol. 386, No. 2. – P. 128–137.

46. Fihn, S. D. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease : a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association task force on practice guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons / S. D. Fihn, J. M. Gardin, J. Abrams // Journal of the American College of Cardiology. – 2012. – Vol. 60, No. 24. – P. e44–e164.

47. Gaudino, M. Overall and cause-specific mortality in randomized clinical trials comparing percutaneous interventions with coronary bypass surgery : a meta-analysis / M. Gaudino, I. Hameed, M. E. Farkouh // JAMA Internal Medicine. – 2020. – Vol. 180, No. 12. – P. 1638–1646.

48. Gotberg, M. Instantaneous wave-free ratio versus fractional flow reserve to guide PCI / M. Götberg, E. H. Christiansen, I. J. Gudmundsdottir // New England Journal of Medicine. – 2017. – Vol. 376, No. 19. – P. 1813–1823.

49. Gould, K. L. Physiologic basis for assessing critical coronary stenosis : instantaneous flow response and regional distribution during coronary hyperemia as measures of coronary flow reserve / K. L. Gould, K. Lipscomb, G. W. Hamilton // The American Journal of Cardiology. – 1974. – Vol. 33, No. 1. – P. 87–94.

50. Green, N. E. Angiographic views used for percutaneous coronary interventions : A three-dimensional analysis of physician-determined vs. computer-generated views / N. E. Green, S. Y. J. Chen, A. R. Hansgen // Catheterization and Cardiovascular Interventions. – 2005. – Vol. 64, No. 4. – P. 451–459.

51. Härle, T. Real-world use of fractional flow reserve in Germany : results of the prospective ALKK coronary angiography and PCI registry / T. Härle, U. Zeymer, M. Hochadel // Clinical Research in Cardiology. – 2017. – Vol. 106, No. 2. – P. 140–150.

52. Head, S. J. Mortality after coronary artery bypass grafting versus percutaneous coronary intervention with stenting for coronary artery disease : a pooled analysis of individual patient data / S. J. Head, M. Milojevic, J. Daemen // The Lancet. – 2018. – Vol. 391, No. 10124. – P. 939–948.

53. Hucker, W. J. F-FDG PET imaging of atherosclerosis—A new approach to detect inflamed, high-risk coronary plaques? / W. J. Hucker, F. A. Jaffer // Current Cardiovascular Imaging Reports. – 2011. – Vol. 4, No. 1. – P. 1–3.

54. Jayakumar, S. The role of fractional flow reserve in coronary artery bypass graft surgery : a meta-analysis / S. Jayakumar, R. Bilkhu, S. Ayis // Interactive Cardiovascular and Thoracic Surgery. – 2020. – Vol. 30, No. 5. – P. 671–678.

55. Jeremias, A. Multicenter core laboratory comparison of the instantaneous wave-free ratio and resting Pd/Pa with fractional flow reserve : The RESOLVE study / A.

Jeremias, A. Maehara, P. Généreux // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 63, No. 13. – P. 1253–1261.

56. Jeremias, A. Blinded physiological assessment of residual ischemia after successful angiographic percutaneous coronary intervention : the DEFINE PCI study / A. Jeremias, J. E. Davies, A. Maehara // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2019. – Vol. 12, No. 20. – P. 1991–2001.

57. Jiang, S. Identification of high-risk coronary lesions by 3-vessel optical coherence tomography / S. Jiang, C. Fang, X. Xu // Journal of the American College of Cardiology. – 2023. – Vol. 81, No. 13. – P. 1217–1230.

58. Johnson, N. P. Prognostic value of fractional flow reserve : linking physiologic severity to clinical outcomes / N. P. Johnson, G. G. Toth, D. Lai // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 64, No. 16. – P. 1641–1654.

59. Johnson, T. W. Clinical use of intracoronary imaging. Part 2 : Acute coronary syndromes, ambiguous coronary angiography findings, and guiding interventional decision-making : An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions : Endorsed by the Chinese Society of Cardiology, the Hong Kong Society of Transcatheter Endocardiovascular Therapeutics (HKSTENT) and the Cardiac Society of Australia and New Zealand / T. W. Johnson, L. Räber, C. Di Mario // European Heart Journal. – 2019. – Vol. 40, No. 31. – P. 2566–2584.

60. Joner, M. Neoatherosclerosis in patients with coronary stent thrombosis : findings from optical coherence tomography imaging (a report of the PRESTIGE Consortium) / M. Joner, T. Koppara, R. A. Byrne // JACC Cardiovasc. Interv. – 2018. – Vol. 11. – P. 1340–1350.

61. Jørgensen, M. E. Functional testing or coronary computed tomography angiography in patients with stable coronary artery disease / M. E. Jorgensen, C. Andersson, B. L. Norgaard // Journal of the American College of Cardiology. – 2017. – Vol. 69, No. 14. – P. 1761–1770.

62. Kedhi, E. Thin-cap fibroatheroma predicts clinical events in diabetic patients with normal fractional flow reserve : the COMBINE OCT–FFR trial / E. Kedhi, B. Berta, T. Roleder // European Heart Journal. – 2021. – Vol. 42, No. 45. – P. 4671–4679.

63. Kim, H.-L. Clinical and physiological outcomes of fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention in patients with serial stenoses within one coronary artery / H.-L. Kim, B.-K. Koo, C.-W. Nam // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2012. – Vol. 5, No. 10. – P. 1013–1018.

64. Knuuti, J. Risks and benefits of cardiac imaging : an analysis of risks related to imaging for coronary artery disease / J. Knuuti, F. Bengel, J. J. Bax // European Heart Journal. – 2014. – Vol. 35, No. 10. – P. 633–638.

65. Korshunov, V. A. Vascular remodeling : hemodynamic and biochemical mechanisms underlying Glagov's phenomenon / V. A. Korshunov, S. M. Schwartz, B. C. Berk // Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. – 2007. – Vol. 27, No. 8. – P. 1722–1728.

66. Kröner, E. S. J. Positive remodeling on coronary computed tomography as a marker for plaque vulnerability on virtual histology intravascular ultrasound / E. S. Kröner, J. E. van Velzen, M. J. Boogers // The American Journal of Cardiology. – 2011. – Vol. 107, No. 12. – P. 1725–1729.

67. Kuramitsu, S. Two-year outcomes after deferral of revascularization based on fractional flow reserve : the J-CONFIRM Registry / S. Kuramitsu, H. Matsuo, T. Shinozaki // Circulation: Cardiovascular Interventions. – 2020. – Vol. 13, No. 1. – P. e008355.

68. Kuramitsu, S. Five-Year Outcomes After Fractional Flow Reserve–Based Deferral of Revascularization in Chronic Coronary Syndrome : Final Results From the J-CONFIRM Registry / S. Kuramitsu, H. Matsuo, T. Shinozaki // Circulation: Cardiovascular Interventions. – 2022. – Vol. 15, No. 2. – P. e011387.

69. Laslett, L. J. The worldwide environment of cardiovascular disease : Prevalence, diagnosis, therapy, and policy issues : A report from the american college of cardiology / L. J. Laslett, P. Alagona, B. A. Clark // Journal of the American College of Cardiology. – 2012. – Vol. 60, No. 25 SUPPL. – P. 1–49.

70. Lawton, J. S. 2021 ACC/AHA/SCAI guideline for coronary artery revascularization : executive summary : a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines / J. S. Lawton, J. E. Tamis-Holland, S. Bangalore // Circulation. – 2022. – Vol. 145, No. 3. – P. e4–e17.

71. Lee, J. M. Comparison of major adverse cardiac events between instantaneous wave-free ratio and fractional flow reserve–guided strategy in patients with or without type 2 diabetes : a secondary analysis of a randomized clinical trial / J. M. Lee, K. H. Choi, B. K. Koo // JAMA Cardiology. – 2019. – Vol. 4, No. 9. – P. 857–864.

72. Levine, G. N. 2011 ACCF/AHA/SCAI guideline for percutaneous coronary intervention : a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions / G. N. Levine, E. R. Bates, J. C. Blankenship // Journal of the American College of Cardiology. – 2011. – Vol. 58, No. 24. – P. e44–e122.

73. Maehara, A. IVUS-guided versus OCT-guided coronary stent implantation : a critical appraisal / A. Maehara, M. Matsumura, Z. A. Ali // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2017. – Vol. 10, No. 12. – P. 1487–1503.

74. Makowski, M. R. Characterization of coronary atherosclerosis by magnetic resonance imaging / M. R. Makowski, M. Henningsson, E. Spuentrup // Circulation. – 2013. – Vol. 128, No. 11. – P. 1244–1255.

75. Marco, J. Intracoronary ultrasound imaging : Initial clinical trials / J. Marco, J. Fajadet, G. Robert // Circulation. – 1989. – Vol. 80. – P. 374–374.

76. Montalescot, G. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease / G. Montalescot, U. Sechtem, S. Achenbach // European Heart Journal. – 2013. – Vol. 34. – P. 2949–3003.

77. Mozaffarian, D. Heart disease and stroke statistics—2016 update : a report from the American Heart Association / D. Mozaffarian, E. Benjamin, A. Go // Circulation. – 2016. – Vol. 133, No. 4. – P. e38–e360.

78. Neumann, F. J. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization / F. J. Neumann, M. Sousa-Uva, A. Ahlsson // European Heart Journal. – 2019. – Vol. 40, No. 2. – P. 87–165.

79. Nijjer, S. Interventional cardiology : principles and practice, second edition. Wiley Blackwell / S. Nijjer, J. Davies, G. D. Dangas // Physiologic assessment in the cardiac catheterization laboratory: CFR, FFR, iFR®, and beyond. – 2017. – P. 59–70.

80. Park, S. J. Intravascular ultrasound-derived minimal lumen area criteria for functionally significant left main coronary artery stenosis / S. J. Park, J. M. Ahn, S. J. Kang // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2014. – Vol. 7, No. 8. – P. 868–874.

81. Patel, M. R. 1-Year outcomes of blinded physiological assessment of residual ischemia after successful PCI : DEFINE PCI trial / M. R. Patel, A. Jeremias, A. Maehara // Cardiovascular Interventions. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – P. 52–61.

82. Pijls, N. H. J. Functional measurement of coronary stenosis / N. H. Pijls, J. W. Sels // Journal of the American College of Cardiology. – 2012. – Vol. 59, No. 12. – P. 1045–1057.

83. Pijls, N. H. J. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses / N. H. J. Pijls, B. de Bruyne, K. Peels // New England Journal of Medicine. – 1996. – Vol. 334, No. 26. – P. 1703–1708.

84. Pijls, N. H. J. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease : 2-year follow-up of the FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) study / N. H. J. Pijls, W. F. Fearon, P. A. Tonino // Journal of the American College of Cardiology. – 2010. – Vol. 56, No. 3. – P. 177–184.

85. Pijls, N. H. Fractional flow reserve : a useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow / N. H. J. Pijls, B. Van Gelder, P. Van der Voort // Circulation. – 1995. – Vol. 92, No. 11. – P. 3183–3193.

86. Pijls, N. H. Experimental basis of determining maximum coronary, myocardial, and collateral blood flow by pressure measurements for assessing functional stenosis severity before and after percutaneous transluminal coronary angioplasty / N. H. Pijls, J. A. van Son, R. L. Kirkeeide // Circulation. – 1993. – Vol. 87, No. 4. – P. 1354–1367.

87. Rathod, K. S. Complete versus culprit-only lesion intervention in patients with acute coronary syndromes / K. S. Rathod, S. Koganti, A. K. Jain // Journal of the American College of Cardiology. – 2018. – Vol. 72, No. 17. – P. 1989–1999.

88. Roifman, I. Comparison of anatomic and clinical outcomes in patients undergoing alternative initial noninvasive testing strategies for the diagnosis of stable coronary artery disease / I. Roifman, H. C. Wijeysundera, P. C. Austin // Journal of the American Heart Association. – 2017. – Vol. 6, No. 7. – P. e005462.

89. Roth, G. A. Global, regional, and national burden of cardiovascular diseases for 10 causes, 1990 to 2015 / G. A. Roth, C. Johnson, A. Abajobir // Journal of the American College of Cardiology. – 2017. – Vol. 70, No. 1. – P. 1–25.

90. Saito, Y. Clinical expert consensus document on standards for measurements and assessment of intravascular ultrasound from the Japanese Association of Cardiovascular Intervention and Therapeutics / Y. Saito, Y. Kobayashi, K. Fujii // Cardiovascular Intervention and Therapeutics. – 2020. – Vol. 35, No. 1. – P. 1–12.

91. Scali, M. C. Quality control of B-lines analysis in stress Echo 2020 / M. A. Scali, A. Zagatina, Q. Ciampi // Cardiovascular Ultrasound. – 2018. – Vol. 16, No. 1. – P. 20.

92. Schönenberger, E. Kidney injury after intravenous versus intra-arterial contrast agent in patients suspected of having coronary artery disease : a randomized trial / E. Schönenberger, P. Martus, M. Bosserdt // Radiology. – 2019. – Vol. 292, No. 3. – P. 664–672.

93. Sen, S. Development and validation of a new adenosine-independent index of stenosis severity from coronary wave–intensity analysis : results of the ADVISE (ADenosine Vasodilator Independent Stenosis Evaluation) study / S. Sen, J. Escaned, I. S. Malik // Journal of the American College of Cardiology. – 2012. – Vol. 59, No. 15. – P. 1392–1402.

94. Serruys, P. W. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease / P. W. Serruys, M.-C. Morice, A. P. Kappetein // New England Journal of Medicine. – 2009. – Vol. 360, No. 10. – P. 961–972.

95. Silberstein, E. B. Prevalence of adverse events to radiopharmaceuticals from 2007 to 2011 / E. B. Silberstein // Journal of Nuclear Medicine. – 2014. – Vol. 55, No. 8. – P. 1308–1310.

96. Song, Y. B. Contemporary discrepancies of stenosis assessment by computed tomography and invasive coronary angiography : analysis of the CORE320 International Study / Y. B. Song, A. Arbab-Zadeh, M. B. Matheson // Circulation: Cardiovascular Imaging. – 2019. – Vol. 12, No. 2. – P. e007720.

97. Tarkin, J. M. Imaging atherosclerosis / J. M. Tarkin, M. R. Dweck, N. R. Evans // Circulation Research. – 2016. – Vol. 118, No. 4. – P. 750–769.

98. Thuijs, D. J. F. M. 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 randomised controlled SYNTAX trial / D. J. F. M. Thuijs, A. P. Kappetein, P. W. Serruys // The Lancet. – 2019. – Vol. 394, No. 10206. – P. 1325–1334.

99. Tonino, P. A. L. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention / P. A. L. Tonino, B. De Bruyne, N. H. J. Pijls // New England Journal of Medicine. – 2009. – Vol. 360, No. 3. – P. 213–224.

100. Toth, G. G. Fractional Flow Reserve–Guided Versus Angiography-Guided Coronary Artery Bypass Graft Surgery / G. Toth, B. De Bruyne, F. Casselman // Circulation. – 2013. – Vol. 128, No. 13. – P. 1405–1411.

101. Toth, G. G. Revascularization Decisions in Patients With Stable Angina and Intermediate Lesions / G. G. Toth, B. Toth, N. P. Johnson // Circulation: Cardiovascular Interventions. – 2014. – Vol. 7, No. 6. – P. 751–759.

102. Toth, G. G. Graft patency after FFR-guided versus angiography-guided coronary artery bypass grafting : the GRAFFITI trial / G. G. Toth, B. De Bruyne, P. Kala // EuroIntervention. – 2019. – Vol. 15, No. 11. – P. e999–e1005.

103. Truesdell, A. G. Intravascular imaging during percutaneous coronary intervention : JACC state-of-the-art review / A. G. Truesdell, M. A. Alasnag, P. Kaul // Journal of the American College of Cardiology. – 2023. – Vol. 81, No. 6. – P. 590–605.

104. Verardi, R. Network meta-analysis comparing iFR versus FFR versus coronary angiography to drive coronary revascularization / R. Verardi, F. Fioravanti, U. Barbero // Journal of Interventional Cardiology. – 2018. – Vol. 31, No. 6. – P. 725–730.

105. Virtanen, M. Work disability before and after a major cardiovascular event : a ten-year study using nationwide medical and insurance registers / M. Virtanen, J. Ervasti, E. Mittendorfer-Rutz // Scientific Reports. – 2017. – Vol. 7, No. 1. – P. 1142.

106. Vrints, C. 2024 ESC guidelines for the management of chronic coronary syndromes : developed by the task force for the management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC) endorsed by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) / C. Vrints, F. Andreotti, K. C. Koskinas // European Heart Journal. – 2024. – Vol. 45, No. 36. – P. 3415–3537.

107. Wada, T. Impact of instantaneous wave-free ratio on graft failure after coronary artery bypass graft surgery / T. Wada, Y. Shiono, T. Kubo // International Journal of Cardiology. – 2021. – Vol. 324. – P. 23–29.

108. Waksman, R. FIRST : fractional flow reserve and intravascular ultrasound relationship study / R. Waksman, J. Legutko, J. Singh // Journal of the American College of Cardiology. – 2013. – Vol. 61, No. 9. – P. 917–923.

109. Wong, N. D. Atherosclerotic cardiovascular disease risk assessment : an American Society for Preventive Cardiology clinical practice statement / N. D. Wong, M. J. Budoff, K. Ferdinand // American Journal of Preventive Cardiology. – 2022. – Vol. 10. – P. 100335.

110. Xaplanteris, P. Five-year outcomes with PCI guided by fractional flow reserve / P. Xaplanteris, S. Fournier, N. H. J. Pijls // New England Journal of Medicine. – 2018. – Vol. 379, No. 3. – P. 250–259.

111. Zimmermann, F. M. Fractional flow reserve-guided percutaneous coronary intervention vs. medical therapy for patients with stable coronary lesions : meta-analysis of individual patient data / F. M. Zimmermann, E. Omerovic, S. Fournier // European Heart Journal. – 2019. – Vol. 40, No. 2. – P. 180–186.

112. Zimmermann, F. M. Deferral vs. performance of percutaneous coronary intervention of functionally non-significant coronary stenosis : 15-year follow-up of the

DEFER trial / F. M. Zimmermann, A. Ferrara, N. P. Johnson // European Heart Journal. – 2015. – Vol. 36, No. 45. – P. 3182–3188.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Министерство здравоохранения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А. В. Вишневского

Уважаемый , ранее Вы проходили лечение в Институте Хирургии им А.В. Вишневского.

Нам важно знать о состоянии Вашего здоровья и оценить результаты лечения. Ответьте, пожалуйста, на вопросы анкеты и отправьте нам заполненную форму удобным для Вас способом:

- на электронную почту
- с помощью интернет- мессенджеров по номеру тел.

или

- на адрес: 117997 Москва, Б. Серпуховская, д 27, ФГБУ «НМИЦ Хирургии им А.В. Вишневского» МЗ РФ, отдел рентгенэндоваскулярной хирургии.

При возникновении вопросов по заполнению анкеты или при желании передать информацию о вашем состоянии по телефону и задать интересующие вопросы доктору, Вы можете позвонить по номеру: (в будние дни с 10:00 до 17:00).

При наличии приложите, пожалуйста, к письму ***ксерокопии/ фотографии*** выписных эпикризов, если за период **после выписки** из нашей Клиники были госпитализации. Также приложите результаты инструментальных исследований (компьютерной томографии, ПЭТ-КТ, сцинтиграфии, УЗИ) и лабораторных исследований, которые Вы проходили **после выписки** из нашей Клиники.

В случае смерти адресата, просьба родственников связаться по номеру тел. и сообщить дату и причину смерти. Это ОЧЕНЬ важно для развития науки и медицины нашей страны!

С уважением и благодарностью,

Руководитель отдела рентгенэндоваскулярной хирургии,

академик РАН Алекян Баграт Гегамович

АНКЕТА

1. **ФИО**_____
2. **Возраст**_____

3. **Опишите, пожалуйста, как изменилось Ваше самочувствие после проведенного лечения в Институте хирургии им. А. В. Вишневского (по сравнению с состоянием до операции)**

- Улучшилось
- Не изменилась
- Ухудшилось

4. **Как вы оцениваете состояние вашего здоровья в настоящее время?**

- Отличное
- Хорошее
- Удовлетворительное
- Плохое

5. **Как бы вы оценили свое здоровье сейчас по сравнению с тем, что было до операции?**

- Значительно лучше, чем до лечения
- Несколько лучше, чем до лечения
- Примерно так же, как до лечения
- Несколько хуже, чем до лечения
- Гораздо хуже, чем до лечения

6. **После выписки из Института Хирургии им А.В.Вишневского переносили ли Вы инфаркт миокарда**

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то укажите, пожалуйста, дату _____ и приложите ксерокопию или фотографию выписного эпикриза при наличии

7. **После выписки из Института Хирургии им А.В. Вишневского были ли у Вас стентирования сосудов сердца \ или аорто-коронарное шунтирование?**

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то укажите, пожалуйста, дату и, если известно, название операции

_____

_____

Приложите, пожалуйста, ксерокопию или фотографию выписного эпикриза.

8. **После выписки из Института Хирургии им А.В. Вишневского переносили ли Вы инсульт/ или транзиторную ишемическую атаку (ТИА)?**

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то укажите, пожалуйста, дату _____ *Приложите к письму ксерокопию или фотографию выписного эпикриза.*

9. С момента выписки из Института Хирургии им А.В.Вишневского по настоящее время были ли госпитализации в кардиологические, терапевтические, сосудистые или неврологические, онкологические, хирургические отделения в связи с такими состояниями как стенокардия\кровотечения (кроме случаев, связанных с инфарктом миокарда, инсультом, транзиторной ишемической атакой)?

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то *приложите, пожалуйста, к письму ксерокопию или фотографию выписного эпикриза.*

10. Ощущаете ли Вы в настоящее время дискомфорт, давящие, сжимающие боли, чувство жжения за грудиной, одышку при ходьбе?

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то при каких нагрузках, возникают данные жалобы? ***Выберите одно из нижеперечисленных состояний, наиболее точно, отражающее Ваше самочувствие.***

□ Жалобы возникают только при интенсивной физической нагрузке
□ Жалобы возникают при быстрой ходьбе или быстром подъеме по лестнице:
- при ходьбе на расстояние более 300 м;
- при ходьбе на подъем или подъеме более 1-2лестничных пролетов;
- при эмоциональном напряжении;

□ Жалобы возникают при ходьбе менее 300 м по ровной местности:
- при подъеме менее 1-2 лестничных пролетов обычных ступенек;

□ Жалобы могут возникать при минимальной нагрузке и в покое

11. Перечислите пожалуйста ВСЕ препараты с дозировками, которые принимаете на настоящий момент?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

12. Как долго Вы принимаете или принимали Клопидогрел – содержащий препарат (Клопидогрель, Зилт, Плавикс, Плагрил или др) или Брилинту?

_____

13. Как часто Вы посещаете кардиолога?

□ 1-2 раза в 3-6 месяцев
□ 1 раз в 12 месяцев
□ 1 раз в 1-3 года
□ Не посещаю

14. Выполняли ли Вы после выписки из Центра хирургии А.В. Вишневского стресс-пробу (беговая дорожка или велосипед с электрокардиограммой\эхокардиографией или сцинтиграфию миокарда)

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то *приложите, пожалуйста, к письму ксерокопию или фотографию протокола исследования*

15. Выполняли ли Вы после выписки из Центра хирургии А.В. Вишневского селективную коронарографию?

ДА □ НЕТ □

Если ДА, то *приложите, пожалуйста, к письму ксерокопию или фотографию протокола коронарографии*

Дата заполнения Подпись/_____

_____ Расшифровка/_____