

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

На правах рукописи

Логинова Светлана Константиновна

**ПРИМЕНЕНИЕ ВНУТРИСОСУДИСТЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИ ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С «ЛОЖНЫМИ» БИФУРКАЦИОННЫМИ
СТЕНОЗАМИ СТВОЛА ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ**

3.1.15. – сердечно – сосудистая хирургия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
кандидат медицинских наук, доцент
Максимкин Даниил Александрович

Москва –2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С «ЛОЖНЫМИ» БИФУРКАЦИОННЫМИ СТЕНОЗАМИ СТВОЛА ЛЕВОЙ КРОНАРНОЙ АРТЕРИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1. «Ложные» бифуркационные стенозы ствола левой коронарной артерии: классификации, терминология и патоморфологические особенности	10
1.2. Стратегия хирургического лечения больных с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии	14
1.3. Применение внутрисосудистых методов исследования: доказательная база и технические особенности	18
1.4. Эффективность различных внутрисосудистых методов исследования у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии	25
1.5. Особенности оценки внутрикоронарной физиологии у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	34
2.1. Дизайн исследования	34
2.2. Терминология и критерии оценки результатов исследования	39
2.3. Характеристика пациентов, участвовавших в исследовании	40
2.4. Методы обследования и лечения	47
2.5. Статистическая обработка полученных результатов исследования	57
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С «ЛОЖНЫМИ» БИФУРКАЦИОННЫМИ СТЕНОЗАМИ СТВОЛА ЛЕВОЙ КРОНАРНОЙ АРТЕРИИ	59
3.1. Непосредственные (госпитальные) результаты лечения	59
3.2. Отдаленные результаты лечения (через 12, 24 и 36 месяцев) пациентов подвергшихся реваскуляризации	64
3.3. Отдаленные результаты лечения (через 12, 24 и 36 месяцев) у пациентов, которым реваскуляризация была отложена	76
3.4. Клинические примеры	86
ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
ВЫВОДЫ	108
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	109
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	110
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	111

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности исследования

С каждым годом в России наблюдается рост эндоваскулярных операций у пациентов со стенозами ствола левой коронарной артерии (СЛКА). Так, если в 2019 году было выполнено 9044 таких операции (3,6% от общего числа эндоваскулярных операций на коронарных сосудах), то к 2023 году их количество увеличилось до 14 059 в год (4,3% от общего числа операций на коронарных сосудах) [27]. При этом отмечается, что у большинства пациентов наблюдаются «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА, когда бляшка локализуется в устье только одной из отходящих от ствола ветвей, и реже - «истинные», когда поражены устья обеих ветвей бифуркации (по классификации A. Medina) [60, 135].

Несмотря на то, что «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА кажутся на первый взгляд достаточно простыми, с точки зрения анатомической локализации атеросклеротической бляшки часто приходится сталкиваться с ошибками в интерпретации ангиографической картины, когда истинное распространение бляшки в зоне бифуркации остается недооцененным. Это, в свою очередь, может приводить к незапланированному изменению тактики вмешательства, увеличивать его продолжительность и приводить к развитию интраоперационных осложнений [64, 67, 106, 110, 123].

Долгое время данный вид поражений СЛКА относили к числу устьевых стенозов передней нисходящей или огибающей артерии (ПНА или ОА), поэтому основной тактикой эндоваскулярного лечения было не бифуркационное стентирование, а стентирование целевой артерии под устье. Некоторые исследователи и в настоящее время поднимают вопрос о том, следует ли относить данные поражения к категории бифуркационных, поэтому не существует единого мнения относительно оптимальной тактики эндоваскулярного лечения пациентов с таким типом стенозов СЛКА [106, 123].

«Ложные» бифуркационные стенозы СЛКА чаще других поражений подвержены рестенозу и связанных с ним повторным вмешательствам, особенно в устье боковой ветви, куда не имплантировался стент. Во многом это обусловлено анатомическими особенностями карины бифуркации, а именно, углом отхождения ПНА или ОА, специфическим строением эндотелия и особенностями распределения атеросклеротической бляшки в зоне бифуркации, а также различием диаметров между проксимальными сегментами СЛКА и отходящей от бифуркации ПНА и ОА [8, 106, 107, 110, 119, 123]. В то же время частота повторных вмешательств при выполнении стентирования под устье выше по сравнению с провизионным Т-стентированием СЛКА [47, 85].

Учитывая существующие особенности «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА, ключевую роль в оптимизации эндоваскулярных операций при таком типе поражений могут сыграть внутрисосудистые методы исследования, такие, как измерение фракционного резерва кровотока (ФРК), внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) и оптическая когерентная томография (ОКТ) [3].

В настоящее время существует достаточное количество исследований, в которых отражается влияние внутрисосудистых методов исследования на повышение эффективности и безопасности ЧКВ при различных типах поражения коронарного русла. Так, использование данных модальностей позволяет достичь статистически значимого снижения частоты повторных вмешательств до 8,5%, инфаркта миокарда – до 1,9%, кардиальной смертности – до 2,1%, а совокупной частоты больших сердечно-сосудистых осложнений – на 12,9%. Более того, в 39,6% наблюдений применение внутрисосудистых методик приводило к пересмотру и коррекции тактики оперативного вмешательства, что подтверждает их клиническую значимость [95, 102, 125, 129].

Тем не менее, исследования, где проводилось бы прямое сравнение влияния различных внутрисосудистых методов и внутрикоронарной физиологии на тактику вмешательства и исходы лечения у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, практически отсутствуют. Это связано с тем, что такие пациенты

либо исключались из исследований, либо данные поражения приравнивались к устьевым и не подвергались отдельному анализу.

Отдельного внимания заслуживают пациенты, которым на основе данных внутрисосудистых методов исследования реваскуляризация была отложена. Встречаются лишь единичные работы, где показана высокая прогностическая значимость метода ВСУЗИ, по результатам которого было отложено хирургическое вмешательство, при этом, подобные работы в отношении ОКТ практически отсутствуют [59, 120, 132].

Кроме того, не изучались отдаленные результаты лечения таких пациентов. В связи с этим, остается открытым вопрос, какой из существующих методов позволяет с наибольшей безопасностью отложить операцию у таких пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА.

Цель исследования

Повышение эффективности и безопасности ЧКВ у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА.

Задачи исследования

1. Оценить чувствительность внутрисосудистых методов исследования (ВСУЗИ и ОКТ) в предоперационной оценке «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА.
2. Изучить отдаленные результаты эндоваскулярного лечения пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, в зависимости от используемых методов внутрисосудистой визуализации во время операции.
3. Провести анализ клинических исходов пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, которым по результатам ВСУЗИ или ОКТ операция не выполнялась.

4. Показать роль послеоперационного измерения ФРК в оценке результатов стентирования «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА и оценить влияние методики на исходы пациентов.

Научная новизна

Впервые, у больных ИБС с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА:

- показана чувствительность различных методов внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ и ОКТ) в оценке распространения атеросклеротической бляшки в зоне бифуркации при их прямом сравнении друг с другом;
- доказано влияние различных методов внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ и ОКТ), используемых во время операции, на исходы эндоваскулярного лечения;
- изучены клинические исходы пациентов, которым на основании ВСУЗИ или ОКТ операция не выполнялась
- определена прогностическая роль послеоперационного измерения ФРК и влияние методики на клинические исходы эндоваскулярного лечения.

Теоретическая и практическая значимость результатов

Показана одинаковая чувствительность ВСУЗИ и ОКТ при оценке распространенности атеросклеротической бляшки в терминальном отделе СЛКА, что позволяет использовать любую из указанных модальностей при определении показаний к стентированию и планировании эндоваскулярного вмешательства у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами.

Выявлено, что частота кардиальных осложнений у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, которым не выполнялась реваскуляризация миокарда на основании данных ВСУЗИ или ОКТ, является сопоставимой на этапе 3-х летнего периода наблюдения, независимо от применяемой модальности, что

отражает высокую прогностическую ценность применяемых внутрисосудистых методов исследования.

Отмечено, ВСУЗИ и ОКТ вносят равный вклад в повышение эффективности ЧКВ у больных с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, что подтверждается низкой частотой развития кардиальных осложнений и повторных вмешательств.

Доказана роль послеоперационного измерения ФРК, определены значения, которые коррелируют с возможными сердечно–сосудистыми осложнениями, влияющими на прогноз пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА после эндоваскулярного вмешательства.

Внедрение результатов работы в практику

Полученные результаты внедрены в клиническую работу отделений кардиологии и рентгенхирургических методов диагностики и лечения ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», а также в учебный процесс кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии и кафедры сердечно – сосудистой хирургии Медицинского института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

Положения, выносимые на защиту

1. Показано, что внутрисосудистые методы визуализации (ВСУЗИ и ОКТ) обладают высокой чувствительностью при оценке распространенности атеросклеротической бляшки в терминальном отделе СЛКА и определении показаний к стентированию у больных с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, независимо от используемого метода.

2. Доказано, что исходы эндоваскулярного лечения больных с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА достоверно не различаются по

частоте больших сердечно – сосудистых осложнений, независимо от применяемого во время операции метода визуализации (ВСУЗИ или ОКТ).

3. Выявлено, что пациенты с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, которым согласно данным ВСУЗИ или ОКТ операция не выполнялась, имеют сопоставимые показатели больших сердечно–сосудистых осложнений при наблюдении в течение 3-х лет, независимо от применяемого метода, что показывает высокую прогностическую значимость внутрисосудистой визуализации в предотвращении необоснованной реваскуляризации.

4. Доказана целесообразность функциональной оценки боковой ветви после провизионного Т-стентирования «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА, что позволяет снизить частоту кардиальных осложнений в 2 раза, по сравнению с группой, где подобная оценка боковой ветви не проводилась.

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность результатов исследования основана на применении современных методов статистической обработки данных, полученных в ходе проведения клинических, лабораторных и инструментальных исследований, и определяется объективным анализом результатов лечения достаточного количества пациентов.

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на международном конгрессе EuroPCR (Париж, Франция, 2024), XI ежегодном трансрадиальном эндоваскулярном курсе (Москва, 2024), XXX Всероссийском съезде сердечно – сосудистых хирургов (Москва, 2024), Российском национальном конгрессе кардиологов (Санкт-Петербург, 2024), международном конгрессе 20th International Congress of Update in Cardiology and Cardiovascular Surgery (Стамбул, Турция, 2024), международном конгрессе EuroPCR (Париж, Франция, 2025), 4-й Всероссийской научно-практической конференции «Визуализация и физиология в рентгенэндоваскулярной хирургии сердечно-сосудистых заболеваний» (Москва, 2025).

Апробация диссертации состоялась на расширенном заседании кафедры госпитальной хирургии с курсом детской хирургии и кафедры сердечно – сосудистой хирургии, Медицинского института Федерального государственного автономного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» 24 сентября 2025 года (протокол БУП № 0300-11-БУП-2). Диссертация рекомендована к защите.

Публикации по теме диссертации

По теме диссертации опубликованы 11 печатных работ, 6 из которых - в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикаций результатов диссертационных исследований и индексируемых в международных базах цитирования Scopus и Web of Science.

Личный вклад автора

Автор диссертации самостоятельно разработал дизайн исследования и его задачи, участвовал в отборе и формировании групп больных, выполнял эндоваскулярные вмешательства более, чем у 50% больных, включенных в исследование, наблюдал их в послеоперационном периоде, проводил статическую обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов.

Объем и структура диссертации

Диссертация изложена на 128 страницах печатного текста и включает введение, 4 главы, в которых отражен обзор литературы, характеристики больных и методы исследования, результаты и их обсуждение, заключение, выводы, практические рекомендации, список сокращений и условных обозначений, список литературы, который состоит из 137 источников, из них 36 – отечественных авторов и 101 – зарубежных. Работа иллюстрирована 15 таблицами и 39 рисунками.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С «ЛОЖНЫМИ» БИФУРКАЦИОННЫМИ СТЕНОЗАМИ СТВОЛА ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. «Ложные» бифуркационные стенозы ствола левой коронарной артерии: классификации, терминология и патоморфологические особенности

Бифуркационные стенозы СЛКА выявляются примерно у 5–7% пациентов при выполнении коронарографии (КАГ) и относятся к категории сложных для эндоваскулярного лечения поражений коронарного русла [82–84, 113]. Вследствие разнообразия анатомических вариантов бифуркаций, а также особенностей локализации атеросклеротических бляшек в данной области, можно столкнуться с непредсказуемыми техническими трудностями во время операции, которые иногда приводят к развитию жизнеугрожающих осложнений [110, 113].

Согласно наиболее распространенному определению, предложенному Y. Louvard et al. (2008), бифуркационный стеноз коронарной артерии – это гемодинамически значимый стеноз магистральной артерии, расположенный вблизи отхождения и/или затрагивающий устье «значимой» боковой ветви. Под «значимой» боковой ветвью обычно понимают сосуд диаметром более или равным 2–2,5 мм, окклюзия которого способна вызвать обширную ишемию миокарда и ухудшить прогноз. Для СЛКА такими ветвями являются ПНА и ОА, при этом, каждая из них является функционально «значимой» артерией [46].

Зона бифуркация СЛКА представляет собой важную анатомическую область, которая влияет как на развитие атеросклеротического процесса за счёт специфических гемодинамических факторов, так и на выбор стратегии при проведении чрескожных коронарных вмешательств (ЧКВ) [87, 110].

К основным гемодинамическим факторам в зоне бифуркации относится сила трения кровотока, действующая вдоль поверхности эндотелиальных клеток. Вследствие турбулентного кровотока (пристеночное напряжение сдвига) она способствует отложению бляшек на латеральных (внешних) стенках сосудов, то

есть, с внешней стороны от бифуркационного угла, где поток замедляется и пристеночное напряжение сдвига наиболее низкое [94].

Напротив, область «карины», разделяющая потоки, обычно испытывает высокую силу трения, которая оказывает защитное действие на эндотелий, в результате чего остается относительно свободной от поражения [22, 81, 83, 75, 76]. Именно поэтому «ложные» бифуркационные стенозы встречаются чаще, чем «истинные» [6, 83].

Другим важным гемодинамическим фактором является угол бифуркации [44]. Существуют данные о том, что у пациентов с тупым углом бифуркации (близким к 120°), вероятность формирования объемных бляшек выше, даже при отсутствии стеноза боковой ветви [116]. При этом, бляшка в области бифуркации будет более склонна к разрыву вследствие неоднородного и низкого пристеночного сопротивления сдвига, однако, эти данные получены, в основном, для «истинных» бифуркаций [22, 70, 81].

Несмотря на то, что при «ложных» бифуркационных стенозах СЛКА поражается только одна артерия, данный тип поражения является непредсказуемым и наиболее «коварным» из всех стволых поражений, так как в большинстве наблюдений остается недооцененным при коронарографии [13].

Цифровая ангиография не всегда позволяет полноценно оценить поражение в данной области, в частности, показать истинное распространение массива атеросклеротической бляшки [18, 64, 67, 75].

Кроме того, крупные эпикардальные артерии склонны к позитивному ремоделированию – росту внешнего диаметра сосуда по мере накопления атеромы, за счет чего просвет долгое время остается нормальным. При поражении СЛКА этот эффект выражен особенно сильно из-за его большого диаметра, в связи с этим, даже значительная атерома может не проявляться, как тяжелый стеноз. Такие стенозы становятся «видимыми» только тогда, когда резерв ремоделирования исчерпан или при нагрузочных тестах [128].

Довольно часто у пациентов с поражением бифуркации СЛКА встречается несоответствие диаметров проксимального сегмента ствола и его основных ветвей

– ПНА и ОА [63]. Подбор оптимального размера стента в условиях перепада диаметров сопряжён с высоким риском как недораскрытия его проксимального сегмента (в случае ориентации на дистальный сосуд), так и гиперраскрытия в области устья поражённой ветви (если ориентироваться на диаметр ствола). В обоих случаях формируется потенциально опасная конфигурация, приводящая к возникновению мальпозиции, нарушению тока крови и формированию зон с низким сдвиговым напряжением (lowshearstress), способствующих развитию рестеноза и тромбоза стента [126].

До 2006 года было предложено, по меньшей мере, четыре основных ангиографических классификаций бифуркационных стенозов: Duke, Sanborn, Safian и Lefèvre. Все они были сугубо анатомическими и обозначали различные комбинации поражения сегментов бифуркации с помощью букв или римских цифр и не получили широкого распространения в практике, вследствие неудобства запоминания многочисленных комбинаций. В то же время, ни одна из данных классификаций не учитывала такой важный анатомический фактор, как угол бифуркации, который оказывает значимое влияние на тактику лечения пациентов [44, 91].

Настоящим прорывом стало появление классификации A. Medina. Данная классификация описывает бифуркацию комбинацией из трёх цифр, отражающих наличие (1) или отсутствие (0) значимого стеноза в каждой из трёх артерий бифуркации. Согласно данной классификации, выделяют «истинные» стенозы, при которых атеросклеротический процесс распространяется на основную и боковую ветви и «ложные», когда бляшка локализуется только в одной из ветвей бифуркации [35, 46, 87].

К «ложным» бифуркационным стенозам относят типы поражений: 1,0,0; 0,0,1; 0,1,0; 1,1,0. Первая цифра аббревиатуры отражает поражение СЛКА, вторая – передней нисходящей артерии, третья – огибающей артерии [87].

Классификация A. Medina проста и компактна, её легко выучить и применять, поэтому она быстро стала самой распространённой и удобной в рутинной

клинической практике. В 2008 году Европейский бифуркационный клуб принял её за основу стандартизованного описания бифуркаций коронарных артерий [46].

Тем не менее, у данной классификации есть ограничения, она также не учитывает размер ветвей, угол бифуркации и протяжённости поражения, хотя эти факторы играют важную роль в выборе тактики лечения [5, 45].

Долгое время предпринимались попытки усовершенствовать данную классификацию. Так, M.R. Movahed et al. (2023) предложили более сложную систему кодов из 5 символов, включающих угол отхождения и диаметр проксимального сегмента. Однако, данная разработка также оказалась неудобной ввиду избыточной детализации поражения и не получила широкого применения [92].

Таким образом, на сегодняшний день классификация A. Medina применяется в рутинной клинической практике, а дополнительная информация касательно угла бифуркации, диаметра сосуда, протяжённости поражения и др. учитывается отдельно на основе визуальной оценки или инструментальных данных.

Следует отметить, что в отношении «ложных» бифуркационных стенозов в литературе существует множество терминов, которые вносят ряд недопониманий в кругу исследователей, занимающихся данной проблемой. Так, например, можно наблюдать, что «ложные» бифуркационные стенозы относят к числу устьевых поражений коронарных артерий или к «стенозам проксимального сегмента», что существенно меняет представление о данном типе поражения и тактике лечения [54, 87, 134].

Таким образом, «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА представляют собой анатомически и гемодинамически сложный тип поражений, характеризующийся выраженной морфологической неоднородностью, сложностью адекватной оценки распространенности атеросклеротической бляшки в зоне бифуркации, что сопряжено с высоким риском развития осложнений при проведении ЧКВ. Указанные особенности определяют необходимость точной визуализации распространённости атеросклеротического процесса, а также индивидуального подхода к выбору стратегии вмешательства.

1.2. Стратегия хирургического лечения больных с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии

На протяжении долгого времени, для пациентов с поражением СЛКА, аортокоронарное шунтирование (АКШ) считалось предпочтительным, однако, благодаря развитию хирургической техники, появлению стентов новых генераций, а также активному внедрению внутрисосудистых методов исследования, ЧКВ на сегодняшний день демонстрируют сопоставимые результаты по эффективности и безопасности для данной когорты пациентов.

За последние 5 лет накопились данные рандомизированных исследований и метаанализов, демонстрирующие сопоставимость исходов ЧКВ и АКШ у больных со стенозами СЛКА при наличии благоприятной анатомии поражения [26, 109, 117, 121, 130].

Так, в крупнейшем метаанализе 4 исследований (SYNTAX, PRECOMBAT, NOBLE, EXCEL), включавшем 4 394 пациента, 5-летняя общая выживаемость после ЧКВ на СЛКА составила 88,8%, а после АКШ – 89,8% ($p > 0,05$). Таким образом, по показателю общей смертности ЧКВ не уступает открытой хирургии при правильном отборе пациентов для вмешательства [109, 117, 121, 130]. Также были отмечены некоторые отличия в структуре событий: ЧКВ ассоциировалось с более высоким риском спонтанного инфаркта миокарда (6,2 против 2,6% за 5 лет) и повторных вмешательств (18,3 против 10,7%), по сравнению с АКШ. С другой стороны, частота инсульта в раннем периоде была ниже после ЧКВ (за счет отсутствия рисков, связанных с искусственным кровообращением и манипуляциями на дуге аорты) [112].

При длительном наблюдении различия между методами лечения становятся менее выраженными. В частности, в исследовании PRECOMBAT с медианой периода наблюдения 11,3 года совокупная частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (летальный исход, инфаркт миокарда, инсульт или необходимость повторного вмешательства) составила 29,8% после ЧКВ и 24,7%

после АКШ ($p = 0,27$). При этом показатели общей смертности практически не отличались – 14,5% против 13,8% [130]. Эти результаты указывают, что при корректном отборе пациентов (с учётом анатомических характеристик и уровня риска) выживаемость после ЧКВ при поражении СЛКА сопоставима с хирургическим лечением.

Важно отметить, что решение о выборе метода реваскуляризации должно приниматься «Сердечной командой» (консилиумом кардиолога, рентгенэндоваскулярного хирурга и сердечно-сосудистого хирурга) с учётом анатомической сложности поражения, сопутствующих заболеваний и предпочтений пациента [32, 39].

Ключевым инструментом стратификации риска является шкала SYNTAX, отражающая анатомическую сложность поражения коронарного русла. Пациентам с изолированным стенозом СЛКА и низким или промежуточным SYNTAX score эндоваскулярное лечение рассматривается наравне с хирургическим. Напротив, при высокой анатомической сложности (SYNTAX score более 32 баллов) АКШ по-прежнему рекомендуется как более эффективный метод в плане отдаленного прогноза [12, 32, 36, 39].

Согласно 17-му консенсусу Европейского бифуркационного клуба, базовой тактикой лечения большинства бифуркационных стенозов является провизионное Т-стентирование, при котором всегда сохраняется возможность отсроченного стентирования боковой ветви. Такой подход минимизирует количество металла в сосудах и потенциально снижает риск тромбоза и рестеноза. В рекомендациях ЕВС подчёркивается, что стратегия провизионного стентирования может быть уместна, даже если предполагается высокая вероятность стентирования второй ветви: ключевое – начинать с одного стента, добавляя второй только при необходимости [131].

При ухудшении кровотока в боковой ветви (субтотальный остаточный стеноз, лимитирующий кровоток и сопровождающийся изменениями на ЭКГ, диссекция) выполняется имплантация второго стента с использованием одной из двухстентовых методик.

Безопасность такой стратегии подтверждается в ряде крупных исследований, сравнивающих провизионное стентирование с двустентовой стратегией [97, 127, 134, 137].

Так, например в недавно опубликованном европейском рандомизированном исследовании EBC MAIN (European Bifurcation Club Left Main study), где сравнивали двустентовое стентирование и поэтапное провизионное Т-стентирование [134]. Результаты наблюдения через 12 месяцев и 3 года продемонстрировали отсутствие значимых различий между группами по частоте больших сердечно-сосудистых осложнений (смерть, инфаркт, повторные вмешательства). Иными словами, исходы при этапном подходе оказались не хуже, чем при первично запланированной двухстентовой стратегии. Тем не менее, в группе провизионного стентирования около 22% пациентов всё же получили второй стент по необходимости. Полученные результаты подтверждают тот факт, что стратегия «стентируй минимально» позволяет в большинстве случаев обойтись 1 стентом и только при необходимости имплантировать второй, избегая лишней металлизации карины и обеспечивая более физиологичный поток крови, позволяя в последующем снизить риски возникновения рестеноза. Однако, важно отметить, что ранее упомянутое исследование проводилось только среди пациентов с «истинными» бифуркационными стенозами и полностью исключало «ложные» бифуркации [134].

Долгое время для «ложных» бифуркационных поражений стратегией выбора была методика стентирования под устье, однако, по данным G. Rigatelli et al. (2019), провизионное Т-стентирование даёт более благоприятные показатели в отношении развития рестеноза и связанных с ним повторных вмешательств на целевом поражении, несмотря на то что стенозы типа 0,0,1 по A. Medina исключались из данного исследования [85].

Стенозы этого типа были представлены отдельной когортой в работе O. Cozzi et al. (2023), где реваскуляризация устья ОА, показала высокий уровень частоты повторных вмешательств в зоне целевого поражения в отдалённом периоде вне зависимости от методики стентирования ($p > 0,05$). И,

несмотря на отсутствие статистической значимости, результаты подчеркивают особую значимость этой области [47].

Также до сих пор нет однозначного ответа на вопрос, какая из хирургических тактик стентирования поражений типа 0,1,0 по А. Medina является преимущественной и имеет лучшие отдалённые результаты. В мета-анализе А. М. Khairy et al. (2025), включающем анализ 1492 пациентов устьевое и провизионное стентирования демонстрируют сопоставимую клиническую эффективность при рутинном использовании внутрисосудистых визуализирующих методик (ВСУЗИ или ОКТ) [52]. При этом авторы отмечают, что исследований, оценивающих отдалённые результаты для обеих методик стентирования, на сегодняшний день недостаточно.

В литературе «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА часто упоминаются, как устьевые стенозы ПНА или ОА, в этой связи некоторые исследователи поднимают вопрос о том, следует ли относить данные поражения к категории бифуркационных, что существенно может изменять подход к выбору эндоваскулярной тактики [106, 123].

Ответить на данный вопрос можно только с использованием внутрисосудистых методов исследования, позволяющих определить, насколько бляшка сужает терминальный отдел СЛКА, можно ли пренебречь данным фактором при незначимом сужении (например, при остаточном просвете более 50%), когда основная атеросклеротическая масса приходится именно на устье. При наличии различных диаметров между СЛКА и пораженной ветвью, особенно в ситуациях, когда использование современных стентов, способных достигать больших диаметров, при постдилатации невозможно, некоторые авторы рассматривают в качестве предпочтительной стратегии имплантацию стента под устье с предварительной защитой боковой ветви проводником [44, 47, 52, 98].

Таким образом, ЧКВ при «ложных» бифуркационных стенозах СЛКА демонстрирует сопоставимую с АКШ эффективность в отдалённом прогнозе при меньшей инвазивности. Провизионная стратегия стентирования при данном типе поражения является предпочтительной и более безопасной, поскольку позволяет

избежать избыточной металлизации «карины» и уменьшить риск возникновения рестеноза. Такая тактика обеспечивает эффективную реваскуляризацию, сохраняя при этом возможность модификации в случае компрометации боковой ветви.

Важно отметить, что выбор стратегии должен быть строго индивидуальным с учётом анатомических особенностей, характера поражения и данных внутрисосудистой визуализации.

1.3. Применение внутрисосудистых методов исследования: доказательная база и технические особенности

Недооценка распространённости атеросклеротического процесса по данным ангиографии приводит к возникновению осложнений, как во время, так и после оперативного вмешательства. Получить объективную информацию о структуре бляшки в области бифуркации позволяют ВСУЗИ и ОКТ, а оценить гемодинамическую значимость имеющегося стеноза возможно при измерении ФРК [3, 13, 30].

Внутрисосудистые методы исследования, в отличие от ангиографии, позволяют не только получить информацию о состоянии просвета сосуда, но и позволяют оценить толщину сосудистой стенки и характер атеросклеротической бляшки [10, 51].

В «ложных» бифуркационных стенозах СЛКА массивная эксцентричная бляшка может значительно сужать площадь просвета сосуда, в то время как величина диаметрального сужения в одной проекции может быть около 50%. Формально такое поражение будет считаться «незначимым» по данным ангиографии, хотя оно, может значительно ограничивать коронарный кровоток [13, 51]. В то же время, кальцинированная бляшка в устье может создавать эффект значимого сужения, при этом просвет будет достаточен для компенсации кровотока. Как следствие, процент стеноза определенный по данным ангиографии часто не коррелирует напрямую с функциональной значимостью поражений.

Исследования показали отсутствие строгого соответствия между процентом стеноза по диаметру и значением ФРК для боковых ветвей. Так, в исследовании

Jin-Sin Koh et al. (2012) показатели ФПК не коррелировали с процентом стеноза по данным ангиографии ($OR = -0,067$; $p = 0,635$) и имели слабую корреляцию с минимальной площадью просвета ($OR = 0,30$; $p = 0,026$) в боковой ветви [124]. Данный факт подчеркивает необходимость комплексной оценки поражений, учитывающей как анатомические, так и функциональные параметры для принятия обоснованных решений о тактике лечения.

На сегодняшний день внутрисосудистые методы исследования имеют обширную доказательную базу и в значительной степени позволяют оптимизировать ЧКВ на каждом из этапов вмешательства, повышая эффективность и безопасность операции [25, 53, 73, 74, 131]. Тем не менее, в международных и национальных рекомендациях до 2024 года тактика лечения пациентов с бифуркационными стенозами СЛКА не предусматривала обязательного использования указанных внутрисосудистых модальностей. Применение внутрисосудистых методов основывалось на заключениях консенсусов профильных специалистов [38, 131].

В обновленной версии рекомендаций Европейского общества кардиологов по лечению хронического коронарного синдрома использование внутрисосудистых методов исследования (ВСУЗИ или ОКТ) при стенозах СЛКА имеет самый высокий класс доказательности 1А и рекомендовано для всех пациентов, которым планируется эндоваскулярное вмешательство [39].

Тем не менее, в реальной практике примерно половина выполняемых эндоваскулярных операций у пациентов со стенозами СЛКА проходят без применения методов внутрисосудистой визуализации.

Положительное влияние внутрисосудистых методов исследования на исходы пациентов, а именно снижение частоты возникновения инфаркта миокарда на 17–19% и кардиальной смертности на 44–51%, также подтверждается данными метаанализов, представленных в Таблице 1 [28].

Таблица 1 – Результаты метаанализов, сравнивающих ЧКВ под контролем внутрисосудистых методов исследования с ЧКВ под ангиографическим контролем

Исследования	Год	Кол-во исследований	Кол-во пациентов	Группы сравнения	Результаты
Kuno T. et al., 2023	2023	32	22684	ЧКВ под ангиографическим контролем, ЧКВ под контролем ФРК, ЧКВ под контролем ВСВ (ВСУЗИ или ОКТ)	ЧКВ под контролем ВСВ уменьшает: частоту больших сердечно-сосудистых осложнений на 28%, кардиальную смертность на 44%, ИМ на 19%, тромбоз стента на 52%, реваскуляризацию ЦС на 25%. Выполнение ЧКВ под контролем ФРК по сравнению с ЧКВ под ангиографическим контролем уменьшает частоту больших сердечно-сосудистых осложнений, риск ИМ
Stone G.W. et al., 2024	2024	22	15964	ЧКВ под ангиографическим контролем, ЧКВ под контролем ВСВ (ВСУЗИ или ОКТ)	ЧКВ под контролем ВСВ уменьшает: кардиальную смертность на 45%, реваскуляризацию ЦС на 28%, тромбоз стентов на 48%, ИМ на 17%, общую смертность на 25%. Результаты схожи при использовании как ВСУЗИ, так и ОКТ
Sreenivasan J. et al., 2024	2024	16	7814	ЧКВ под ангиографическим контролем, ЧКВ под контролем ВСВ (ВСУЗИ, или ОКТ)	ЧКВ под контролем ВСВ уменьшает: частоту больших сердечно-сосудистых осложнений на 33%, кардиальную смертность на 51%, ИМ в ЦС на 39%, тромбоз стентов на 37%, реваскуляризацию ЦС на 40%, общую смертность на 19%, ИМ на 18%
П р и м е ч а н и я — 1. ВСВ - внутрисосудистая визуализация; 2. ВСУЗИ - внутрисосудистое ультразвуковое исследование; 3. ИМ - инфаркт миокарда; 4. ОКТ - оптическая когерентная томография; 5. ФРК - фракционный резерв кровотока; 6. ЧКВ - чрескожное коронарное вмешательство					

Из двух существующих модальностей внутрисосудистой визуализации (ВСУЗИ и ОКТ), первая, по данным клинических рекомендаций и консенсусных документов, имеет большую доказательную базу по сравнению со второй модальностью [39, 75, 77].

ВСУЗИ выполняется с помощью специального внутрисосудистого датчика с пьезоэлектрическим кристаллом, генерирующим ультразвуковые волны. Волна, отражаясь от стенки артерии, формирует изображение в реальном времени: более плотные – фиброзные и кальцинированные ткани, хорошо отражающие сигнал – визуализируются, как эхогенные структуры, липидное, некротическое ядро бляшки, субинтимальная гематома, за счет низкой плотности ткани поглощают сигнал и визуализируются «эхо-негативными» структурами.

«Современные датчики, благодаря высокому разрешению 40–80 Гц, формируют чёткую картинку, а функции ко-регистрации и автоматической обратной протяжки позволяют получить информацию о длине поражения, а также количественно измерить объем бляшки» [1, 16, 30].

Для поражений СЛКА применение ВСУЗИ считается «золотым стандартом». ВСУЗИ позволяет измерить минимальную площадь просвета (МПП) с высокой точностью и оценить общую площадь сосуда (по наружному контуру), то есть, степень атеросклеротического поражения независимо от ремоделирования. Кроме того, с помощью ВСУЗИ можно выявить «скрытый» эксцентричный устьевой стеноз и оценить толщину фиброзной покрышки бляшки, объем и протяжённость поражения [25, 30, 75, 77].

ОКТ функционирует за счёт регистрации времени задержки инфракрасного излучения, отражённого от стенки сосуда. Излучение, создаваемое датчиком, разделяется на два потока: один направляется к исследуемой ткани, а второй – к контрольному зеркалу в составе оптоволоконной системы. Затем фиксируются изменения интенсивности и задержки сигналов, возникающих при отражении либо обратном рассеянии в ткани. Эти данные обрабатываются специальными алгоритмами, что позволяет сформировать изображение [16, 20, 89].

Из-за способности эритроцитов рассеивать излучение, создаваемое датчиком ОКТ, получение чёткого изображения требует временного удаления крови из просвета сосуда путём введения контрастного раствора под давлением. Это является одним из ведущих ограничений для применения у пациентов с устьевыми поражениями или пациентов с поражением почек [16, 51].

На ОКТ интактная коронарная артерия отображается как трёхслойная структура толщиной до 1,2 мм. При этом, интима соответствует яркий высокоинтенсивный сигнал, медиа – однородный сигнал низкой интенсивности, а адвентиция – неоднородный сигнал высокой интенсивности. Атеросклеротическая бляшка (атерома) проявляется в виде локального утолщения интимы, либо нарушения обычной структуры стенки сосуда. Фиброзная бляшка на ОКТ выглядит, как относительно однородная зона с интенсивным свечением, тогда как кальцинированные бляшки характеризуются низкоинтенсивным, неоднородным сигналом с чёткими контурами. Липидное ядро определяется как слабосигнальная однородная область с неясными границами, покрытая фиброзной капсулой [20, 43, 89, 97].

ОКТ, по сравнению с ВСУЗИ, обладает лучшим пространственным разрешением, но при этом имеет меньшую проникающую способность. С помощью ОКТ можно определить длину поражения, референсный и минимальный диаметры артерии, а также площадь поперечного сечения просвета [10, 30, 51, 89, 93, 97]. Несмотря на то, что ВСУЗИ обладает большей доказательной базой, на сегодняшний день в литературе представлено достаточно количество исследований, демонстрирующих сопоставимые результаты обеих методик [66, 102].

Каждая из методик имеет свои особенности, которые важно учитывать при выборе модальности для проведения ЧКВ в зависимости от ангиографической картины пациента. ВСУЗИ обладает более высокой глубиной проникновения по сравнению с ОКТ, что позволяет точнее оценивать остаточный объём бляшки под стратами или по краю стента. Кроме того, данная методика не требует введения контрастного препарата для удаления эритроцитов из просвета артерии, что делает

её предпочтительной у пациентов с нарушенной функцией почек. ОКТ, напротив, характеризуется значительно большей разрешающей способностью, что обеспечивает детальное изучение состояния сосудистой стенки, строения атеросклеротической бляшки и её фиброзной капсулы [51, 96].

После имплантации стента данный метод позволяет выявлять его неполное раскрытие, мальпозицию, а также отличается высокой чувствительностью при диагностике диссекции и протрузии тканей через ячейки стента [9, 30, 49, 51, 93].

ОКТ позволяет более точно определить диаметр артерии, так как результаты ВСУЗИ несколько завышают ее размеры из-за особенности измерения. Существует 2 подхода к определению диаметра артерии для подбора стента: консервативный, который подходит, как для ОКТ, так и для ВСУЗИ и агрессивный, не применимый для ОКТ. Консервативный подход основан на измерении диаметров наименьших контрольных размеров просвета (дистальный край) или с учётом наименьшей контрольной области эластической наружной мембраны с последующей постдилатацией среднего и проксимального сегментов. Агрессивный подход, применимый только к ВСУЗИ, основан на измерении площади просвета «медиа-медиа» в месте минимального диаметра просвета. Важность использования внутрисосудистой визуализации при определении диаметра стента продиктована тем, что недораскрытие стента, согласно исследованиям – мощный предиктор раннего тромбоза и рестеноза внутри стента [49, 51].

При некоторых сложных поражениях оценка размера сосуда может быть важна для исключения негативного ремоделирования и для гарантии того, что в ходе имплантации стента не произойдет разрыв сосуда. Следует учитывать, что показатели МПП (минимальная площадь просвета), полученные с помощью ОКТ, примерно на 10% меньше по сравнению с ВСУЗИ, что может повлиять на оценку тяжести поражения [49, 101, 104].

В свою очередь, на основании данных ВСУЗИ подбирается стент большего диаметра. Тем не менее, несмотря на различия в размерах сосуда и степени его сужения, положительный эффект ЧКВ под контролем визуализации не вызывает сомнений [49, 88].

Подбор длины стента осуществляется на продольном изображении во время протяжки [16]. Выбирая длину необходимо обеспечить полное покрытие стеноза от самого нормального дистального сегмента до самого нормального проксимального сегмента. Стентирование в референтные сегменты с ограниченными областями просвета и нагрузкой бляшек $> 50\%$ (или большой долей липидной бляшки, или значительной кальцификацией) может приводить к развитию краевой диссекцией, либо краевому рестенозу, чего следует избегать [72]. Поскольку оптимальную длину стента можно измерить на дооперационном этапе, внутрисосудистые визуализирующие методики позволяют уменьшить общее количество стентов, сократить степень металлизации сосуда также и во время операции [72].

ОКТ не уступает, а иногда даже демонстрирует лучшие результаты в сравнении с ВСУЗИ в оценке кальциноза коронарных артерий. «В силу частичного проникновения оптического сигнала через кальцинированный субстрат, метод позволяет детально определить параметры и объем кальциевых включений». Поражения с кальциевой дугой более $> 180^\circ$, толщиной кальциевого слоя $> 0,5$ мм, и длиной > 5 мм с большей вероятностью могут привести к неоптимальному раскрытию стента. В случае больших ($> 180^\circ$) отложений кальция и отсутствия разрушения кальция после начальной подготовки поражения, следует рассмотреть возможность более агрессивной подготовки поражения к имплантации стента (применение режущего баллонного катетера либо ротационной атерэктомии) [41, 49, 51, 79, 96, 104, 133].

Таким образом, каждая модальность при сравнительном анализе имеет свои преимущества и ограничения, однако, обе технологии имеют весомое преимущество перед ангиографическим исследованием с точки зрения точности диагностики выраженности коронарного атеросклероза и могут применяться на каждом из этапов операции. Тем не менее, эффективность данных внутрисосудистых методов у пациентов с бифуркационными стенозами СЛКА и их влияние на исходы эндоваскулярного лечения таких пациентов в литературе представлены весьма ограниченно.

1.4. Эффективность различных внутрисосудистых методов исследования у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии

Доказательная база применения различных внутрисосудистых модальностей у пациентов с бифуркационными стенозами СЛКА начала пополняться в последние несколько лет. Наиболее крупные исследования представлены в Таблице 2 [28].

Проведенные исследования демонстрируют преимущество внутрисосудистых методов визуализации перед традиционной ангиографией, однако, они не дают окончательного ответа о том, какой метод внутрисосудистой визуализации предпочтительнее для «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА – ВСУЗИ или ОКТ, так как исследования имеют ограниченную выборку, не подразделяют пациентов на типы и отслеживают отдалённые результаты в течение 1-2 лет, что не позволяет сделать объективные выводы.

Большинство представленных исследований показывают отсутствие достоверных различий по указанным критериям между ВСУЗИ или ОКТ. Лишь в некоторых исследованиях отмечается, что ОКТ может выступать в качестве альтернативы ВСУЗИ у пациентов с поражением СЛКА, за исключением случаев устьевого поражения [39, 50].

Таблица 2 – Исследования эффективности внутрисосудистых методов исследования у пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии

Название исследования	Год	Кол-во пациентов	Кол-во пациентов с поражением СЛКА	Группы сравнения	Результаты
ROCK cohort II (Cortese B. et al., 2021)	2022	730	730 (без разделения на типы по A. Medina)	ЧКВ под контролем ОКТ n=162, ЧКВ под контролем ВСУЗИ n=215, ЧКВ под ангиографическим контролем n=353	Реваскуляризация ЦС при ЧКВ с ВСВ 12,7% ($p=0,039$), без разницы между ОКТ и ВСУЗИ ($p=0,26$); при ЧКВ под контролем ангиографии 21,2% ($p=0,039$). ВСВ предиктор свободы от вмешательства на ЦС (HR 0,46; 95% CI 0,23–0,93, ($p=0,03$). Реваскуляризация ЦС в течение 1 года по данным ВСУЗИ 6%, по данным ОКТ 7, по данным ангиографии 16% ($p=0,03$)
OCTIVUS (Kang D.-Y. et al., 2023)	2024	1475	251 (без разделения на типы по A. Medina)	ЧКВ под контролем ОКТ n=756 и ЧКВ под контролем ВСУЗИ n=719	Первичная конечная точка у 56 пациентов по данным ВСУЗИ 7,4%; по данным ОКТ у 47 пациентов 6,5% ($p=0,50$). Частота процедурных осложнений ВСУЗИ 1,7%; ОКТ 3,4% ($p=0,03$).
OCTOBER (Holm N.R. et al., 2023)	2023	1201	227 (разделение по типам по A. Medina представлены для всех бифуркационных поражений) Стенозы 0.0.1 по A. Medina исключались из исследования	ЧКВ под контролем ОКТ, ЧКВ под контролем ангиографии	Поражение ЦС ниже в группе ЧКВ под контролем ОКТ, чем в группе ЧКВ под контролем ангиографии (14% против 19% соответственно, HR 0,79, 95% ДИ: 0,40–1,51)
RENOVATE-COMPLEX-PCI (Lee J.M. et al., 2023)	2023	1620	192 (без разделения на типы по A. Medina)	ЧКВ под контролем ВСУЗИ, ЧКВ под контролем ангиографии	Первичная конечная точка в группе ВСВ у 76 пациентов (7,7%) и у 60 пациентов (12,3%) в группе ангиографии (HR 0,64; 95% ДИ от 0,45 - 0,89; $p=0,008$). Кардиальная смерть в группе ВСВ - 16 пациентов (1,7%) и у 17 пациентов (3,8%) в группе ангиографии; ИМ ЦС - 38 пациентов (3,7%) и 30 (5,6%) соответственно
OPTIVUS-COMPLEX PCI (Yamamoto K et al., 2023)	2023	1021	1362 (без разделения на типы по A. Medina)	ЧКВ под контролем ВСУЗИ, ЧКВ под контролем ангиографии, АКШ	Первичная конечная точка (ИМ, инсульт, реваскуляризация КА, летальность) – в группе ЧКВ под контролем ВСУЗИ, ниже, чем в группе ЧКВ под ангиографическим контролем (10,4% против 23,3%; $P < 0,001$) и ниже, чем в группе АКШ (11,8% против 16,5%; $p=0,02$). Стратегия ЧКВ под влиянием ВСУЗИ, была изменена в 39,6% наблюдений
Примечания – 1. АКШ – аорто-коронарное шунтирование; 2. ВСВ – внутрисосудистая визуализация; 3. ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; 4. ИМ – инфаркт миокарда; 5. ОКТ – оптическая когерентная томография; 6. ФРК – фракционный резерв кровотока; 7. ЦС – целевой сосуд; 8. ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство					

Использование внутрисосудистых методов визуализации во время ЧКВ имеет важное прогностическое значение. В частности, своевременная диагностика и устранение таких осложнений, как недостаточное раскрытие стента, краевые диссекции интимы, протрузия через ячейки стента или изменение позиции бифуркационной карины, способствуют повышению эффективности выполненной процедуры [1, 49].

Недостаточное прилегание стента к стенке артерии (мальпозиция) может привести к прохождению проводников между поверхностью стента и сосудистой стенкой во время повторных манипуляций (перекрестное проведение коронарных проводников), что существенно затрудняет дальнейшие этапы бифуркационного стентирования. Краевая диссекция требует дифференцированного подхода: решение о дополнительных манипуляциях зависит от ее глубины, локализации, протяженности, угла смещения и оставшегося просвета сосуда. Значимые диссекции, охватывающие более 60 градусов окружности сосуда, протяженностью свыше 2 мм и затрагивающие глубокие сосудистые слои, особенно за пределами стента, ассоциируются с высоким риском неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов и требуют вмешательства [1, 9, 49, 96].

Ангиографическая визуализация не способна выявить смещение бифуркационной карины, что, в свою очередь, повышает вероятность поздних тромбозов при отсутствии своевременной коррекции [1, 49].

В литературе предложены различные критерии оптимального позиционирования и раскрытия стента. Общепринятым критерием считается минимальная площадь просвета (МПП) стентированного сегмента, превышающая 5 мм² или составляющая более 80–90% средней референсной площади сосуда, при наличии стеноза менее 50% на проксимальном и дистальном краях стента и отсутствии медиальных диссекций длиной свыше 3 мм [58, 79]. В клинической практике также применяется правило «5–6–7–8», согласно которому оптимальная МПП составляет 5 мм² для огибающей артерии (ОА), 6 мм² – для передней нисходящей артерии (ПНА), 7 мм² – для ствола левой коронарной артерии (СЛКА) и 8 мм² – в бифуркационных участках [49, 78].

Тем не менее, в недавнем исследовании, выполненном J.H. Kim et al. (2024), были предложены новые пороговые значения МПП, коррелирующие с более благоприятными отдалёнными исходами в течение 5 лет после проведения ЧКВ с использованием внутрисосудистой визуализации: 8,3 мм² для ПНА, 5,7 мм² для ОА и 11,8 мм² для СЛКА. Также было выявлено, что недостаточное раскрытие стента в устье обеих главных ветвей бифуркации СЛКА связано с повышением риска крупных кардиальных осложнений по сравнению с ситуацией, когда недостаточное раскрытие наблюдается только в одной ветви или стент был установлен оптимально [105].

Важнейшее практическое значение при оценке «ложных» бифуркационных поражений СЛКА имеют пороговые значения МПП, при которых поражение ствола ЛКА считается гемодинамически значимым. Ранние работы установили, что $\text{МПП} \leq 6 \text{ мм}^2$ в дистальном стволе ЛКА обычно соответствует значимому градиенту давления ($\text{ФРК} < 0,75\text{--}0,80$), тогда как при $\text{МПП} > 6 \text{ мм}^2$ ишемия маловероятна. Например, в исследовании J.R. Jasti et al. (2004) пороговое значение 5,9 мм² обладало чувствительностью 93% и специфичностью 94% для выявления $\text{ФРК} < 0,75$ [57]. Поэтому в клинической практике МПП - 6 мм² используют как ориентир для безопасной отсрочки вмешательства: если просвет ствола ЛКА по ВСУЗИ превышает 6 мм², пациента можно лечить консервативно, при условии отсутствия симптоматики. Напротив, при $\text{МПП} < 4,5\text{--}5 \text{ мм}^2$ вероятность ишемии очень высока, и такое поражение подлежит реваскуляризации даже при относительно «незначимом» стенозе на ангиограмме [49].

Следует отметить, что пороги могут немного различаться в зависимости от пола, площади тела и наличия сопутствующих стенозов; в азиатских исследованиях, например, называли оптимальный порог ~4,5 мм² для $\text{ФРК} < 0,80$ [80]. Тем не менее, значение ~6 мм² закрепилось в консенсусных документах как эталонное для поражений СЛКА, однако, отражений в клинических рекомендациях до сих пор не нашло [39, 49]. Кроме того, данные значения были установлены только на основе данных ВСУЗИ. И, даже при наличии исследований,

свидетельствующих о схожести полученных результатов, данные, полученные при ОКТ, должны быть интерпретированы оператором с осторожностью [39].

Тем не менее, существуют единичные исследования, указывающие на то, что реваскуляризацию по данным ОКТ можно безопасно отложить при значении МПП около 5,4 мм². Связано это, с высокой разрешающей способностью ОКТ, а также особенностями измерения МПП. Так, по данным ВСУЗИ, МПП определяются путем измерения расстояния от меди до меди, в то время как по данным ОКТ МПП измеряется расстояние от интимы к интима, в связи с этим 6 мм² по ВСУЗИ соответствует примерно 5,4 мм² по ОКТ. Однако, данные работы имеют весьма ограниченную выборку пациентов и не демонстрируют долгосрочные клинические исходы, что требует осторожной интерпретации полученных результатов [59, 132].

Прогностическая ценность измерения МПП при устьевых стенозах основных ветвей бифуркации СЛКА в настоящее время изучена слабо, следовательно, на основании этого показателя нельзя безопасно отложить реваскуляризацию у таких пациентов, что ограничивает использование внутрисосудистых методов у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА [39].

Учитывая изложенное, можно полагать, что внутрисосудистые методы визуализации демонстрируют значимое преимущество в улучшении исходов ЧКВ при поражении СЛКА, однако, в отношении «ложных» бифуркационных стенозов доказательная база остаётся крайне ограниченной.

Несмотря на структурное сходство, ОКТ и ВСУЗИ обладают различными техническими характеристиками и глубиной проникновения. Учитывая малое количество исследований сравнивающих эффективность этих методик и их влияние на отдалённый прогноз у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, необходимо проведение дальнейших исследований, для ответа на вопрос какая из методик будет иметь преимущества при данном типе поражений.

1.5. Особенности оценки внутрикоронарной физиологии у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии

Выполнить оценку внутрикоронарной физиологии можно с помощью определения гиперемического или негиперемического индексов (НГИ). К гиперемическим индексам относится метод измерения ФРК. Показатель ФРК отражает зависимость внутрикоронарного давления крови от степени стеноза в условиях измененного кровотока и рассчитывается путем измерения дистального среднего коронарного и аортального давлений в период максимальной гиперемии фармакологическим агентом при использовании 0,014-дюймового манометрического проводника с датчиком давления на конце, тем самым, отражая влияние коронарного стеноза на максимальную перфузию миокарда [1]. Для достижения гиперемии могут использоваться папаверин, аденозин или контрастное вещество [56].

Важным ограничивающим фактором для некоторых пациентов является то, что введение гиперемического агента сопряжено с риском возникновения побочных эффектов, самым тяжелым из которых является индукция угрожающих жизни желудочковых нарушений ритма сердца.

Вариантом выбора для таких пациентов могут быть НГИ. НГИ определяются с помощью манометрического датчика, не требуют введения гиперемического агента, результат отношения давлений дистальнее стеноза и в аорте рассчитывается программой с помощью математической модели и различается в зависимости от оценки полного сердечного цикла или диастолы, в которую происходит измерение [1, 25].

Сравнительные исследования показывают, что результаты применения гиперемических и негиперемических индексов, в целом, сопоставимы и не оказывают влияния на долгосрочный прогноз у пациентов [7, 37, 71]. Тем не менее, при оценке функциональной значимости коронарных сужений значения ФРК и НГИ не всегда совпадают – расхождения фиксируются примерно в одном из пяти случаев [68, 113]. До настоящего времени остаётся открытым вопрос, какому из

показателей следует отдавать приоритет в клинической практике, особенно когда речь идёт о стенозах СЛКА [14, 61, 114].

ФРК для поражения СЛКА традиционно измеряется путем последовательного проведения датчика в обе ветви (ПНА и ОА) Давление необходимо оценивать в обеих ветвях, поскольку кровотоки через СЛКА распределяются на обе артерии. Если ФРК имеет значение $\leq 0,80$ хотя бы в одной из ветвей, поражение СЛКА считают гемодинамически значимым. Замеры в двух ветвях также помогают понять, какая из них обеспечивает большую долю кровотока [1, 113].

Значимость предоперационной физиологической оценки коронарных стенозов подтверждена многочисленными исследованиями, ФРК и НГИ признаны безопасными методами для принятия решения об отсрочке реваскуляризации, что отражено в клинических рекомендациях, с уровнем рекомендации 1А [39]. Современные публикации демонстрируют, что при показателях ФРК выше 0,80 или НГИ свыше 0,89 можно безопасно отложить вмешательство у больных со стенозами СЛКА [37, 114, 120]. В то же время подчёркивается, что именно при поражении СЛКА и проксимального отдела ПНА наиболее часто выявляется расхождение результатов между двумя методами, что вызывает настороженность относительно изолированного применения НГИ в этой клинической ситуации [56].

Данные крупных регистров DEFINE-LM и iLITRO-EPIC07 подтверждают, что стратегия отсроченной реваскуляризации, основанная на результатах НГИ, является безопасной для пациентов с поражением СЛКА. В обоих регистрах продемонстрированы сопоставимые частоты неблагоприятных сердечно-сосудистых событий у больных, которым вмешательство выполняли сразу, и у тех, у кого оно откладывалось в зависимости от значений НГИ [71, 114]. Более того, анализ DEFINE-LM показал преимущество тактики отсроченной реваскуляризации по результатам НГИ по сравнению с подходом, основанным исключительно на данных ФРК. В связи с этим значение, полученное при измерении НГИ, не следует игнорировать даже при наличии благоприятных показателей других методов, таких, как ФРК или ВСУЗИ [114].

В литературе на сегодняшний день отсутствует консенсус относительно тактики ведения пациентов, если значения ФРК или НГИ находятся в «серой зоне». «Серая зона» — это диапазон пограничных значений функционально-резервных показателей, при которых степень гемодинамической значимости стеноза не может быть определена однозначно. Тем не менее, очевидна важность мультимодального подхода при принятии решения о необходимости реваскуляризации. Возможности комбинированного использования физиологических и визуализирующих методов освещены лишь в отдельных публикациях, например, в исследовании iLITRO-EPIC07, однако, количество пациентов в нем остается ограниченным, что снижает возможность широкого обобщения данных выводов [19, 71].

Особое значение приобретает послеоперационная физиологическая оценка после имплантации стента при лечении бифуркационных поражений СЛКА. Оценка внутрикоронарной физиологии, наряду с визуализирующими методами, позволяют своевременно выявлять неоптимальные результаты вмешательства и определять необходимость дальнейшей коррекции [24, 69]. При этом ангиографически успешный результат не всегда коррелирует с физиологическим успехом процедуры. Согласно данным исследований, примерно у 30% пациентов после успешного ангиографического ЧКВ сохраняются неоптимальные значения ФРК, что подчеркивает необходимость именно физиологического контроля [56]. Это имеет принципиальное значение, поскольку конечной целью реваскуляризации является устранение ишемии миокарда и улучшение прогноза пациента, а не просто оптимальная визуализация коронарного русла [17, 115].

Низкие значения ФРК или НГИ после проведения ЧКВ связаны с повышением риска неблагоприятных клинических исходов, однако, единых клинических рекомендаций по рутинному применению физиологического контроля после вмешательства до настоящего времени нет [48, 69]. Кроме того, пациенты с «ложными» бифуркационными стенозами, как правило, не изучались отдельно, а включались в общую популяцию пациентов с коронарными поражениями. Учитывая технические сложности и особенности лечения данной

группы, целесообразность и эффективность физиологической оценки требуют дополнительных исследований [28].

Доказано, что при выявлении неоптимальных физиологических результатов после ЧКВ проведение дальнейшего анализа с целью выявления и коррекции потенциальных причин этих изменений улучшает долгосрочный прогноз пациентов. Исследования показывают, что неоптимальные результаты чаще возникают при локализации в ПНА, при исходно низких значениях ФРК и при наличии диффузных поражений [115].

Комбинированное использование внутрисосудистых методов визуализации и физиологического контроля позволяет установить причины низких значений ФРК и НГИ, среди которых чаще всего встречаются недостаточное раскрытие стента, неполное покрытие бляшки стентом, наличие краевых диссекций и протрузий бляшки внутрь просвета сосуда [17, 19, 28, 42].

Таким образом, оптимизация ЧКВ у пациентов с бифуркационными стенозами СЛКА с помощью внутрисосудистых и физиологических методов остается актуальной клинической проблемой [25]. Несмотря на наличие исследований, подтверждающих эффективность таких подходов, их количество остается ограниченным, особенно в отношении пациентов с «ложными» стенозами.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

Работа представлена в виде проспективного одноцентрового рандомизированного исследования, выполненного на кафедре госпитальной хирургии с курсом детской хирургии Медицинского института Российского университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, в Центральной клинической больнице «РЖД-Медицина», с 2020 по 2024 гг.

Первично в исследование были включены 184 пациента, у которых на основании данных цифровой количественной ангиографии были диагностированы «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА. Методом конвертов пациенты были рандомизированы в 2 группы, в зависимости от метода внутрисосудистой визуализации, используемого при ЧКВ. В 1 группе ($n = 92$) визуализация выполнялась под контролем ВСУЗИ, во второй группе ($n = 92$) – под контролем ОКТ.

На этапе включения в исследование всем пациентам выполнялся комплекс лабораторных анализов для оценки метаболических показателей и функции почек. Инструментальная часть скрининга включала УЗИ магистральных артерий и трансторакальную эхокардиографию (ЭхоКГ). Верификация ишемии миокарда выполнялась с помощью нагрузочных тестов — велоэргометрии или стресс-ЭхоКГ с добутамином. Данный подход обеспечивал комплексную оценку состояния сердечно-сосудистой системы и позволял принимать обоснованные клинические решения

Пациенты с диагностированным сахарным диабетом II типа проходили дополнительное обследование у эндокринолога, который осуществлял подбор оптимальной терапии при коррекции уровня глюкозы крови. Пациентам с выявленными нарушениями ритма сердца дополнительно проводилась консультация аритмолога для определения дальнейшей тактики ведения.

После обследования пациентов всем была выполнена КАГ, в ходе которой оценивалось состояние коронарных артерий, объем и протяженность поражения. Для объективной оценки степени стенозирования использовалась методика цифровой количественной коронарной ангиографии (QCA), позволяющая точно определить локализацию стенозов.

Согласно протоколу исследования были сформированы следующие *критерии включения*:

- доказанная ишемия миокарда с помощью нагрузочных тестов, соответствующая II–III ФК, включая безболевою ишемию;
- «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА по классификации A.Medina (1,0,0; 0,1,0; 1,1,0; 0,0,1) на основе данных внутрисосудистых методов исследования (ОКТ или ВСУЗИ);
- первичный характер поражения;
- SYNTAX score у пациентов с многососудистым поражением не более 32;
- положительное решение «сердечной команды» о целесообразности выполнения эндоваскулярной операции;
- согласие пациента на эндоваскулярное вмешательство и участие в исследовании.

Критерии исключения:

- хронические тотальные окклюзии передней нисходящей и огибающей артерии (ПНА или ОА);
- хронические тотальные окклюзии двух и более коронарных артерий;
- острый коронарный синдром;
- недостаточность кровообращения IV функционального класса (NYHA);
- низкая фракция выброса левого желудочка ($\leq 35\%$);
- массивный кальциноз коронарных артерий (дуга кальция 270° – 360° , толщина кальция > 1 мм; протяженность кальцинированного участка > 10 мм;

наличие кальциевых узлов, выступающих в просвет; диффузное распространение от устья к бифуркации с вовлечением обеих ветвей);

– противопоказания или невозможность приема двойной антиагрегантной терапии.

В связи с выявлением «истинного» бифуркационного стеноза СЛКА при первичной визуализации с помощью внутрисосудистых методов, 37 пациентов, из которых 14 были из 1 группы и 23 – из 2 группы, были исключены из исследования.

Таким образом, согласно представленным критериям, в исследование были включены 147 пациентов, которым проводился дальнейший анализ поражения – измерение МПП в терминальном отделе СЛКА. В 1 группу, где визуализация проводилась методом ВСУЗИ, вошли 78 пациентов, а во 2 группу, где применялась ОКТ – 69 пациентов.

Пациентам с МПП сосуда в терминальном отделе СЛКА $< 6\text{ мм}^2$ была выполнена реваскуляризация миокарда. При МПП $> 6\text{ мм}^2$ ($n=48$) и ФРК > 0.8 – было принято решение отложить реваскуляризацию и рекомендовать продолжить прием медикаментозной терапии (Рисунок 1).

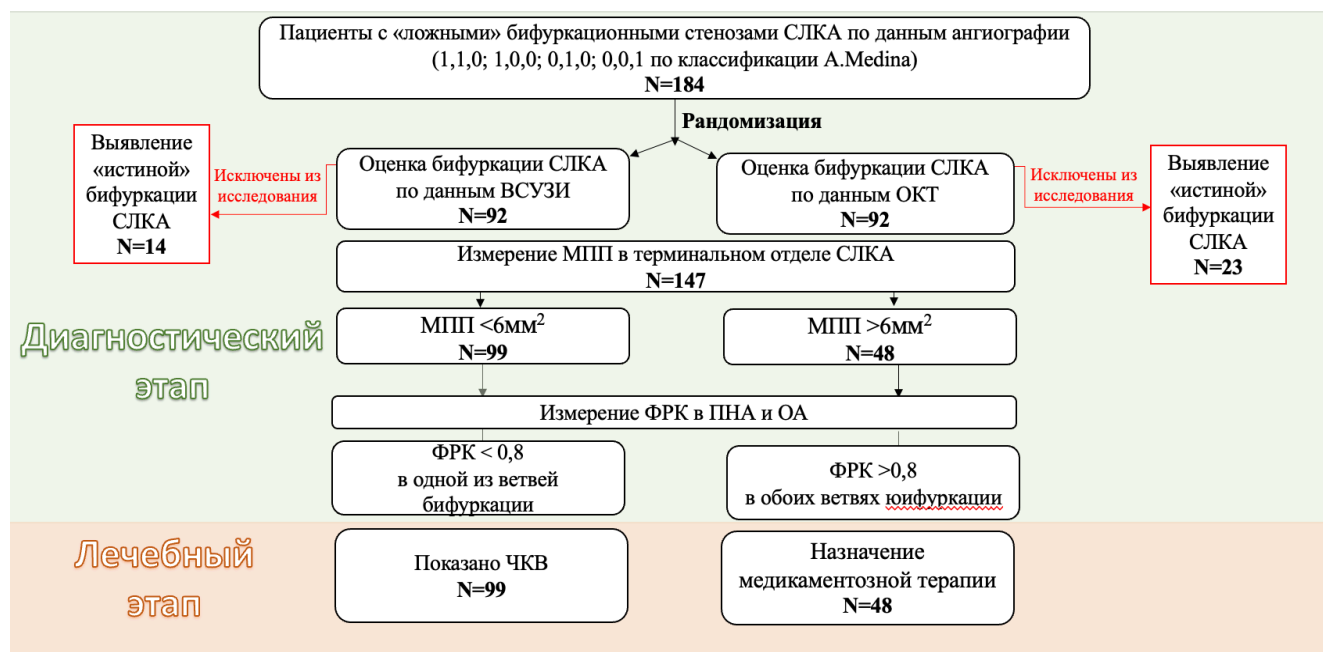


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Для оценки целесообразности выполнения эндоваскулярного вмешательства каждый пациент, был обсужден на междисциплинарном консилиуме, так называемой «Сердечной командой» с участием кардиолога, сердечно-сосудистого хирурга и специалиста по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению [32, 39].

Согласно клиническим рекомендациям: «не менее чем за 5 суток до предполагаемого стентирования, пациентам назначали прием двойной антитромбоцитарной терапии: ацетилсалициловая кислота (75–100 мг/сутки) в комбинации с ингибиторами P2Y₁₂ рецепторов тромбоцитов (клопидогрел 75 мг/сутки, либо тикагрелор 90 мг, 2 раза в сутки)» [32, 39].

Участникам исследования, обеих групп, имеющим показания к выполнению реваскуляризации выполнялось провизионное Т-стентирование СЛКА стентами с лекарственным покрытием последних генераций. После имплантации стента всем пациентам было проведено измерение ФРК в основной ветви, а также визуализация имплантированного стента (ВСУЗИ или ОКТ) для оценки результатов вмешательства.

При выявлении мальпозиции стента выполнялась повторная дилатация некомплаентным баллонным катетером соответствующего диаметра.

Пациенты после ЧКВ случайным образом были разделены на 2 группы, половине из которых выполнялось измерение ФРК в боковой ветви (n=46). Если показатель ФРК в нативной, нестентированной ветви был менее 0,8, пациентам имплантировали второй стент по методике реверсивного «Crush» или «Cullote». Если показатель ФРК был более 0,8, результат операции считался удовлетворительным, и процедура завершалась (Рисунок 2).

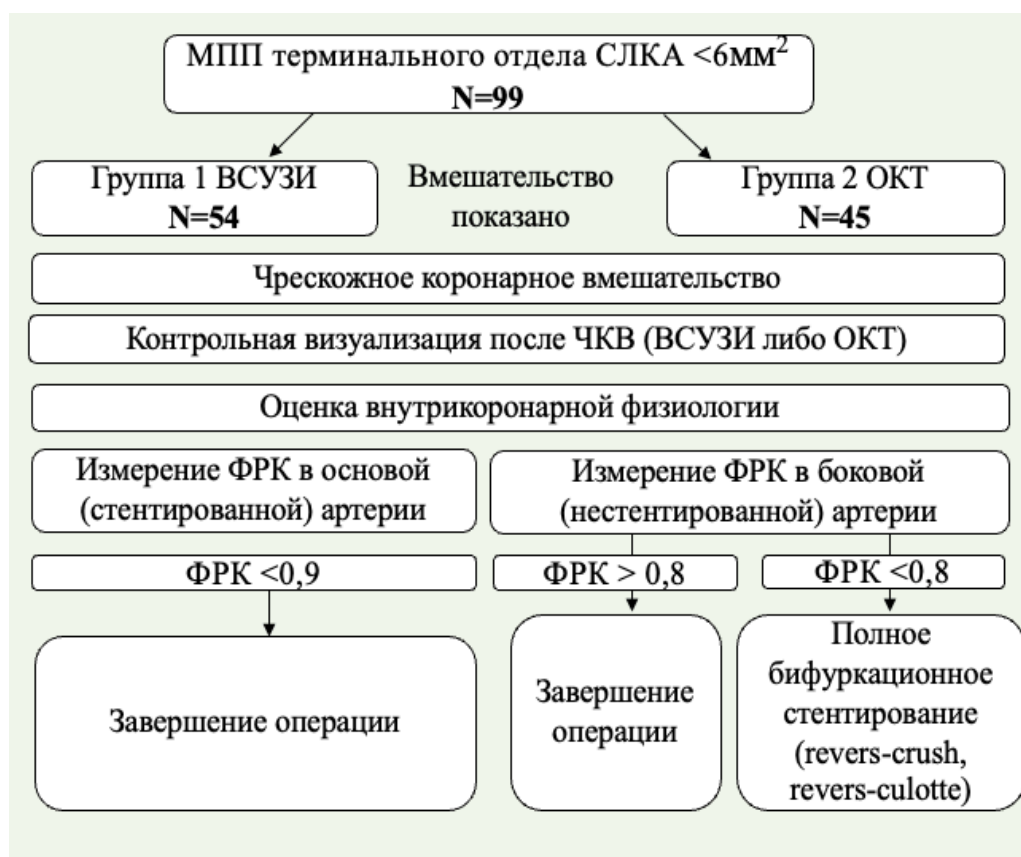


Рисунок 2 – Тактика эндоваскулярного вмешательства

Пациенты, которым было выполнено полное бифуркационное стентирование, исключались из дальнейшего анализа.

«Фармакологическая поддержка ЧКВ проводилась с помощью антикоагулянта – нефракционированного гепарина в дозе 75–100 ЕД/кг внутривенно. После ЧКВ всем пациентам был рекомендован прием двойной антиагрегантной терапии в течение минимум 6 месяцев» [32, 39].

Контрольные повторные визиты, согласно протоколу, осуществлялись через 12, 24 и 36 месяцев с момента включения пациентов в исследование. Больные, подвергшиеся ЧКВ, приглашались на амбулаторные приемы, во время которых выполнялись клинический и биохимический анализы крови, суточный ЭКГ-мониторинг, трансторакальная ЭхоКГ. В промежутках между указанными ключевыми периодами проводилось телефонное анкетирование каждые 3 месяца с целью выявления возможных коронарных событий.

При наличии жалоб на ангинозные боли во время амбулаторных визитов выполнялась неинвазивная диагностика ишемии миокарда с решением вопроса о госпитализации для выполнения КАГ и повторного ЧКВ.

Спустя 36 месяцев, всем наблюдаемым пациентам в рамках исследования обязательно было выполнение КАГ и внутрисосудистой визуализации в зависимости от первично выбранной методики. При выявлении рестеноза внутри ранее имплантированных стентов или появлении новых стенотических поражений, выполнялось измерение ФРК для определения функциональной значимости поражений и необходимости в выполнении последующего вмешательства [19].

Пациенты из группы отложенной реваскуляризации приглашались на визиты в контрольные периоды, во время которых выполнялись клинический и биохимический анализы крови, холтеровское мониторирование ЭКГ, ЭхоКГ, тест 6-минутной ходьбы. При рецидиве симптомов, указывающих на возможное возобновление ишемии, применялись неинвазивные методы функциональной оценки перфузии миокарда, результаты которых служили основанием для решения вопроса о необходимости выполнения КАГ. В промежутках между указанными ключевыми периодами каждые 3 месяца проводилось телефонное анкетирование для выявления возможных коронарных событий.

2.2. Терминология и критерии оценки результатов исследования

В представленном исследовании использовались следующие *термины*:

- «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА – бифуркационные поражения СЛКА, когда бляшка локализуется в устье только одной из отходящих от ствола ветвей без распространения атеросклеротического процесса на другую ветвь бифуркации (варианты 1,0,0; 0,1,0; 1,1,0; 0,0,1 по классификации A. Medina) и суживает просвет артерии более, чем на 50%;
- полная (функционально адекватная) реваскуляризация миокарда – стентирование гемодинамически значимых стенозов (по данным ФРК) в СЛКА и

других коронарных артериях (при наличии многососудистого поражения коронарного русла);

- рестеноз стента – повторное сужение коронарной артерии в зоне ранее имплантированного стента $\geq 50\%$ по данным КАГ и/или внутрисосудистых визуализирующих методов исследования. Значение ФРК ≤ 0.8 , расценивается как признак гемодинамической значимости рестеноза и служит основанием для проведения повторного эндоваскулярного вмешательства.

Для оценки результатов исследования применялись *критерии*:

- ангиографического успеха: остаточный стеноз менее 10%, кровоток TIMI III, отсутствие диссекций;

- оценки непосредственных результатов вмешательства: объем выполненной реваскуляризации миокарда; осложнения во время эндоваскулярного вмешательства (диссекция, экстравазация, тромбоз стента, ИМ либо нарушение мозгового кровообращения, смерть);

- оценки отдалённых результатов оперированных пациентов: суммарная частота сердечно – сосудистых осложнений (кардиальная смерть, инфаркт миокарда, повторные вмешательства); частота рестеноза стента и связанных с ним повторных вмешательств;

- оценки отдалённых результатов неоперированных пациентов: суммарная частота сердечно – сосудистых осложнений (кардиальная смерть, инфаркт миокарда, реваскуляризация); динамика функционального класса (ФК) хронической сердечной недостаточности (ХСН), динамика ФК стенокардии.

2.3. Характеристика пациентов, участвовавших в исследовании

Пациенты обеих групп демонстрировали сходство по клинικο-демографическим показателям. Важно подчеркнуть, что все участники исследования имели сопутствующие заболевания. Так, у почти половины пациентов в каждой группе выявлены гиперхолестеринемия, сахарный диабет, нарушения сердечного ритма и атеросклероз периферических артерий. Артериальная гипертензия была диагностирована у всех пациентов (Таблица 3).

Таблица 3 – Клинико-демографическая характеристика пациентов

Показатель	Группы		p
	Группа 1 (n=78)	Группа 2 (n=69)	
Женщины, абс. (%)	17 (21,8)	15 (21,7)	0,947
Мужчины, абс. (%)	62 (79,5)	54 (78,3)	
Возраст, Ме [Q1;Q3]	59,00 [54,25; 66,75]	61,50 [52,25; 65,75]	0,709
ИМТ, Ме[Q1;Q3]	28,65 [25,95; 40,65]	28,30 [26,95; 41,04]	0,863
Ожирение, абс. (%)	28 (35,9)	22 (31,9)	0,449
Гиперхолестеринемия, абс. (%)	53 (67,9)	50 (72,5)	0,485
Курение, абс. (%)	43 (55,1)	44 (63,8)	0,419
Наследственность, абс. (%)	41 (52,6)	38 (55,1)	0,728
СД в анамнезе, абс. (%)	24 (30,8)	27 (39,1)	0,398
Нарушение ритма сердца, абс. (%)	43 (55,1)	33 (47,8)	0,443
Атеросклероз нижних конечностей, абс. (%)	33 (42,3)	33 (47,8)	0,472
Атеросклероз БЦА, абс. (%)	37 (47,4)	41 (59,4)	0,252
Нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, абс. (%)	10 (12,82)	9 (13,04)	0,947
ИМ в анамнезе, абс. (%)	25 (32,1)	17 (24,6)	0,417
Артериальная гипертензия, абс. (%)	78 (100,0)	69 (100,0)	-
Поражение почек, абс. (%)	21(26,9)	19 (27,5)	0,952
П р и м е ч а н и я – 1. БЦА – брахиоцефальные артерии; 2. ИМ – инфаркт миокарда; 3. ИМТ – индекс массы тела; 4. ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения; 5. СД – сахарный диабет; 6. ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка; 7. ХСН – хроническая сердечная недостаточность			

По исходным лабораторным показателям углеводного и липидного спектра крови исследуемые группы достоверно не различались и были полностью сопоставимы (Таблица 4).

Таблица 4 – Результаты лабораторных исследований в основных группах

Показатель	Группы		p
	Группа 1 (n=78)	Группа 2 (n=69)	
Общий холестерин, ммоль/л; М (SD)	5,18 (1,28)	5,36 (1,18)	0,485
ЛПНП, ммоль/л; Ме[Q1;Q3]	4,03 [3,01; 4,92]	3,89 [2,48; 5,19]	0,822
ЛПВП, ммоль/л; Ме[Q1;Q3]	1,15 [1,06; 1,53]	1,1 [0,92; 1,84]	0,694
Триглицериды, ммоль/л; Ме[Q1;Q3]	2,16 [1,13; 2,87]	1,83 [0,98; 2,62]	0,563
Гликозилированный гемоглобин, %; Ме[Q1;Q3]	5,80 [5,33; 6,35]	5,60 [5,10; 6,05]	0,096
Уровень глюкозы натощак, ммоль/л; Ме[Q1;Q3]	4,30 [3,30; 5,70]	4,70 [3,80; 6,12]	0,178
NT-pro BNP, пг/мл; Ме[Q1; Q3]	686,00 [158,50; 1049,25]	541,00 [153,25;1005,75]	0,662
Креатинин, мкмоль/л; Ме[Q1;Q3]	76,00 [66,75; 93,00]	79,00 [65,75; 99,25]	0,264
СКФ, мл/мин/1,73м ² ; М (SD)	86,40 (16,54)	84,85 (17,27)	0,606
П р и м е ч а н и я – 1. ЛПНП – липопротеины низкой плотности; 2. ЛПВП – липопротеины высокой плотности; 3. СКФ – скорость клубочковой фильтрации			

Медианные значения уровня гликозилированного гемоглобина и глюкозы натощак находились в пределах рекомендуемых норм, согласно действующим клиническим рекомендациям, что свидетельствует об отсутствии значимых нарушений углеводного обмена у участников исследования [29].

Несмотря на то, что средние показатели общего холестерина у пациентов и 1 группы $5,18 \pm 1,28$ ммоль/л и пациентов из 2 группы $5,36 \pm 1,18$ ммоль/л соответствовали референсных значениям, следует отметить, что большинство участников исследования имели высокий сердечно-сосудистый риск. В этом контексте полученные значения холестерина превышают рекомендуемые уровни для данной категории пациентов [32]. В свою очередь, показатели липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), медианные значения которых составили 4,03 ммоль/л [3,01; 4,92] в группе 1 и 3,89 ммоль/л [2,48; 5,19] в группе 2, находились значительно выше допустимого значения для пациентов с высоким и очень высоким сердечно-сосудистым риском. Медианные уровни триглицеридов в обеих группах также превышали рекомендуемые значения [32]. Данные липидного профиля пациентов свидетельствуют о нарушении липидного обмена, высоком

риске атерогенности и потребовали подбора и коррекции гиполипидемической терапии.

Оценка функционального статуса участников исследования также демонстрирует сопоставимые результаты для обеих групп. Пациенты характеризовались стабильным, но клинически значимым состоянием, соответствующим умеренно тяжёлому течению ишемической болезни сердца с признаками ХСН II–III ФК. Большинство имели выраженные, но не критические ограничения физической активности. Это подтверждается результатами 6-минутного теста ходьбы: медианное расстояние, пройденное пациентами, составило около 290–300 метров, что свидетельствует о снижении выносливости по сравнению с нормальными показателями у здоровых лиц. Показатели толерантности к физической нагрузке, выраженные в метаболических эквивалентах (MET), также указывали на умеренное ограничение физической активности – среднее значение составило около 4.9 MET, что соответствует способности выполнять лишь лёгкую или умеренную физическую нагрузку (Таблица 5).

Таблица 5 – Функциональный статус пациента

Показатель	Группы		p
	Группа 1 (n=78)	Группа 2 (n=69)	
ХСН I ФК (NYHA), n (%)	12 (15.4)	8 (11.6)	0.414
ХСН II ФК (NYHA), n (%)	16 (20.5)	19 (27.5)	0.385
ХСН III ФК (NYHA), n (%)	35 (44.9)	31 (44.9)	0.918
Безболевая ишемия миокарда, абс. (%)	18 (23.1)	20 (29.0)	0.516
ФК стенокардии 2 ФК (CCS), n (%)	25 (32.1)	16 (23.2)	0.339
ФК стенокардии 3 ФК (CCS), n (%)	36 (46.2)	33 (47.8)	0.716
Тест 6-минутной ходьбы, м, Me [IQR]	290 [260; 410]	300 [250; 420]	0.798
Толерантность к физической нагрузке, MET, M (SD)	4.9 (1.6)	4.9 (1.8)	0.711
Примечания – 1. ХСН – хроническая сердечная недостаточность; 2. ФК – функциональный класс; 3. MET – метаболический эквивалент физической нагрузки			

Важно отметить, что примерно у каждого четвёртого пациента в обеих группах выявлена безболевая ишемия миокарда. Поскольку такие пациенты не ощущают симптомов прогрессирования ИБС, повышается риск поздней диагностики неблагоприятных исходов, что требует более внимательного подхода к ведению таких пациентов.

Для выявления признаков ремоделирования миокарда и определения степени снижения его насосной функции у пациентов с ИБС и ХСН была проведена оценка морфофункциональных характеристик левого желудочка (ЛЖ)

По данным ЭхоКГ, размеры и объёмы ЛЖ в обеих группах были умеренно увеличены, что соответствует компенсированной дилатации. Конечный диастолический размер составил в среднем 5,3 см в группе 1 и 5,2 см в группе 2 ($p=0,462$), а конечный диастолический объём – 115,8 мл и 119,2 мл соответственно ($p=0,489$). Конечный систолический объём также не имел достоверных различий ($p=0,404$).

Таблица 6 – Морфофункциональные показатели левого желудочка

Показатель	Группы		p
	Группа 1 (n=78)	Группа 2 (n=69)	
Конечный диастолический размер ЛЖ, см	5,3 (0.7)	5,2 (0.6)	0,462
Конечный систолический размер ЛЖ, см	3,5 (0.5)	3,6 (0.6)	0,538
Конечный диастолический объём ЛЖ, мл	115,8 (30.4)	119,2 (28.6)	0,489
Конечный систолический объём ЛЖ, мл	53,3 (17.3)	55,8 (18.1)	0,404
ФВ ЛЖ %, Me [IQR]	50,21 [39,47; 59,70]	49,65 [40,02; 58,68]	0,628
ТМЖП, мм	1,15 (0.18)	1,16 (0.21)	0,578
ТЗСЛЖ, мм	1,18 (0.16)	1,20 (0.20)	0,616
Количество пациентов, имеющих зоны нарушения локальной сократимости, n (%)	40 (51,3)	45 (65,2)	0,098
Примечания – 1. ЛЖ – левый желудочек; 2. ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка; 3. ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки; 4. ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка			

Толщина межжелудочковой перегородки (1,15–1,16 мм) и задней стенки ЛЖ (1,18–1,20 мм) находилась в пределах нормы, что указывает на отсутствие выраженной гипертрофии миокарда (Таблица 6).

Фракция выброса ЛЖ, находилась в пределах умеренного снижения: 50,21% [39,47; 59,70] в группе 1 и 49,65% [40,02; 58,68] в группе 2 ($p=0,628$). Эти значения характерны для пациентов с ХСН с умеренно сниженной фракцией выброса [34].

Зоны локального нарушения сократимости миокарда выявлены у 51,3% пациентов группы 1 и 65,2% группы 2, без статистически значимой разницы ($p=0,098$). При этом, частота этих нарушений превышает долю пациентов с инфарктом миокарда в анамнезе, что может свидетельствовать о наличии «немых» ишемических эпизодов, а также о стойких изменениях после ишемического повреждения.

Полученные данные свидетельствуют об умеренном ремоделировании миокарда и снижении сократительной функции ЛЖ, типичным для ХСН II–III ФК на фоне ИБС. Отсутствие достоверных различий между группами подтверждает их клиническую сопоставимость.

Обе группы были сопоставимы по ангиографическим и морфологическим характеристикам поражения, что указывает на возможность их дальнейшего совместного изучения. Половина участников исследования в каждой из групп имеет протяженное поражение, сопровождающееся выраженным кальцинозом (Таблица 7).

Показатели тяжести коронарного поражения по шкале SYNTAX I составили 27 [24; 30] у пациентов из 1 группы и 26 [23; 30] во 2 группе, что говорит о сопоставимой степени стенозирования между группами ($p = 0,097$). Средние значения SYNTAX II PCI в обеих группах практически не различались (36 [33; 39] против 35 [33; 38]), что отражает сопоставимые прогнозируемые исходы при выполнении ЧКВ.

Большинство пациентов имели правый тип коронарного кровоснабжения (93,2% в группе 1 и 96,9% в группе 2, $p = 0,165$).

Таблица 7– Ангиографическая характеристика пациентов

Показатели		Группы		p
		Группа 1 (n=78)	Группа 2 (n=69)	
Стеноз бифуркации СЛКА абс. (%)		4(5.1)	2 (2.9)	0,131
Стеноз бифуркации СЛКА + стеноз 1 сосуда абс. (%)		26 (33.3)	22 (31.9)	0,738
Стеноз бифуркации СЛКА + стеноз 2 сосудов абс. (%)		33 (42.3)	29 (42.0)	0,915
Стеноз бифуркации СЛКА + стеноз 3 сосудов абс. (%)		15 (19.2)	16 (23.2)	0.214
По классификации А.Медина, абс. (%)	0:0:1	19 (24,4)	22 (31,9)	0,983
	0:1:0	30 (38,5)	26 (37,7)	0,832
	1:0:0	12 (15,4)	5 (7,2)	0,117
	1:1:0	17 (21,8)	16 (23,2)	0,638
Тип кровоснабжения, абс. (%)	правый	73 (93,6)	66 (95,7)	0,165
	левый	5 (6,4)	3 (4,3)	
Сопутствующее поражение ПКА, абс. (%)		37 (47,4)	29 (42,0)	0,228
Извитость, абс. (%)		16 (20.5)	13 (18.8)	0,776
Протяженность, абс. (%)		32 (41,0)	29 (42,0)	0,938
Кальциноз, абс. (%)		40 (51,3)	35 (50,7)	0,903
Угол бифуркации менее 90°, абс.(%)		35 (44,9)	29 (42,0)	0,673
АСБ СЛКА более 50%, абс. (%)	<50%	27 (34,6)	20 (29,0)	0,230
	>50%	43 (55,4)	46 (66,7)	
Среднее значение SYNTAX I, Ме [Q1; Q3]		27 [24; 30]	26[23; 30]	0,097
Среднее значение SYNTAX II PCI, Ме [Q1; Q3]		36 [33; 39]	35 [33; 38]	
Протяженность стеноза по данным визуализации, Ме[Q1;Q3]		23,00 [17,50; 36,00]	21,00 [16,00; 38,00]	0,314
% стеноза по данным визуализации, М (SD)		73,09 (7,60)	71,85 (8,79)	0,394
Минимальная площадь просвета СЛКА мм², Ме[Q1;Q3]		5,72 [4,71; 13,90]	4,96 [4,68; 13,10]	0.310
Минимальная площадь просвета ПНА мм², Ме[Q1;Q3]		4,10 [4,60; 12,53]	4,58 [4,59; 11,74]	0.525
Минимальная площадь просвета ОА мм², Ме [Q1;Q3]		3,25 [3,91; 11,70]	3,95 [3,89; 11,95]	0.156
П р и м е ч а н и я – 1. АСБ – атеросклеротическая бляшка; 2. СЛКА – ствол левой коронарной артерии; 3. ПНА–передняя нисходящая артерия; 4. ОА – огибающая артерия; 5. ПКА – правая коронарная артерия				

Учитывая тот факт, что антитромботическая терапия после ЧКВ имеет важное прогностическое значение, пациенты обеих групп подвергшиеся реваскуляризации, были сопоставимы по данному признаку. Клопидогрель был назначен у 12 человек, что составило 22,2% случаев в 1 группе и у 9 человек во второй группе – в 20% случаев ($p=0.876$). Остальные пациенты в обеих группах получали тикагрелор.

2.4. Методы обследования и лечения

Электрокардиография выполнялась в 12 стандартных грудных отведениях при поступлении, перед выпиской, а также на каждом визите в ходе последующего наблюдения. Методика регистрации соответствовала принятым клиническим стандартам. После выполнения ЧКВ, в течение первых суток осуществлялся непрерывный мониторинг ЭКГ при наблюдении пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии [32].

Суточное мониторирование ЭКГ по Холтеру проводилось на предоперационном этапе для регистрации эпизодов безболевой ишемии миокарда и нарушений ритма сердца, а также на каждом следующем визите в ходе последующего наблюдения. Исследование осуществлялось с использованием портативных регистраторов и последующей компьютерной расшифровкой. Оценивали общую продолжительность ишемических эпизодов, максимальную депрессию сегмента ST, частоту, длительность и связь с факторами внешней нагрузки или суточного ритма (например, ночные эпизоды ишемии) [23].

Велоэргометрия проводилась всем пациентам на предоперационном этапе для верификации ишемии миокарда. Проба выполнялась по протоколу ступенчатого увеличения физической нагрузки: стартовая мощность составляла 25–50 Вт, после чего нагрузка повышалась на 25 Вт каждые 2–3 минуты и продолжалась до появления критериев, требующих завершения исследования. Критериями остановки теста являлись: появление ангинозных болей, значимые изменения сегмента ST на ЭКГ (депрессия или подъем ≥ 1 мм), достижение

субмаксимальной частоты сердечных сокращений (85% от максимальной возрастной нормы), развитие выраженной одышки или усталости, а также возникновение жизнеугрожающих аритмий. Уровень толерантности к физической нагрузке классифицировался по следующим критериям: значения ≤ 50 Вт расценивались как низкие, диапазон 75–100 Вт соответствовал средней степени, а показатели от 125 Вт и выше относились к высокому уровню [33].

Фармакологическая стресс-эхокардиография с добутамином применялась перед операцией, с целью выявления ишемии миокарда и оценки его жизнеспособности у пациентов после ИМ. Добутамин применялся в качестве фармакологического агента, позволяющего создать имитацию физической нагрузки. Введение осуществлялось внутривенно с титрованием дозы от 5 до 40 мкг/кг/мин с интервалом 3–5 минут, что позволило постепенно увеличить ЧСС и силу сердечных сокращения, способствуя медленному увеличению потребности миокарда в кислороде. Для усиления хронотропного эффекта дополнительно использовался атропин в дозе 0,25–1,0 мг при недостаточном приросте частоты сердечных сокращений [65].

Диагноз ишемии миокарда устанавливался при выявлении нарушений локальной сократимости ЛЖ как минимум в 2 сегментах в момент максимального фармакологического воздействия, а также при регистрации двухфазного ответа на добутамин у пациентов с исходными изменениями локальной кинетики. Сегмент миокарда квалифицировался как жизнеспособный при увеличении его сократительной функции на ≥ 1 балл по шкале 16-сегментной модели. Отрицательный функциональный ответ фиксировали в случаях, когда на фоне введения низких доз добутамина (5–10 мкг/кг/мин) не наблюдалось прироста систолического утолщения стенки, либо в случаях, когда при повышении дозы препарата до 20–40 мкг/кг/мин происходило нарастание степени гипокинезии [65].

Тест шестиминутной ходьбы (6MWT) выполнялся всем пациентам на этапе диагностического обследования, а также всем пациентам из группы отложенной реваскуляризации при каждом следующем визите в ходе последующего наблюдения с целью определения ФК ХСН и оценки толерантности пациента к

физической нагрузке. Пациенту предлагалось «в течение 6 минут пройти максимально возможное расстояние в комфортном для него темпе по ровному коридору отделения». При утомлении или появлении субъективного дискомфорта обследуемый мог приостанавливать движение для кратковременного отдыха, однако, эти паузы учитывались в общей продолжительности теста. «Результатом исследования считалась суммарная дистанция, измеренная в метрах, которая далее сопоставлялась с функциональной классификацией сердечной недостаточности Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA)» [34].

Трансторакальная ЭхоКГ выполнялась на ультразвуковом аппарате экспертного класса «VIVID 7» (General Electric, США) с использованием фазированного секторного датчика частотой 1,5–3,6 МГц.

В рамках протокола определялись морфологические и функциональные параметры сердца: конечные диастолический и систолический объёмы и размеры ЛЖ, толщина его стенок и межжелудочковой перегородки, ударный объём, фракция выброса. Особое внимание уделялось региональной сократимости миокарда с целью верификации ишемически изменённых и рубцовых сегментов. Для повышения диагностической информативности применялись тканевой доплер, а также анализ деформации методом speckle-tracking, позволяющие объективно оценить локальные показатели сократимости, выявлять субклиническую дисфункцию и прогнозировать риск прогрессирования ХСН. Глобальная насосная функция ЛЖ рассчитывалась по методу Симпсона на основании двумерных изображений в апикальных позициях, что считалось «золотым стандартом» количественной оценки [11]. Исследование проводилось в динамике: при поступлении в стационар, перед выпиской, а также на каждом из контрольных визитов.

Ультразвуковое исследование магистральных артерий выполнялось всем пациентам при госпитализации с целью выявления атеросклеротического поражения брахиоцефальных сосудов и артерий нижних конечностей. Диагностика осуществлялась на ультразвуковом аппарате экспертного класса «VIVID 7» (General Electric, США) с использованием цветного дуплексного сканирования по

стандартному протоколу [31]. В ходе исследования оценивались: наличие атеросклеротических бляшек, их характеристика (эхогенность, поверхность, степень кальцификации) и локализация; толщина комплекса интима-медиа для брахиоцефальных артерий, степень стеноза артерий, которая рассчитывалась в соответствии с критериями Европейского общества сосудистой хирургии (ESVS), скоростные показатели кровотока в артериях нижних конечностей, включая пиковую систолическую скорость и индекс резистентности [31].

Коронароангиография выполнялась под местной анестезией трансрадиальным или трансфemorальным доступом по методике Сельдингера. Для проведения исследования использовались ангиографические установки «INNOVA 3100» и «INNOVA IGS 520» (General Electric, США). Показанием к проведению КАГ являлось наличие доказанной ишемии миокарда, подтвержденной ранее проведенными неинвазивными методами диагностики, такими, как ЭКГ-нагрузочные тесты, стресс-эхокардиография или сцинтиграфия миокарда [32].

После установки интродьюсера осуществлялась последовательная катетеризация устьев левой и правой коронарных артерий по методике M. Judkins, признанной международным стандартом селективной коронарной ангиографии. Для стандартной анатомии использовались катетеры диаметром формы Judkins (5-6F). Конфигурацию изгиба катетера определяли индивидуально, ориентируясь на размеры, направление и пространственное расположение восходящей аорты. При нестандартной анатомии катетеры Amplatz I–III (5-6F).

Особое внимание уделялось корректному позиционированию катетера в устье артерии: недопустимым считалось чрезмерное давление на сосудистую стенку, способное спровоцировать интимальную диссекцию. Оптимальная позиция подтверждалась регистрацией достоверной кривой давления и равномерным заполнением коронарного русла контрастом без признаков стенотического эффекта со стороны катетера. Для повышения диагностической ценности исследования использовались стандартные проекции с ротацией дуги ангиографической установки, обеспечивающие максимальную визуализацию

устьевых и дистальных сегментов коронарных артерий, а также ветвей второго и третьего порядка [2].

Для проведения исследования использовались рентгеноконтрастные водорастворимые, йодсодержащие, неионные, изо- и низкоосмолярные контрастные вещества – «Омнипак 350» и «Визипак 320» (GE Healthcare, США).

Оценка результатов КАГ осуществлялась с помощью методики цифровой количественной коронарной ангиографии (QCA). Для минимизации риска осложнений, таких, как контраст-индуцированная нефропатия, всем пациентам проводилась гидратационная терапия изотоническим раствором натрия хлорида.

Оценка тяжести поражения коронарного русла определялась с применением расчётных шкал SYNTAX Score I и SYNTAX Score II, основанных на совокупной оценке анатомических и клинических параметров. «При расчёте учитывались: тип кровоснабжения, локализация и особенности атеросклеротических изменений, наличие хронических окклюзий, степень выраженности коллатерального кровотока, протяжённость поражения, извитость артерий, объем кальциноза, а также ФВ ЛЖ, скорость клубочковой фильтрации и других факторов и сопутствующих патологий, влияющих на прогноз вмешательства» [36, 32]. На основании полученной суммы баллов, «сердечной командой» определялась наиболее рациональная тактика реваскуляризации миокарда для каждого участника исследования. [12, 32].

Измерение фракционного резерва кровотока проводилось для пациентов, которым реваскуляризация по данным внутрисосудистых методов исследования была отложена, с целью подтверждения отсутствия гемодинамической значимости стенозов, а также пациентам после выполнения реваскуляризации, для оценки качества выполненного вмешательства в основной (стентированной) ветви и части пациентов в боковой ветви.

Селективная катетеризация артерии выполнялась направляющим гайд-катетером без боковых отверстий. После установки направляющего катетера, для профилактики тромбообразования выполнялось введение нефракционированного гепарина 5000 ЕД [1]. Далее гайд-катетер соединяли с системой, состоящей из Y-

коннектора, линии высокого давления и трёхходового краника и выполняли калибровку системы на воздухе. После чего проводник диаметром 0,014" с манометрическим датчиком «PressureWire», «Comet II» или «VolcanoVerata», проводили в СЛКА таким образом, чтобы датчик находился на кончике катетера в аорте, а давление на кончике катетера нормализовалось до 1. Затем проводник с датчиком мягко продвигали дистальнее целевого поражения, избегая контакта с бляшкой и резких изгибов, способных вызвать дрейф проводника. Затем проводник с датчиком мягко продвигали дистальнее целевого поражения, избегая контакта с бляшкой и резких изгибов, способных вызвать дрейф проводника. Запись выполняли на фоне достижения устойчивой фармакологической гиперемии непрерывно не менее 20–30 секунд, с визуальной оценкой плато кривых аортального и дистального давления и фиксацией стабильного градиента.

Введение гиперемического агента проводилось по следующей схеме:

- промывание направляющего катетера физиологическим раствором для удаления остатков контрастного вещества;
- введение 150–200 мкг. раствора нитроглицерина в просвет коронарной артерии для профилактики возникновения спазма;
- промывание катетера физиологическим раствором для удаления остатков препарата;
- введение папаверина для индукции максимальной вазодилатации (16–18 мг – в левую коронарную артерию и 12–14 мг – в правую коронарную артерию)
- повторное промывание катетера физиологическим раствором для удаления остатков препарат из просвета катетера

Представленный алгоритм введения гиперемического агента был необходим для того, чтобы исключить контакт папаверина с контрастным веществом и снизить возможность возникновения жизнеугрожающих нарушений ритма.

«Запись кривой ФРК выполнялась в течение 30-40 секунд. При значении $\text{ФРК} > 0,80$ – тест считался отрицательным, стеноз признавался гемодинамически незначимым. При значении $\text{ФРК} \leq 0,80$ – тест считался положительным, стеноз признавался гемодинамически значимым и ответственным за ишемию

миокарда» [39]. После получения основного значения обязательно выполняли «обратную протяжку» датчика к уровню аорты: при корректной процедуре давление на кончике катетера вновь давало 1,00; любое расхождение расценивали как дрейф и при необходимости повторяли калибровку/замер.

Учитывая особенности выполнения данного исследования, у пациентов с поражением СЛКА выполнялось последовательное измерение ФРК в обеих крупных ветвях бифуркации: ПНА и ОА.

Если после выполненного стентирования показатель ФРК был 0,90 и более – операцию завершали, считая при этом, что реваскуляризация миокарда выполнена адекватно, если показатель ФРК был менее 0,90 – выполнялась внутрисосудистая визуализация (ВСУЗИ или ОКТ) для оценки возможных причин низких значения ФРК. При подтверждении механической проблемы выполняли целенаправленную оптимизацию (постдилатация некомплаэнтными баллонами) с последующей повторной оценкой функционального статуса.

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование выполнялось для детальной оценки внутреннего просвета сосудистой стенки, а также контроля имплантированного стента. Для проведения ВСУЗИ использовали мобильные ультразвуковые системы «Eagle Eye Platinum» (Philips Volcano, США) и «OptiCross» (Boston Scientific, США). Исследование выполнялось с применением высокочастотных ультразвуковых датчиков, встроенных в гибкий катетер, работающих в диапазоне частот 20–60 МГц, направляющего гайд-катетера без боковых отверстий, Y-коннектора, коронарного проводника диаметром 0,014 дюйма и устройства для протяжки [1].

После катетеризации устья СЛКА выполнялась селективная ангиография, позволяющая определить зону интереса и оптимальную проекцию для визуализации стеноза. Далее для профилактики тромбообразования внутриартериально выполнялось введение нефракционированного гепарина и расчёта 75–100 ЕД/кг массы тела [1, 2]. Затем через направляющий гайд-катетер в просвет артерии вводился коронарный проводник диаметром 0,014 дюйма и проводился в дистальные отделы. Далее по проводнику доставляли катетер с

ультразвуковым датчиком, который позиционировали дистальнее целевого поражения. Для предотвращения развития спазма коронарной артерии выполнялось внутриартериальное введение 150–200 мкг нитроглицерина. Первичная визуализация выполнялась в режиме реального времени для уточнения расположения катетера и его корректировки до начала ретракции. После этого проводилась автоматическая протяжка датчика со скоростью 0,5 мм/сек.

После завершения записи выполнялась серия контрольных ангиограмм для исключения возможных осложнений. В ходе исследования анализировали: минимальную площадь просвета, остаточный просвет сосуда, процент стенозирования, а также особенности структуры и состав атеросклеротических бляшек. Анализ изображения выполнялся 2-мя хирургами, самостоятельно выполнившими не менее 100 внутрисосудистых исследований.

Оптическая когерентная томография выполнялась для визуализации внутреннего просвета артерии, оценки распространённости атеросклеротического процесса в ее стенке, а также контроля оптимальности имплантированного стента. Исследование выполняли при помощи мобильных систем «OPTIS», фирмы «St. Jude» (США) и «Lunawave» фирмы «Terumo» (Япония), катетера для визуализации, устройства для протяжки, направляющего гайд-катетера без боковых отверстий, гемостатического Y-коннектора, коронарного проводника диаметром 0,014 дюйма и шприц-инжектора [1].

Для выбора наиболее удобной проекции для визуализации стеноза СЛКА после установки направляющего катетера в устье артерии выполнялась серия ангиографических съемок. Внутриартериально выполнялось введение нефракционированного гепарина и расчёта 75–100 ЕД/кг массы тела для профилактики образования тромбов. Далее после проведения 0,014 дюймового коронарного проводника в дистальные отделы артерии, проводили катетер для визуализации. Для предотвращения развития спазма коронарной артерии выполнялось внутриартериальное введение 150–200 мкг нитроглицерина. Катетер позиционировали в артерии таким образом, чтобы датчик находился дистальнее поражения и в режиме «Live View» получали изображение. Далее просвет сосуда

очищали от крови путем введения контрастного вещества, объемом: 3 мл/сек для правой коронарной артерии, и 4 мл/сек – для левой коронарной артерии [16]. Автоматическую протяжку выполняли на стандартной скорости системы с непрерывной записью, избегая рывков и смещений катетера. Полученные данные анализировали по ключевым параметрам: диаметр артерии, средний остаточный просвет, МПП до вмешательства, после имплантации стента – МПС, равномерность раскрытия стента по длине, прилегание страт-стента к интимае, наличие и протяжённость краевых диссекций. Анализ изображения выполнялся 2-мя хирургами, самостоятельно выполнившими не менее 100 внутрисосудистых исследований.

По окончании процедуры выполнялась контрольная ангиография с целью исключения возможных осложнений вмешательства.

Стентирование коронарных артерий выполнялось под местной анестезией, трансрадиальным или трансфemorальным доступом по методике Сельдингера. В случае выявления ХОКА ПКА вмешательство на СЛКА выполнялось вторым этапом после реканализации окклюзии. Основной методикой стентирования было провизионное Т-стентирование. Для селективной катетеризации устья СЛКА использовали гайд-катетеры типов Judkins Left или Extra Backup (6-7F) к которому присоединялась система из Y-коннектора, линии высокого давления и трёхходового краника, предназначенная для подачи контрастного вещества и инфузии лекарственных препаратов.

В дистальные отделы ПНА и ОА с помощью устройства «tourqing – device» проводили гидрофильные коронарные проводники диаметром 0,014 дюйма и длиной 190 см «Whisper ES» (AbbottVascular, США), «Felder» (Asahi, Япония). После этого вводили гепарин из расчета 70–100 ЕД/кг массы тела. Далее выполнялась предилатация зоны поражения, после чего внутриартериально вводили 250 мкг нитроглицерина и производили контрольную ангиографию. С целью определения оптимальной длины и диаметра коронарного стента, а также визуализации посадочной площадки, выполняли внутрисосудистые визуализирующие методы исследования (ВСУЗИ или ОКТ). После доставки стента

в зону стеноза и его прицельного позиционирования выполнялась его имплантация. Для выполнения ЧКВ использовались коронарные стенты с лекарственным покрытием последних генераций. После имплантации стента выполнялась проксимальная оптимизация баллонным катетером. Повторное перекрестное заведение коронарных проводников, баллонная вазодилатация по методике «целующихся» баллонов и финальная проксимальная оптимизация.

Результаты имплантации оценивались посредством повторного выполнения ОКТ исследования и измерения ФРК. «Критериями оптимальности имплантации критерии оптимальной имплантации стента: МПП внутри стентированного сегмента $> 5 \text{ мм}^2$ или $> 80 \%$, или $> 90 \%$ средней (проксимальной и дистальной) от значения референсной площади поперечного сечения; стеноз проксимального и дистального краев стента в пределах $5 \text{ мм} < 50 \%$; отсутствие диссекции, охватывающей медиальную слой стенки артерии, длиной $< 3 \text{ мм}$.» [49, 58].

Измерение ФРК в основной и боковой ветвях. Измерение ФРК в боковой ветви выполняли у половины пациентов, подвергшихся ЧКВ, которые были рандомизированы в отдельную подгруппу с целью оценки возможного наличия ее компрометации. При значении ФРК $\leq 0,80$ - тест считался положительным и выполнялась имплантация второго стента [49]. Предпочтение отдавали методикам обратного «Culotte» или «Crush». При значении ФРК в боковой ветви более 0,80 - тест считался отрицательным, и операция завершалась.

Далее выполняли измерение ФРК в основной (стентированной) ветви: если показатель ФРК был менее 0,90, выполнялась внутрисосудистая визуализация (ВСУЗИ или ОКТ) для оценки возможных причин низких значения ФРК и дополнительная постдилатация баллонами некомплаентными баллонными катетерами. Если показатель ФРК в основной ветви был более или равен 0,90 – процедура считалась успешной и завершалась.

В случае визуализации признаков неоптимальной имплантации выполнялась постдилатация некомплаентными баллонными катетерами, в случае выявления диссекций типа С выполнялась имплантация второго стента.

После завершения операции выполнялась контрольная коронарная ангиография в двух ортогональных проекциях для подтверждения технического успеха вмешательства. «Состояние коронарного кровотока определяли по шкале TIMI: от отсутствия перфузии (TIMI 0) до полного восстановления антеградного потока (TIMI III), включая промежуточные степени с частичным или замедленным наполнением сосудистого русла» [2].

По окончании процедуры при трансрадиальном доступе интродьюсер удаляли непосредственно в рентгенооперационной, после чего гемостаз обеспечивали наложением давящей повязки или использованием компрессионного устройства. При трансфеморальном доступе удаление интродьюсера также выполнялось в операционной; пунктированное отверстие закрывали устройством AngioSeal VIP (Abbott, США), дополняя мануальным прижатием и наложением давящей повязки для окончательной остановки кровотечения.

2.5. Статистическая обработка полученных результатов исследования

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.5.0 (разработчик – ООО "Статтех", Россия). Количественные показатели оценивались с помощью критерия Шапиро-Уилка (при числе исследуемых, менее 50) или критерия Колмогорова-Смирнова (при числе исследуемых, более 50). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей, 95% доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера-Пирсона. Сравнительный анализ выполнялся с помощью t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна-Уитни, критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных

показателей использовался показатель отношения шансов с 95% доверительным интервалом (ОШ; 95% ДИ). В случае нулевых значений числа наблюдений в ячейках таблицы сопряженности расчет отношения шансов выполнялся с поправкой Холдейн-Энскомб. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Для анализа выживаемости применяли метод Каплана–Мейера. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С «ЛОЖНЫМИ» БИФУРКАЦИОННЫМИ СТЕНОЗАМИ СТВОЛА ЛЕВОЙ КОРОНАРНОЙ АРТЕРИИ

3.1. Непосредственные (госпитальные) результаты лечения

Диагностический этап

В связи с выявлением «истинных» бифуркационных стенозов СЛКА после выполнения первичной визуализации области бифуркации СЛКА, из исследования были исключены 37 пациентов (Рисунок 3).

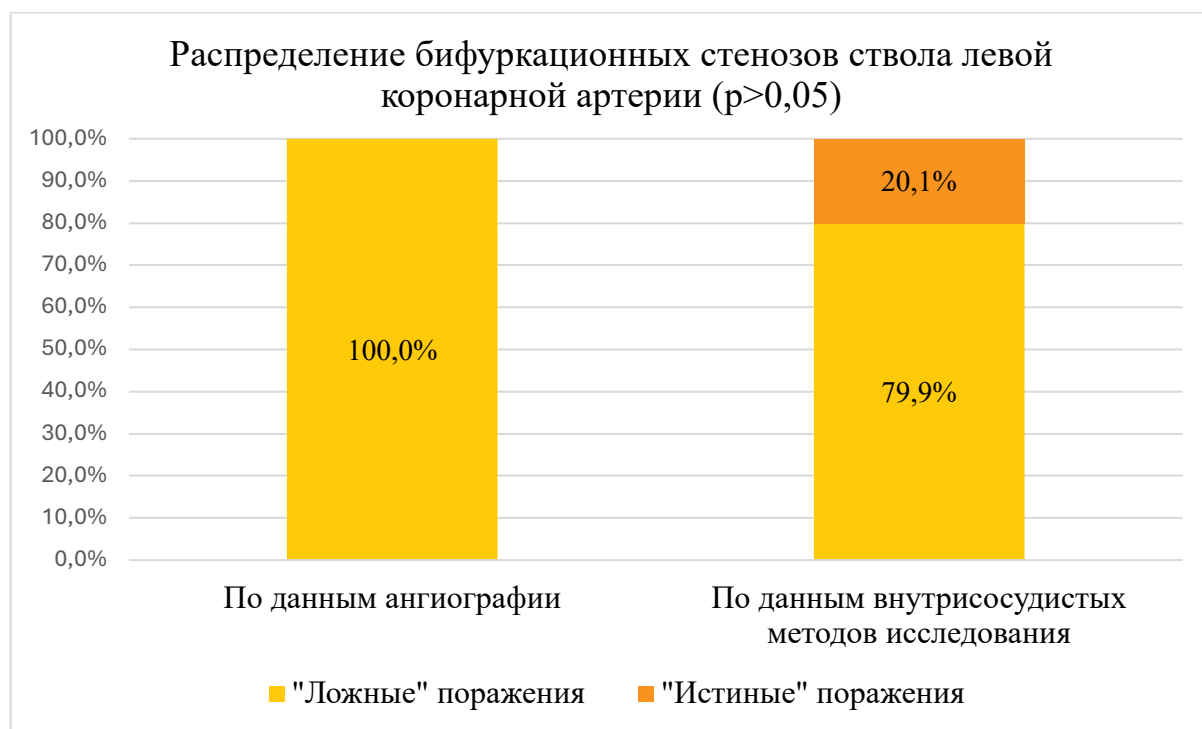


Рисунок 3 – Распределение бифуркационных стенозов ствола левой коронарной артерии

В рамках проведённого исследования все пациенты ($n = 184$) по данным коронарной ангиографии были отнесены к «ложным» бифуркационным стенозам СЛКА. Такая особенность выборки исключила возможность расчёта специфичности методов и позволила оценивать только показатель чувствительности.

Эталонным методом считали коронарографию.

При сравнении с ангиографией чувствительность методик в оценке распространенности бляшки, составила 75,0% (95% ДИ [65,4; 83,0]) для ОКТ и 84,8% (95% ДИ [75,7; 91,6]) для ВСУЗИ (Рисунок 4).

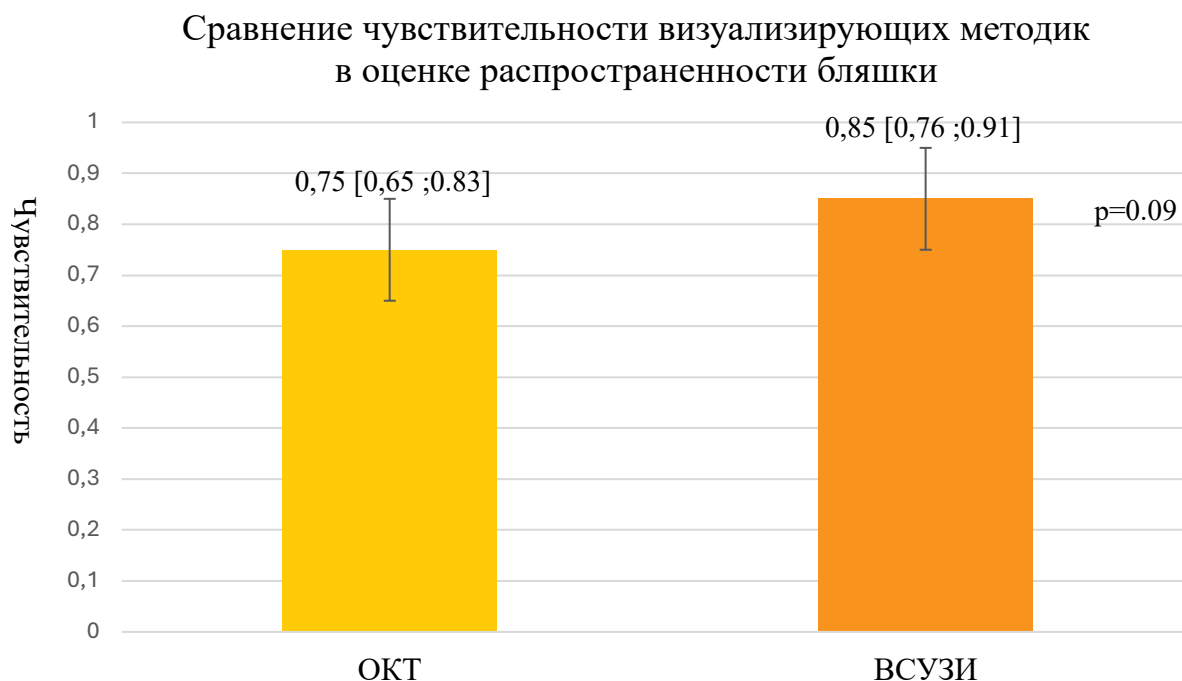


Рисунок 4 – Сравнение чувствительности визуализирующих методик в оценке распространенности бляшки по сравнению с ангиографией

Более низкий процент совпадения ОКТ с ангиографией (75.0% против 84.8% для ВСУЗИ) не свидетельствует о худшей диагностической точности метода. Напротив, расхождения отражают выявление случаев «истинных» бифуркационных стенозов СЛКА, пропущенных ангиографией. Таким образом, ОКТ обладает большей чувствительностью к изменениям, не визуализируемым при ангиографии.

Лечебный этап

Оперативное вмешательство выполнено 99 пациентам, что составило 67,35% от общего числа пациентов. Провизионное Т-стентирование было успешно

выполнено в 92,93% случаев [ДИ 95% 86,4–96,5]. В 7,07% [ДИ 95% 3,5–13,6] случаев потребовалось изменить первичную тактику и перейти к двухстентовой стратегии, что составило 4,04 и 3,03% пациентов соответственно 1 и 2 группам ($p=0,786$) (Таблица 8).

Таблица 8 – Характеристика имплантированных стентов у пациентов 1 и 2 групп

Показатель	Группа 1 (N=54)	Группа 2 (N=45)	p
Средняя длина имплантированных стентов, мм, М (SD)	22.88 (0.80)	23.58 (0.98)	0.159
Средний диаметр имплантированных стентов, мм, М (SD)	3.69 (0.46)	3.52 (0.27)	0.096
Количество пациентов, потребовавших перехода к двухстентовой стратегии, абс. (%)	4 (4,35)	3 (3,26)	0.287
Среднее количество имплантированных стентов, абс. М (SD)	1.8 (0.6)	1.7(0.7)	0.384

Анализ характеристик имплантированных стентов показал, что средняя длина и диаметр стентов статистически значимо не различались между группами ($p=0,159$ и $p=0,096$ соответственно). Среднее количество имплантированных стентов на одного пациента составило $1,8 \pm 0,6$ в группе 1 и $1,7 \pm 0,7$ — в группе 2 ($p=0,384$). Полученные данные свидетельствуют о сопоставимом подходе к выбору тактики в обеих группах.

Среди оперированных пациентов, осложнений, таких, как смерть, инфаркт миокарда, острый тромбоз стента, острое нарушение мозгового кровообращения, во время операции и в раннем послеоперационном периоде выявлено не было. Непосредственные результаты стентирования представлены в Таблице 9.

В 1 и 2 группах мальпозиция стента по данным внутрисосудистых методов исследования (ВСУЗИ и ОКТ) была выявлена в 12,9 и 17,8% наблюдений ($p=0,186$), недораскрытие стента в 13,0 и 15,6% соответственно ($p=0,776$), что потребовало выполнения постдилатации некомплаентным баллонным катетером.

Краевая диссекция диагностирована у 7,4 и 6,6% пациентов ($p=0,448$). Имплантация дополнительного стента потребовалась в 3,7% наблюдений в связи с выявлением диссекции типа С у пациентов из 1 группы и 2,2% наблюдений у пациентов из 2 группы ($p=0,378$) (Таблица 9).

Таблица 9 – Непосредственные результаты стентирования

Показатель		Группа 1 N=54	Группа 2 N=45	p
Смерть, n (%)		0	0	-
Инфаркт миокарда, n (%)		0	0	-
Нарушение мозгового кровообращения, n (%)		0	0	-
Острый тромбоз стента, n (%)		0	0	-
Мальпозиция стента, абс. (%)		7 (12,9%)	8 (17,8%)	0,286
Недораскрытие стента, абс. (%)		7 (13,0%)	7 (15,6%)	0,776
Краевая диссекция, абс. (%)		4 (7,4%)	3 (6,6%)	0,448
Тип диссекции, абс. (%)	Тип А	0	2 (4,4%)	0,178
	Тип В	2 (3,7%)	0	
	Тип С	2 (3,7%)	1 (2,2%)	

При анализе подтипов диссекций в группе 1 преобладали диссекции типов В и С, в то время как в группе 2 был выявлен диссекции типа А и 1 диссекция типа С. Тем не менее, общее распределение не было статистически значимым ($p=0,178$), что указывает на отсутствие достоверных различий по данному показателю между группами.

В качестве контроля выполненного эндоваскулярного вмешательства применялись внутрисосудистые методы исследования: ВСУЗИ и ОКТ – для оценки оптимальности имплантированного стента и измерение ФРК на предмет оценки остаточной ишемии. Результаты визуального и функционального контроля показателей эффективности стентирования представлены в Таблице 10.

Показатели минимальной площади сечения стентов (МПС), измеренные в разных частях бифуркации, также не выявили значимых различий, что свидетельствует о схожем качестве раскрытия стентов в обеих группах.

Таблица 10 – Сравнительная характеристика показателей визуального и функционального контроля стентирования

Показатель	Артерия	Группа		p
		Группа 1 N=54	Группа 2 N=45	
МПС (мм ²) Me [IQR]	СЛКА	15.39 [9.11;18.21]	15.61 [10.35;17.38]	0,148
	ПНА	9.24 [7.38; 10.47]	9.07 [7.97; 10.01]	0,179
	ОА	7.51 [6.34; 9.67]	7.39 [5.97; 9.11]	0,135
% раскрытия от референса Me [IQR]	СЛКА	89.51[88.03; 94.17]	89.72[88.95; 95.44]	0,743
	ПНА	88.14[84.49; 93.78]	87.83[83.12; 94.65]	0,543
	ОА	88.42[78.5; 91.79]	87.61[78.74; 93.21]	0,246
Резидуальный ФРК [IQR]	ПНА	0.91 [0.87; 0.93]	0.90 [0.86; 0.92]	0,701
	ОА	0.89[0.84; 0.92]	0.89[0.83; 0.91]	0,824
Финальная МПС (мм ²) Me [IQR]	СЛКА	15.39 [13.11; 22.21]	15.61 [13.07;21.39]	0,148
	ПНА	13.79 [9.45;15.47]	13.07 [9.63;16.01]	0,179
	ОА	9.98 [8.73; 13.31]	9.76 [9.02;13.84]	0,135
Финальный % раскрытия от референса Me [IQR]	СЛКА	96.57[91.14; 97.28]	96.72[92.45; 98.88]	0,927
	ПНА	95.61[90.49; 97.63]	94.89[91.12; 96.73]	0,414
	ОА	92.89[91.56; 94.37]	93.89[91.76; 95.29]	0,187
Финальный резидуальный ФРК Me [IQR]	ПНА	0.94[0.90; 0,95]	0.94 [0,90; 0,96]	0.811
	ОА	0.92[0,89; 0,93]	0.93[0,89; 0,94]	0.412
П р и м е ч а н и я – 1. ПНА – передняя нисходящая артерия; 2. ОА – огибающая артерия; 3. СЛКА – ствол левой коронарной артерии; 4. ФРК – фракционный резерв кровотока; 5. МПС – минимальная площадь просвета стентированного сегмента				

Индекс ФРК также не показал статистически значимых различий между группами, что свидетельствует о том, что гемодинамическая эффективность ЧКВ была одинаково высокой в обеих исследуемых группах.

Полученные результаты указывают на высокую эффективность применения внутрисосудистых методов визуализации для оценки результатов ЧКВ, независимо от используемой модальности, благодаря которым технически успех вмешательства был сопоставим в обеих группах. При этом следует отметить, что в отношении предоперационной визуализации зоны бифуркационного поражения СЛКА оба метода также показали одинаковую эффективность в оценке распределения бляшки в зоне бифуркации.

3.2. Отдаленные результаты лечения (через 12, 24 и 36 месяцев) пациентов подвергшихся реваскуляризации

Для пациентов, которым была выполнена реваскуляризация, отдаленные результаты исследования, были отслежены спустя 12 месяцев у 92 пациентов (50 пациентов из 1 группы, 42 пациента из 2 группы).

Через 12 месяцев рестеноз внутри стента, потребовавший повторной реваскуляризации, был выявлен у 2,0 и 4,8% пациентов соответственно в 1 и 2 группах ($p=0,590$).

Инфаркт миокарда (ИМ) был выявлен в 8,0% наблюдений в 1 группе ($p=0,122$), причиной которого у 4 % пациентов стал тромбоза стента в зоне целевого поражения ($p=0,498$), при этом у 1 пациента (2,0%) ИМ был фатальным. Остальные случаи ИМ (4%) были в бассейне других коронарных артерий, вмешательства на которых не производились. В 1 группе кардиальная смертность составила 4,0%, в то время как во 2 группе летальных исходов не наблюдалось ($p=0,186$) (Рисунок 5).

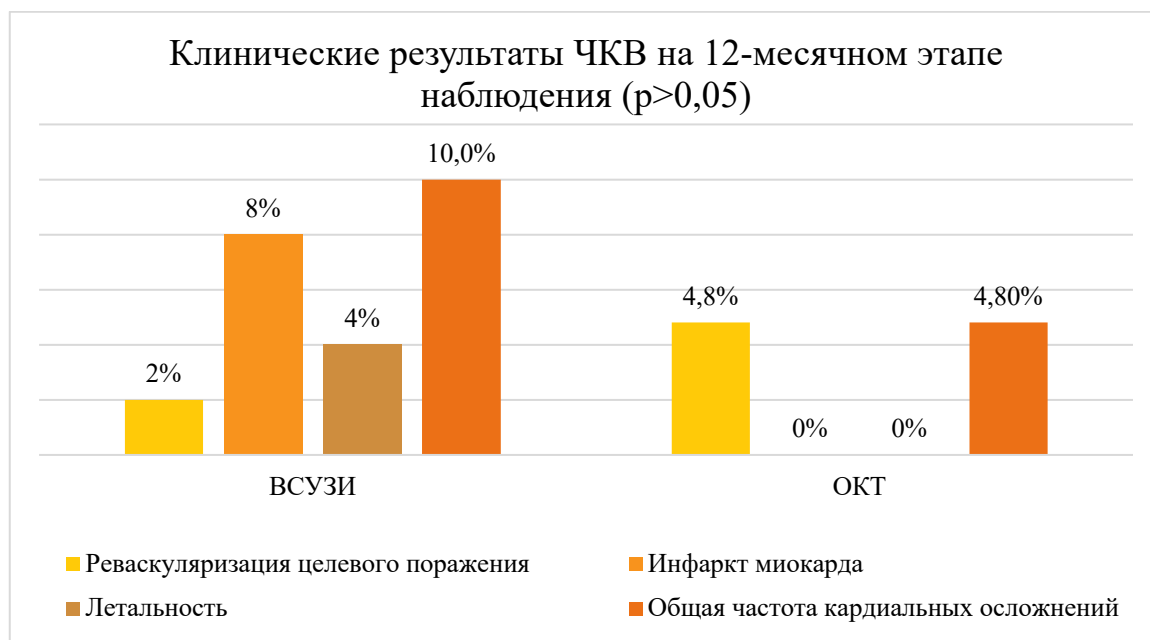


Рисунок 5 – Клинические результаты ЧКВ на 12-месячном этапе наблюдения

Суммарная частота кардиальных осложнений на 12-месячном этапе наблюдения была выше в 1 группе, по сравнению с 2 группой и составила 10,0 и

4,8 % соответственно ($p=0,214$). Общая частота кардиальных осложнений определялась как суммарный показатель возникших осложнений. Таким образом, в него вошли 2 – кардиальные смерти, 1 – тромбоз стента, 1 – случай нефатального ИМ и 1 – случай повторной реваскуляризации целевого поражения.

Через 24 месяца отдалённые результаты были отслежены у 90 пациентов (48 пациентов из 1 группы, 42 пациента из 2 группы). Гемодинамически значимый рестеноз в основной ветви по данным ФРК был выявлен у 1 пациента из каждой группы, частота которого составила 2,08% в первой группе и 2,38% – во второй группе ($p=0,597$). В боковой ветви гемодинамически значимое поражение после измерения ФРК было выявлено в 4,16 и 2,38% случаев для 1 и 2 групп, соответственно ($p=0,365$).

ИМ был зарегистрирован только в 1 группе у 3 пациентов (6,25%), один из случаев ИМ был ассоциирован с тромбозом боковой ветви бифуркации и завершился летальным исходом, частота которой составила 2,08% ($p=0,219$).

Клинические результаты ЧКВ на 24-месячном этапе наблюдения представлены на Рисунке 6.

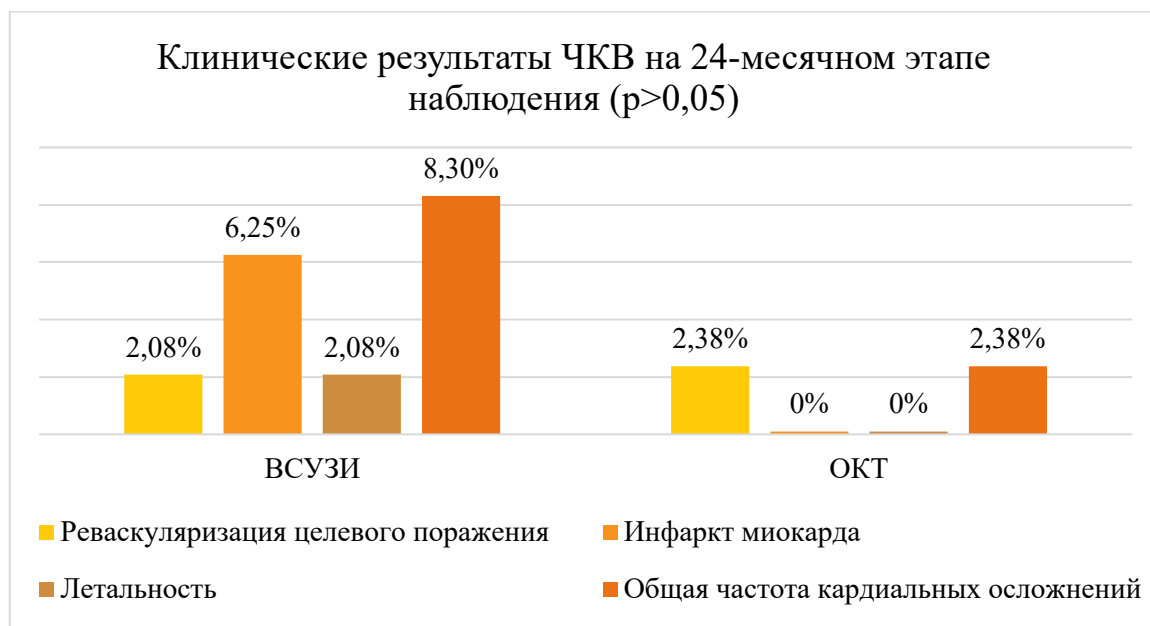


Рисунок 6 – Клинические результаты ЧКВ на 24-месячном этапе наблюдения

Общая частота сердечно-сосудистых осложнений для 1 и 2 группы составило 8,3 и 2,38% соответственно ($p=0,382$). Данный показатель включал: 1 –кардиальная смерть, 2 – случаи нефатального инфаркта миокарда и 1 – случай реваскуляризации целевого поражения.

Через 36 месяцев отдалённые результаты были отслежены у 89 пациентов.

На третьем году наблюдения рестеноз в основной ветви был выявлен у 10,64 и 9,52% пациентов 1 и 2 группы ($p=0,792$). Реваскуляризация целевого поражения потребовалась 1 пациенту в 1 группе и 3 пациентам во 2 группе, частота которой составила 2,12% в группе 1 и 7,14% – в группе 2 ($p=0,951$) (Рисунок 7).

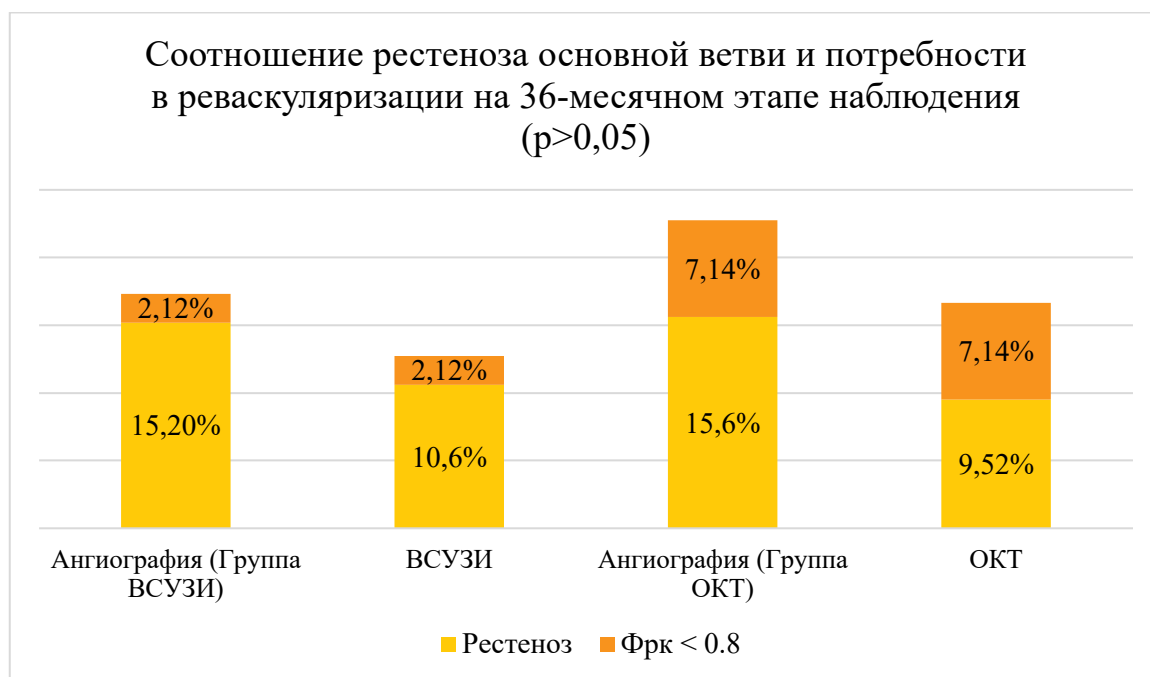


Рисунок 7 – Соотношение рестеноза основной ветви и потребности в реваскуляризации на 36-месячном этапе наблюдения

Рестеноз боковой ветви диагностирован у 5 (10,63%) пациентов 1 группы и у 6 (14,3%) пациентов во 2 группе, при этом повторное вмешательство потребовалось в 6,38 и 7,14% наблюдений соответственно ($p=0,419$) (Рисунок 8).

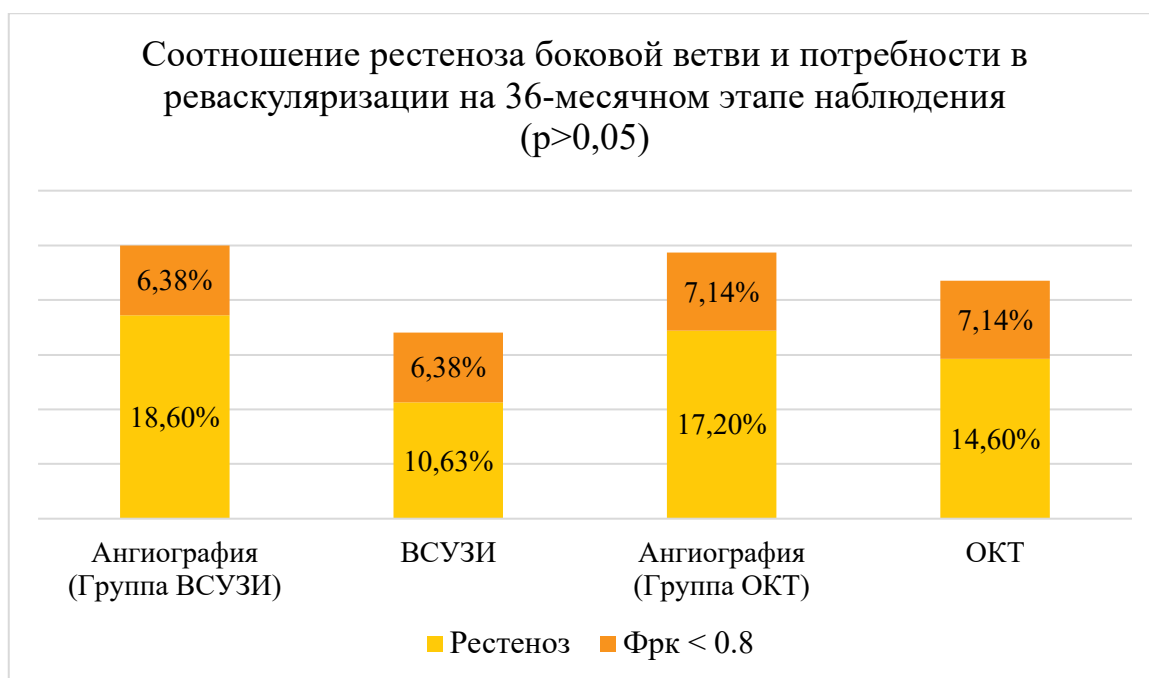


Рисунок 8 – Соотношение рестеноза боковой ветви и потребности в реваскуляризации на 36-месячном этапе наблюдения

Нефатальный ИМ был выявлен у 1 (2,12%) пациента в 1 группе, в то же время во 2 группе ИМ произошел у 2 (4,76%) пациентов, 1 из которых завершился летально (2,38%). При этом следует отметить, что ни один из них не был ассоциирован с целевым поражением ($p=0,665$) (Рисунок 9).

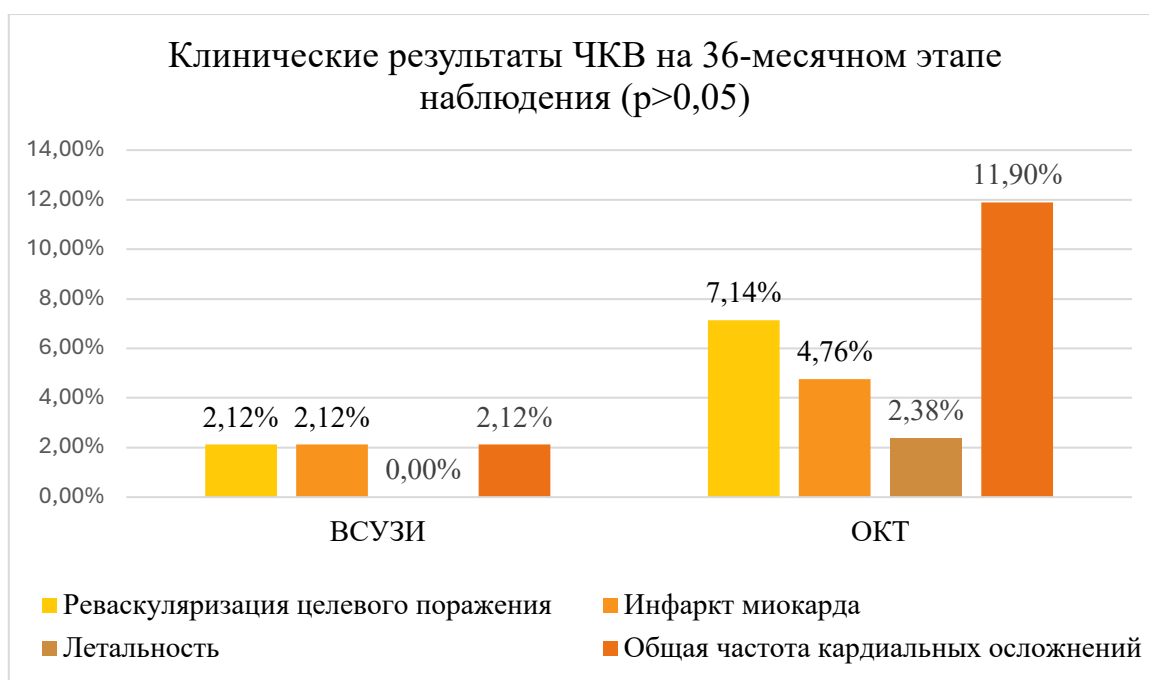


Рисунок 9 – Клинические результаты ЧКВ на 36-месячном этапе наблюдения

Общая частота больших сердечно-сосудистых осложнений для 1 и 2 группы составила 2,12 и 11,9% соответственно ($p=0,188$).

Суммарная частота ИМ составила 16,0% в группе 1 и 4,8% в группе 2 ($p = 0,103$). У 4-х пациентов из 1 группы ИМ был связан с целевым поражением, 2 из которых завершились летальным исходом. Во 2 группе ИМ, связанный с целевым поражением, зарегистрирован у 2 пациентов, 1 случай из которых завершился летально. Сравнительный анализ частоты ИМ на разных этапах наблюдения представлен на Рисунке 10.

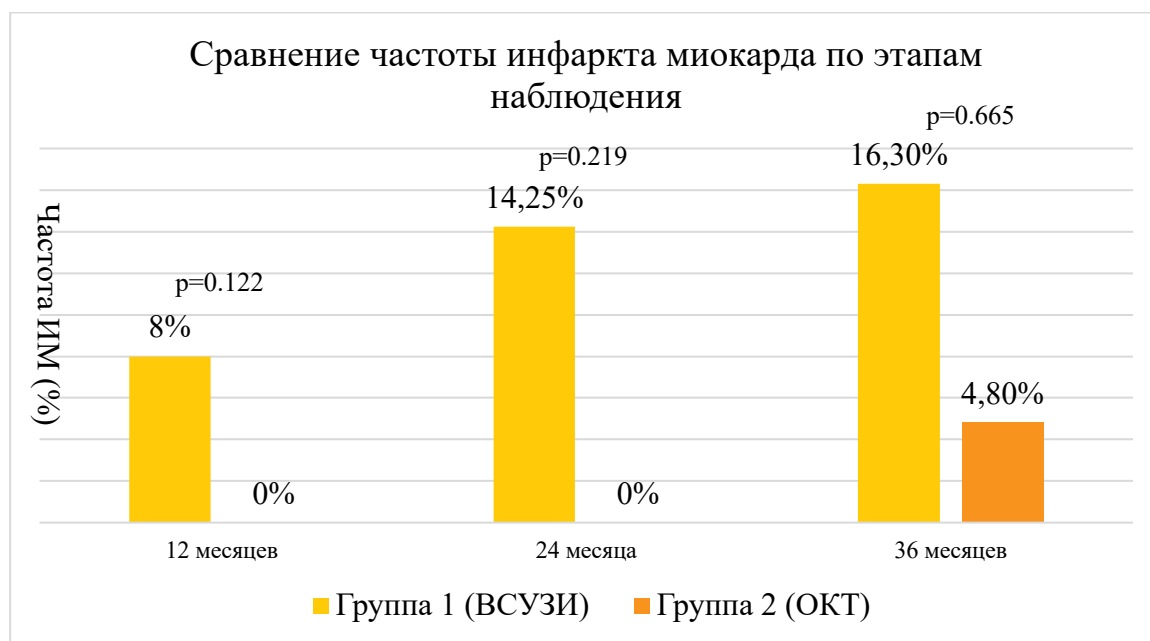


Рисунок 10 – Сравнение частоты инфаркта миокарда по этапам наблюдения

На протяжении всего периода наблюдения частота ИМ оставалась выше в группе 1, по сравнению со 2 группой (16,30 против 4,8% соответственно), при этом наибольшие различия наблюдались на 12- и 24-месячных этапах. Тем не менее, ни на одном из этапов наблюдения статистической значимости между этими показателями в группах, не наблюдалось ($p > 0,05$), что позволяет говорить лишь о тенденции к лучшим отдалённым клиническим результатам в группе 2.

Кардиальная летальность в течение 36 месяцев наблюдался у 3 (6,3%) пациентов в группе 1 и у 1 (2,4%) пациента в группе 2 ($p = 0,623$) (Рисунок 11).

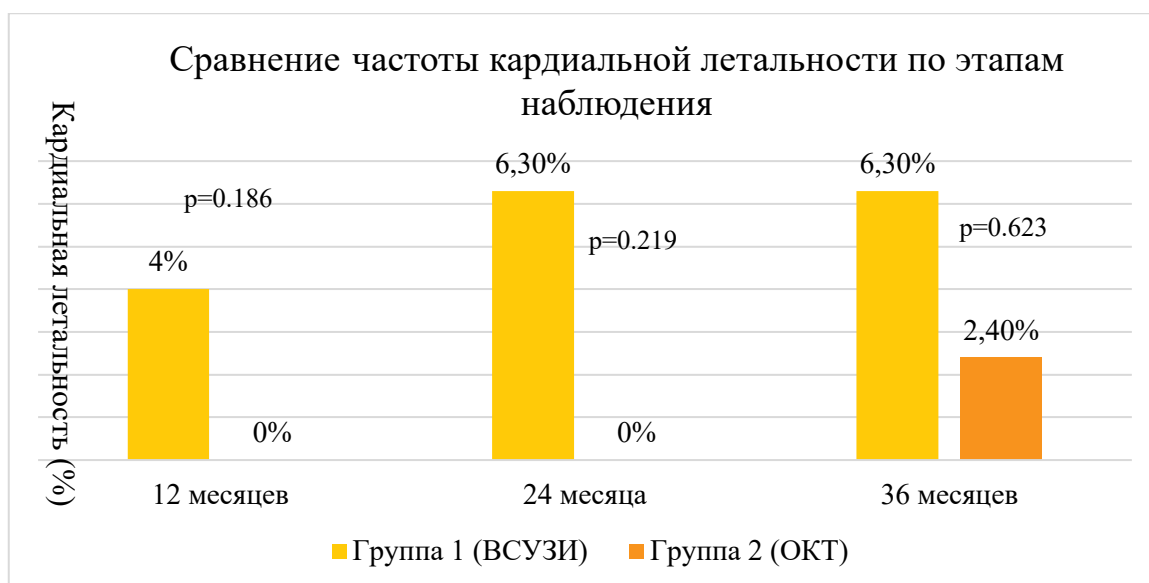


Рисунок 11 – Сравнение частоты кардиальной летальности по этапам наблюдения

Представленные на Рисунке 11 данные свидетельствует о тенденции к более благоприятному прогнозу во 2 группе, несмотря на отсутствие статистически значимых различий.

Общая частота кардиальных осложнений составила 22,0% в группе 1 и 16,7% в группе 2 ($p = 0,280$) (Рисунок 12).

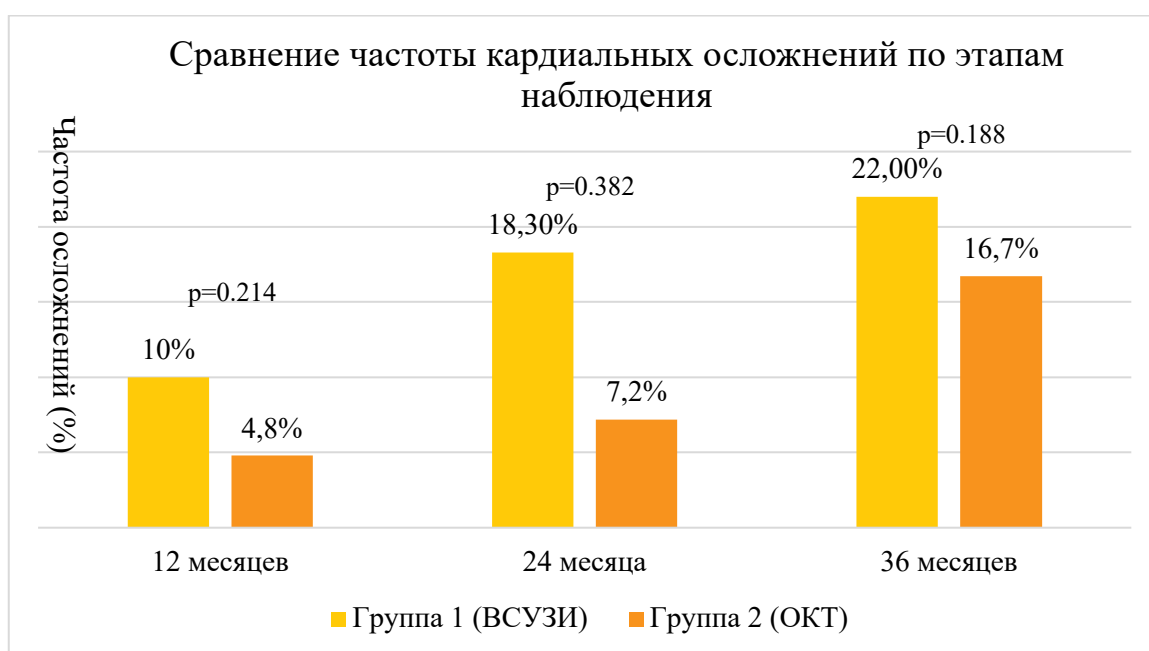


Рисунок 12 – Сравнение частоты кардиальных осложнений по этапам наблюдения

Несмотря на отсутствие статистически значимых различий на всех временных отрезках по частоте кардиальных осложнений, прослеживается устойчивая тенденция к меньшему числу осложнений в группе 2 в течение первых двух лет наблюдения, однако, уже на 3-м году отмечается значительный рост частоты кардиальных осложнений. При подробном анализе видно, что данный рост обусловлен увеличением реваскуляризации целевого поражения, в то время как рост числа ИМ был ассоциирован с поражением других коронарных артерий.

Суммарные отдалённые клинико-ангиографические результаты ЧКВ спустя 36 месяцев представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Суммарные клинико-ангиографические результаты ЧКВ на 36 месяце наблюдения

Показатель	Группа 1 (N=50)	Группа 2 (N=42)	p
Рестеноз в основной ветви абс. (%)	8 (16,0)	5 (11,9)	p>0.05
Значение ФРК <0.8 в основной ветви абс. (%)	5 (10,0)	3 (7,14)	
Рестеноз в боковой ветви абс. (%)	6 (12,0)	6 (14,3)	
Значение ФРК <0.8 в боковой ветви абс. (%)	5 (10,0)	4 (9,5)	
Реваскуляризация целевого поражения абс. (%)	5 (10,0)	4 (9,5)	
Реваскуляризация целевого сосуда абс. (%)	4 (8,0)	3 (7,14)	
Тромбоз стента абс. (%)	2 (4,0)	0	
Инфаркт миокарда абс. (%)	8 (16,0)	2 (4,8)	
Инфаркт миокарда, ассоциированный с целевым поражением абс. (%)	4 (8,0)	2 (4,8%)	
Летальность абс. (%)	3 (6,0)	1 (2,4)	
Общая частота кардиальных осложнений абс. (%)	11 (22,0)	7 (16,7)	
Примечания – ФРК – фракционный резерв кровотока			

Метод расчёта кумулятивных частот основан на исходном числе пациентов в каждой группе, что исключает искажения, связанные с выбывшими из наблюдения.

Расчёт осложнений выполнялся по принципу «первого события» – одно осложнение фиксировалось один раз для каждого пациента.

В целом, за трёхлетний период наблюдения группа пациентов, оперированных под контролем ОКТ, демонстрирует несколько лучшие результаты и меньшую частота неблагоприятных событий по сравнению с группой ВСУЗИ.

Поскольку все вмешательства выполнялись под контролем внутрисосудистой визуализации, была оценена динамика изменения МПП. При анализе динамики показателя МПП в СЛКА и основных ветвях по методу U–критерий Манна–Уитни на 36 месяце наблюдения нам не удалось выявить значимых различий для СЛКА и ПНА.

Однако, средние показатели МПП в боковой ветви оказались значимо ниже в 1 группе, по сравнению со 2 группой ($p = 0,039$). Это может свидетельствовать о прогрессировании рестеноза в боковой ветви в группе 1. Результаты анализа представлены в Таблице 12.

Таблица 12 – Анализ динамики минимальной площади просвета

Этапы наблюдения	Группа 1 (N=46)		Группа 2 (N=40)		p
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$	
МПП терминальный отдел СЛКА, mm ² (N=86)					
После операции	16,01	14,25 – 16,09	15,98	14,15 – 16,81	0,891
36 месяцев	14,72	13,38 – 15,87	14,78	13,77 – 15,80	0,802
МПП устья ПНА, mm ² (N=86, ОВ=67 БВ=19)					
После операции	13,1	11,54 – 14,33	12,94	11,54 – 14,29	0,871
36 месяцев	12,43	5,91 – 13,67	11,71	8,90 – 13,34	0,255
МПП устья ОА, mm ² (N=86, ОВ=19 БВ=67)					
После операции	12,1	9,54 – 13,88	11,98	9,77 – 12,49	0,214
36 месяцев	11,76	6,97 – 12,80	10,11	6,98 – 12,05	0,039*
Примечания – 1. ПНА – передняя нисходящая артерия; 2. ОА – огибающая артерия; 3. СЛКА – ствол левой коронарной артерии; 4. МПП – минимальная площадь просвета					

В целом, полученные результаты подтверждают сопоставимую эффективность методов внутрисосудистого контроля.

Всем пациентам, перенёвшим ЧКВ, было выполнено измерение ФРК в основной (стентированной) ветви с целью оценки остаточной ишемии.

Проведённый анализ взаимосвязи между значениями ФРК и частотой возникновения клинически значимых исходов осуществлялся с использованием критерия χ^2 Пирсона и точного критерия Фишера.

Полученные данные демонстрируют, что значение ФРК $< 0,91$ в основной артерии ассоциировано с увеличением риска развития кардиальных осложнений в 2,54 раза (95% ДИ: 0,788–8,194), вероятности наступления летального исхода – в 1,76 раза (95% ДИ: 0,171–18,184), частоты ИМ – в 1,53 раза (95% ДИ: 0,287–8,249), а также риска тромбоза стента – в 2,67 раз (95% ДИ: 0,227–31,583), что указывает на клиническую значимость низких значений ФРК после ЧКВ (Рисунок 13).

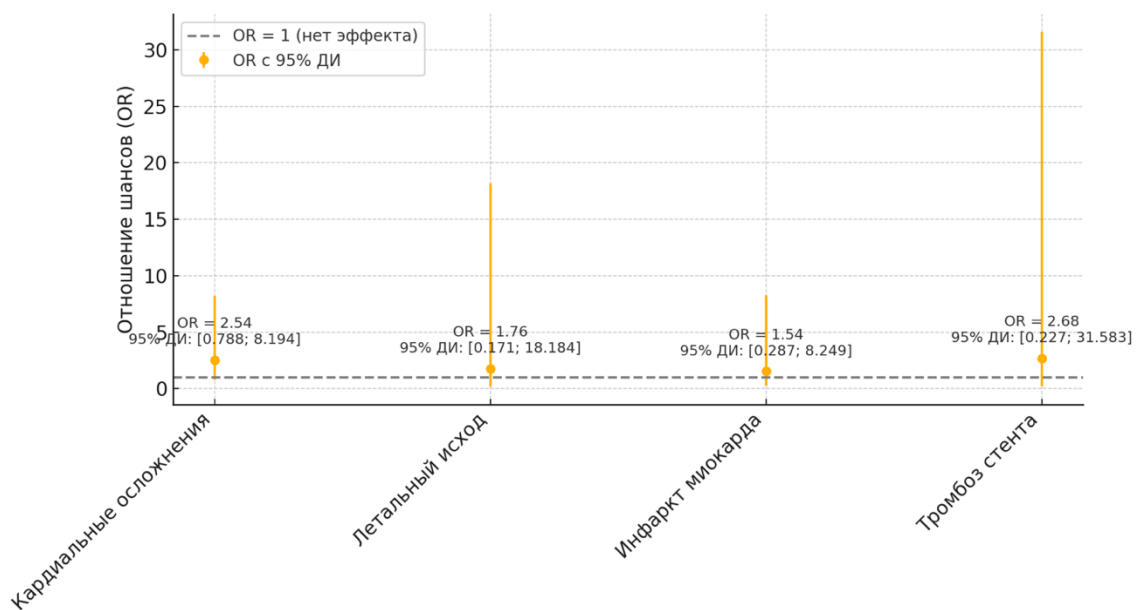


Рисунок 13 – Риски развития осложнений при значении ФРК после ЧКВ в основной артерии $< 0,91$

Однако, следует отметить, что из-за широких доверительных интервалов эти различия не являются статистически значимыми, в связи с чем мы можем говорить только о тенденции к увеличению риска осложнений при достижении данного порога.

Дополнительно, при оценке клинических исходов в зависимости от показателя ФРК в ПНА, зарегистрированного в конце ЧКВ, также были выявлены статистически значимые различия, особенно в отношении частоты кардиальных осложнений и инфаркта миокарда ($p < 0,001$).

Так, показатель ФРК $< 0,89$ в ПНА сопровождался повышением риска кардиальных осложнений в 7,67 раза (95% ДИ: 2,666–22,083) и ИМ в 1,22 раза (95% ДИ: 0,284–5,319) (Рисунок 14).

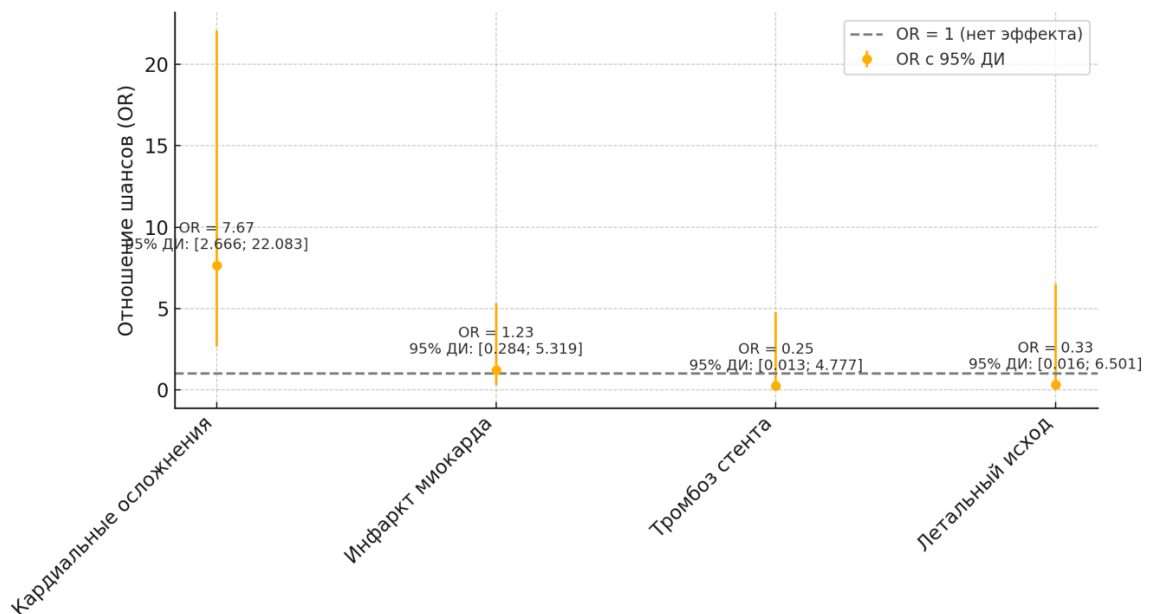


Рисунок 14 – Риски развития осложнений при значении ФРК после ЧКВ в ПНА $< 0,89$

При снижении ФРК после ЧКВ в ПНА < 0.89 достоверно возрастает риск развития кардиальных осложнений после ЧКВ ($OR = 7.67$, $p < 0.05$). Влияние на частоту инфаркта миокарда, тромбоза стента и летального исхода статистически не подтверждено, несмотря на наблюдаемые тенденции. Это подчёркивает важность оценки ФРК в ПНА для прогноза и планирования вмешательства.

Анализ общей выживаемости, выполненный с применением метода Каплана-Майера, не выявил статистически значимых различий между группами 1 и 2. В обеих группах медианное значение выживаемости, а также значение 75-го перцентиля составили 6 месяцев, что свидетельствует о схожести общей

продолжительности жизни пациентов в перспективе трёх лет. Результаты представлены на Рисунке 15.

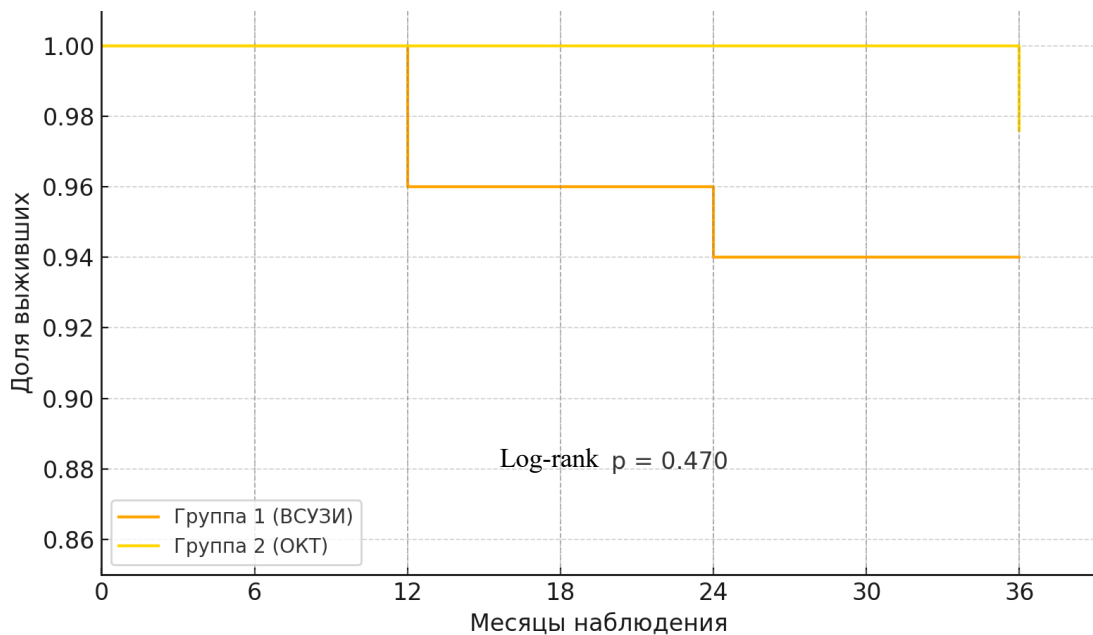


Рисунок 15 – Кривая выживаемости Каплана-Майера для пациентов, подвергшихся реваскуляризации

Несмотря на отсутствие статистически значимых различий, в общих показателях выживаемости клинический анализ динамики смертности выявил разницу во временных характеристиках наступления летальных исходов. Участники первой группы демонстрировали тенденцию к более раннему снижению общей выживаемости, тогда как у пациентов второй группы общая выживаемость в начальные сроки оставалась выше, но в дальнейшем наблюдалось нарастание смертности. Указанные особенности могут иметь важное клиническое значение при интерпретации эффективности проведённого лечения.

В рамках дополнительного анализа были отслежены отдалённые результаты пациентов, которым после выполнения ЧКВ выполнялось измерение ФРК.

Пациенты после ЧКВ случайным образом были разделены на 2 группы. Пациенты, которым не выполнялось измерение ФРК в боковой ветви (n=46), выступили в качестве контрольной группы, а больные, которым выполнялось измерение ФРК в боковой ветви – основной группы (n=46).

Необходимость перехода к двухстентовой стратегии после первично выполненного провизионного Т-стентирования, достоверно чаще требовалась в группе с измерением ФРК – 13,04% наблюдений, по сравнению с группой, где ФРК в боковой ветви не измерялась (2,17% наблюдений) ($p = 0,0431$).

При анализе данных в течение 3-летнего наблюдения были получены результаты, представленные в Таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная частота клинических событий в зависимости от использования ФРК в боковой ветви

Показатель	Измерение ФРК в БВ (N=46)	Без измерения ФРК в БВ (N=46)	p
Рестеноз в боковой ветви абс. (%)	4 (8,7)	8 (17,4)	0,118
Значение ФРК <0.8 в боковой ветви абс. (%)	2 (4,3)	6 (13,0)	0,127
Реваскуляризация целевого поражения абс. (%)	2 (4,3)	6 (13,0)	0,127
Инфаркт миокарда абс. (%)	4 (8,7)	6 (13,0)	0,412
Летальность абс. (%)	1 (2,2)	3 (6,5)	0,675
Общая частота кардиальных осложнений абс. (%)	6 (13,0)	12 (26,1)	0,037
Примечания – 1. ФРК – фракционный резерв кровотока; 2. БВ – боковая ветвь			

В группе пациентов, которым выполнялось измерение ФРК, наблюдалась более благоприятная динамика отдалённых клинических исходов. Так, рестеноз боковой ветви, повторная реваскуляризация целевого поражения, ИМ и летальность в группе пациентов с измерением ФРК встречались гораздо реже, однако, показатели не достигли статистической значимости.

Общая частота кардиальных осложнений была в 2 раза ниже в группе с ФРК – 13,0% против 26,1% – в группе без измерения ФРК, при этом, разница была статистически достоверна ($p = 0,0378$). Полученные данные свидетельствуют о том, что функциональная оценка состояния боковой ветви в момент вмешательства позволяет более точно контролировать риски и снижать частоту неблагоприятных событий.

3.3. Отдаленные результаты лечения (через 12, 24 и 36 месяцев) у пациентов, которым реваскуляризация была отложена

Реваскуляризация была отложена у 48 пациентов (32,7%) с МПП $>6 \text{ мм}^2$ и ФРК >0.8 . При этом было выявлено, что соотношение пациентов из группы ВСУЗИ и ОКТ было равным ($p>0,951$).

Для пациентов, которым реваскуляризация была отложена, отдаленные результаты были отслежены спустя 12, 24 и 36 месяцев.

Выживаемость пациентов с отложенной реваскуляризацией за весь период наблюдения в обеих группах составила 100%.

Отдаленные результаты на 12-месячном периоде наблюдения были отслежены у 48 пациентов. Реваскуляризация целевого поражения была выполнена у 1 пациента из 1 группы и составила 4,2%. Во второй группе реваскуляризация целевого поражения не регистрировалась. ИМ был выявлен у 2 пациентов 1 группы и составил 8,3% и 1 пациента 2 группы, что составило 4,2% ($p=0,629$). ИМ в обеих группах не был фатальным, однако, у одного из пациентов 1 группы он был ассоциирован с целевым поражением. Остальные случаи ИМ не были ассоциированы с поражением СЛКА и были вызваны поражением других коронарных артерий.

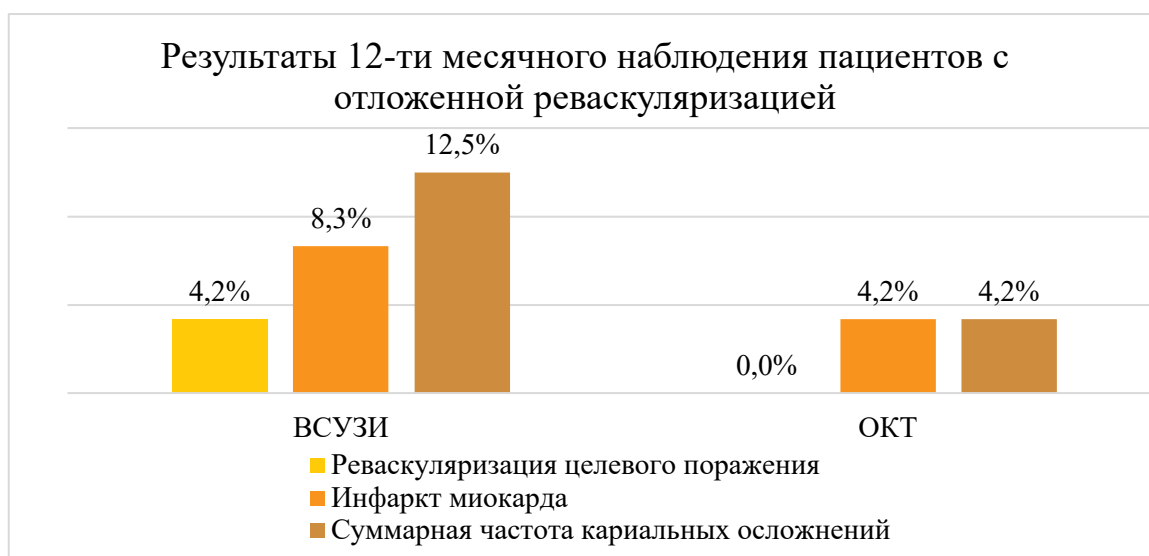


Рисунок 16 – Результаты 12-месячного наблюдения пациентов с отложенной реваскуляризацией

Суммарная частота кардиальных осложнений на 12-месячном этапе наблюдения составила 12,5% и 4,2%, для 1 и 2 групп соответственно ($p=0,115$) (Рисунок 16).

На 12-месячном этапе наблюдения частота кардиальных осложнений и инфаркта миокарда была выше в группе 1, по сравнению с группой 2 (12,5% против 4,2% и 8,3% против 4,2% соответственно), однако, различия не достигли статистической значимости ($p > 0,05$), что указывает лишь на тенденцию к менее благоприятному течению в группе 1.

Спустя 24 месяца результаты были отслежены у 48 пациентов. Реваскуляризация целевого поражения была выполнена у 1 пациента из 2 группы и составила 4,2%, в первой группе реваскуляризация целевого поражения не выполнялась. Нефатальный ИМ, не связанный с целевым поражением, был выявлен у 1 пациента 1 группы и составил 4,2%, во второй группе случаев ИМ не зарегистрировано. Суммарная частота кардиальных осложнений на 24-месячном этапе наблюдения была одинаковой для обеих групп и составила 4,2% ($p=0,973$) (Рисунок 17).

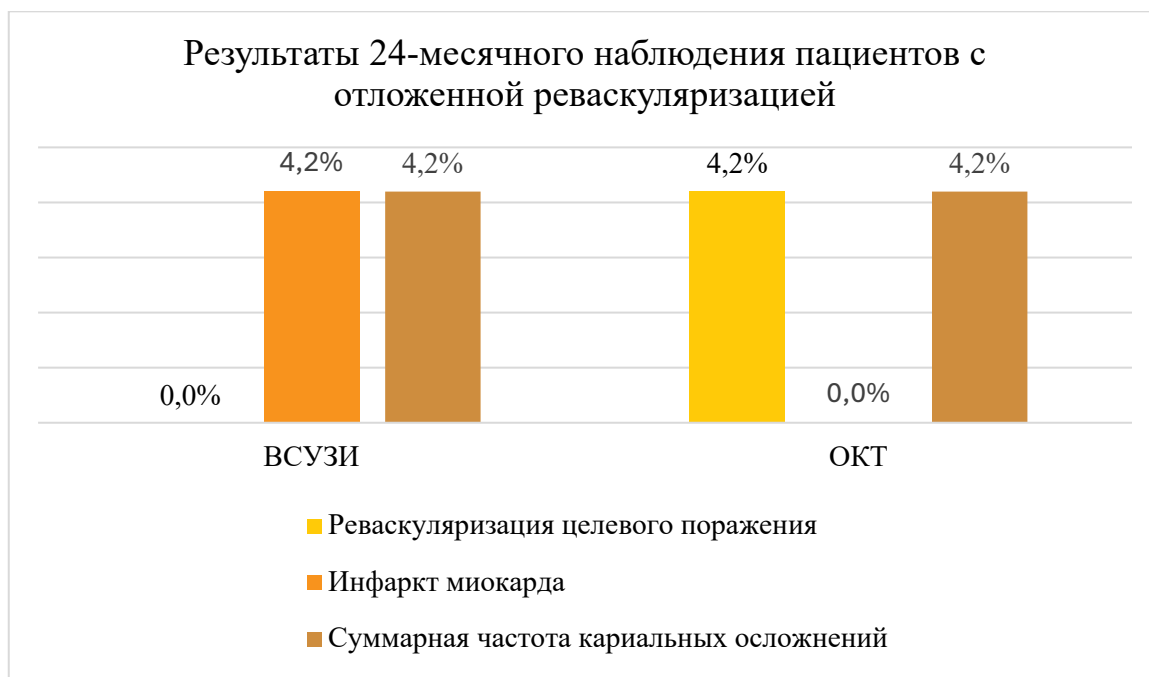


Рисунок 17 – Результаты 24-месячного наблюдения пациентов с отложенной реваскуляризацией

На 24-месячном этапе наблюдения суммарная частота кардиальных осложнений составила по 4,2% в обеих группах, без статистически значимых различий ($p=0,973$), что свидетельствует о сопоставимых отдалённых клинических результатах при отложенной реваскуляризации.

На третьем году наблюдения вмешательство в зоне целевого поражения потребовалась 2 пациентам из 1 группы и 1 пациенту из 2 группы и составила 8,2 и 4,2% соответственно ($p=0,583$).

Случаев ИМ в обеих группах не регистрировалось. Общее число больших сердечно-сосудистых осложнений для 1 и 2 группы составило 4,2 и 8,2% соответственно ($p=0,583$) (Рисунок 18).

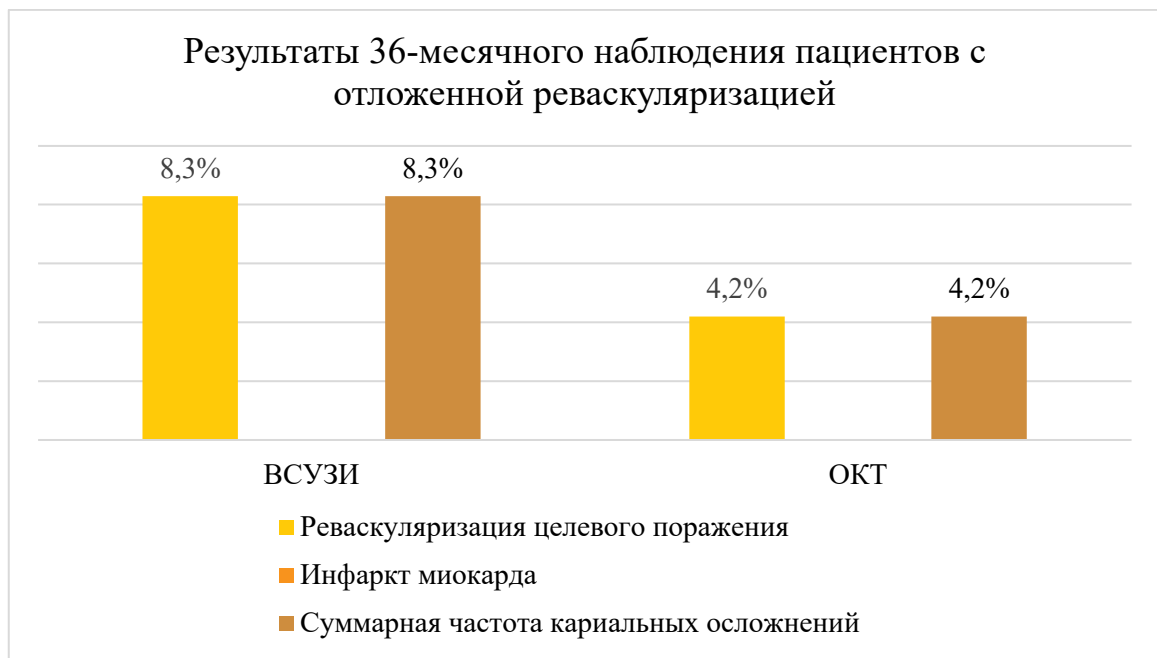


Рисунок 18 – Результаты 36-месячного наблюдения пациентов с отложенной реваскуляризацией

Анализируя представленный Рисунок 18, на 36-м месяце наблюдения частота крупных сердечно-сосудистых осложнений оставалась невысокой и составила 4,2% в группе 1 и 8,2% в группе 2, без статистически значимых различий ($p=0,583$), что свидетельствует о сопоставимых отдалённых результатах в обеих группах на данном этапе. Суммарно ИМ был зарегистрирован в трёх у пациентов группы ВСУЗИ и одном случае пациентов группы ОКТ и составил 12,5 и 4,2% соответственно ($p=0,486$) (Рисунок 19).

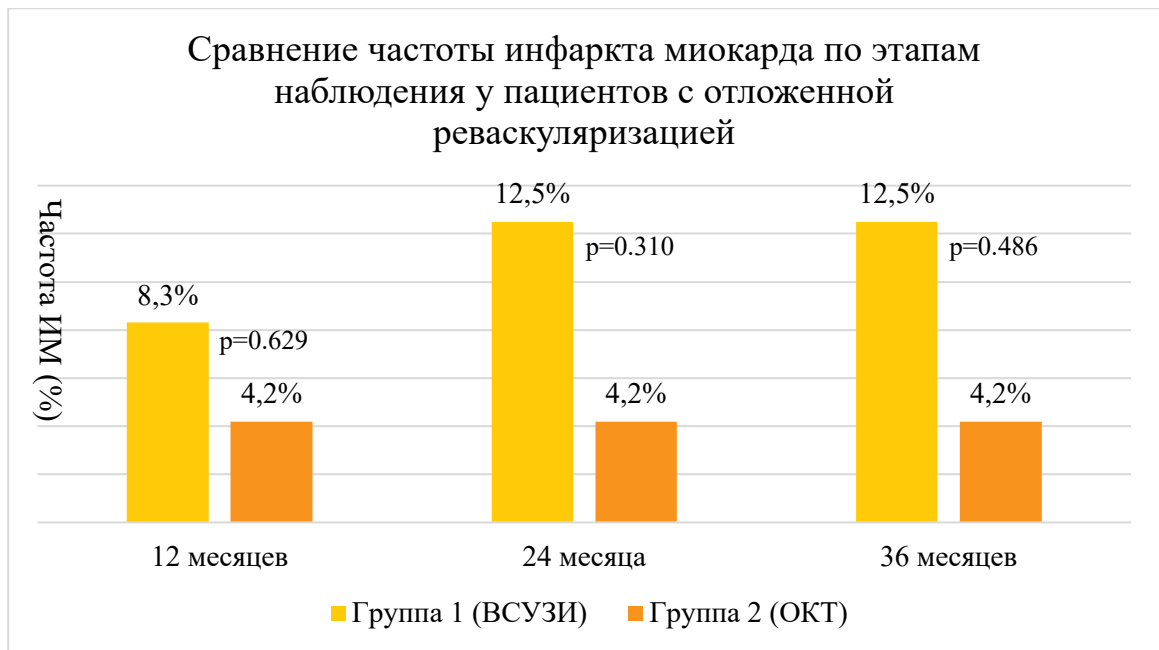


Рисунок 19 – Сравнение частоты инфаркта миокарда при отложенной реваскуляризации по этапам наблюдений

При этом, из всех случаев ИМ в группе 1 только один был связан с целевым поражением, а два других случая были ассоциированы с поражением других коронарных артерий.

Вмешательство на целевом поражении было зарегистрировано у 3 пациентов из группы ВСУЗИ и у 2 пациентов из группы ОКТ, частота которого составила 12,5 и 8,3% соответственно ($p = 0,658$) (Рисунок 20).

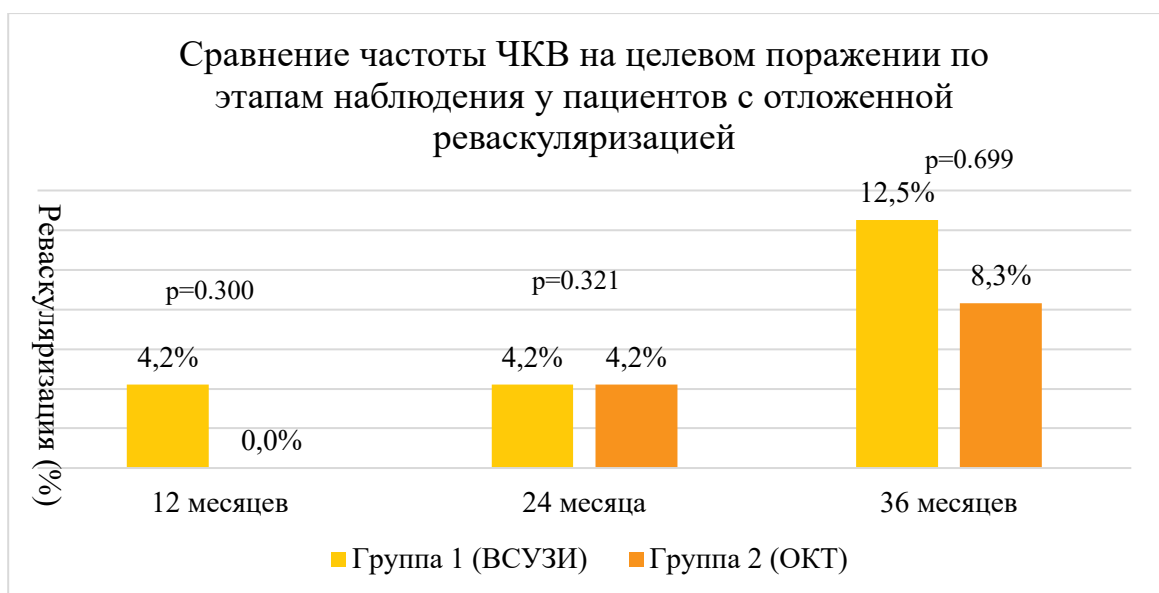


Рисунок 20 – Сравнение частоты вмешательств на целевом поражении при отложенной реваскуляризации по этапам наблюдений

Суммарная частота кардиальных осложнений составила 20,8 и 12,5% соответственно ($p = 0,699$).

Кумулятивная частота больших сердечно-сосудистых осложнений (МАСЕ) составила 20,8% в группе ВСУЗИ и 12,5% в группе ОКТ.

Расчёт выполнен с учётом уникальных пациентов, то есть, при совпадении нескольких событий у одного пациента учитывалось только первое осложнение (Рисунок 21).

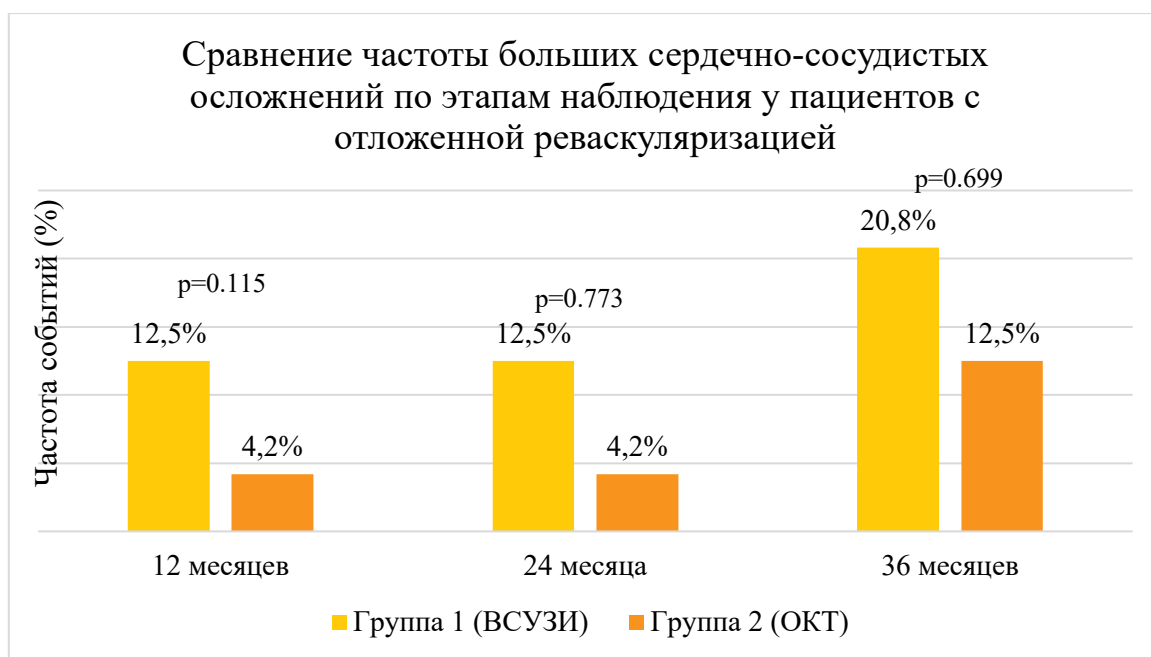


Рисунок 21 – Сравнение частоты больших сердечно-сосудистых осложнений при отложенной реваскуляризации по этапам наблюдений

В течение трёх лет наблюдения частота ИМ, реваскуляризации целевого поражения и кардиальных осложнений была выше в группе ВСУЗИ, однако, различия не достигли статистической значимости, что указывает на сопоставимую клиническую эффективность отложенной реваскуляризации в обеих группах.

Кривая выживаемости, свободной от сердечно-сосудистых событий, показывает схожие результаты между группами ВСУЗИ и ОКТ с незначительно лучшей сохранностью событий у пациентов ОКТ, однако, выраженных различий между группами не наблюдается (Рисунок 22).

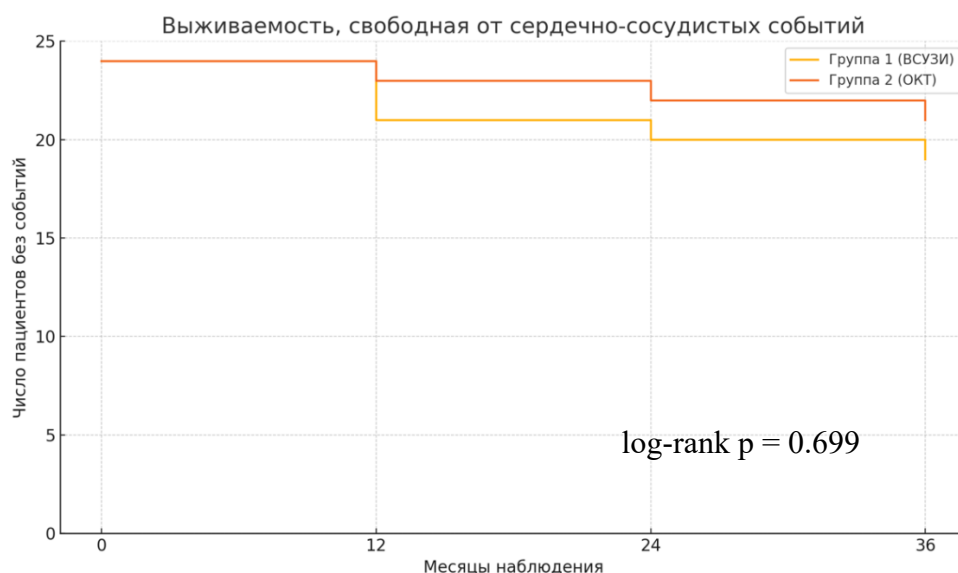


Рисунок 22 – Выживаемость, свободная от сердечно-сосудистых событий

Для оценки клинической картины пациентов проводили анализ динамики ФК стенокардии и ХСН, результаты представлены на Рисунках 23 и 24.

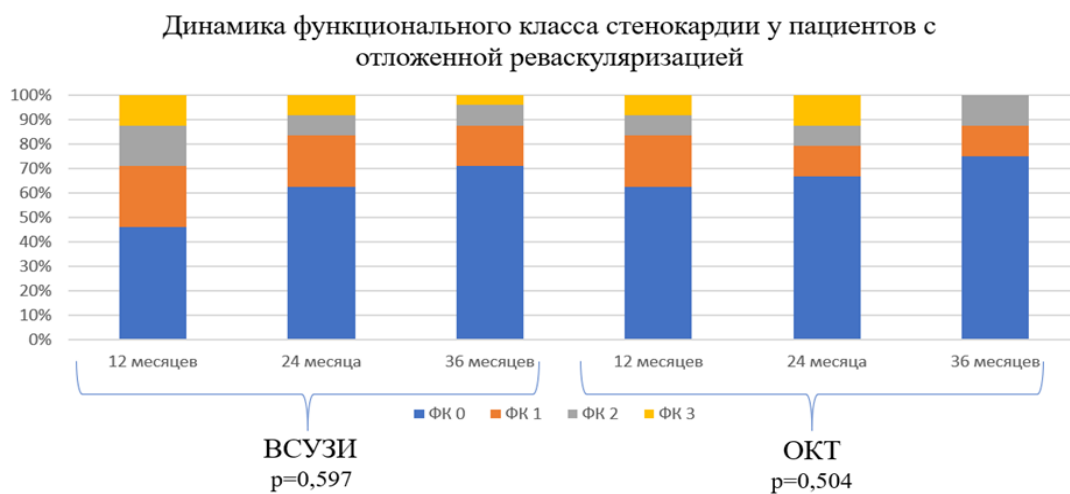


Рисунок 23 – Динамика функционального класса стенокардии, у пациентов с отложенной реваскуляризацией

Анализ динамики ФК стенокардии продемонстрировал положительные изменения в обеих группах в течение 36 месяцев наблюдения: произошло увеличение доли пациентов с ФК 0 и снижение доли больных с ФК 2 и ФК 3.

В группе ОКТ прослеживалась более выраженная положительная динамика: к 36-му месяцу почти все пациенты имели минимальные проявления стенокардии или их полное отсутствие.

Учитывая отсутствие различий по изменению динамики ФК стенокардии (ВСУЗИ: $p=0,597$; ОКТ: $p=0,504$), можно говорить о сопоставимой чувствительность методов внутрисосудистой визуализации в определении гемодинамической значимости поражений ствола ЛКА.

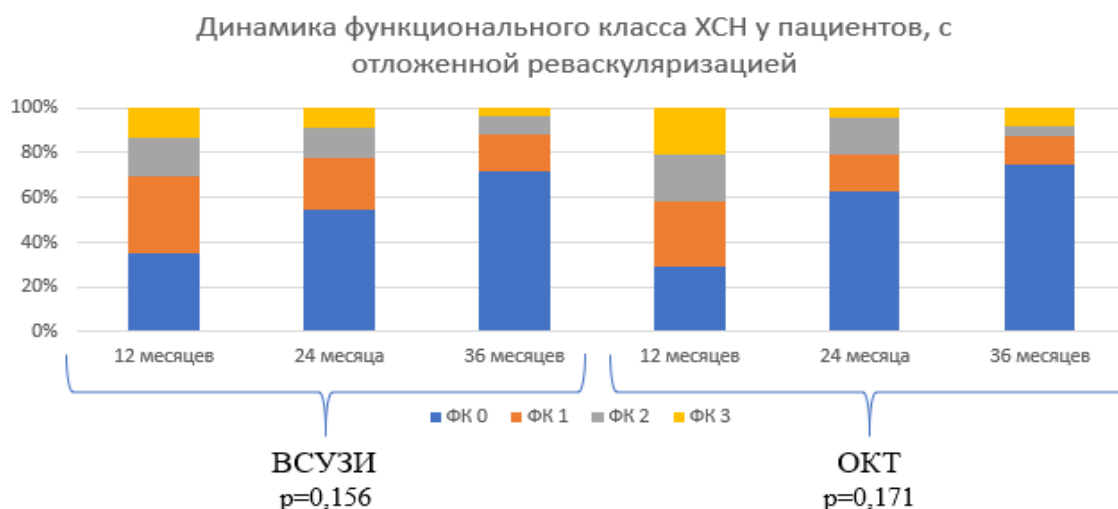


Рисунок 24 – Динамика функционального класса ХСН, у пациентов с отложенной реваскуляризацией

Анализ динамики ФК ХСН у пациентов с отложенной реваскуляризацией показал положительную тенденцию в обеих группах на фоне медикаментозного лечения: к 36-му месяцу наблюдения отмечено увеличение доли пациентов с ФК 0 и ФК 1 и снижение числа больных с ФК 2 и ФК 3.

Наиболее выраженные улучшения были зафиксированы в группе ОКТ, где к окончанию наблюдения доля пациентов с ФК 0 превысила таковую в группе ВСУЗИ, несмотря на отсутствие статистически значимых различий ($p=0,156$ в группе ВСУЗИ и $p=0,171$ в группе ОКТ). Динамика изменений ФК ХСН ($p=0,156$ и $p=0,171$) и ФК стенокардии ($p=0,597$ и $p=0,504$), не продемонстрировавшая статистически значимых изменений, свидетельствует о стабильности состояния

пациентов в обеих подгруппах и эффективности проводимой медикаментозной терапии.

Для более наглядной оценки клинической динамики ХСН у пациентов, которым ЧКВ было отложено, в нашем исследовании дополнительно была проведена оценка среднего значения ФВ ЛЖ и среднего уровня NT-proBNP.

Пациенты были стратифицированы на подгруппы со сниженной (ФВ 35–49%) и нормальной (ФВ $\geq 50\%$) фракцией выброса; пациенты с ФВ менее 35% были критерием исключения в нашей работе. Динамическое наблюдение за показателями ФВ и NT-proBNP проводилось на этапах послеоперационного периода, а также через 12, 24 и 36 месяцев (Таблица 14).

Таблица 14 – Сравнительная оценка фракции выброса у пациентов при отсроченной реваскуляризации

Этапы наблюдения	Реваскуляризация отложена по данным ВСУЗИ (N=24)				Реваскуляризация отложена по данным ОКТ (N=24)			
	Пациенты со сниженной ФВ		Пациенты с нормальной ФВ		Пациенты со сниженной ФВ		Пациенты с нормальной ФВ	
	M $\pm$ SD	p	M $\pm$ SD	p	M $\pm$ SD	p	M $\pm$ SD	P
Первичное измерение	44,1 $\pm$ 2,5	0,712	51,3 $\pm$ 4,4	0,821	43,3 $\pm$ 2,3	0,712	51,0 $\pm$ 4,1	0,821
12 месяцев	44,6 $\pm$ 2,8	0,926	51,0 $\pm$ 4,6	0,739	44,2 $\pm$ 2,6	0,926	52,3 $\pm$ 4,3	0,739
24 месяца	42,0 $\pm$ 3,0	0,734	51,0 $\pm$ 4,5	0,817	44,1 $\pm$ 2,9	0,734	51,5 $\pm$ 4,2	0,817
36 месяцев	41,9 $\pm$ 3,1	0,418	48,2 $\pm$ 4,1	0,417	43,5 $\pm$ 3,0	0,418	51,2 $\pm$ 4,0	0,417
П р и м е ч а н и я – 1. ФВ – фракция выброса; 2. ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование; 3. ОКТ – оптическая когерентная томография								

Анализ динамики ФВ в подгруппах пациентов с отложенной реваскуляризацией показал, что у пациентов со сниженной ФВ (35–49%) в обеих группах (ВСУЗИ и ОКТ) на протяжении 36 месяцев наблюдается незначительное колебание значений с тенденцией к умеренному снижению ФВ, особенно выраженному в группе ВСУЗИ (с 44,1 $\pm$ 2,5 до 41,9 $\pm$ 3,1%). Однако, эти изменения не достигли статистической значимости ($p > 0,05$), что, вероятно, обусловлено

малым размером выборки и стабильным течением клинического состояния у данной категории пациентов.

В подгруппах с нормальной ФВ ($\geq 50\%$) значения оставались относительно стабильными во всех временных точках с небольшим варьированием: в группе ОКТ фракция выброса демонстрировала положительную динамику (от $51,0 \pm 4,1\%$ до $52,3 \pm 4,3\%$ на 12 мес. и $51,2 \pm 4,0\%$ на 36 мес.), в то время как в группе ВСУЗИ показатели оставались на уровне базовых значений. Однако, и в этой подгруппе статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$ на всех этапах) (Рисунок 25).

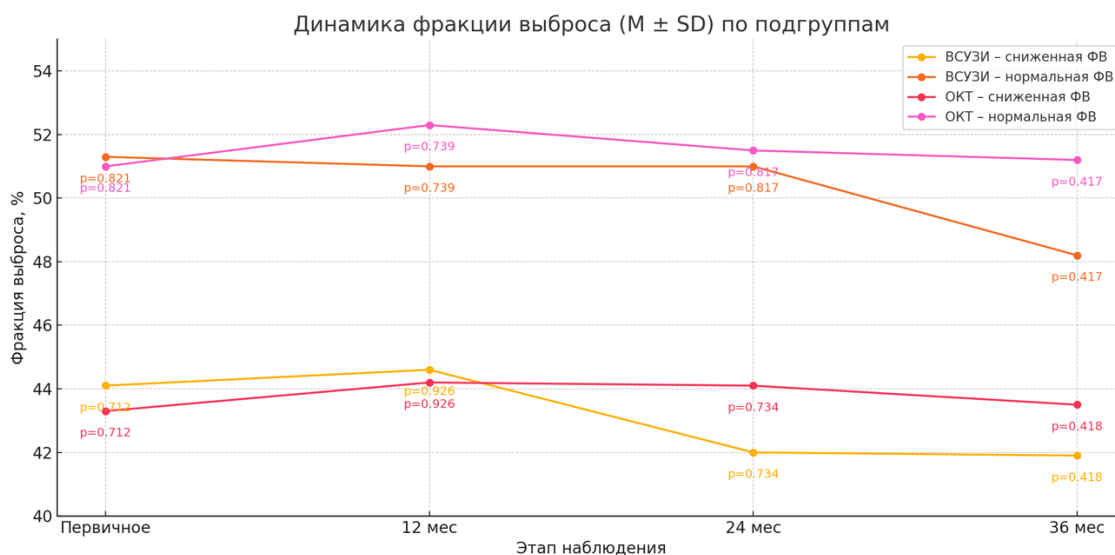


Рисунок 25 – Сравнительная оценка фракции выброса у пациентов с отложенной реваскуляризацией

Отсутствие выраженного прироста ФВ, особенно у пациентов со сниженной функцией, может быть связано с изначально стабильным гемодинамическим профилем и невысокой степенью обратимости миокардиальной дисфункции. В отсутствие значимой ишемии или выраженной дилатации камер сердца, потенциал ремоделирования остаётся ограниченным, особенно в условиях отложенной тактики и адекватного медикаментозного лечения. Таким образом, данные результаты подтверждают, что при корректной стратификации риска и контроле за прогрессированием ишемии отложенная реваскуляризация не приводит к

ухудшению сократительной функции миокарда, но и не обеспечивает значимого прироста показателей ФВ у стабильных пациентов.

В Таблице 15 представлена динамика среднего значения NT-proBNP.

Таблица 15 – Динамика среднего значения NT-proBNP у пациентов с отложенной реваскуляризацией

Месяцы наблюдения	Группа 1 (ВСУЗИ) (М ± SD пг/мл)	Группа 2 (ОКТ) (М ± SD пг/мл)	p
Первичное измерение	980 ± 90	950 ± 88	0,913
12 месяцев	720 ± 85	690 ± 82	0,862
24 месяца	580 ± 78	540 ± 76	0,942
36 месяцев	510 ± 75	470 ± 70	0,783
Примечания – ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование, ОКТ – оптическая когерентная томография			

Представленные данные, демонстрируют тенденцию к постепенному снижению в обеих группах, что может отражать стабилизацию гемодинамики и улучшение клинического состояния пациентов (Рисунок 26).

Однако, различия между группами на каждом этапе наблюдения статистически недостоверны ($p > 0,05$).

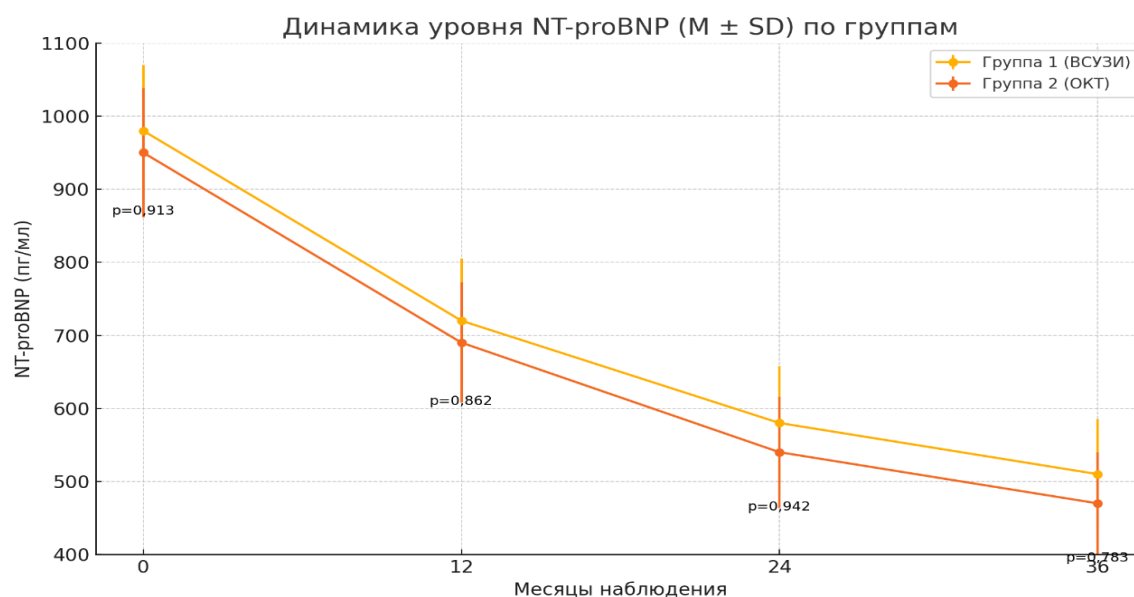


Рисунок 26 – Динамика NT-proBNP, у пациентов с отложенной реваскуляризацией

Выявленное снижение уровня NT-proBNP в обеих группах, вероятнее всего, связано с регулярным мониторингом состояния пациентов в рамках наблюдения и возможностью своевременной коррекции медикаментозной терапии при выявлении признаков ухудшения. Такой клинический подход, основанный на частом контакте с пациентами и динамической оценке параметров ХСН, способствовал улучшению состояния пациента.

3.4. Клинические примеры

Клинический пример 1

Пациент К., 61 год, инженер путей сообщения, поступил на обследование и лечение в Центральную клиническую больницу «РЖД-Медицина» с жалобами на давящие боли в области грудной клетки, возникающие при физической нагрузке (подъеме по лестнице на 3-й этаж), купирующиеся в покое и при приеме нитроглицерина. Длительность болевых эпизодов – до 10 минут. Дополнительно пациент предъявил жалобы на одышку при умеренной физической нагрузке, повышение артериального давления до 160/95 мм рт.ст.

Анамнез заболевания: боли в груди отмечает около 2 месяцев, прогрессирование симптомов — последние 2 недели. Артериальная гипертензия в течение 5 лет, контролируемая, назначенную терапию принимал регулярно. Постоянный прием гипотензивной терапии (амлодипин 5 мг, лозартан 50 мг). Глюкозотолерантный статус – без нарушений.

Сопутствующие заболевания: ХСН 2А (NYHA II), хронический эрозивный гастрит (ремиссия), остеохондроз грудного и шейного отделов позвоночника. ИМТ – 27 кг/м².

Факторы риска: курение в прошлом (стаж 20 лет, бросил 2 года назад, наследственность отягощена по ИБС (отец перенёс инфаркт миокарда в 56 лет).

Данные обследования:

Лабораторные показатели: глюкоза натощак – 5,4 ммоль/л, гликозилированный гемоглобин – 5,5%. Липидный спектр: общий холестерин – 6,0 ммоль/л, липопротеины низкой плотности (ЛПНП) – 3,3 ммоль/л, липопротеины высокой плотности (ЛПВП) – 1,1 ммоль/л, триглицериды – 2,0 ммоль/л. Креатинин в сыворотке крови – 92 мкмоль/л, гемоглобин – 139 г/л.

ЭКГ: ритм синусовый, правильный. ЧСС 73 уд./мин. Электрическая ось сердца в нормальном положении.

ЭхоКГ: Полости сердца не расширены. Диаметр восходящего отдела аорты – 34 мм. Стенки аорты уплотнены. Клапанный аппарат без патологий. Конечный диастолический размер ЛЖ – 4,9 см, конечный систолический размер – 3,0 см. Конечный диастолический объём – 115 мл, конечный систолический объём – 50 мл. ФВ ЛЖ – 45%. Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу – 1,2 см, в систолу – 1,4 см. Толщина задней стенки ЛЖ – 1,1 см. Размер правого предсердия – 3,3 см. Размеры левого предсердия и правого желудочка – в пределах возрастной нормы. Нарушений локальной сократительной способности миокарда не выявлено. Диастолическая функция ЛЖ – по типу замедленной релаксации. Признаков лёгочной гипертензии не обнаружено. Систолическая функция миокарда ЛЖ сохранена.

Фармакологическая стресс-ЭхоКГ с добутамином: проба положительная. Индуцируемая ишемия в зоне передне-перегородочного сегмента миокарда при достижении субмаксимальной нагрузки.

Тест 6-минутной ходьбы: 300 метров

Коронарография: правый тип кровоснабжения миокарда. СЛКА – проходим, средней длины, неровности контуров. ПНА – проходима, устьевой стеноз 60% (бифуркационный стеноз типа 0,1,0 по A.Medina), выраженный кальциноз, далее неровности контуров. ОА – проходима, неровности контуров. ВТК – в проксимальной трети стеноз до 70%, далее неровности контуров. ПКА – типично расположена, проходима, кальцинирована, неровности контуров (Рисунок 27).

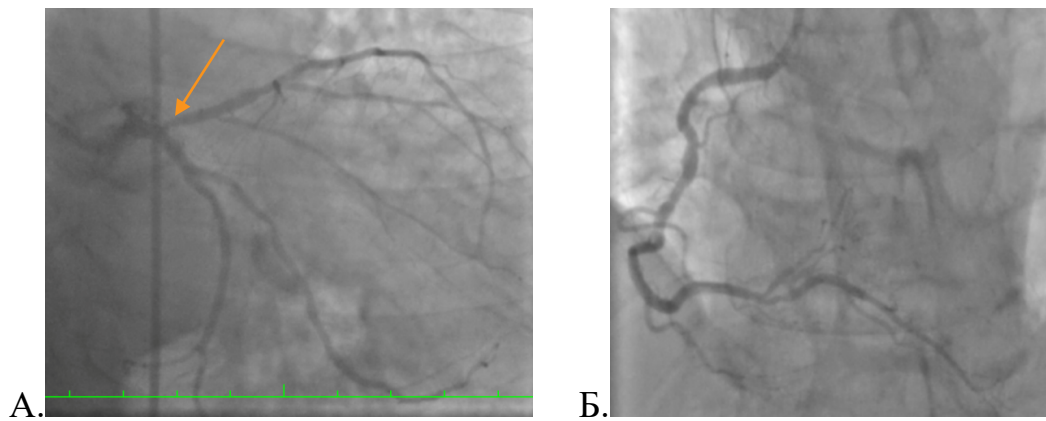


Рисунок 27 – Коронарография. А – ангиограмма левой коронарной артерии: ПНА – устьевой стеноз до 60%. Стеноз указан стрелкой; Б – ангиограмма правой коронарной артерии

Показатель SYNTAX score I составил 12 баллов. Для оценки распространённости атеросклеротического процесса в области бифуркации СЛКА, а также с целью планирования дальнейшей тактики было принято решение выполнить ОКТ. Выполнена оценка терминального отдела СЛКА – МПП в месте максимального сужения $5,3\text{мм}^2$. МПП в устье ПНА в месте максимального сужения $5,1\text{мм}^2$ (Рисунок 28).

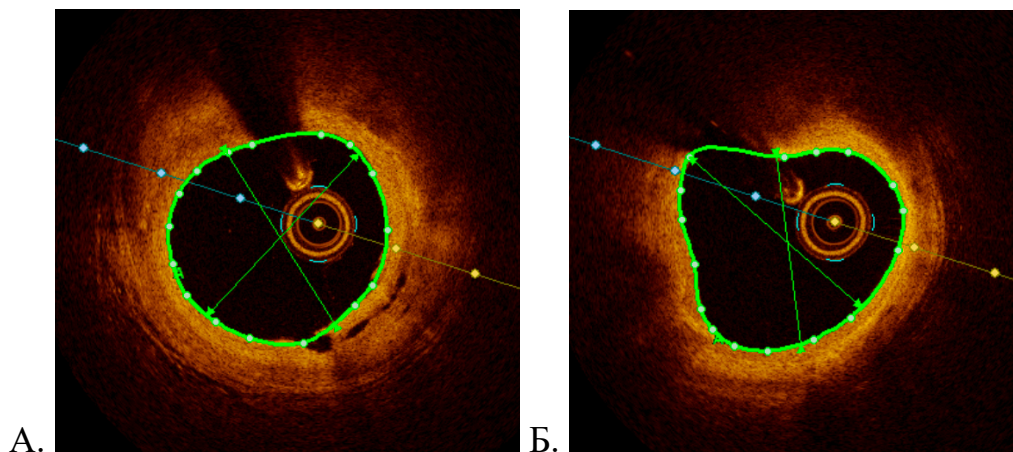


Рисунок 28 – Оптическая когерентная томография. А – МПП терминального отдела СЛКА в месте максимального сужения $5,3\text{мм}^2$; Б – МПП в устье ПНА в месте максимального сужения $5,1\text{мм}^2$

Пациент был обсуждён «Сердечной командой». Принято решение выполнить провизионное Т-стентирование ПНА с выходов в СЛКА. После выполнения ОКТ

показатель SYNTAX score I увеличился до 22 баллов, ввиду распространения бляшки на СЛКА. Тип бифуркационного поражения по A. Medina – 1,1,0.

Определен диаметр сосуда и длина поражения. В проксимальный сегмент ПНА с выходом с СЛКА имплантирован коронарный стент, покрытый сиролимусом – «Ultimaster tansei» 3,5 x 28 мм. Выполнено повторное перекрестное заведение коронарных проводников, баллонная вазодилатация по методике целующихся баллонов, проксимальная оптимизация стента в СЛКА. На серии ангиограмм в устье ОА визуализируется сужение просвета до 50% (Рисунок 29).

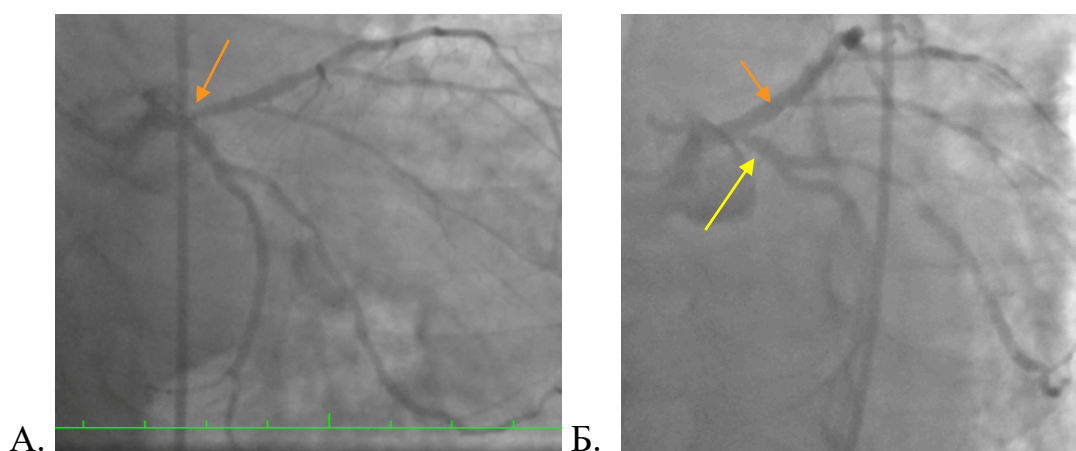


Рисунок 29 – Стентирование устья ПНА с выходом в СЛКА.
А – ангиография до стентирования; Б – финальный результат (провизорное стентирование ПНА с выходом в СЛКА): остаточный стеноз устья ОА – жёлтая стрелка, стент в устье ПНА - оранжевая стрелка

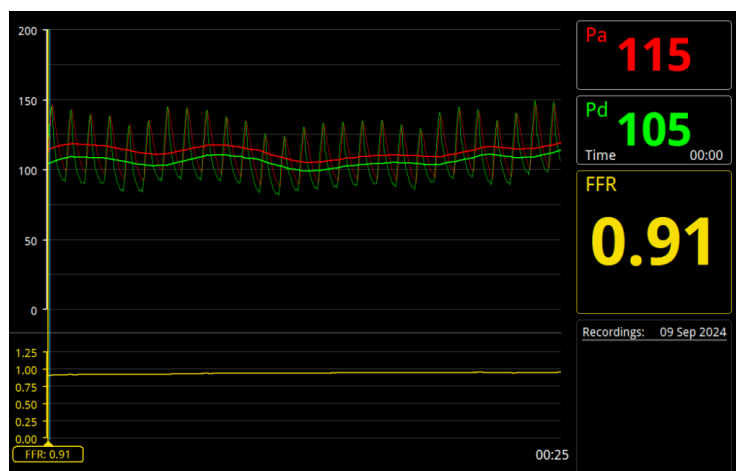


Рисунок 30 – Измерение фракционного резерва кровотока в боковой ветви

Для оценки компрометации устья боковой ветви выполнено измерение ФРК в ОА. Значение ФРК 0,91, что свидетельствует об отсутствии ишемии в бассейне боковой ветви (Рисунок 30). Далее выполнено измерение ФРК в основной ветви, значение ФРК в ПНА 0,87 (Рисунок 31).



Рисунок 31 – Измерение фракционного резерва кровотока в основной (стентированной ветви)

Для оценки оптимальности имплантации стента, выполнено контрольное ОКТ. Визуализирована мальпозиция стента, что объясняется, по всей видимости, выраженным кальцинозом данного сегмента «Рисунок 32».

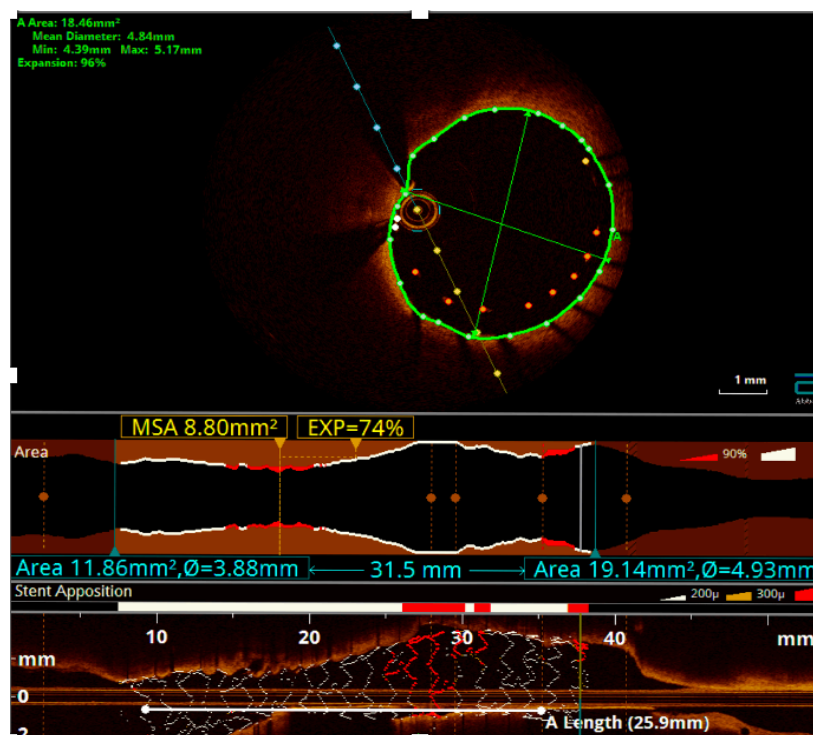


Рисунок 32 – Мальпозиция стента в зоне проксимальной части стента

Ангиографически: рестенозов в зоне ранее имплантированного стента не выявлено – просвет сосуда сохранён, кровоток TIMI III, боковая ветвь без динамики – кровоток TIMI III. По данным ОКТ стент визуализировался в полном объёме, плотно прилегающим к стенке сосуда. Отмечались умеренно выраженные изменения в виде пролиферации интимы, соответствующие ожидаемому ремоделированию в зоне стентирования, без гемодинамически значимых последствий. Минимальная площадь просвета в зоне стента составляла 12,2 мм², что соответствует адекватному раскрытию и сохраняющемуся функциональному эффекту.

Таким образом, комплексное использование современных внутрисосудистых методик – ОКТ и измерения ФРК – позволило не только провести точную анатомо-функциональную оценку поражения и оптимизировать тактику стентирования, но и обеспечить его клиническую эффективность на протяжении всего периода наблюдения.

Клинический пример 2

Пациентка С., 58 лет, проводник поезда дальнего следования, направлена в отделение кардиологии по заключению региональной врачебно-экспертной комиссии для дообследования в связи с выявлением ишемии по данным холтеровского мониторирования ЭКГ, во время прохождения ежегодной диспансеризации сотрудников. Жалоб на боли в грудной клетке не предъявляет. Отмечает эпизоды одышки при физической нагрузке средней интенсивности (например, при длительной ходьбе или подъёме по лестнице). Дискомфорт купируется без приёма медикаментов. Ускоренного сердцебиения, головокружения, обмороков, отёков не отмечает.

Анамнез заболевания: Пациентка регулярно проходит ежегодные профилактические осмотры по месту работы. Одышку отмечает в течение последнего года при физической нагрузке средней интенсивности (например, при длительной ходьбе или подъёме по лестнице). Привычная физическая активность сохранена, но субъективная переносимость уменьшилась. Артериальная

гипертензия – в течение 8 лет, стабильна на фоне регулярной терапии (бисопролол 2,5 мг, индапамид 1,5 мг).

Сопутствующие заболевания: Гипотиреоз на заместительной терапии (L-тироксин 75 мкг/сутки), варикозная болезнь нижних конечностей без трофических нарушений, остеохондроз грудного и шейного отделов позвоночника.

Факторы риска: Наследственность отягощена по артериальной гипертензии. Курение, алкоголь – отрицает.

ИМТ – 34 кг/м² Ожирение I степени, абдоминальный тип.

Данные обследования:

Лабораторные показатели: Глюкоза натощак — 6,6 ммоль/л, Гликированный гемоглобин — 6,31%, Общий холестерин — 6,8 ммоль/л, ЛПНП — 4,5 ммоль/л, ЛПВП — 1,4 ммоль/л, Триглицериды — 2,21 ммоль/л, Креатинин — 88 мкмоль/л.

ЭКГ: синусовый ритм, ЧСС 72 уд/мин; признаки гипертрофии ЛЖ; ишемических изменений не выявлено.

ХМ-ЭКГ: при эпизодах физической нагрузки зарегистрированы транзиторные горизонтальные депрессии сегмента ST до 1 мм в отведениях V2–V4, продолжительностью до 3 минут. Пациентка не предъявляла более в этот момент, отмечалась только умеренная одышка.

ЭхоКГ: размеры камер сердца в пределах нормы. ЛЖ не расширен (конечный диастолический размер – 5,2 см; конечный систолический размер – 3,4 см), фракция выброса — 54%. Локальной гипокинезии не выявлено. Гипертрофия миокарда ЛЖ, утолщение створок митрального клапана без недостаточности. Диастолическая дисфункция I типа. Признаков лёгочной гипертензии нет.

Фармакологическая стресс-ЭхоКГ с добутамином: положительная проба, выявлена индуцируемая ишемия в зоне переднебоковой и нижне-базальной стенки ЛЖ при нагрузке 20 мкг/кг/мин. Регистрация депрессии ST на 1 мм, отсутствие клинических проявлений.

Тест 6-минутной ходьбы: 350 метров

Коронарография: правый тип кровоснабжения миокарда. Ствол левой коронарной артерии – типичное отхождение от аорты, проходим, контуры ровные. ПНА – типично расположена, проходима, неровности контуров на всем протяжении. ОА – типично расположена, проходима, устьевой стеноз до 60% (бифуркационный стеноз типа 0,0,1 по А. Medina), в проксимальном сегменте стеноз 70%, далее неровности контуров. ВТК – проходимы, контуры ровные. ПКА – типично расположена, проходима, контуры ровные (Рисунок 34).

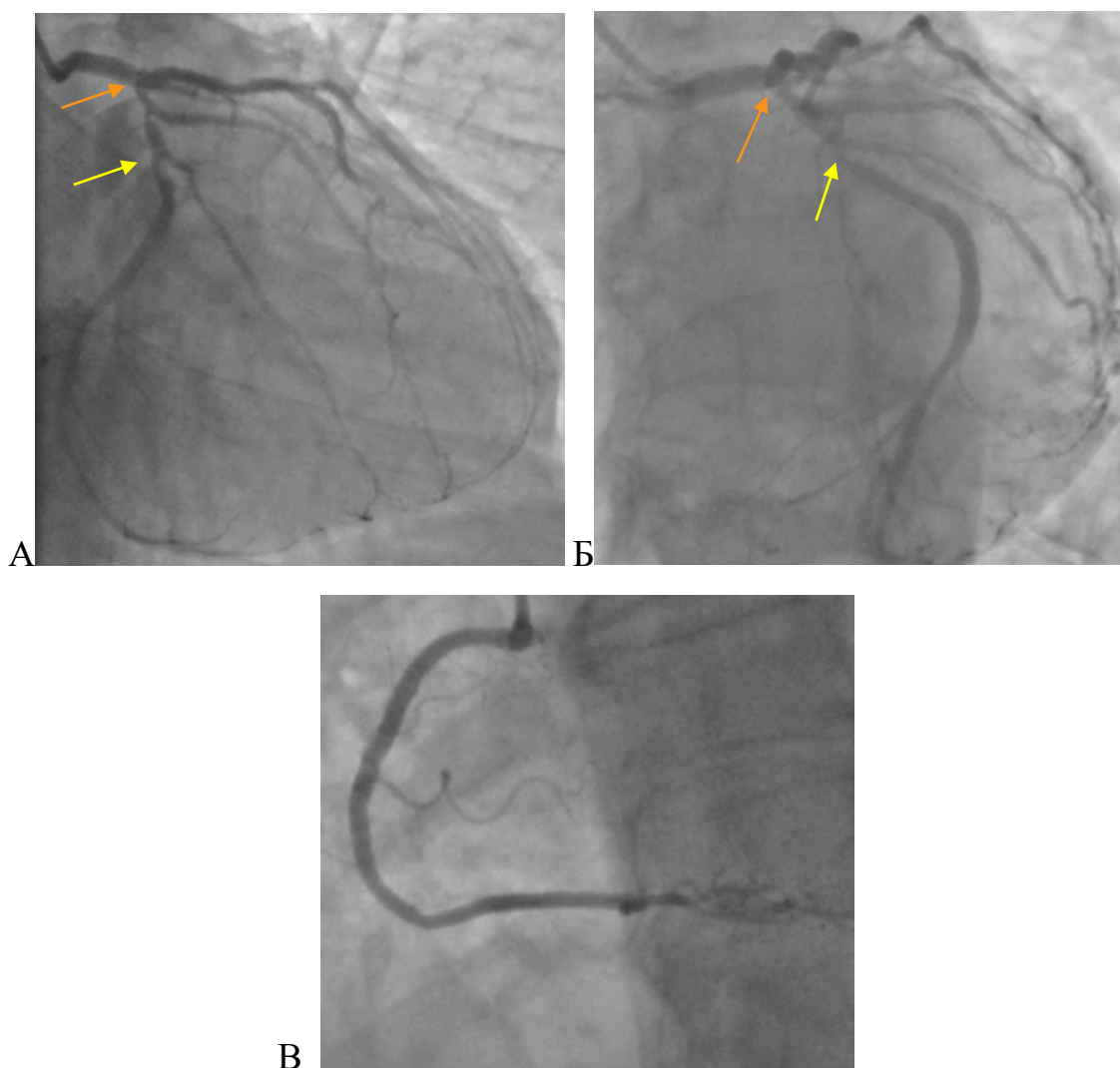


Рисунок 34 – Коронарография. А, Б – ангиограмма левой коронарной артерии: ОА – устьевой стеноз до 60% (обозначен оранжевой стрелкой), стеноз ОА в проксимальном сегменте (указан жёлтой стрелкой). Б – ангиограмма правой коронарной артерии

Показатель SYNTAX score I по результатам данных КАГ составил 12 баллов. Для оценки распространённости атеросклеротического процесса в области бифуркации СЛКА, а также с целью планирования дальнейшей тактики было принято решение выполнить ОКТ.

Выполнена оценка терминального отдела СЛКА – МПП в месте максимального сужения $7,2\text{мм}^2$, МПП в устье ОА в месте максимального сужения $6,73\text{мм}^2$, в проксимальном сегменте ОА в месте максимального сужения $6,2\text{мм}^2$ (Рисунок 35).

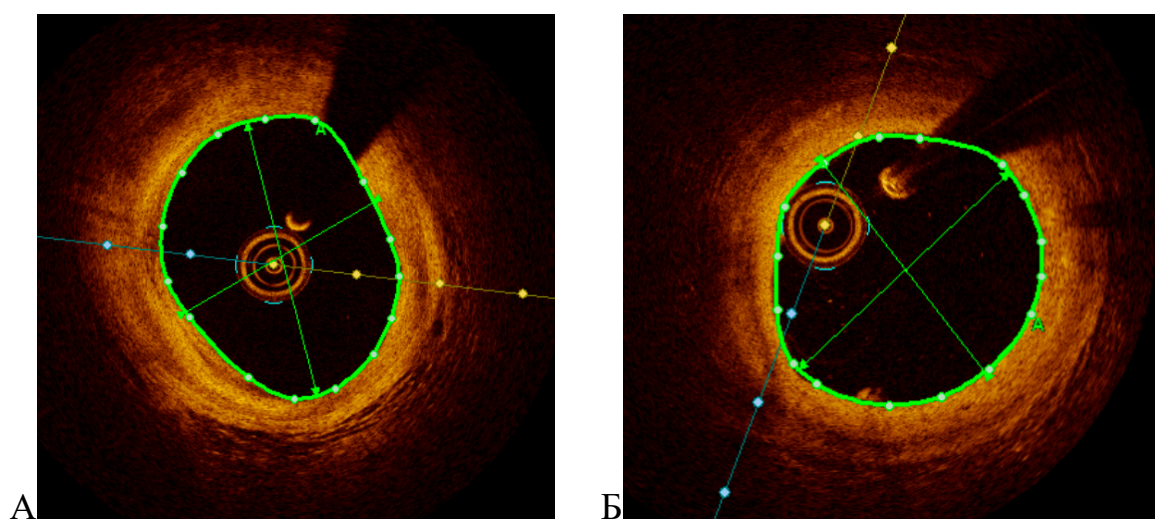


Рисунок 35 – Оптическая когерентная томография. А – МПП терминального отдела СЛКА в месте максимального сужения $7,2\text{мм}^2$; Б – МПП в устье ОА в месте максимального сужения $6,73\text{мм}^2$

Для оценки гемодинамической значимости стеноза в ОА принято выполнить измерение ФРК. Значение ФРК в ПНА – 0,91, значение ФРК в ОА – 0,85 (Рисунок 36).

Пациент был обсуждён консилиумом из кардиолога, сердечно-сосудистого хирурга и врача по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению [32, 39]. Учитывая данные ОКТ, отсутствия гемодинамической значимости стенозов по данным ФРК, принято решение отложить реваскуляризацию и назначить медикаментозную терапию. На фоне проводимой медикаментозной терапии, основанной на решении мультидисциплинарного консилиума, пациентка С. находилась под динамическим наблюдением.

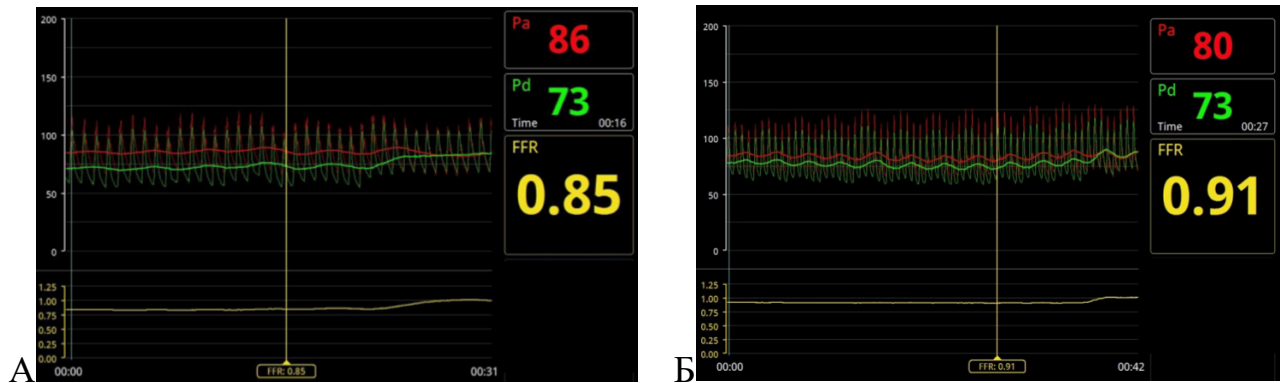


Рисунок 36 – Измерение фракционного резерва кровотока. А – Значение ФРК в ОА. Б – Значение ФРК в ПНА

Через 12 месяцев от момента первичной КАГ пациентка не предъявляла жалоб на стенокардию, отмечала субъективное улучшение переносимости физической нагрузки (более продолжительная ходьба без ощущения одышки). Нагрузочные пробы – отрицательные, данных за ишемию не выявлено. Повторное ЭхоКГ демонстрирует стабильную ФВ ЛЖ – 54%. Данных за нарастание дилатации или диастолической дисфункции не получено. Тест 6-минутной ходьбы: 420 метров. Показатель глюкозы натощак – 6,3, гликозилированного – 6,1%. Пациентке рекомендована консультация эндокринолога для коррекции терапии СД.

К 24 месяцам наблюдения. Пациентка продолжала работать, не предъявляла жалоб при привычной физической активности. Стресс-ЭхоКГ без признаков индуцируемой ишемии. ФВ ЛЖ по данным ЭхоКГ также сохранялась на уровне 54%. В липидном спектре достигнуты целевые уровни ЛПНП <1,8 ммоль/л, гликированный гемоглобин и глюкоза в пределах нормы.

На 36 месяце выполнено контрольное ангиографическое исследование в сочетании с ОКТ и измерением ФРК. КАГ показала отсутствие отрицательной динамики: ранее выявленные стенозы ОА и терминального отдела СЛКА оставались стабильными по локализации и степени (Рисунок 37).

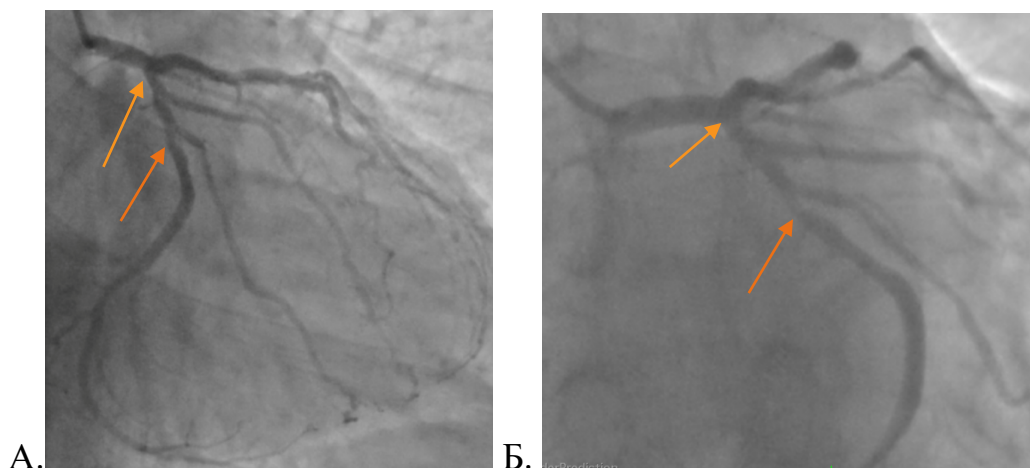


Рисунок 37 – Коронарография. А, Б – Ангиограмма левой коронарной артерии: ОА – устьевой стеноз до 60% (обозначен оранжевой стрелкой), стеноз ОА в проксимальном сегменте (указан синей стрелкой)

По данным ОКТ МПП терминального отдела СЛКА – $7,1\text{мм}^2$, МПП в устье ОА в месте максимального сужения $6,68\text{мм}^2$, в проксимальном сегменте ОА в месте максимального сужения $6,19\text{мм}^2$. Признаков прогрессирования атеросклероза не выявлено (Рисунок 38).

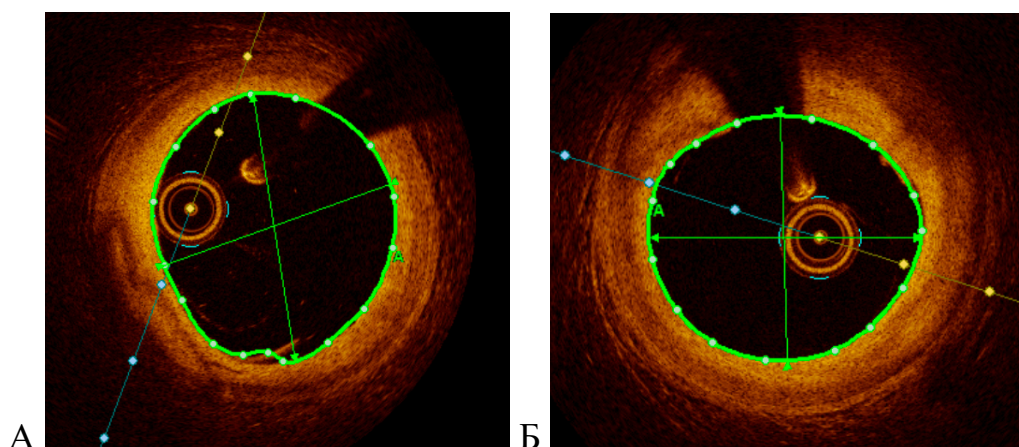


Рисунок 38 – Оптическая когерентная томография. А – МПП терминального отдела СЛКА в месте максимального сужения $7,1\text{мм}^2$; Б – МПП в устье ОА в месте максимального сужения $6,68\text{мм}^2$;

Измерения ФРК подтвердили отсутствие гемодинамически значимого стеноза: ФРК в ПНА составил 0,88, в ОА – 0,84 (Рисунок 39).

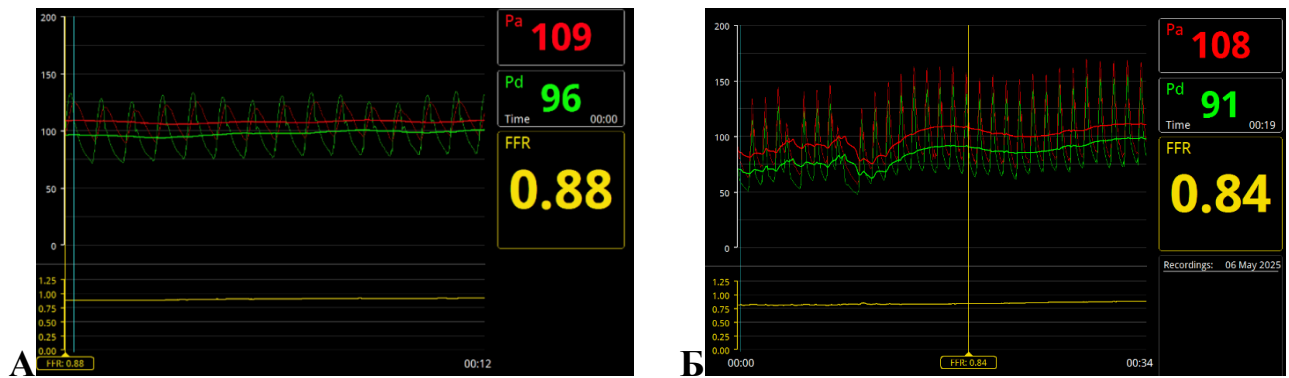


Рисунок 39 – Измерение фракционного резерва кровотока. А – Значение ФРК в ОА. Б – Значение ФРК в ПНА

Пациентка оставалась клинически стабильной, с неизменной ФВ ЛЖ и без признаков ишемии.

Данный клинический пример демонстрирует, что отложенная реваскуляризация, основанная на объективных данных внутрисосудистой визуализации (ОКТ) и физиологической оценки (ФРК) может быть клинически оправданной и безопасной.

В течение трёх лет наблюдения не было зарегистрировано прогрессирования ишемической болезни сердца, ухудшения сократительной функции миокарда или появления новых симптомов.

Это подчёркивает высокую значимость внутрисосудистых методов исследования как инструментов для отсрочки реваскуляризации.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема лечения пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА остаётся актуальной ввиду анатомических и гемодинамических особенностей данного типа поражений, приводящих к высокой частоте технических трудностей и осложнений во время и после выполнения эндоваскулярных вмешательств. Несмотря на многочисленные исследования, ряд важных вопросов остаётся нерешённым: недостаточно изучены сравнительные возможности и ограничения внутрисосудистых методов визуализации (ВСУЗИ и ОКТ), неопределённым является оптимальный порог минимальной площади просвета для безопасной отсрочки реваскуляризации, а также недостаточно изучены долгосрочные исходы у пациентов с отсроченной реваскуляризацией.

В нашем исследовании было выявлено, что ЧКВ под контролем внутрисосудистых методов исследования, таких, как ВСУЗИ, ОКТ и ФРК у пациентов с «ложными» бифуркационными поражениями СЛКА позволяет снизить частоту сердечно – сосудистых осложнений, как во время процедуры, так и в послеоперационном периоде.

Спустя 12-месяцев наблюдения было выявлено, что обе группы (ВСУЗИ и ОКТ) продемонстрировали низкие показатели неблагоприятных событий, без статистически значимых различий между группами, т. е. без отсутствия преимуществ той или иной применяемой модальности для повышения эффективности ЧКВ. Частота рестеноза основной (стентированной) ветви составила 2,0% для ВСУЗИ и 4,8% для ОКТ, а реваскуляризация целевого поражения потребовалось только в 1 группе (под контролем ВСУЗИ) и составила 2,4% ($p > 0,05$ для обоих показателей). Несмотря на лучшие результаты ЧКВ под контролем ОКТ, различия не достигли статистической значимости из-за малого объема выборки.

По прошествии 24 и 36 месяцев наблюдения кумулятивные показатели исходов оставались сопоставимыми: через 3 года общая частота неблагоприятных

кардиальных событий составила 22,0% в группе ВСУЗИ и 16,7% в группе ОКТ ($p=0,280$).

Полученные данные согласуются с результатами крупных мета-анализов. Так, например, в исследовании D. Giasoppo et al. (2024), где были проанализированы данные 24 рандомизированных исследований, включивших 15 489 пациентов. При сравнении ОКТ и ВСУЗИ достоверных различий между методиками и их влиянию на отдаленные результаты не выявлено ($OR \approx 1,21$; 95 % ДИ 0,88–1,66). Частота инфаркта миокарда, тромбоза стента, кардиальной смерти и повторных реваскуляризаций вне целевого сосуда была сопоставимой между всеми методами визуализации. Однако, при сравнении каждой из методик с ЧКВ под ангиографическим контролем, реваскуляризация под контролем ВСУЗИ продемонстрировала значимое снижение частоты реваскуляризации целевого поражения ($OR \approx 0,69$; 95 % ДИ 0,54–0,87). В свою очередь реваскуляризация под контролем ОКТ в сравнении с ЧКВ под ангиографическим контролем несмотря на тенденцию к лучшим результатам, не достигла статистической значимости ($OR \approx 0,83$; 95 % ДИ 0,63–1,09) [55].

Абсолютные показатели нежелательных событий были крайне низкими в обеих группах, что отражает эффективность внутрисосудистой визуализации в оптимизации результатов ЧКВ. Эти данные согласуются с современными представлениями о том, что применение внутрисосудистых методов визуализации улучшает качество установки стентов и прогноз пациентов по сравнению с ЧКВ под ангиографическим контролем без дополнительной визуализации, что позволяет рассматривать методики как равноценные для оптимизации эндоваскулярных вмешательств [55, 89, 90].

Важно отметить, что существуют работы, где ОКТ имеет некоторое преимущество. Так, например, в работе D. Chamié et al. (2021) показано преимущество ОКТ в оптимизации стентирования, что позволяет избежать большего количества мальпозиций стента, а также достичь большей минимальной площади стента в сравнении с ВСУЗИ ($p < 0,05$). Однако, различия в клинических

исходах между методиками были не значимыми, что еще раз подтверждает их сопоставимость в практическом применении [100].

Относительно конечных точек, в представленной работе мы отметили тенденцию худших результатов у пациентов ВСУЗИ в сравнении с ОКТ. Несколько лучшие результаты группы ОКТ, как в нашем, так и в представленных работах, обусловлены большей разрешающей способностью методики, а также более качественной детализацией изображения. Однако, говоря о преимуществах ОКТ, важно помнить о том, что при большом диаметре артерии могут возникать трудности с получением качественного изображения ввиду возможных технических сложностей с очисткой просвета сосуда от эритроцитов. В таких ситуациях применение ВСУЗИ наиболее предпочтительно.

Большинство крупных исследований, как мы уже говорили ранее, исключало из анализа пациентов поражениями СЛКА. При этом, даже небольшие исследования, включавшие только атеросклеротическое поражение СЛКА, такие, например, как OCTIVUS также демонстрируют сопоставимые результаты для обеих методик по первичным конечным точкам. Тем не менее, было выявлено, что число процедурных осложнений во время ЧКВ под контролем ВСУЗИ было ниже и составило 1,7%, под контролем ОКТ – 3,4% ($p=0,03$) [66]. Данное исследование не подразумевало разделение пациентов по классификации A. Medina, поэтому делать выводы об использовании методик ВСУ у пациентов с «ложными» бифуркациями СЛКА не представлялось возможным.

В нашем исследовании частота мальпозиции была схожей в обеих группах и составила 12,9 и 17,8% соответственно группе ВСУЗИ и ОКТ, недораскрытие стента – 13 и 15,6% соответственно ($p = 0.776$). Кроме того, считается, что ОКТ более чувствительна к выявлению краевой диссекции, однако, по нашим данным ВСУЗИ не уступало данной методике и также не показало достоверных различий среди пациентов 1 и 2 группы и составил 7,4% и 6,6% соответственно ($p=0,448$).

В исследовании OCTOVER, посвященном сравнению ЧКВ под контролем ОКТ и ЧКВ под ангиографическим контролем, выявлена тенденция к снижению частоты повторной реваскуляризации в группе ОКТ (14% против 19% через 2 года),

хотя различие не достигло статистической значимости (ОР 0,79; 95% ДИ 0,40–1,51) [122]. Примечательно, что OCTOBER – единственное из аналогичных исследований, стратифицировавшее поражения СЛКА по классификации А. Medina, однако, из анализа были исключены поражения типа 0,0,1 (изолированные стенозы устья огибающей артерии), относящиеся к категории «ложных» бифуркаций. Таким образом, прямые доказательства эффективности методов визуализации при «ложных» бифуркационных поражениях СЛКА в предыдущих исследованиях были ограничены – этот пробел частично восполняют данные нашей работы.

На сегодняшний день, согласно международным клиническим рекомендациям, ведущую роль в отсрочке реваскуляризации у пациентов с пограничными стенозами занимает измерение ФРК. Результаты исследования ISCHEMIA и ORBITA демонстрируют, что стратегия отсроченного вмешательства в сочетании с медикаментозной терапией может привести к одинаковым результатам в отношении кардиальной смертности и ИМ по сравнению с ранней инвазивной тактикой при умеренной и тяжелой ишемии [4, 15, 108, 111].

Существуют исследования, демонстрирующие, что такие решения могут приниматься и на основе результатов внутрисосудистых визуализирующих методик после измерения МПП. Так, в исследовании J.M. de la Torre Hernandez et al. (2011) говорится о том, что у пациентов с поражением СЛКА и МПП >6 мм² через 2 года исходы оперированной группы были сопоставимы с исходами тех, кому ЧКВ не выполнялось, что указывает на возможность безопасно отложить реваскуляризацию при данном значении МПП [120].

Исследования отложенной реваскуляризации на основе данных внутрисосудистых визуализирующих методик у пациентов с поражениями СЛКА ограничены. Наиболее известное из исследований – LITRO. Его результаты демонстрируют хорошую прогностическую ценность ВСУЗИ для отсрочки вмешательства и малое количество неблагоприятных исходов у пациентов с МПП >6 мм². При этом, в ряде работ, включая LITRO, «ложные» бифуркационные стенозы СЛКА были исключены,

что ограничивает применение визуализирующих методик в решении вопроса о возможности отсрочить реваскуляризацию у пациентов данной группы [120].

Согласно данным консенсуса по внутрисосудистой визуализации, у пациентов с поражением СЛКА и МПП $>6 \text{ мм}^2$ можно ЧКВ можно отложить, а при МПП $4,5\text{--}6 \text{ мм}^2$ необходимо дополнить исследование оценкой внутрикоронарной физиологии, для подтверждения отсутствия ишемии [50]. Несмотря на существующие работы, данные алгоритмы отражены только в консенсусных документах и не упоминаются в клинических рекомендациях.

Также важно отметить, что пороговые значения МПП были определены в исследованиях на основе ВСУЗИ и должны с осторожностью экстраполироваться на ОКТ. На сегодняшний день исследований, подтверждающих безопасность отложенной стратегии по данным ОКТ при значении МПП $>6 \text{ мм}^2$, нет.

Результаты нашей работы свидетельствуют о сопоставимой 100%-й выживаемости в обеих группах на протяжении трёх лет, а схожие показатели частоты ИМ и повторной реваскуляризации целевого поражения, указывают на то, что ни один из подходов (ВСУЗИ или ОКТ) не даёт существенного преимущества перед другим с точки зрения долгосрочной безопасности и эффективности. Оба метода обеспечивают надёжный контроль качества имплантированного стента и позволяют своевременно выявлять возникающие проблемы.

У пациентов обеих подгрупп отложенной реваскуляризации отсутствуют статистически значимые различия в динамике ФК ХСН и ФК стенокардии в обеих группах ($p = 0,156$ и $p = 0,171$ для ХСН; $p = 0,597$ и $p = 0,504$ для стенокардии), что свидетельствует о высокой чувствительности применяемых внутрисосудистых модальностей в определении гемодинамической значимости поражения, а также эффективности применяемой медикаментозной терапии и регулярным динамически наблюдением за пациентами, позволяющим в случае ухудшения самочувствия, своевременно госпитализировать пациента и при необходимости выполнить хирургическое вмешательство.

Наиболее частой причиной развития неблагоприятных событий является рестеноз устья боковой ветви. Снизить риск возникновения рестеноза боковой

ветви позволяет методика провизионного стентирования. Она, в свою очередь, в отличие от двухстентовой стратегии, за счёт меньшей металлизации карины и устья боковой ветви обеспечивает более физиологичный поток крови в артерии [40, 134].

Согласно данным 17-го консенсуса Европейского бифуркационного клуба, всем пациентам в нашем исследовании, подвергшимся реваскуляризации, первично выполнялась провизионная, одностентовая стратегия стентирования [131]. Частота перехода к двухстентовой стратегии была довольно низкой и составила 4,35 и 3,26% для 1 и 2 групп соответственно, ($p=0,786$). Низкой частоты перехода к двухстентовой стратегии удалось добиться благодаря измерению ФРК в боковой ветви, так как это позволило избежать имплантации второго стента без необходимости.

Одним из ключевых компонентов современной стратегии реваскуляризации становится определение ФРК после стентирования. В представленном исследовании применение ФРК после ЧКВ не только позволило избежать имплантации дополнительного стента, но и оценить эффективность вмешательства и скорректировать тактику, если это необходимо.

Как показано в ряде проспективных и рандомизированных исследований, низкие значения ФРК (менее 0,90) после выполнения ЧКВ достоверно ассоциированы с повышенным риском неблагоприятных клинических исходов, включая ИМ, рестеноз и кардиальную смерть [48, 69]. В частности, в исследовании TARGET-FFR было установлено, что у пациентов с постпроцедурным значением ФРК $<0,9$ прогноз в отдалённом периоде был существенно хуже, несмотря на технически успешное проведение вмешательства [115].

В настоящей работе использован аналогичный порог, что подтверждает адекватность применённой стратегии. Более того, использование ФРК в комплексе с внутрисосудистой визуализацией позволяет своевременно принимать корректирующие меры – выполнять постдилатацию, оптимизировать позицию стента или отказаться от имплантации дополнительного стента, если гемодинамическая значимость стеноза не подтверждается, что также согласуется с результатами Российских и зарубежных авторов [21, 24, 118].

Так например, полученные данные находят подтверждение и в мета-анализе Carlos Collet et al. (2023), где было показано, что при поражении передней нисходящей артерии (ПНА) достижение ФРК $>0,87$, при этом, при поражении огибающей артерии (ОА) – значение ФРК $>0,91$ ассоциируется со снижением риска неблагоприятных событий [69].

Результаты настоящей работы также демонстрируют высокую прогностическую ценность постпроцедурного ФРК. У пациентов достижение определенного «порогового» значения индекса ФРК в стентированных артериях ассоциировано с лучшими клиническими исходами и меньшей частотой сердечно-сосудистых осложнений в отдалённом периоде. Так, например, значения ФРК $<0,89$ в ПНА, достоверно увеличивают риск развития кардиальных осложнений в 7,7 раз (95% ДИ: 2,666–22,083).

Если говорить об анализе значения ФРК в основной артерии, то при показателях ФРК $< 0,91$ мы наблюдаем увеличение риска развития кардиальных осложнений в 2,54 раза (95% ДИ: 0,788–8,194), вероятности наступления летального исхода – в 1,76 раза (95% ДИ: 0,171–18,184), частоты ИМ – в 1,53 раза (95% ДИ: 0,287–8,249), тромбоза стента – в 2,67 раз (95% ДИ: 0,227–31,583).

Однако, важно сказать, что из-за широких доверительных интервалов эти показатели не достигли статистической значимости, в связи с чем мы можем говорить только о тенденции к увеличению риска осложнений при достижении данного порога.

Отсутствие статистической значимости полученных данных, несмотря на выраженные тенденции к росту риска возникновения неблагоприятных событий при ФРК $< 0,91$, объясняется ограниченным объемом выборки. Небольшое число наблюдений снижает мощность анализа и не позволяет достоверно подтвердить выявленные ассоциации. Для уточнения прогностической значимости данного порогового значения и подтверждения выявленных тенденций необходимо проведение исследований с большей выборкой.

Следует отметить, что ни один из методов визуализации, включая ОКТ и ВСУЗИ, не может в полной мере оценить функциональную значимость поражения,

в особенности, компретацию боковой ветви. Именно в этой клинической ситуации ФРК выполняет роль объективного функционального маркера, позволяя предотвратить «слепые» решения, основанные только на морфологии.

Несмотря на очевидные преимущества, вопрос о необходимости рутинного применения ФРК после ЧКВ до сих пор остаётся открытым. Так, в исследовании FFR REACT не удалось подтвердить достоверного улучшения прогноза у пациентов с исходно низкими значениями ФРК после коррекции значений выше 0,90, что указывает на многофакторность влияния остаточной ишемии на исходы [62]. Это подчёркивает необходимость индивидуального подхода, при котором ФРК следует рассматривать, как часть комплексной клинической оценки, а не как единственный ориентир.

Одним из ключевых достоинств настоящего исследования является продолжительный период наблюдения, составивший 36 месяцев. Большинство сопоставимых работ, таких, как ILUMIEN III и OCTIVUS, ограничивались 12–24 месяцами, что позволяло оценить преимущественно ближайшие и среднесрочные исходы [99, 100, 103].

Трёхлетнее наблюдение предоставляет возможность анализа устойчивости достигнутой реваскуляризации, поздних рестенозов, тромбозов стентов и динамики функционального состояния пациента в отдалённой перспективе. Это особенно важно для пациентов с «ложными» бифуркационными поражениями СЛКА.

Кроме того, следует подчеркнуть высокую клиническую значимость полученных данных. Внутрисосудистые методы исследования, использованные в работе – ОКТ, ВСУЗИ и ФРК – являются доступными в большинстве операционных, а подход к анализу и лечению пациентов соответствует рекомендациям Европейского общества кардиологов (ESC) и Европейского бифуркационного клуба (EBC) [39, 78, 110, 136]. Благодаря этому, выводы и алгоритмы, предложенные в исследовании, могут быть внедрены в рутинную практику без необходимости кардинальных изменений в техническом обеспечении или кадровом составе отделений.

Таким образом, результаты, полученные в ходе нашего исследования, демонстрируют равную способность ВСУЗИ и ОКТ определять распространённость атеросклеротической бляшки, а также решать вопрос о необходимости имплантации стента. Кроме того, оба метода помогли обеспечить идентичное качество имплантации стентов. При МПП дистального ствола $\geq 6 \text{ мм}^2$, определённой любой из визуализационных технологий, вмешательство можно было безопасно отложить. За три года наблюдения в обеих группах зафиксирована 100%-я выживаемость без статистически значимых различий по частоте инфарктов миокарда, рестенозов и повторных реваскуляризаций, что подтверждает клиническую приемлемость консервативной тактики при достаточном просвете сосуда.

У пациентов после стентирования отдалённые результаты через 12, 24 и 36 месяцев не различались между группами: частота крупных сердечно-сосудистых осложнений оставалась ниже 21 % и ни по одному временному срезу не достигала статистической разницы, демонстрируя эквивалентное влияние ВСУЗИ и ОКТ на отдалённый прогноз.

ФРК показал достоверно высокую прогностическую ценность на постпроцедурном этапе при значении $> 0,89$ в ПНА. ФРК менее $0,89$ в ПНА достоверно ассоциировался с риском возникновения больших сердечно-сосудистых событий, подчёркивая необходимость достижения указанного порога для оптимизации конечного результата. Рутинное измерение ФРК в боковой ветви позволило значительно сократить частоту неблагоприятных исходов: общая доля кардиальных осложнений снизилась с 26,1 % до 13,0 % ($p=0,037$), а необходимость перехода к двухстентовой стратегии – с 6,06 % до 1,01 % ($p=0,043$).

Полученные данные демонстрируют, что ВСУЗИ и ОКТ равнозначно эффективны для анатомической стратификации «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА и контроля качества стентирования, а интеграция функциональной оценки ФРК позволяет безопасно откладывать реваскуляризацию при МПП $\geq 6 \text{ мм}^2$ и существенно улучшать отдалённый прогноз после провизионного Т-стентирования.

ВЫВОДЫ

1. Внутрисосудистые методы визуализации (ВСУЗИ и ОКТ) обладают высокой чувствительностью, независимо от используемого метода, в оценке распространенности атеросклеротической бляшки в терминальном отделе СЛКА и определении показаний к стентированию у больных с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА.

2. Исходы эндоваскулярного лечения больных с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА были сопоставимы по частоте больших сердечно – сосудистых осложнений, как при применении ВСУЗИ, так и ОКТ во время ЧКВ – 22,0% против 16,7% ($p=0,280$). При этом частота осложнений имела тенденцию к увеличению к третьему году наблюдения, преимущественно за счет прогрессирования атеросклероза в нецелевых сосудах.

3. Пациенты с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, которым согласно данным ВСУЗИ или ОКТ операция не выполнялась, имели сопоставимые показатели больших сердечно – сосудистых осложнений (8,2 и 4,2% соответственно; $p=0,583$) при наблюдении в течение 3-х лет, независимо от применяемого метода, что показывает высокую прогностическую значимость внутрисосудистой визуализации в предотвращении необоснованной реваскуляризации.

4. Функциональная оценка состояния боковой ветви после провизионного Т-стентирования «ложных» бифуркационных стенозов СЛКА позволяет снизить частоту кардиальных осложнений в 2 раза, по сравнению с группой, где ФРК не определялся (13,0 против 26,1% соответственно; $p = 0,0378$). Значении ФРК $<0,89$ в ПНА, достоверно увеличивается риск развития кардиальных осложнений в 7,7 раз (95% ДИ: 2,666–22,083).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Эндоваскулярное лечение пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии следует проводить под контролем внутрисосудистой визуализации, выбрав при этом любую доступную методику в зависимости от предпочтений оператора или доступности, так как обе методики обладают сопоставимой эффективностью.

2. ОКТ и ВСУЗИ равнозначно рекомендованы для рутинного предоперационного планирования у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА, так как позволяют с одинаковой точностью оценить распространённость атеросклеротической бляшки и принять решение о необходимости стентирования.

3. При отсутствии гемодинамически значимого поражения терминального отдела СЛКА ($\text{МПП} \geq 6 \text{ мм}^2$) по данным ВСУЗИ или ОКТ, возможно безопасно отложить реваскуляризацию, ограничиваясь медикаментозной терапией и динамическим наблюдением.

4. Провизионное Т-стентирование под контролем внутрисосудистых методов исследования (ВУЗИ, ОКТ, ФРК) является безопасной техникой для пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА.

5. После выполнения провизионного стентирования рекомендовано рутинно выполнять измерение ФРК в боковой ветви у пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами СЛКА.

6. Критический диагностический порог ФРК после ЧКВ для передней нисходящей артерии – $< 0,89$. Значения ниже порога ассоциируются со статистически значимым увеличением относительного риска крупных сердечно-сосудистых событий.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АКШ – аортокоронарное шунтирование

ВСВ – внутрисосудистая визуализация

ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование

ИБС – ишемическая болезнь сердца

ИМ – инфаркт миокарда

ИМТ – индекс массы тела

КА – коронарная артерия

КАГ – Коронароангиография

ЛЖ – левый желудочек

ЛПВП – липопротеины высокой плотности

ЛПНП – липопротеины низкой плотности

МПП – минимальная площадь просвета

НГИ – негиперемический индекс

ОА – огибающая артерия

ОКТ – оптическая когерентная томография

ПНА – передняя нисходящая артерия

СЛКА – ствол левой коронарной артерии

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка

ФК – функциональный класс

ФРК – фракционный резерв кровотока

ХОКА – хроническая окклюзия коронарной артерии

ЦС – целевой сосуд

ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство

ЧСС – частота сердечных сокращений

ЧУЗ – частное учреждение здравоохранения

ЭКГ – электрокардиография

ЭхоКГ – эхокардиография

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алесян, Б.Г. Рентгенэндосасуляная хирургия. Национальное руководство / Б.Г. Алесян; под ред. академика РАН Б.Г. Алесяна. – М.: Литтерра, 2024. – Т.5, глава 3, 5-6, 19, 40. – С. 113-407. – Текст : непосредственный.
2. Алесян, Б.Г. Рентгенэндосасуляная хирургия. Национальное руководство / Б.Г. Алесян; под ред. академика РАН Б.Г. Алесяна. – М.: Литтерра, 2017. – Т. 2, глава 19. – С. 342. – Текст : непосредственный.
3. Алесян, Б.Г. Роль современных рентгенэндосасуляных инновационных технологий в изменении стратегии лечения ишемической болезни сердца (обзор литературы) / Б.Г. Алесян, Н.Н. Мелешенко, В.В. Атрошенко. – Текст : непосредственный // Вестник РАМН. – 2025. – Т. 80, № 2. – С. 121–130. doi:<https://doi.org/10.15690/vramn17976>.
4. Берштейн, Л.Л. Целесообразность реваскуляризации для улучшения прогноза при стабильной ишемической болезни сердца после исследования ISCHEMIA / Л.Л. Берштейн, Е.В. Збышевская, В.Е. Гумерова. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2020. – Т. 25, №8. – С. 117-124.
5. Бифуркационные поражения коронарного русла: современные техники эндосасулярного лечения / Т.К. Эралиев, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, О.В. Крестьянинов. – Текст : непосредственный // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 38–49.
6. Варианты анатомии и особенности атеросклеротического поражения бифуркаций коронарных артерий / Р.Е. Калинин, И.А. Сучков, А.В. Карпов, И.Н. Шанаев. – Текст : непосредственный // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 25-34. – DOI 10.23888/HMJ202412125-34.
7. Влияние оценки фракционного и моментального резерва кровотока на клинические исходы чрескожного коронарного вмешательства: систематический обзор, метаанализ и анализ методом метарегрессии / Е.З. Голухова, К.В. Петросян, А.В. Абросимов [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 1S. – С. 5325.

8. Влияние соотношения диаметров имплантированного стента и артерии на компретацию ветвей, составляющих бифуркацию / Р.С. Поляков, С.А. Абугов, М.В. Пурецкий [и др.]. – Текст : непосредственный // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2012. – Т. 5, № 1. – С. 23–27.
9. Внутрисосудистые методы визуализации: интервенционное лечение пациентов с ишемической болезнью сердца на современном этапе / А.В. Созыкин, А.Э. Никитин, А.В. Шлыков [и др.]. – Текст : непосредственный // Эндоваскулярная хирургия. – 2018. – Т. 5, № 3. – С. 335–45. DOI: 10.24183/2409-4080-2018-5-3-335-345.
10. Возможности применения оптической когерентной томографии в повседневной клинической практике (обзор литературы) / И.В. Суслов, С.Е. Пекарский, А.Е. Баев [и др.]. – Текст : непосредственный // Сибирский Журнал Клинической И Экспериментальной Медицины. – 2024. – Т. 39, № 2. – С. 58–68.
11. Выполнение стандартной трансторакальной эхокардиографии : методические рекомендации 2024 / С.Т. Мацкеплишвили, М.А. Саидова, М.Ю. Мироненко [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2025. – Т. 30, № 2. – С. 6271. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2025-6271>.
12. Григорьев, В.С. Анатомическая шкала оценки риска SYNTAX Score – инструмент определения тяжести поражения коронарного русла и прогнозирования исходов эндоваскулярных вмешательств / В.С. Григорьев, К.В. Петросян, А.В. Абросимов. – Текст : непосредственный // Креативная кардиология. – 2019. – Т. 13, № 2. – С. 159-172.
13. Ермолаев, П.А. Оптическая когерентная томография при пограничных поражениях коронарных артерий / П.А. Ермолаев, Т.П. Храмых, А.С. Вяльцин. – Текст : непосредственный // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2019. – Т. 23, № 3. – С. 47-56.
14. Использование Метода Моментального Резерва Кровотока В Сравнении С Фракционным Резервом Кровотока При Оценке Физиологической Значимости Пограничных Коронарных Стенозов / Ю.Г. Матчин, В.В. Грамович, Д.И.

- Даренский [и др.]. – Текст : непосредственный // Кардиологический Вестник. – 2015. – Т. 10, № 1. – С. 38–43.
15. Канорский, С.Г. Лечение стабильной ишемической болезни сердца: имеет ли коронарное стентирование превосходство над медикаментозной терапией? / С.Г. Канорский, Н.В. Смоленская. – Текст : непосредственный // Кубанский научный медицинский вестник. – 2019. – Т. 26, № 1. – С. 196-208.
16. Клинические аспекты применения оптической когерентной томографии для диагностики коронарных артерий / В.В. Демин, Д.В. Демин, Е.В. Сероштанов [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. – 2016. – №44. – С. 42-57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskie-aspekty-primeneniya->
17. Логинова, С.К. Эффективность применения внутрисосудистых методов исследования при лечении пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии: результаты 12-месячного наблюдения / С.К. Логинова, Г.Р. Дечев, Д.А. Максимкин. – Текст : непосредственный // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. – 2025. – №4. – С. 228-240.
18. Максимкин, Д.А. Проблемы эндоваскулярного лечения пациентов с «ложными» бифуркационными стенозами ствола левой коронарной артерии / Д.А. Максимкин, С.К. Логинова, Ш.Ш. Фатуллоева. – Текст : непосредственный // Инновационная медицина Кубани. – 2024. – Т.0, № 3. – С. 104–110.
19. Максимкин, Д.А. Отдаленные результаты чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с диффузным и многососудистым поражением коронарных артерий / Д.А. Максимкин, Ж.М. Боливоги, З.Х. Шугушев [и др.] // Комплексные проблемы сердечно – сосудистых заболеваний. – 2022. – Т. 11. – № 2. – С. 13-20.
20. Мустафина, И. А. Оптическая когерентная томография в диагностике ишемической болезни сердца / И. А. Мустафина, Н. Ш. Загидуллин, В. Ш. Ишметов — Текст : непосредственный // Креативная хирургия и онкология. — 2017. — № 1. — С. 54–57.

21. Оптимизация результатов стентирования бифуркационных поражений коронарных артерий с применением внутрисосудистых методов диагностики: оптический когерентный томограф и фракционный резерв кровотока / М.М. Зуфаров, Ж.О. Анваров, Н.К. Махкамов, М.М. Умаров. – Текст : непосредственный // Кардиология в Беларуси. – 2022. – Т. 14, № 4. – С. 469-481. – DOI 10.34883/PI.2022.14.4.009.
22. Особенности локальной гемодинамики и формирования атеросклеротического поражения в бифуркациях коронарных артерий / Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, Т.К. Эралиев, О.В. Крестьянинов. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2020. – №5. – С.106-113.
23. Первова, Е.В. Современные методы амбулаторного мониторингирования электрокардиограммы. Технические аспекты / Е.В. Первова. – Текст : непосредственный // Клиницист. – 2017. – Т. 11, № 1. – С.16-28. DOI:10.17650/1818-8338-2016-10-4-16-28.
24. Применение внутрисосудистых методов диагностики при бифуркационных поражениях коронарного русла / В. А. Иванов, С. А. Белякин, А. В. Иванов [и др.] // Международный журнал интервенционной кардиоангиологии. – 2013. – № 33. – С. 42–47.
25. Применение Методов Внутрисосудистой Физиологии В Клинической Практике: Двухлетние Данные Российского Регистра / В.В. Демин, А.М. Бабунашвили, Т.В. Кислухин [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский Кардиологический Журнал. – 2024. – Т. 29, № 2. – С. 57–64.
26. Результаты чрескожных коронарных вмешательств и коронарного шунтирования у пациентов с многососудистым поражением с вовлечением ствола левой коронарной артерии / С.А. Абугов, И.В. Жбанов, Г.В. Марданян [и др.]. – Текст : непосредственный // Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия. – 2020. – Т. 13, № 6. – С. 474 - 480.
27. Рентгенэндоваскулярная диагностика и лечение заболеваний сердца и сосудов в Российской Федерации – 2023 / Б.Г. Алекян, А.М. Григорьян, А.В.

Стаферов, Н.Г. Карапетян. – Текст : непосредственный // Эндоваскулярная Хирургия. – 2024. – Т. 11, № (Специальный выпуск). – С. S5-S300.

28. Роль внутрисосудистых методов исследования при выполнении чрескожного коронарного вмешательства у пациентов с бифуркационным поражением ствола левой коронарной артерии / С.К. Логинова, Ш.Ш. Фатуллоева, Г.Р. Дечев, Д.А. Максимкин. – Текст : непосредственный // Инновационная медицина Кубани. – 2025. – Т. 10, № 1. – С. 119–127.

29. Сахарный диабет 2 типа у взрослых. Клинические рекомендации / Общественная организация «Российская ассоциация эндокринологов». – Москва, 2022. – 225 с. – Текст : непосредственный.

30. Согласительный Документ Экспертной Группы Российского Научного Общества Интервенционных Кардиоангиологов / А.М. Бабунашвили, А.В. Азаров, В.Н. Ардеев [и др.]. – Текст : непосредственный // Международный Журнал Интервенционной Кардиоангиологии. – 2023. – № 74. – С. 9–51.

31. Сокращённый протокол ультразвукового дуплексного сканирования сонных артерий: возможности клинического применения / Т.В. Балахонова, О.А. Погорелова, М.И. Трипотень, [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2019. – Т. 24, № 5. – С. 62–68. – DOI: 10.15829/1560-4071-2019-5-62-68.

32. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2024 / О.Л. Барбараш, Ю.А. Карпов, А.В. Панов [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 9. – С. 6110.

33. Тавровская, Т.В. Велоэргометрия: практическое пособие для врачей / Т.В. Тавровская. – Санкт-Петербург, 2007. – 138 с. – Текст : непосредственный.

34. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024 / А.С. Галявич, С.Н. Терещенко, Т.М. Ускач [и др.]. – Текст : непосредственный // Российский кардиологический журнал. – 2024. – Т. 29, № 11. – С. 6162. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162>.

35. Чеботарь, Е. В. Рентгеноэндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений коронарных артерий. Часть I. Классификация поражений,

патоморфологические особенности, методики коррекции / Е. В. Чеботарь Текст : непосредственный // Современные технологии в медицине. — 2011. — № 4. — С. 136–145.

36. Эффективность использования шкалы риска SYNTAX Score II при выборе стратегии реваскуляризации миокарда у пациентов с трехсосудистым поражением венечных артерий и ствола левой коронарной артерии / Б.Г. Алекян, Н.Г. Карапетян, Д.О. Кишмирян, А.Ш. Ревитшвили. — Текст : непосредственный // Эндovasкулярная хирургия. — 2020. — Т. 7, № 4. — С. 334–344.

37. 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 [et al.]. — Text : visual // Circulation. — 2022. — Vol. 145, № 3. — P. e4-e17. Published correction appears in Circulation. — 2022. — Vol. 145, № 11. — P. e771. PMID: 34882436.<https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001039>

38. 2022 ESC Guidelines on cardiovascular assessment and management of patients undergoing non-cardiac surgery / S. Halvorsen, J. Mehilli, S. Cassese [et al.]. — Text : visual // European Heart Journal. — 2022. — Vol. 43, № 39. — P. 3826–3924. DOI:10.1093/eurheartj/ehac270.

39. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. — Text : visual // Eur Heart J. — 2024. — Vol. 45, № 36. — P. 3415–3537.

40. 3-Year outcomes of the DKCRUSH-V trial comparing DK crush with provisional stenting for left main bifurcation lesions / X. Chen, X. Li, J.J. Zhang [et al.]. — Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. — 2019. — Vol. 12, № 19. — P.1927–1937. doi:10.1016/j.jcin.2019.04.056.

41. A new optical coherence tomography-based calcium scoring system to predict stent under expansion / A. Fujino, G.S. Mintz, M. Matsumura [et al.]. — Text : visual // EuroIntervention. — 2018. — Vol. 13, № 18. — P. e2182-e2189. doi: 10.4244/EIJ-D-17-00962.

42. Blinded Physiological Assessment of Residual Ischemia After Successful Angiographic Percutaneous Coronary Intervention: The DEFINE PCI Study / A.

Jeremias, Justin E. Davies, Akiko Maehara [et al.]. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2019. – Vol. 12, № 20. – P. 1991–2001.

43. Characterization of coronary artery pathological formations from OCT imaging using deep learning / A. Abdolmanafi, L. Duong, N. Dahdah [et al.]. – Text : visual // BiomedOpt Express. – 2018. – Vol. 9, № 10. – P.4936-4960. doi: 10.1364/BOE.9.004936.

44. Chen, S.L. Definition criteria for left main bifurcation stenting - from clinical need to a formula / S.L. Chen. – Text : visual // AsiaIntervention. – 2023. – Vol. 9, № 1. – P.20-24. doi:10.4244/AIJ-D-22-00074.

45. Chen, S.L. Reply: Limitless suffixes for bifurcation classification with the Movahed coronary bifurcation lesion classification system / S.L. Chen. – Text : visual // AsiaIntervention. – 2023. – Vol. 9, № 2. – P.182. doi: 10.4244/AIJ-D-23-00020.

46. Classification of coronary artery bifurcation lesions and treatments: time for a consensus! / Y. Louvard, Martyn Thomas, Vladimir Dzavik [et al.]. – Text : visual // Catheter Cardiovasc Interv. – 2008. – Vol. 71, № 2. – P. 175–183.

47. Clinical and procedural outcomes of percutaneous coronary intervention for de novo lesions involving the ostial left circumflex coronary artery / O. Cozzi, M. Maurina, M. Cacia [et al.]. – Text : visual // Catheter Cardiovasc Interv. – 2023. – Vol.102, № 6. – P.1048–1056. doi:10.1002/ccd.30903.

48. Clinical Relevance of Impaired Physiological Assessment After Percutaneous Coronary Intervention: A Meta-analysis / A.M. Griffioen, Stijn C.H. van den Oord, Steven Teerenstra [et al.]. – Text : visual // J Soc Cardiovasc AngiogrInterv. – 2022. – Vol. 1, № 6. – P. 100448.

49. Clinical use of intracoronary imaging. Part 1: guidance and optimization of coronary interventions. An expert consensus document of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions / L. Räber, Gary S. Mintz, Konstantinos C. Koskinas [et al.]. – Text : visual // Eur Heart J. – 2018. – Vol. 39, № 35. – P. 3281–3300.

50. 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 / T.W. Johnson, Lorenz Räber, Carlo di Mario [et al.]. – Text : visual // Eur Heart J. – 2019. – Vol. 40, № 31. – P. 2566–2584.
51. Clinical Utility of Intravascular Imaging: Past, Present, and Future / G.S. Mintz, M. Matsumura, Z. Ali, A. Maehara. – Text : visual // JACC Cardiovasc Imaging. – 2022. – Vol.15, № 10. – P. 1799–1820.
52. Comparing cross-over stenting and focal ostial stenting for ostial left anterior descending coronary artery lesions: a systematic review and meta-analysis / A. M. Khairy, A. H. Hafez, A. Elshahat [et al.]. – Text : visual // BMC Cardiovasc Disord. – 2025. – Vol. 25, № 1. – P. 131. – DOI 10.1186/s12872-024-04393-x.
53. Comparison of Intravascular Imaging, Functional, or Angiographically Guided Coronary Intervention / T. Kuno, Yuko Kiyohara, Akiko Maehara [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2023. – Vol. 82, № 23. – P. 2167–2176.
54. Contemporary Management of Isolated Ostial Side Branch Disease: An Evidence-based Approach to Medina 001 Bifurcations / S. Suleiman, J.J. Coughlan, G. Touma, R. Szirt. – Text : visual // IntervCardiol. – 2021. – Vol. 16. – P. e06.
55. Coronary Angiography, Intravascular Ultrasound, and Optical Coherence Tomography for Guiding of Percutaneous Coronary Intervention: A Systematic Review and Network Meta-Analysis / D. Giacoppo, C. Laudani, G. Occhipinti [et al.]. – Text : visual // Circulation. – 2024. – Vol. 149, № 14. – P. 1065–1086.
56. Coronary physiology in the catheterization laboratory: an A to Z practical guide / S. Fezzi, Jiayue Huang, Mattia Lunardi [et al.]. – Text : visual // AsiaIntervention. – 2022. – Vol. 8, № 2. – P. 86–109.
57. Correlations between fractional flow reserve and intravascular ultrasound in patients with an ambiguous left main coronary artery stenosis / V. Jasti, Eugen Ivan, Venkata Yalamanchili [et al.]. – Text : visual // Circulation. – 2004. – Vol. 110, № 18. – P. 2831–2836.
58. Definitions and Standardized Endpoints for Treatment of Coronary Bifurcations / M. Lunardi, Yves Louvard, Thierry Lefèvre [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2022. – Vol. 80, № 1. – P. 63–88.

59. Diagnostic Performance of Frequency-Domain Optical Coherence Tomography to Predict Functionally Significant Left Main Coronary Artery Stenosis / K.P. Bouki, D. Vlad, N. Goulas [et al.]. – Text : visual // Journal of Interventional Cardiology. – 2021. – Vol. 2021. – P.7108284. DOI:10.1155/ 2021/ 7108284.
60. Differential Prognosis of True Bifurcation Lesions According to Left Main Versus Non-Left Main Location and Treatment Strategy / K.H. Choi, Chang-Wook Nam, Francesco Bruno [et al.]. – Text : visual // J Am Heart Assoc. – 2025. – Vol.14, № 3. – P. e037657.
61. Discordance in the Pattern of Coronary Artery Disease Between Resting and Hyperemic Conditions / M. Nakayama, K. Sakai, D. Munhoz [et al.]. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2022. – Vol. 15, № 10. – P. e113–e116.
62. FFR-Guided PCI Optimization Directed by High-Definition IVUS Versus Standard of Care: The FFR REACT Trial / T. Neleman, L.J.C. van Zandvoort, M.N. Tovar Forero [et al.]. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2022. – Vol. 15, № 16. – P. 1595–1607.
63. Fractal geometry of arterial coronary bifurcations: a quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound analysis / G. Finet, M. Gilard, B. Perrenot [et al.]. – Text : visual // EuroIntervention. – 2008. – Vol. 3, № 4. – P. 490–498.
64. Functional assessment of jailed side branches in coronary bifurcation lesions using fractional flow reserve / J.-M. Ahn, J.-Y. Lee, S.-J. Kang [et al.]. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2012. – Vol. 5, № 2. – P. 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2011.10.015>.
65. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography. A Report From the American Society of Echocardiography / P.A. Pellikka, A.M. Arruda-Olson, F.A. Chaudhry [et al.]. – Text : visual // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2019. – Vol. 32, № 8. – P. 101–138. DOI: 10.1016/j.echo.2018.11.015.
66. Guiding Intervention for Complex Coronary Lesions by Optical Coherence Tomography or Intravascular Ultrasound / D.-Y. Kang, J.-M. Ahn, S.-C. Yun [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2024. – Vol. 83, № 3. – P. 401–413.

67. How good are experienced interventional cardiologists at predicting the functional significance of intermediate or equivocal left main coronary artery stenoses? / M. Lindstaedt, Martin Spiecker, Christian Perings [et al.]. – Text : visual // *Int J Cardiol.* – 2007. – Vol. 120, № 2. – P. 254–261.
68. Impact of physiologically diffuse versus focal pattern of coronary disease on quantitative flow reserve diagnostic accuracy / R. Scarsini, S. Fezzi, G. Pesarini [et al.]. – Text : visual // *Catheter Cardiovasc Interv.* – 2022. – Vol. 99, № 3. – P. 736–745.
69. Impact of Post-PCI FFR Stratified by Coronary Artery / C. Collet, P. Johnson Nils, Mizukami Takuya [et al.]. – Text : visual // *JACC Cardiovasc Interv.* – 2023. – Vol.16, № 19. – P. 2396–2408.
70. Influence of bifurcation angle in left coronary artery with stenosis: A CFD analysis / S. Kamangar, I. Anjum Badruddin, A.E. Anqi [et al.]. – Text : visual // *Biomed Mater Eng.* – 2020. – Vol. 31, № 6. – P.339-349. doi: 10.3233/BME-201107.
71. Instantaneous Wave-Free Ratio for the Assessment of Intermediate Left Main Coronary Artery Stenosis: Correlations With Fractional Flow Reserve/Intravascular Ultrasound and Prognostic Implications: The iLITRO-EPIC07 Study / O. Rodriguez-Leor, J.M. de la Torre Hernández, T. García-Camarero [et al.]. – Text : visual // *Circ Cardiovasc Interv.* – 2022. – Vol.15, № 11. – P. 861–871.
72. Intravascular Imaging During Percutaneous Coronary Intervention: JACCState-of-the-Art Review / A. Truesdell, M. Alasnag, P. Kaul [et al.]. – Text : visual // *JACC.* – 2023. – Vol. 81, № 6. – P. 590–605. [https:// doi.org/ 10.1016 /j.jacc. 2022.11.045](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.11.045).
73. Intravascular imaging-guided coronary drug-eluting stent implantation: an updated network meta-analysis / G.W. Stone, E.H. Christiansen, Z.A. Ali [et al.]. – Text : visual // *Lancet.* – 2024. – Vol. 403, № 10429. – P. 824–837.
74. Intravascular Imaging–Guided Versus Angiography–Guided Percutaneous Coronary Intervention: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials / J. Sreenivasan, Rohin K. Reddy, Yasser Jamil [et al.]. – Text : visual // *J Am Heart Assoc.* – 2024. – Vol.13, № 2. – P. e031111.
75. Intravascular ultrasound classification of plaque distribution in left main coronary artery bifurcations: where is the plaque really located? / C. Oviedo, Akiko Maehara, Gary

- S. Mintz [et al.]. – Text : visual // *Circ Cardiovasc Interv.* – 2010. – Vol. 3, № 2. – P. 105–112.
76. Intravascular Ultrasound Classification of Plaque in Angiographic True Bifurcation Lesions of the Left Main Coronary Artery / L. Li, Debabrata Dash, Lu-Yue Gai [et al.]. – Text : visual // *Chin Med J (Engl)*. – 2016. – Vol. 129, № 13. – P. 1538–1543.
77. Intravascular ultrasound guidance in the evaluation and treatment of left main coronary artery disease / B.C. Case, Yerasi Charan, B.J. Forrestal [et al.]. – Text : visual // *Int J Cardiol.* – 2021. – Vol. 325. – P. 168–175.
78. Intravascular ultrasound in the evaluation and treatment of left main coronary artery disease: a consensus statement from the European Bifurcation Club / G.S. Mintz, T. Lefèvre, J. Flensted Lassen [et al.]. – Text : visual // *EuroIntervention.* – 2018. – Vol.14, № 4. – P. e467–e474. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-18-00194>.
79. Intravascular Ultrasound-Derived Calcium Score to Predict Stent Expansion in Severely Calcified Lesions / M. Zhang, M. Matsumura, E. Usui [et al.]. – Text : visual // *Circ Cardiovasc Interv.* – 2021. – Vol. 14, № 10. – P. e010296. DOI:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.010296.
80. Intravascular ultrasound-derived minimal lumen area criteria for functionally significant left main coronary artery stenosis / S.-J. Park, J.-M. Ahn, S.-J. Kang [et al.]. – Text : visual // *JACC Cardiovasc Interv.* – 2014. – Vol. 7, № 8. – P. 868–874.
81. Kírat,T. Fundamentals of percutaneous coronary bifurcation interventions / T. Kírat. – Text : visual // *World J Cardiol.* – 2022. – Vol.14, № 3. – P. 108–138.
82. Left Main Coronary Artery Disease: A Contemporary Review of Diagnosis and Management / M. Khawaja, M. Britt, M.A. Khan [et al.]. – Text : visual // *Rev Cardiovasc Med.* – 2024. – Vol. 25, № 2. – P. 66. doi: 10.31083/j.rcm2502066.
83. Left Main Coronary Artery Disease: Secular Trends in Patient Characteristics, Treatments, and Outcomes / P. Lee, J. Ahn, M. Chang [et al.]. – Text : visual // *JACC.* – 2016. – Vol. 68, № 11. – P. 1233–1246. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2016.05.089>.

84. Left Main Coronary Interventions: A Practical Guide / B.D. Gogas, Ye Fei, Lin Song [et al.]. – Text : visual // Cardiovasc Revasc Med. – 2020. – Vol. 21, № 12. – P. 1596–1605.
85. Long-term clinical outcomes of isolated ostial left anterior descending disease treatment: ostial stenting versus left main cross-over stenting / G. Rigatelli, M. Zuin, E. Baracca [et al.]. – Text : visual // Cardiovasc Revasc Med. – 2019. – Vol. 20, № 12. – P. 1058–1062. doi:10.1016/j.carrev.2019.01.030.
86. Long-term results after simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: Nordic Bifurcation Study 5-year follow-up results / M. Maeng, N.R. Holm, A. Erglis [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2013. – Vol. 62, № 1. – P. 30–34. doi:10.1016/j.jacc.2013.04.015.
87. Medina, A. Una clasificación simple de las lesiones coronarias en bifurcación / A. Medina, J. Suárez de Lezo, M. Pan. – Text : visual // RevEspCardiol. – 2006. – Vol. 59, № 2. – P. 183. (In Spanish). PMID: 16540043.
88. Meta-analysis of outcomes after intravascular ultrasound-guided versus angiography-guided drug-eluting stent implantation in 26,503 patients enrolled in three randomized trials and 14 observational studies / J.M. Ahn, S.J. Kang, S.H. Yoon [et al.]. – Text : visual // Am J Cardiol. – 2014. – Vol. 113, № 8. – P.1338-47. doi: 10.1016/j.amjcard.2013.12.043.
89. Mintz, G.S. Intravascular Imaging for PCI: Do Protocols Matter? / G.S. Mintz. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2024. – Vol. 17, № 2. – P.304-306. doi: 10.1016/j.jcin.2023.11.019. PMID: 38267145.
90. Mintz, G.S. Intravascular Imaging for Percutaneous Coronary Intervention Guidance and Optimization: The Evidence for Improved Patient Outcomes / G.S. Mintz, C.V. Bourantas, D. Chamié. – Text : visual // Journal of the Society for Cardiovascular Angiography & Interventions. – 2022. – Vol.1, № 6. – P.100413.
91. Movahed, M.R. Coronary artery bifurcation lesion classifications, interventional techniques and clinical outcome / M.R. Movahed. – Text : visual // Expert Review of Cardiovascular Therapy. – 2008. – Vol. 6, № 2. – P. 261–274.

92. Movahed, M.R. The Movahed Coronary Bifurcation Lesion Classification Introduces Limitless Optional Suffixes That Can Easily be Used for Clinical Use or Coding Purposes / M.R. Movahed. – Text : visual // The Anatolian Journal of Cardiology. – 2023. – Vol.27, № 5. – P. 295-296. [https:// doi.org/ 10.14744/ AnatolJCardiol.2023.3182](https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2023.3182).
93. Nagaraja, V. When to use intravascular ultrasound or optical coherence tomography during percutaneous coronary intervention? / V. Nagaraja, A. Kalra, R. Puri. – Text : visual // CardiovascDiagnTher. – 2020. – Vol. 10, № 5. – P.1429-1444. doi: 10.21037/cdt-20-206.
94. Numerical modelling of blood rheology and platelet activation through a stenosed left coronary artery bifurcation / D.G. Owen, D.C. de Oliveira, E.K. Neale [et al.]. – Text : visual // PLoS One. – 2021. – Vol. 16, № 11. – P.e0259196. doi: 10.1371/journal.pone.0259196. (10.2025).
95. OCT or Angiography Guidance for PCI in Complex Bifurcation Lesions / N.R. Holm, Lene N. Andreasen, Omeed Neghabat [et al.]. – Text : visual // N Engl J Med. – 2023. – Vol.389, № 16. – P. 1477–1487.
96. OCT utilization: Summary statistics from the LightLab clinical initiative / A. Raja, Eric A. Osborn, Brian A. Bergmark [et al.]. – Text : visual // Catheter Cardiovasc Interv. – 2022. – Vol. 100, Suppl 1. – P. S36–S43.
97. One versus two stents strategies for unprotected left main intervention: Gulf Left Main Registry / A. Alasmari, M. Iskandar, A. Daoulah [et al.]. – Text : visual // Angiology. – 2023. – Vol. 74, № 8. – P. 754–764. doi:10.1177/00033197221121004.
98. One-Stent Double-Kissing Nano Crush – Osdokina Crush –Technique Could be a Game- Changer in the Treatment of Medina 0.0.1 Lesion / E. Acar, Y. Güneş, İ. Akın İzgi, C. Kıрма. – Text : visual // The Anatolian Journal of Cardiology. – 2023. – Vol. 27, № 7. – P. 432-435. [https://doi.org/ 10.14744/ AnatolJCardiol.2023.3220](https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2023.3220).
99. Optical coherence tomography predictors of clinical outcomes after stent implantation: the ILUMIEN IV trial / U. Landmesser, Z.A. Ali, A. Maehara [et al.]. – Text : visual // European Heart Journal. – 2024. – Vol. 45, Issue 43. – P. 4630–4643.

100. Optical Coherence Tomography Versus Intravascular Ultrasound and Angiography to Guide Percutaneous Coronary Interventions: The iSIGHT Randomized Trial / D. Chamié, J. Ribamar Costa Jr, L.P. Damiani [et al.]. – Text : visual // *Circ Cardiovasc Interv.* – 2021. – Vol.14, № 3. – P. e009452.
101. Optical coherence tomography versus intravascular ultrasound to evaluate coronary artery disease and percutaneous coronary intervention / H.G. Bezerra, G.F. Attizzani, V. Sirbu [et al.]. – Text : visual // *JACC CardiovascInterv.* – 2013. – Vol. 6, № 3. – P. 228-36. doi: 10.1016/j.jcin.2012.09.017.
102. Optical coherence tomography, intravascular ultrasound or angiography guidance for distal left main coronary stenting. The ROCK cohort II study / B. Cortese, J.M. de la Torre Hernandez, M. Lanocha [et al.]. – Text : visual // *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions.* – 2021. – № 28. – P. N/A-N/A.
103. Optical Coherence Tomography-Guided or Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention: The OCTIVUS Randomized Clinical Trial / D.-Y. Kang, J.-M. Ahn, S.-C. Yun [et al.]. – Text : visual // *Circulation.* – 2023. – Vol. 148, № 16. – P. 1195–1206. DOI:10.1161/ CIRCULATIONAHA.123.066429.
104. Optical frequency domain imaging vs. intravascular ultrasound in percutaneous coronary intervention (OPINION trial): one-year angiographic and clinical results / T. Kubo, T. Shinke, T. Okamura [et al.]. – Text : visual // *Eur Heart J.* – 2017. – Vol. 38, № 42. – P. 3139–3147.
105. Optimal Minimal Stent Area and Impact of Stent Underexpansion in Left Main Up-Front 2-Stent Strategy / J.H. Kim, D.-Y. Kang, J.-M. Ahn [et al.]. – Text : visual // *Circ Cardiovasc Interv.* – 2024. – Vol. 17, № 1. – P. e013006.
106. Optimal percutaneous treatment approach to unprotected ostial left anterior descending artery disease: A Meta-Analysis and systematic review / H. Shi, K. Hyasat, T. Deshmukh [et al.]. – Text : visual // *Heart Lung Circ.* – 2024. – Vol. 33, № 8. – P.1123–35.

107. Optimal Technique for Ostial Left Anterior Descending Coronary Artery Lesion / K.H. Yun, J.Y. Cho, S.Y. Lee, S.K. Oh. – Text : visual // Journal of Cardiovascular Intervention. – 2022. – Vol. 1, № 4. – P. 151–157.
108. Outcomes According to Coronary Revascularization Modality in the ISCHEMIA Trial / B. Redfors, G.W. Stone, J.H. Alexander [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2024. – Vol. 83, № 5. – P. 549-558. doi:10.1016/j.jacc.2023.11.002
109. Percutaneous coronary angioplasty versus coronary artery bypass grafting in treatment of unprotected left main stenosis (NOBLE): a prospective, randomised, open-label, non-inferiority trial / T. Makikallio, N.R. Holm, M. Lindsay [et al.]. – Text : visual // Lancet. – 2016. – Vol. 388. – P. 2743-2752.
110. Percutaneous coronary intervention in left main coronary artery disease: the 13th consensus document from the European Bifurcation Club / F. Burzotta, J. Flensted Lassen, A.P. Banning [et al.]. – Text : visual // Euro Intervention. – 2018. – Vol.14, № 1. – P. 112–120.
111. Percutaneous coronary intervention in stable angina (ORBITA): a double-blind, randomised controlled trial / R. Al-Lamee, D. Thompson, H.M. Dehbi [et al.]. – Text : visual // Lancet. – 2018. – Vol. 391, № 10115. – P. 31–40. DOI:[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32714-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32714-9).
112. Percutaneous coronary intervention with drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting in left main coronary artery disease: an individual patient data meta-analysis / M.S. Sabatine, B.A. Bergmark, S.A. Murphy [et al.]. – Text : visual // The Lancet. – 2021. – Vol. 398, № 10318. – P. 2247–2257.
113. Percutaneous treatment of left main disease: a review of current status / D. Pellegrini, A. Ielasi, M. Tespili [et al.]. – Text : visual // J Clin Med. – 2023. – Vol. 12, № 15. – P. 4972. <https://doi.org/10.3390/jcm12154972>.
114. Physiological Assessment with iFR prior to FFR Measurement in Left Main Disease / T. Warisawa, C.M. Cook, Y. Ahmad [et al.]. – Text : visual // Cardiovasc Interv Ther. – 2024. – Vol. 39, № 3. – P. 241–251.
115. Post-stenting fractional flow reserve vs coronary angiography for optimization of percutaneous coronary intervention (TARGET-FFR) / D. Collison, M. Didagelos, M.

Aetesam-Ur-Rahman [et al.]. – Text : visual // Eur Heart J. – 2021. – Vol.42, № 45. – P. 4656–4668.

116. Predicting severe proximal left anterior descending coronary artery stenosis using proximal left anterior descending coronary artery tortuosity and the angle between the left main and anterior descending coronary arteries: a retrospective cross-sectional study / S.H. Moon, J.W. Kim, J.H. Yang [et al.]. – Text : visual // Quant Imaging Med Surg. – 2023. – Vol.13, № 11. – P. 7459-7466. doi: 10.21037/qims-23-518.

117. Prognostic Effect of the SYNTAX Score on 10-Year Outcomes After Left Main Coronary Artery Revascularization in a Randomized Population: Insights From the Extended PRECOMBAT Trial / J. Lee, J.-M. Ahn, J.-H. Kim [et al.]. – Text : visual // J Am Heart Assoc. – 2021. – Vol.10, № 14. – P. e020359.

118. Prognostic Value of Poststenting Fractional Flow Reserve After Imaging-Guided Optimal Stenting / J.-M. Ahn, D.-Y. Kang, J.-H. Kim [et al.]. – Text : visual // JACC Cardiovasc Interv. – 2024. – Vol. 17, № 7. – P. 907–916.

119. Propensity-matched analysis of long-term clinical results after ostial circumflex revascularisation / C. Espejo-Paeres, O. Vedia, L. Wang [et al.]. – Text : visual // Heart. – 2023. – Vol. 109, № 17. – P.1302–1309. doi:10.1136/heartjnl-2022-322204.

120. 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, F. Alfonso [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2011. – Vol. 58, № 4. – P. 351–358.

121. Quality-of-life after everolimus-eluting stents or bypass surgery for left-main disease: results from the EXCEL trial / S.J. Baron, K. Chinnakondepalli, E.A. Magnuson [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2017. – Vol. 70. – P. 3113-3122.

122. Rational and design of the European randomized Optical Coherence Tomography Optimized Bifurcation Event Reduction Trial (OCTOBER) / N.R. Holm, L.N. Andreassen, S. Walsh [et al.]. – Text : visual // Am Heart J. – 2018. – Vol. 205. – P. 97-109. doi: 10.1016/j.ahj.2018.08.003.

123. Reassessing single-stent techniques for isolated left anterior descending ostial disease: a two-year intravascular ultrasound-guided retrospective comparison of precise

ostial, floating, and crossover stenting strategies / X. Wu, M. Wu, H. Huang [et al.]. – Text : visual // BMC Cardiovasc Disord. – 2025. – Vol. 25, № 1. – P. 431. <https://doi.org/10.1186/s12872-025-04894-3>.

124. Relationship between fractional flow reserve and angiographic and intravascular ultrasound parameters in ostial lesions: Major epicardial vessel versus side branch ostial lesions / J.S. Koh, B.K. Koo, J.H. Kim [et al.]. – Text : visual // JACC: Cardiovascular Interventions. – 2012. – Vol. 5, № 4. – P. 409-415. doi: 10.1016/j.jcin.2012.01.013.

125. RENOVATE-COMPLEX-PCI Investigators. Intravascular imaging-guided or angiography-guided complex PCI / J.M. Lee, K.H. Choi, Y.B. Song [et al.]. – Text : visual // N Engl J Med. – 2023. – Vol. 388, № 18. – P. 1668–1679. doi:10.1056/NEJMoa2216607.

126. Role of endothelial shear stress in the natural history of coronary atherosclerosis and vascular remodeling: molecular, cellular, and vascular behavior / Y.S. Chatzizisis, A.U. Coskun, M. Jonas [et al.]. – Text : visual // J Am Coll Cardiol. – 2007. – Vol. 49, № 25. – P. 2379–2393.

127. Stenting techniques for coronary bifurcation lesions: Evidence from a network meta-analysis of randomized clinical trials / J.G. Chiabrando, M. Lombardi, G.M. Vescovo [et al.]. – Text : visual // Catheter Cardiovasc Interv. – 2021. – Vol. 97, № 3. – P. E306–E318.

128. Syrgaev, Z.A. Methods for endovascular treatment of bifurcation lesions of coronary arteries: commonly used techniques / Z.A. Syrgaev, A. Turdubaev. – Text : visual // Heart, Vessels and Transplantation. – 2020. – Vol. 4, Issue 4. – P. 139–148.

129. Target Lesion Revascularization After Intravascular Ultrasound-Guided Percutaneous Coronary Intervention / K. Yamamoto, H. Shiomi, T. Morimoto [et al.]. – Text : visual // Circ Cardiovasc Interv. – 2023. – Vol.16, № 5. – P. e012922.

130. Ten-Year Outcomes After Drug-Eluting Stents Versus Coronary Artery Bypass Grafting for Left Main Coronary Disease: Extended Follow-Up of the PRECOMBAT Trial / D.-W. Park, J.-M. Ahn, H. Park [et al.]. – Text : visual // Circulation. – 2020. – Vol.141, № 18. – P. 1437–1446.

131. The 17th expert consensus document of the European Bifurcation Club - techniques to preserve access to the side branch during stepwise provisional stenting / M. Pan, J. Flensted Lassen, F. Burzotta [et al.]. – Text : visual // *EuroIntervention*. – 2023. – Vol.19, № 1. – P. 26–36.
132. The assessment of intermediate coronary lesions using optical coherence tomography guided physiological evaluation: A review and appraisal / J. Nogueira, H. Prosser, J. O'Brien [et al.]. – Text : visual // *Cardiovasc Diagn Ther*. – 2020. – Vol. 10, № 5. – P. 1445-1460. doi: 10.21037/cdt-20-226.
133. The association between left main coronary artery calcium and cardiovascular-specific and total mortality: The Coronary Artery Calcium Consortium / S.J. Lahti, D.I. Feldman, Z. Dardari [et al.]. – Text : visual // *Atherosclerosis*. – 2019. – Vol. 286. – P. 172-178. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.03.015>.
134. The European bifurcation club Left Main Coronary Stent study: a randomized comparison of stepwise provisional vs. systematic dual stenting strategies (EBC MAIN) / D. Hildick-Smith, M. Egred, A. Banning [et al.]. – Text : visual // *Eur Heart J*. – 2021. – Vol. 42, № 37. – P. 3829–3839. doi: 10.1093/eurheartj/ehab283.
135. Three-Year Outcomes After Bifurcation Stenting With Zotarolimus-Eluting Stents: Final Results From the RESOLUTE ONYX Postapproval Study / M.J. Price, L. Boutis, A.J. Kirtane [et al.]. – Text : visual // *J Soc Cardiovasc AngiogrInterv*. – 2023. – Vol. 2, № 6 (Part A). – P. 101116.
136. Treatment of coronary bifurcation lesions, part I: implanting the first stent in the provisional pathway. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club / R. Albiero, F. Burzotta, J.F. Lassen [et al.]. – Text : visual // *Euro Intervention*. – 2022. – Vol. 18, № 5. – P. e362-e376. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-22-00165>.
137. Unprotected left main coronary artery stenting: true vs. non true bifurcation lesions; a single-centre experience / A. Santucci, R. Cortina, I. Bossi [et al.]. – Text : visual // *European Heart Journal*. – 2021. – Vol.42, № 1 (Suppl.). – P. ehab724.2105.