

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА И.П. ПАВЛОВА»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Карпов Александр Владиславович

**Оптимизация результатов эндоваскулярной коррекции
бифуркационных поражений коронарных артерий
у пациентов с острым коронарным синдромом**

3.1.15. Сердечно-сосудистая хирургия

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
Шанаев Иван Николаевич

Рязань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	20
1.1. Общие сведения об остром коронарном синдроме.....	11
1.2. Типы бифуркаций.....	12
1.3. Типы АСБ и факторы, влияющие на компретацию боковой ветви.....	13
1.4. Классификация бифуркационных поражений.....	16
1.5. Современные подходы к лечению бифуркационных поражений.....	18
1.6. Частота и предикторы интраоперационного расширения объема оперативного вмешательства.....	27
1.7. Контроль эффективности бифуркационного стентирования.....	30
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	42
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.....	53
3.1. Особенности вариантной анатомии при бифуркационных поражениях коронарных артерий. Типы бифуркационных поражений коронарных артерий.....	53
3.2. Частота и предикторы интраоперационного расширения объема оперативного вмешательства.....	62
3.3. Результаты одно- и двухстентовых методик бифуркационных стентирований.....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	106
ВЫВОДЫ.....	116
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	118
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	121

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Ишемическая болезнь сердца – это заболевание, характеризующееся недостаточным кровоснабжением участков миокарда, вызванное, как правило, стенотическим поражением коронарных артерий [17]. Субстратом стеноза коронарной артерии является атеросклеротическая бляшка, которая является морфологическим проявлением атеросклероза [14].

Особого внимания заслуживает острая форма ИБС – острый коронарный синдром, который подразделяется на ОКС с подъемом сегмента ST и ОКС без подъема сегмента ST [18]. Распространенность ОКС находится на высоком уровне и составляет 293 на 100000 населения [13]. В 2021 году в Российской Федерации летальность от ОКС составила 7,5%, причем летальность от ОКСпST (13,8%) более чем в 3 раза выше чем при ОКСбпST (4%) [11].

За последние два десятилетия основой лечения ОКС стала инвазивная стратегия, то есть восстановление просвета целевой артерии [18]. «Золотым стандартом» оценки анатомии и поражения коронарного русла с дальнейшим выбором тактики реваскуляризации миокарда, в том числе у пациентов с ОКС, является коронароангиография [14]. При остром коронарном синдроме особый интерес представляют бифуркационные поражения коронарных артерий. Бифуркация коронарной артерии – это разделение основной артерии на две дочерние ветви: продолжение основной артерии и боковую ветвь [26]. БВ является клинически значимой, если она превышает 2 мм в диаметре и/или протяженная по длине, то есть кровоснабжает значительную часть миокарда [14, 46]. При проведении эндоваскулярной реваскуляризации на долю бифуркационных поражений коронарных артерий приходится от 15 до 25% [83, 100].

Несмотря на технологические достижения современной эндоваскулярной хирургии, лечение бифуркационных поражений коронарных артерий, по-

прежнему связано с более высокой частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий по сравнению с поражениями без вовлечения бифуркации [50, 104]. Особенно остро этот вопрос стоит у пациентов с ОКС, так как результаты экстренных стентирований коронарных артерий (даже небифуркационных) хуже, чем плановых [25, 50]. Важным аспектом при ОКС является наличие тромботических масс, что усложняет процесс прогнозирования компретации боковой ветви. Также при остром коронарном синдроме огромную роль играет скорость восстановления просвета целевых артерий, что обуславливает необходимость создания четкого алгоритма по выбору метода бифуркационного стентирования в зависимости от локализации и анатомии бифуркации, а также от типа ее поражения.

Степень разработанности темы исследования

J. F. Lassen et al. (2016) на 11-ом съезде Европейского бифуркационного клуба указывают, что на долю бифуркационных поражений коронарных артерий приходится до 25% от всех коронарных стентирований [83].

Анатомически бифуркация состоит из латеральных стенок и карины [82]. Карина (киль) – медиальные стенки устьев дочерних ветвей. Сохранение существующей карины или создание новой – важный компонент эндоваскулярного лечения бифуркационных стенозов [55].

Рутинным способом коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий, согласно Европейскому бифуркационному клубу, является методика Provisional-стентирования [112]. Однако, она не рекомендуется при истинных бифуркационных поражениях ствола ЛКА и при вовлечении в процесс боковой ветви более 10 мм [112, 113]. Переход к двухстентовой стратегии по данным мировой литературы осуществляется в 3-31% случаев [22, 93, 94, 95, 96]. Такая большая разница в полученных результатах объясняется различными показаниями к имплантации стента в БВ.

Однако, вышеизложенные данные характерны для плановых

бифуркационных стентирований, и приведенные исследования не учитывают особенности эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом.

В настоящий момент существует недостаточное количество исследований, которые бы полностью освещали вопросы прогнозирования интраоперационного перехода от одной методики бифуркационного стентирования к другой, особенно остро этот вопрос встает у пациентов с ОКС из-за нестабильности тромботических масс. Отсутствуют исследования, посвященные непосредственным и отдаленным результатам бифуркационных стентирований у пациентов с острым коронарным синдромом. Также отсутствует общепринятый алгоритм по выбору бифуркационного стентирования у пациентов с ОКС, основанный на анатомии и локализации бифуркации, на типе ее поражения, а также на данных о непосредственных и отдаленных результатах различных методов бифуркационных стентирований.

Цель исследования

Улучшение результатов эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом.

Задачи исследования

1. Изучить особенности вариантной анатомии и типы бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом.
2. Изучить частоту и факторы интраоперационного перехода от Provisional-стентирования без kissing-дилатации к Provisional-стентированию с kissing-дилатацией у пациентов с бифуркационными поражениями при остром коронарном синдроме.
3. Изучить частоту и предикторы интраоперационного перехода от одно- к двухстентовым стратегиям у пациентов с бифуркационными поражениями при

остром коронарном синдроме.

4. Изучить непосредственные и отдаленные результаты одно- и двухстентовых методик стентирования бифуркационных поражений при острых коронарных событиях.

Научная новизна

Изучены соотношения между типами бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом.

Впервые разработан способ стентирования коронарных артерий при изолированном поражении устья боковой ветви с последующим направлением пролабирующих балок стента в области карины бифуркации продольно по отношению к магистральной артерии (патент РФ № 2812082).

Представлена вероятность и предикторы интраоперационного перехода от одностентовых методик эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий к двухстентовым у пациентов с острым коронарным синдромом.

Предложен алгоритм по выбору методики коррекции бифуркационных поражений в зависимости от локализации и анатомии бифуркации, от типа ее поражения, а также от состояния пациента.

Научная значимость работы

Представлены данные о типах бифуркационных поражений коронарных артерий, основанные на угле между дочерними ветвями и их размерах.

Представлены данные о частоте и факторах перехода от методики Provisional-стентирования без kissing-дилатации к Provisional-стентированию с kissing-дилатацией.

Изучены причины и частота перехода от одно- к двухстентовым методикам при коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с

острым коронарным синдромом.

Представлены данные о непосредственных и отдаленных результатах одно- и двухстентовых методиках при коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий.

Теоретическая значимость работы

Изучены вопросы вариантной анатомии бифуркаций коронарных артерий и ее влияние на особенности атеросклеротического поражения у пациентов с острым коронарным синдромом.

Представлены данные о частоте различных типов бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом с подъемом сегмента ST и без подъема сегмента ST.

Практическая значимость работы

Впервые разработан способ стентирования боковой ветви при изолированном поражении ее устья (патент РФ № 2812082).

Оценена необходимость рутинного применения внутрисосудистого ультразвукового исследования при эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий.

Представлены предикторы расширения объема эндоваскулярного лечения бифуркационных поражений коронарных артерий до двухстентовых методик.

Представлены непосредственные и отдаленные результаты одно- и двухстентовых методик стентирования бифуркаций коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом.

Методология и методы исследования

Проведено сравнительное проспективное исследование эффективности и

безопасности одностентовых (Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Provisional-стентирование с kissing-дилатацией) и двухстентовых (TAP-, Culotte- и DK-Crush-стентирования) методик эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом. А также изучение вариантной анатомии пораженных бифуркаций коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом, частоты, причин и предикторов интраоперационного расширения объема оперативного вмешательства. Сбор анамнеза, проведение инструментальных методов исследования и оперативных вмешательств, статистический анализ полученных результатов проведены согласно принципам доказательной медицины.

Положения, выносимые на защиту

1. Бифуркации в бассейне левой коронарной артерии поражаются в 89,32% наблюдений, преимущественно передняя нисходящая артерия и диагональные ветви – 53,74% случаев. У пораженных бифуркаций Y-тип наблюдается в 72,24%. Бифуркационные поражения коронарных артерий в 65,48% случаев не затрагивают боковую ветвь.

2. Необходимость в выполнении kissing-дилатации возникает в 56,23% случаев. Предикторами расширения оперативного вмешательства являются наличие дефекта контрастирования в зоне бифуркации – 69,7%, визуализация кальциноза в области интересующей бифуркации – 71,05% и вовлечение в процесс боковой ветви – 76,29%. Угол между дочерними ветвями достоверно не влияет на частоту возникновения необходимости в kissing-дилатации.

3. Расширение объема оперативного вмешательства до двухстеновой методики необходимо в 19,05% при поражении ствола ЛКА и 19,25% при нестволовом поражении. Предиктором подобного расширения является вовлечение в процесс боковой ветви – 44,33%. Угол между дочерними ветвями, тромб и кальциноз в зоне бифуркации статистически не влияют на частоту имплантации стента в боковую ветвь.

4. Тщательное планирование хода оперативного вмешательства с учетом тяжести состояния пациента, локализации и анатомии пораженной бифуркации, типа бифуркационного поражения и четкого выполнения техники коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с острым коронарным синдромом позволяет добиться эффективности 90% в средний срок наблюдения 16 [6;24] месяцев.

5. Алгоритм выбора методики бифуркационного стентирования у пациентов с острым коронарным синдромом предполагает дифференцированный подход к выбору методики стентирования с учетом тяжести состояния пациента, локализации и анатомии пораженной бифуркации, а также типа бифуркационного поражения.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Основные материалы диссертации доложены и обсуждены на VII Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста» (Рязань, 2021 г.); XVIII международной Бурденковской научной конференции (Воронеж, 2022 г.); Всероссийской конференции молодых ученых «Современные тренды в хирургии» (Москва, 2022 г.); Всероссийской научно-практической конференции «Булынинские чтения» (Воронеж, 2022 г.), VIII Всероссийской научной конференции молодых специалистов, аспирантов, ординаторов «Инновационные технологии в медицине: взгляд молодого специалиста» (Рязань, 2022 г.); Национальном хирургическом конгрессе с международным участием (Москва, 2022 г.), Второй Всероссийской конференции молодых ученых «Современные тренды в хирургии» (Москва, 2023 г.).

Личный вклад автора

Вклад автора состоит в непосредственном участии и является

определяющим на всех этапах исследования: от постановки целей и задач, до обсуждения результатов в научных публикациях. Автор исследования самостоятельно выполнил более 90% операций, сбор всех материалов, осуществлял оценку результатов исследования, сформировал базу данных и проводил дальнейший анализ ее результатов.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 12 научных трудов, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Минобрнауки России для публикации результатов диссертационных исследований, из них 2 в изданиях, входящих в международную цитатно-аналитическую базу данных Scopus, получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, выводов, практических рекомендаций. Материал диссертации изложен на 138 страницах машинописного текста. Диссертация иллюстрирована 19 таблицами, 34 рисунками, содержит 4 клинических наблюдения. Список литературы включает 120 источников, из которых 19 отечественных и 101 зарубежных авторов.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Общие сведения об остром коронарном синдроме

Ишемическая болезнь сердца – это заболевание, характеризующееся недостаточным кровоснабжением участков миокарда, вызванное, как правило, стенотическим поражением коронарных артерий. В Российской Федерации она является одной из ведущих причин смертности [11].

Одной из наиболее опасных форм ИБС является острый коронарный синдром, как из-за высокой частоты осложнений и летальных исходов, так и достаточно молодой возраст пациентов [12, 65].

Острый коронарный синдром объединяет нестабильную стенокардию и инфаркт миокарда (ИМ) – без зубца Q и с зубцом Q. В первые несколько часов коронарной недостаточности невозможно определить вариант ее развития у конкретного больного, так как клинические проявления и изменения электрокардиограммы (ЭКГ) неспецифичны, а биохимические маркеры некроза миокарда проявляются только через 4-6 часов после возникновения данной формы патологии.

В клинической практике ОКС подразделяется на две формы в зависимости от положения сегмента ST на электрокардиограмме: с подъемом сегмента ST и без подъема сегмента ST.

Причиной ОКС без подъема сегмента ST чаще является нестабильная стенокардия и инфаркт миокарда без образования зубца Q.

При ОКС с подъемом сегмента ST от 80 до 90% случаев наблюдается наличие коронарной окклюзии, что обуславливает значительную тяжесть состояния пациента [18]. Этот факт утяжеляет проведение операции, кроме того, наличие свежих тромботических масс в коронарном русле является фактором риска для развития дистальной эмболии [14].

При ОКС без подъема сегмента ST окклюзия коронарных артерий встречается только в 15-25% наблюдений [18]. Считается, что тромбообразование

при этом имеет более «щадящий характер», имеется возможность достаточно быстрой реперфузии сосудов благодаря спонтанному лизису тромба или ослаблению ангиоспазма, так же возможно развитие окклюзии артерии тромботическими массами на фоне критического стеноза, что приводит к быстрому включению коллатерального кровообращения. При этом эндоваскулярные вмешательства осложняется, как правило, хроническими изменениями в коронарном русле, наличием кальциноза эпикардальных артерий и сердечной недостаточности у пациентов. Однако важно отметить, что при ОКСпST имеется более высокая вероятность однососудистого поражения коронарного русла, в отличие от ОКСбпST, для которого более характерны многососудистые поражения коронарных артерий, в том числе и с поражением зон их бифуркаций [13, 18, 31].

1.2. Типы бифуркаций

Бифуркации коронарных артерий очень вариабельны по своей анатомии: диаметр основной и боковой ветвей, угол ангуляции дочерних ветвей, локализация бифуркации. Так же бифуркации различаются по степени изменения их геометрии после проведения их эндоваскулярной коррекции.

По углу отхождения дочерних ветвей:

1. Y-тип – угол менее 70° (76,1% случаев) [103]. При данном типе ангуляции прохождение проводником в БВ, как правило, не составляет особых проблем, однако существует большая вероятность смещения атеросклеротических масс во время оперативного вмешательства. Стоит отметить, что при Y-типе бифуркаций проведение в БВ инструментария (баллонные катетеры или стенты) осуществляется значительно проще, чем при T-типе.

2. T-тип – угол более 70° (23,9% случаев) [103]. В данном случае прохождение проводником в БВ чаще всего представляет некоторые трудности, и зачастую требует применения специальных приемов, но зато при оперативном вмешательстве на данных бифуркациях вероятность смещения массы бляшки

значительно меньше, чем при Y-бифуркации. Так же проведение инструментов в БВ может вызывать некоторые затруднения, особенно при кальцинированных ригидных бляшках.

3. В иностранной литературе есть данные о самостоятельном выделении ещё варианта отхождения БВ с обратной ангуляцией («reverse-shaped angulation»), при котором угол между БВ и дистальным отрезком основной ветви составляет более 90° [116]. Доступ проводника при данном угле отхождения БВ крайне сложен, кроме того имеется значительный риск смещения клеточной массы АСБ в сторону БВ.

Отдельного внимания заслуживают бифуркации, в которых угол между дочерними ветвями близок к 180° . Данные бифуркации, как правило, являются стволовыми, то есть ПНА и ОА являются одной линией. Особое внимание требует данный тип при поражении ствола ЛКА с переходом на устья ПНА и ОА, так как эндоваскулярная коррекция таких поражений связана с высоким риском неудачи, а при успешном вмешательстве высок риск изменения геометрии бифуркации и соответственно большая вероятность развития гиперплазии интимы.

По локализации бифуркации могут быть: 1) Бифуркация ствола ЛКА (ПНА и ОА, ПНА и ИМВ при ОА малого диаметра); 2) Нестволовые бифуркации (ПНА и ДВ, ОА и ВТК, ЗБВ и ЗНА).

1.3. Типы АСБ и факторы, влияющие на компрометацию боковой ветви

В настоящий момент нет сомнений в том, что гемодинамика играет огромную роль в формировании АСБ и гиперплазии интимы [30]. Особые геометрические конфигурации в артериальном дереве, такие как бифуркации, изгибы и анастомозы, могут формировать локальные участки сниженного касательного напряжения стенки и стимулировать формирование АСБ и гиперплазию интимы, за счёт увеличения времени пребывания форменных

элементов крови и взаимодействия их с эндотелием [1, 30].

Задачей и конечной целью баллонной ангиопластики и стентирования является разрушение АСБ, но при этом может возникнуть и нежелательный эффект, такой как смещение липидного ядра АСБ в сторону БВ, с последующим ухудшением гемодинамики в ней. Степень смещения зависит от морфологической структуры. В настоящее время наиболее удобной в клиническом применении является деление АСБ по их гистологическому строению на липидные, фиброзные и кальцинированные (с различной площадью кальциноза) [118]. Состав АСБ определяется с помощью внутрисосудистых методик визуализации – внутрисосудистое ультразвуковое исследование и оптическая когерентная томография. Например, в программном обеспечении аппарата ВСУЗИ заложена функция «Виртуальная гистология», с помощью которой удастся выделить компоненты атеросклеротической бляшки (фибро-липидный, фиброзный, некротическое ядро и кальцинированные зоны). Данные компоненты отличаются между собой по частоте отраженного ультразвука и выделяются соответствующим цветом на получаемом изображении (каждому компоненту присвоен свой цвет: фибро-липидный – светло-зеленый, фиброзный – темно-зеленый, некротический – красный, кальций – белый) [44]. Однако, цвета оператор может присвоить по своему усмотрению в настройках прибора.

Липидные («мягкие», фибро-липидные) бляшки гистологически состоят из капсулы (различной толщины) и липидного ядра. В состав капсулы входят: коллаген, макрофаги, гладкомышечные клетки и тучные клетки. Количественный состав клеточных и внеклеточных элементов фиброзной капсулы зависит от ее толщины [64, 71]. Липидное ядро в данном типе бляшек четко выражено и в основном состоит из кристаллов холестерина, фосфолипидов, липопротеинов и различных эфиров холестерина. Клеточный состав липидного ядра скуден и содержит в себе небольшое количество пенистых клеток и их некротических остатков.

Фиброзные («твердые», фибро-клеточные) бляшки содержат в своем составе большое количество коллагена и гладкомышечных клеток, тогда как

липидное ядро выражено нечетко или может вообще отсутствовать.

Кальцинированные бляшки по гистологическому строению представляют собой фибро-клеточные бляшки, содержащие в своем составе большое количество соединительной ткани с выраженным кальцинозом [102].

Для более «мягких» АСБ характерен так называемый plaque shift эффект, то есть смещение ядра АСБ, которое может произойти в направлении устья БВ с ее последующей компретацией. С другой стороны, Iannaccone et al. при помощи компьютерного моделирования продемонстрировали, что для «жестких», то есть кальцинированных, АСБ характерно более сильное изменение угла бифуркации (уменьшение), что в свою очередь приводит к овализации устья БВ (выраженному изменению соотношения максимального диаметра сосуда к минимальному в одном срезе артерии, то есть артерия на срезе выглядит не как круг, а как овал). Причем овализация устья БВ может происходить как с уменьшением площади его просвета, что требует расширения тактики оперативного вмешательства, так и без гемодинамически значимого изменения площади внутреннего просвета. Последний случай сложен для ангиографической диагностики, так как коронароангиография – это получение двухмерного изображения. В данном случае косвенным признаком может послужить отсутствие клинических проявлений «плохой» ангиографической картины устья БВ. Интересно, что в компьютерном моделировании угол бифуркации сильнее изменялся при распространении кальция на $\frac{1}{2}$ длины окружности стенки артерии, чем при ее полном кальцинировании [59].

Известно, что также на компретацию БВ при эндопротезировании основной влияют угол бифуркации и длина баллона для проксимальной оптимизации (POT) [120].

Излишняя длина баллона может сказаться на состоянии БВ – смещение балок стента и овализация с гемодинамическим изменением площади просвета устья боковой ветви. Из вышесказанного следует, что необходимо выбирать короткие баллоны для постдилатации, дистальный конец которых не будет выходить за карину бифуркации.

Из этих двух факторов наиболее значимыми является длина баллона для ROT, в свою очередь угол бифуркации носит вторичную роль [59].

1.4. Классификация бифуркационных поражений

Существует несколько классификаций бифуркационных поражений, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Самой простой является классификация, предложенная Р. Koller et al. (1996). Ее суть заключается в делении бифуркационных поражений на истинные и ложные. К истинным бифуркационным стенозам относятся поражения, суживающие просвет основной артерии и устье БВ на 50% и более (4-18% от всех бифуркационных стентирований). Ложные бифуркационные стенозы – это поражения только основной ветви без вовлечения устья боковой или поражения устья боковой ветви без гемодинамически значимого стенозирования основной [53].

Недостатком такого деления является отсутствие указания на то, какая именно часть основной артерии поражена (до или после отхождения боковой ветви).

Также в литературе встречается термин скрытые бифуркационные поражения. Данные поражения включают нераспознанные стенозы из-за технических ошибок во время выполнения коронароангиографии [26, 66].

Самой удобной для клинической практики является классификация по А. Medina (2006) [73]. В данной классификации бифуркация делится на три сегмента: проксимальный сегмент основной ветви, дистальный сегмент основной ветви и боковая ветвь (именно в такой последовательности). Затем в зависимости от наличия гемодинамически значимого стеноза каждый сегмент кодируется «1» или «0» (1 – стеноз, 0 – стеноза нет). В результате получается трехзначный код (например, 1-1-1 при поражении всех трех сегментов, 1-1-0 при поражении проксимальной и дистальной частей основной ветви, 0-0-1 при поражении только боковой ветви). Классификация включает 7 различным типов поражений, однако

она не учитывает угол отхождения БВ.



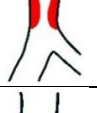

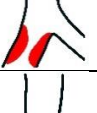


Более сложной является классификация, предложенная Т. Lefevre et al. (ICPS) [103]. Вначале определяется тип бифуркации по углу ангуляции (Y- или T-тип). Затем бифуркационный стеноз классифицируется, как один из четырех типов: Тип 1 – бифуркационное поражение, затрагивающее и главную ветвь проксимальнее и дистальнее бифуркации, и устье БВ. Тип 2 – стеноз основной ветви в месте бифуркации, БВ не скомпрометирована. Тип 3 – стеноз основной артерии до бифуркации. Тип 4 – изолированное поражение устьев дочерних ветвей. Тип 4а – стенозирование основной ветви сразу после отхождения БВ. Тип 4б – изолированное поражение устья БВ. Недостатком её является то, что учитываются только 6 вариантов бифуркационных поражений.

Другим вариантом классификации является классификация по Duke [88]. Её суть заключается в определении бифуркационного стеноза, как одного из шести типов поражения. Каждому типу присвоена своя буква латинского алфавита. Тип А – стеноз основной ветви проксимальнее бифуркации. Тип В – стеноз основной ветви дистальнее бифуркации. Тип С – стеноз основной ветви проксимальнее и дистальнее бифуркации. Тип D – стеноз основной ветви проксимальнее и дистальнее бифуркации, а также стеноз устья БВ. Тип Е – стеноз устья БВ. Тип F – стеноз основной ветви проксимальнее бифуркации и устья боковой ветви. Недостатком её является то, что она не учитывает поражения дистальной части основного ствола и БВ, а также то, что не учитывается угол отхождения БВ.

Существует еще несколько классификаций бифуркационных поражений коронарных артерий (например, Spokojny и Sanborn, Safian, Tsuchida, Movahed), но они редко применяются в клинической практике, и главное в той или иной степени повторяют приведенные выше [117].

Все классификации бифуркационных поражений коронарных артерий, изложенные выше, представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Классификации бифуркационных поражений коронарных артерий

	Medina	Lefevre*	Duke	Sanborn	Safian	Tsuchida	Movahed
	1-1-1	Тип 1	Тип D	Тип I	Тип IA	Тип D	L,S,2,T,V
	1-1-0	Тип 2	Тип C	—	Тип IB	Тип C	L,S,1m,T,V
	1-0-0	Тип 3	Тип A	Тип IV	Тип IB	Тип A	L,S,T,V
	0-1-1	Тип 4	—	Тип III	Тип IIIA	Тип G	2,T,V
	0-1-0	Тип 4a	Тип B	Тип II	Тип IIIB	Тип B	1m,T,V
	0-0-1	Тип 4b	Тип E	Тип V	Тип IV	Тип E	1s,T,V
	1-0-1	—	Тип F	—	Тип IIA	Тип F	L,S,1s,T,V
Примечание – * – в классификации по Lefevre дополнительно указывается тип ангуляции бифуркации (Y-/T-тип).							

Суммируя вышеизложенное, все существующие классификации учитывают локализацию АСБ в месте бифуркации коронарных артерий, но практически все классификации не рассматривают изгиб БВ относительно основного ствола, а также некоторые из текущих классификаций не охватывают все 7 комбинаций коронарных бифуркационных поражений. Современные системы классификации не полностью охватывают все необходимые аспекты при проведении эндоваскулярных вмешательств, поэтому вопрос о дальнейшей разработке классификации актуален.

1.5. Современные подходы к лечению бифуркационных поражений

До 2000-х годов при бифуркационных поражениях, особенно ствола ЛКА,

прибегали к кардиохирургическим операциям. Но начиная с 2010-х годов, в результате усовершенствования инструментария (разработки стентов с открытыми ячейками, создание низкопрофильных баллонных катетеров и т.д.) коррекция бифуркационных стенозов проводится эндоваскулярно [74]. Одной из главных причин повсеместного распространения методик коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий является создание и внедрение в клиническую практику стентов, ведь использование одной лишь баллонной ангиопластики при бифуркационных поражениях дает неоптимальные, а порой даже опасные, результаты [29, 49]. Изобретение стентов с лекарственным покрытием последних поколений позволило снизить частоту рестенозов до минимума. Согласно мнению Европейского бифуркационного клуба при вмешательствах на бифуркациях коронарных артерий следует использовать только стенты с лекарственным покрытием [83].

Существует несколько видов бифуркационных стентирований. Кардинально они различаются по количеству имплантируемых стентов. Выделяют одно-, двух- и трехстентовые методики. Эти методы при необходимости могут начинаться с преддилатации интересующих участков артерий. Но конструкция современных стентов в большинстве случаев позволяет не проводить данный этап, с учётом того, что баллонная дилатация имеет свои недостатки [7]: может вызвать диссекцию, удорожает операцию, при кальцинированных и эксцентрических стенозах часто неэффективна.

Однако, в исследовании M. Pan et al. (2014) продемонстрировано, что при истинных бифуркационных поражениях преддилатация боковой ветви обеспечивает лучшую проходимость БВ после имплантации стента в основную ветвь и также снижает вероятность перехода к двухстентовой методике [28].

Также при ОКС, особенно с подъемом сегмента ST, в большинстве случаев (порядка 90%) на КАГ выявляется окклюзия артерии, морфологическим субстратом которой являются тромботические массы [18]. И при отсутствии восстановления антеградного кровотока при проводниковой реканализации преддилатация необходима, так как без нее невозможно выбрать диаметр и длину

стента. Однако, выполнение преддилатации при ОКС несет в себе некоторые риски: развитие феномена «slow-»/«no-reflow», смещение тромба с окклюзией БВ и дистальная эмболия тромботических масс [14].

В литературе, посвященной бифуркационным стентированием, рассматриваются плановые операции. Поэтому необходимо изучение эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений при ОКС.

К одностентовому бифуркационному стентированию относится методика Provisional-стентирование («условное» T-стентирование) [14]. Выделяют два варианта методики: без финальной kissing-дилатации и с финальной kissing-дилатацией.

Provisional-стентирование без финальной kissing-дилатации выполняется следующим образом: стент имплантируется в основную ветвь, причем диаметр стента подбирается по диаметру основной ветви дистальнее бифуркации. Затем производят постдилатацию участка стента проксимальнее места отхождения боковой ветви NC баллоном сопоставимым размером с диаметром основного сосуда на этом участке – проксимальная оптимизация стента. При этом дистальный маркер баллона позиционируется по карине бифуркации, это приводит к растягиванию балок стента, покрывающих устье боковой ветви [82]. Этот этап операции, благодаря соответствию стента к геометрии бифуркации, улучшает динамику потока крови. Кроме того, снижается риск случайного заведения проводника между стенкой сосуда и ячейками стента [55]. Однако, такая методика подходит не для всех пациентов. Необходимость «открытия» ячейки в БВ (с последующим возможным эндопротезированием БВ) возникает при поражении ствола ЛКА без вовлечения в атеросклеротический процесс боковой ветви, компретации кровотока по БВ (кровоток менее TIMI III), ухудшении клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, смещении тромботических масс в устье и/или проксимальный сегмент БВ, а также при вероятности интервенционных манипуляций в будущем на БВ [112]. К тому же финальная kissing-дилатация приводит к лучшим ангиографическим результатам [19].

Если возникает необходимость в «открытии» ячейки БВ, то выполняется Provisional-стентирование с финальной kissing-дилатацией. Вначале выполняют Provisional-стентирование без kissing-дилатации, затем второй коронарный проводник заводится через дистальную ячейку стента в БВ и выполняется БАП по kissing-методике зоны стентирования основной артерии и устья БВ. В результате так же получается, что стент установлен только в основную ветвь и некоторые страты стента смещаются и частично покрывают устье БВ. Однако это может привести к эллиптической деформации проксимального участка основной артерии, поэтому для восстановления округлого поперечника артерии выполняют POT [55].

Точное позиционирование баллона по карине бифуркации важно только для проксимальной оптимизации при Provisional-стентировании без финальной kissing-дилатации, т.е. для первой техники. А проксимальная оптимизация при Provisional-стентировании с финальной kissing-дилатацией, т.е. для второй техники, может быть выполнена на значительном расстоянии от неокарины [55].

В процессе вмешательства может произойти смещение масс АСБ с последующей компретацией БВ (кровоток менее ТІМІ ІІІ, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ) или диссекция интимы боковой ветви класса В и более по классификации NHLBI [3]. В данном случае объем оперативного вмешательства стоит расширить до применения двухстентовых методик.

В рандомизированных исследованиях Provisional-стентирование показало такую же эффективность и безопасность, как и двухстентовые методики: в метаанализе T. J. Ford et al. (2019) частота основных нежелательных сердечных явлений составила для одностентовых методик 15,8% против 15,4% для двухстентовых методов, инфаркта миокарда – 4,8% против 5,5%, повторной реваскуляризации – 9,3% против 7,6%, тромбоза стента – 1,8% против 1,6%, смертность за средний период наблюдения 4,7 лет при использовании одностентовых методов оказалась ниже, чем при применении двухстентовых методик – 3,9% против 6,2% [101]. В исследовании M. W. Behan et al. (2016)

смертность за период наблюдения в 5 лет так же была ниже в группе Provisional-стентирования – 3,8% против 7,0% [41].

Методика Provisional-стентирования, согласно заключению Европейского бифуркационного клуба, является рутинным способом коррекции бифуркационным поражений [112]. То есть прибегать к двухстентовым методам бифуркационного стентирования нужно только при наличии специальных показаний: поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ (1-1-1 и 0-1-1 по Medina), поражение БВ более 10 мм, неудовлетворительный результат одностеновой методики (кровоток по боковой ветви менее TIMI III, диссекция интимы боковой ветви класса В и более (по классификации NHLBI) и/или клинические проявления у пациента с изменениями на ЭКГ, наличие остаточного тромба в устье БВ) [3, 82, 84, 113].

К двухстентовым методикам относятся T/TAP, Culotte, Crush (в различных модификациях), V- и SKS-стентирования.

T-стентирование используется, если угол отхождения БВ близок к 90°. Сначала выполняется Provisional-стентирование с kissing-дилатацией, затем второй стент устанавливается от устья БВ без его протрузии в основной сосуд. Однако, если угол не 90°, то такая имплантация стента не позволит полностью покрыть устье боковой ветви, что приведет к рестенозу в отдаленном периоде [46].

Для устранения недостатков T-стентирования было разработано TAP-стентирование. Оно представляет собой Provisional-стентирование с kissing-дилатацией с последующей имплантацией стента в БВ таким образом, чтобы проксимальная часть устья боковой ветви была покрыта балками стента, то есть стент боковой ветви несколько протрузирует в основную ветвь в зоне неокарины. Во время имплантации стента в БВ в основной ветви должен находиться нераскрытый баллонный катетер, так как существует вероятность возникновения трудностей в проведении баллона в основную ветвь из-за протрузирующей части стента боковой ветви [75]. Затем выполняют БАП по kissing-методике зоны бифуркации. Операцию завершают проксимальной оптимизацией, важным

условием которой является ее выполнение несколько проксимальнее неокарины, во избежание её случайного смещения. Данный метод является сравнительно простым и полностью металлизует артерии в зоне бифуркации. Так же преимуществами являются быстрота выполнения, необходимость проходить через ячейку стента только один раз и отсутствие участков наложения стентов друг на друга.

В рандомизированном исследовании, сравнивающем эффективность TAP- и Culotte-методики, TAP показал более высокую частоту рестенозов в отдаленном периоде (17% – TAP против 6,5% – Culotte), повторная реваскуляризация целевой бифуркации потребовалась 12% пациентов из группы TAP против 6% пациентов из группы Culotte [43].

Результатом бифуркационного стентирования по Culotte-методике является создание «штанов» из стентов, полностью металлизующих зону бифуркации [34]. Техника выполнения: сначала выполняется Provisional-стентирование, затем второй стент имплантируется в БВ с выходом в основной сосуд так, чтобы было полное перекрытие ячеек раннее установленного стента, после чего выполняется пластика зоны бифуркации по kissing-методике. Затем выполняют проксимальную оптимизацию [46]. Culotte-стентирование является достаточно изящным методом коррекции бифуркационных поражений и дает хорошие ангиографические результаты. Но данный метод сложен в исполнении в техническом плане. Необходимость дважды проходить через ячейки стентов, приводит к удлинению времени оперативного вмешательства (причём проводник необходимо заводить через дистальные ячейки стента, чтобы у металлической неокарины была минимальная протрузия в просвет артерии). А двойной слой металла в проксимальной части основной артерии увеличивает риск рестеноза. Кроме того, для применения данной методики бифуркация должна отвечать двум основным требованиям: Y-тип ангуляции и примерно одинаковый диаметр дочерних ветвей.

В исследовании 2009 года, которое сравнивало методики Culotte и Crush, эти два метода показали одинаковую эффективность и безопасность как в

приближенном, так и в отдаленном периодах: неблагоприятные сердечно-сосудистые события в течение 6 месяцев произошли у 3,7% в группе Culotte против 4,3% в группе Crush; внутрисегментарный рестеноз через 8 месяцев был обнаружен у 10,5% против 12,1% соответственно [92]. В исследовании 2013 года Culotte показал лучшие результаты, чем Crush: в течение 36 месяцев наблюдения неблагоприятные сердечно-сосудистые события наблюдались у 16,7% в группе Culotte против 20,1% в группе Crush, рестеноз был у 6,5% против 11,5% соответственно; но частота тромбоза стента была выше в группе Culotte – 4,7% против 1,4% [37]. Однако, Culotte проиграл методике DK-Crush в исследовании DKCRUSH-III (коррекция бифуркационного поражения незащищенного ствола ЛКА). Частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, включая повторную реваскуляризацию целевых сосудов, составила 16,3% (Culotte) против 6,2% (DK-Crush), частота рестеноза составила 12,6% против 6,8% соответственно, тромбоз стента наблюдался у 1% пациентов из группы Culotte в то время, как в группе Crush частота тромбоза стента составила 0%. Период наблюдения составил до 3 лет [39].

Суть семейства Crush-методик заключается в том, что первый стент устанавливают в БВ с выходом в основной сосуд (размер данного выхода зависит от конкретной методики) [67, 76]. После чего происходит раздутие баллонного катетера в основной артерии, в результате чего происходит смятие протрузирующей части стента (собственно «crush»). Затем имплантируют стент в основной сосуд и завершают ангиопластикой по kissing-методике. При необходимости выполняют проксимальную оптимизацию. Данный метод является одним из самых сложных в техническом исполнении, так как необходимо проходить инструментарием через двойной слой металла, из-за чего удлиняется время оперативного вмешательства и увеличивается расход инструментов. Также тройной слой металлических балок в основной ветви проксимальнее бифуркации увеличивает риск рестеноза в отдаленном периоде. Существует мнение, что при Crush-методиках не всегда удается достичь полного покрытия карины балками стентов, что в свою очередь увеличивает риск

рестеноза и тромбоза [60, 68]. Существуют две основные модификации Crush-методики – MiniCrush и DK-Crush (double kissing) [116]. MiniCrush отличается минимальным размером протрузирующей части стента БВ в основной сосуд, а DK-Crush имеет в своем алгоритме две kissing-дилатации: первая – после «смятия» стента БВ, вторая – после установки стента в основную ветвь. Особенностью DK-Crush является проведение проводника в БВ через проксимальную ячейку. В настоящее время DK-Crush практически полностью вытеснил остальные методики стентирования из семейства Crush.

Проводилась серия исследований DKCRUSH, сравнивающая DK-Crush с другими методами бифуркационного стентирования. В исследовании DKCRUSH-I методика DK-Crush показала свое превосходство над классическим Crush по частоте тромбозов (1,3% против 3,2%), по неблагоприятным сердечно-сосудистым событиям (11,4% против 24,4%), 8-ми месячная выживаемость без повторной реваскуляризации целевого сосуда составила 89,5% в группе DK-Crush и 75,4% в группе классического Crush [108]. В исследовании DKCRUSH-II методика DK-Crush сравнивалась с Provisional-стентированием и она показала незначительные различия касательно неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (10,3% против 17,3%) и тромбоза стента (2,2% против 0,5%). Однако, методика DK-Crush продемонстрировала меньший процент повторной реваскуляризации целевого сосуда (6,5% против 14,6%), а также в группе DK-Crush частота рестенозов в основном сосуде (3,8%) и боковой ветви (4,9%) была значительно ниже по сравнению с группой Provisional-стентирования (9,7% и 22,2% соответственно) [22]. DK-Crush показал свое превосходство над Culotte-методикой по частоте неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, тромбозов и рестенозов стентов в исследовании DKCRUSH-III [39]. В исследовании DKCRUSH-V методика DK-Crush сравнивалась с Provisional-стентированием при истинном бифуркационном поражении ствола ЛКА за период наблюдения в 36 месяцев. DK-Crush показал свою эффективность в отношении неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (8,3% против 16,9%) и тромбоза стента (0,4% против 4,1%). Интересно, что практически в половине случаев Provisional-

стентирование переходило в двухстентовую методику [21].

У всех вышеперечисленных двухстентовых методик коррекции бифуркационных поражений существуют reverse-версии, когда первый стент имплантируется в боковую ветвь (TAP и Culotte) или в основную ветвь (Crush) [85].

Так же к двухстентовым методикам относится V-стентирование [38, 98]. Оно выполняется путем одновременной имплантации двух стентов от устьев дочерних ветвей. При выборе такой стратегии есть риск неполного покрытия балками стентов карины. Так же для данной методики подходят только поражения 0-1-1 по классификации Medina, либо случаи, когда было поражение 0-1-0, а в результате имплантации стента в основную ветвь атеросклеротические массы скомпрометировали устье боковой ветви.

SKS-стентирование (simultaneous kissing stents) предпочитают, когда АСБ распространяется и на основную, и на боковую ветвь, причем проксимальный сегмент основной ветви имеет достаточный диаметр для имплантации обоих стентов [56].

Она также, как и V-стентирование, выполняется путем одновременной имплантации двух стентов в основную и боковую ветви, но отличается тем, что стенты позиционируются не от устья дочерних ветвей, а с выходом в проксимальный отдел основной ветви на 4 мм и более.

S. L. Chen et al. (2009) сообщают о частоте рестеноза 16,7% при использовании данной методики, что значительно выше, чем при использовании DK-Crush [33].

Стоит отметить, что для выполнения техник V- и SKS-стентирования необходим проводниковый катетер диаметром минимум 7 Fr. Данные методики стентирования в настоящий момент применяются редко.

Существует ТАВА-методика с использованием трех стентов [2]. В данном случае первый стент имплантируется в основную ветвь проксимальнее бифуркации, а затем второй и третий стенты устанавливаются от устья дочерних ветвей. Затем выполняется пластика по методике «целующихся баллонов».

Данный метод применяется очень редко. При ТАВА-методике существует риск неполного покрытия металлом интересующей зоны, что чревато рестенозом в будущем.

Также к трехстентовой методике относится Y-стентирование [52]. Данный метод коррекции бифуркационного поражения заключается в следующем: вначале выполняется V-стентирование, а затем третий стент имплантируется проксимальнее ранее установленных. Как и при использовании ТАВА-методики, балками стентов покрывается не вся пораженная зона, что увеличивает риск развития тромбоза и рестеноза [61, 63].

В настоящий момент к трехстентовым методам коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий прибегают крайне редко.

1.6. Частота и предикторы интраоперационного расширения объема оперативного вмешательства

В мировой литературе есть несколько исследований, которые сравнивали различные методики эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий и которые косвенно затрагивают вопрос перехода методики Provisional в двухстентовую, однако эти исследования не демонстрируют предикторы данного перехода, также важным является то, что данные исследования не затрагивают ОКС. Так, например, Т. К. Steigen et al. в рандомизированном исследовании, опубликованном в 2006 г., которое сравнивало одно- и двухстентовые методики коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий, отмечают, что kissing-дилатация в группе Provisional-стентирования требовалась в 32% процедур, а стентирование боковой ветви в той же группе проводилось в 4,3%, причем показанием для расширения объема интервенции считалось замедление кровотока по боковой ветви менее TIMI III [94]. В исследовании 2008 г. дополнительный стент в боковую ветвь при Provisional-стентировании устанавливался в 18,8% случаев (в основном из-за резидуального стеноза после баллонной ангиопластики) [96]. В

рандомизированном исследовании 2009 г. The CACTUS стентирование боковой ветви в группе одного стента было выполнено в 31% случаев, показаниями к имплантации второго стента считались резидуальный стеноз 50% и более в боковой ветви, кровоток по боковой ветви TIMI II и менее, диссекция интимы в боковой ветви класса B и выше по классификации NHBL [93]. В исследовании 2010 г. D. Hildick-Smith et al. сообщают, что при использовании Provisional-стентирования у 26% пациентов требовалась kissing-дилатация в случаях, если в боковой ветви были кровоток менее TIMI III, устьевой стеноз более 90% или диссекция интимы более чем тип A, а в 3% наблюдений была необходима дополнительная имплантация второго стента в боковую ветвь, если kissing-дилатация была неэффективна [95]. В исследовании DKCRUSH-II стентирование боковой ветви требовалось в 28,6% поражений, критериями перехода к которому являлись резидуальный стеноз более 50%, диссекция типа B и более или кровоток менее TIMI III [22].

I. Kumsars et al. (2020) сообщают о 3,7% частоте перехода к стентированию боковой ветви при использовании Provisional-стентирования у 221 пациента с бифуркационными поражениями. Авторы сообщают, что в 74,1% были поражены передняя нисходящая артерия и диагональные ветви. Важно отметить, что стентлируемые артерии имели достаточно крупный диаметр. Так, средний диаметр основного сосуда составил $3,5 \pm 0,4$ мм, а боковой ветви – $2,9 \pm 0,2$ мм. Средний процент стеноза боковой ветви составил $74,4 \pm 14,4\%$. Критериями перехода к двухстентовой методике являлись снижение кровотока менее TIMI III и наличие остаточного стеноза более 75%. Хотя в данном исследовании средняя длина поражения боковой ветви была 5,5 мм, авторы отмечают, что длина поражения также может являться значимым фактором для перехода к двухстентовой методике [91].

В исследовании M. Ferenc et al. (2008) установка стента в боковую ветвь потребовалась в 37,6% случаев. Исследование включало 101 пациента, которым проводилось Provisional-стентирование. В 68% бифуркационные поражения вовлекали как боковую, так и основную ветвь, и большинство располагалось в

бассейне передней нисходящей коронарной артерии. В среднем размеры сосудов составляли 3,1 мм в проксимальной части основной ветви и 2,4 мм в боковой ветви при длине поражения 21 и 10 мм соответственно. У 19 пациентов, которым было назначено Provisional-стентирование, второй стент был установлен в боковую ветвь из-за остаточного стеноза после дилатации, и вместе с тем у 14 пациентов из-за диссекции, а у 5 пациентов из-за уменьшения кровотока менее TIMI III [96]. В более позднем исследовании M. Ferenc et al. (2015) средняя длина поражения боковой ветви также составила 10 мм, а частота перехода к двухстентовой методике – 19% [69].

В исследовании J.J. Zhang et al. (2020), включавшем 653 пациента, большинство бифуркационных поражений приходилось на переднюю нисходящую артерию и её диагональные ветви – 60,6%. В 82,5% наблюдений бифуркационные поражения соответствовали классификации по Medina 1-1-1, т.е. была поражена боковая ветвь. Диаметр боковой ветви был более 2,5 мм в 97,5%. В 94,8% случаев поражение боковой ветви было более 10 мм. При применении Provisional-методики kissing-дилатация была использована у 46,2% пациентов из-за повреждения боковой ветви во время преддилатации основного сосуда, появления диссекции типа В/С или показателя кровотока ниже TIMI III. В 8,6% случаев боковая ветвь «закрылась» во время стентирования основного сосуда, из которых в 10,7% наблюдений кровотоки восстановить так и не удалось. В 22,5% случаев потребовалась имплантация второго стента: TAP-стентирование было выполнено в 64,4% случаев, Culotte/reverse culotte – в 16,4% случаев, DK-crush стентирование – в 19,2%. Авторы делают вывод, что изначально спланированная двухстентовая методика уменьшает потерю целевого сосуда в сроки до 1 года [77].

Существует несколько мнений относительно безопасности перехода к двухстентовой методике: установка стента в боковую ветвь при неудовлетворительных результатах, таких как остаточный стеноз или обширная диссекция, по-видимому, не ухудшает клинический исход [96]; экстренное стентирование боковой ветви (вместо запланированной одностентовой методики)

является независимым предиктором среднесрочного MACE после чрескожных коронарных вмешательств на бифуркациях. Авторы подчёркивают важность тщательного планирования чрескожных коронарных вмешательств [74].

В исследовании DKCRUSH-V, о котором говорилось ранее, сравнивались результаты стентирования по методикам Provisional и DK-Crush при истинном бифуркационном поражении ствола левой коронарной артерии. В результате данного исследования оказалось, что Provisional-стентирование практически в половине случаев переходило в двухстентовую методику [21].

Оператору важно планировать проведение эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий с целью минимизации осложнений. Для правильного планирования хода бифуркационного стентирования необходимо знать, в каком проценте случаев требуется расширение объема оперативного вмешательства до двухстентовых методик, однако еще важнее знать о предикторах подобного расширения.

1.7. Контроль эффективности бифуркационного стентирования

Важным вопросом, связанным с проблемой бифуркационных поражений коронарных артерий, является диспансерное наблюдение в послеоперационном периоде для оценки отдалённых результатов лечения и своевременной повторной реваскуляризации в случае необходимости. Среди существующих диагностических методов визуализации можно разделить на оценивающие непосредственно коронарные артерии и миокард.

Первые включают непосредственно КАГ, методики внутрисосудистой визуализации и физиологии, мультиспиральную компьютерную томографию с контрастированием коронарных артерий.

Недостатками КАГ являются ее инвазивность и более высокая стоимость по сравнению с другими методами диагностики ИБС [54].

Важным также является невозможность проведения её в поликлинике. С КАГ непосредственно связаны методики внутрисосудистой визуализации и

физиологии. К внутрисосудистой визуализации относятся ВСУЗИ и ОКТ [62]. ВСУЗИ проводится высокочастотными датчиками до 23 МГц и используется для определения морфологии поражения стенки коронарных артерий, а также для определения адекватности имплантации стента [109]. ОКТ используется с такими же целями, как и ВСУЗИ, однако на ОКТ лучше визуализируется адекватность имплантации стента, а также краевые диссекции интимы [62]. В отдаленном периоде с помощью как ВСУЗИ, так и ОКТ, возможна визуализация гиперплазии неоинтимы с подсчетом минимальной площади просвета и дальнейшим принятием решения о гемодинамической значимости рестеноза [58]. Гемодинамическую значимость рестеноза рекомендуется определять с помощью внутрисосудистой физиологии (фракционный резерв кровотока и моментальный резерв кровотока) [42]. Приведенные методы исследования превышают диагностические возможности КАГ, особенно при концентрических поражениях. Однако внутрисосудистые методы более дорогостоящи и технически сложнее чем КАГ, а также имеют более высокий риск осложнений [78, 111]. Исходя из вышесказанного, рутинно применять КАГ и тем более внутрисосудистые методы диагностики для контроля эффективности бифуркационных стентирований нецелесообразно.

МКСТ также даёт возможность оценить морфологию поражения коронарных артерий. В первую очередь речь идёт о выраженности кальциноза КА, который количественно характеризуют с помощью кальциевого индекса Агатстона [20]. Так как основной причиной обызвествления КА является атеросклероз, данный параметр может быть полезен в оценке коронарного риска [24]. Однако он не позволяет точно определить степень стенозирования КА. Даже при наличии протяжённого кальциноза, он не обязательно будет давать дефицит кровотока дистальнее зоны поражения, а индекс коронарного кальция, равный нулю, не исключает гемодинамически значимых поражений [36].

Для более точной оценки стенозов КА требуется проведение внутривенного контрастирования [4]. В.С. Никофоров (2017) сообщает, что хорошее пространственное разрешение позволяет получать качественное изображение

коронарного русла с высокой чувствительностью 95-99% и специфичностью 64-83% [9].

Преимуществами МСКТ с контрастированием относительно КАГ являются меньшая себестоимость и инвазивность. Ограничениями метода являются невозможность корректной оценки коронарного русла у пациентов с высокой частотой сердечных сокращений, с высокой степенью ожирения и при невозможности задерживать дыхание. Кроме того, тяжелый кальциноз КА и их дистальные поражения могут повлиять на корректность результатов. Чувствительность метода составляет 95-99%, специфичность – 64-83%.

Ко вторым относятся методики, оценивающие функцию сердечной мышцы на фоне различных нагрузок: стресс-ЭхоКГ, стресс-МРТ, стресс-ОФЭКТ. В их основе лежит теория «ишемического каскада» согласно которой при атеросклеротических поражениях коронарных артерий, повышенный расход кислорода сердечной мышцей ведёт к нарушению метаболизма и его функциям – диастолической, а затем систолической. В результате чего появляются клинические признаки ишемии в виде ангинозных болей.

Лидирующим методом визуализации, используемым для оценки результатов ЧКВ в нашей стране, является стресс-ЭхоКГ. Стресс-ЭхоКГ представляет собой метод неинвазивной ультразвуковой диагностики индуцированной ишемии миокарда и/или изменений внутрисердечной гемодинамики в ответ на нагрузку. В основе метода выявление преходящих нарушений локальной сократимости левого желудочка. В отличие от ЭКГ-проб, особенностью стресс-ЭхоКГ является способность фиксировать более ранние признаки ишемии миокарда.

М.К. Рыбакова и др. (2023) сообщают, что при возникновении ишемии миокарда выявляется определённая временная последовательность возникновения её маркеров, т.н. ишемический каскад [15]. При этом нарушения локальной сократимости миокарда предшествуют ишемическим изменениям ЭКГ, нарушениям глобальной сократимости левого желудочка, клинике стенокардии.

Стресс-ЭхоКГ имеет ряд преимуществ перед другими неинвазивными

методами исследований: ЭКГ и радионуклидными пробами. Стресс-ЭхоКГ отличается высокой чувствительностью и специфичностью, доступностью для амбулаторного звена, возможностью проведения многократных исследований, отсутствие лучевой нагрузки. Виды и варианты выполнения стресс-ЭхоКГ представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Виды и варианты выполнения стресс-ЭхоКГ

Виды	Вариант выполнения	Чувствительность/ Специфичность
С физической нагрузкой	Тредмил-тест	74-97%/64-86%
	Велоэргометрия лежа	
	Велоэргометрия сидя	
	Проба с ручным динамометром	
С фармакологическими препаратами	Добутамин	72-96%/64-95%
	Дипиридабол/Аденозин	56-86%/90-94%
Другие	Чреспищеводная электростимуляция предсердий	91-94% /92-96%
Комбинированные	Добутамин + дипиридабол	90-92%/89-93%
	Дипиридабол + чреспищеводная электростимуляция предсердий	
	Дипиридабол + проба с ручным динамометром	

Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой обычно выполняется на тредмиле или с помощью велоэргометрии в положении сидя или лежа. При этом велоэргометрия в положении лежа даёт максимальную чувствительность, в том числе за счёт возможности регистрации данных на протяжении всего периода выполнения пробы. Остальные варианты выполнения нагрузочных проб регистрируют только начальные и постнагрузочные изменения. Их недостатком

является то, что преходящие нарушения локальной сократимости после завершения физической нагрузки могут быстро восстанавливаться, поэтому важно, чтобы исследование началось не позднее 2 мин с момента окончания.

Общий риск серьезных осложнений при ЭхоКГ с физической нагрузкой чрезвычайно низок. А. Varga et al. (2006) сообщают, что частота осложнений составляет 0,015% [114]. Многоцентровое европейское исследование собрало данные из 29 португальских и испанских больниц и показало, что среди 10 975 эхокардиограмм с нагрузкой на беговой дорожке осложнения произошли в 0,03%: у двух пациентов фибрилляции желудочков, у одного – ОКС и ещё у одного пациента наблюдался разрыв желудочка [47]. Одноцентровое испанское исследование опубликовало аналогичные результаты: из 19 239 эхокардиограмм с нагрузкой на беговой дорожке, выполненных в течение 21 года, риск осложнений составлял примерно от 0,02% до 0,04%. Наиболее частыми осложнениями были аритмии, атриовентрикулярная блокада и ОКС [86].

Основным преимуществом стресс-ЭхоКГ с фармакологическими препаратами является возможность их проведения пациентам, которые не могут выполнять физические нагрузки, например, при облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей. ЭхоКГ может проводиться на протяжении всего периода действия препарата.

Стресс-ЭхоКГ с добутамином. Добутамин – синтетический катехоламин с положительным ино- и хронотропным эффектами. В дозах 5-10 мкг/кг/мин он увеличивает сократимость миокарда, более высокие дозировки 20-40 мкг/кг/мин возрастает частота сердечных сокращений. Это провоцирует ишемию сердечной мышцы, проявляющуюся нарушениями локальной сократимости. Однако данные эффекты добутамина определяют ограничения к использованию у пациентов с пароксизмальными нарушениями ритма, принимающими антиаритмические средства I и III классов, атропин, со значительными электролитными нарушениями и достоверным удлинением интервала QT. Стресс-ЭхоКГ сопоставима по чувствительности и специфичности с перфузионной сцинтиграфией при оценке риска осложнений у пациентов, прошедших операции

на сердце и сосудах.

Стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом/аденозином. Дипиридамолом является ингибитором фосфодиэстеразы и аденозиндезаминазы, действуя как антиагрегант и как коронарный сосудорасширяющий агент. Ингибируя распад аденозина, внутренние уровни аденозина увеличиваются и взаимодействуют с аденозиновыми рецепторами неселективным образом. Целевым рецептором является рецептор 2A, который приводит к расширению непоражённых коронарных сосудов в 4-5 раза и вызывает перераспределение кровотока в пользу ишемизированных зон миокарда, тем самым создаётся эффект межкоронарного обкрадывания. Активация рецептора 2A также может привести к периферической вазодилатации. В результате этого дистальнее субэпикардially расположенных стенозов коронарных артерий снижается кровоток, также он снижается и в субэндокардиальных зонах миокарда, что приводит к нарушению его локальной сократимости. При проведении стресс-ЭхоКГ внутривенно вводится общая доза препарата 0,84 мг/кг в течение 6 минут. Независимо от результатов теста, после завершения теста следует ввести внутривенно аминофиллин в дозе 240 мг, чтобы обратить вспять эффекты дипиридамола. Протоколы стресса на основе аденозина вводят общую дозу аденозина до 140 мкг/кг/мин в течение 6 минут [40, 106].

Однако может произойти неспецифическая активация рецепторов A1 и A2B. Активация рецептора A1 может привести к брадикардии и нарушениям атриовентрикулярной проводимости; Активация рецептора 2B может привести к бронхоконстрикции и периферической вазодилатации. Поэтому обструктивные заболевания дыхательных путей являются противопоказанием для проведения данной пробы.

Риск серьезных осложнений при всех методах фармакологической стресс-эхокардиографии значительно низок, хотя из используемых препаратов риск серьезных осложнений наиболее высок при использовании добутамина. При использовании протоколов на основе добутамина из-за его катехоламинергических эффектов наиболее распространенными опасными для жизни осложнениями являются желудочковые тахикардии и ОКС. Частота

фибриляции желудочков составляет ~ 0,04%, устойчивой желудочковой тахикардии ~ 0,15% и ОКС ~ 0,02% [40]. Другие серьезные осложнения включают смерть, разрыв сердца, нарушение мозгового кровообращения и сердечную асистолию (<0,01%).

Чувствительность у стресс-ЭхоКГ с дипиридамолом/аденозином чуть меньше по сравнению с вариантами с физической нагрузкой/пробой с добутамином.

Стресс-ЭхоКГ при чреспищеводной электростимуляции предсердий. При чреспищеводной электростимуляции предсердий увеличивается хронотропная активность, тем самым уменьшая диастолический компонент венечного кровотока и увеличивая потребление кислорода сердечной мышцей, что при наличии стенозов в коронарном русле ведёт к дефициту кровотока.

М. К. Рыбакова и др. (2023) сообщают, что данная методика безопасна при большинстве сердечно-сосудистых заболеваниях и не имеет ограничений [15]. Преимуществами её являются: легкость управления частотой стимуляции и быстрота их прекращения; отсутствие гипервентиляции и воздействия на периферическое русло.

Комбинированные протоколы стресс-ЭхоКГ. В случаях небольших поражений коронарного русла могут быть использованы более агрессивные протоколы стресс-ЭхоКГ, сочетающие введение различных препаратов или физическую нагрузку с фармакологическим воздействием. Однако переносимость их пациентов снижается без существенного увеличения диагностической ценности. Кроме того, техническая сложность их проведения ставит под сомнение их широкое распространение.

Независимо от выбранного варианта выполнения стресс-ЭхоКГ, в процессе исследования записывают видеоизображения одного или нескольких сердечных циклов ЛЖ в стандартных ультразвуковых позициях в фиксированных точках протокола (покой – каждая ступень нагрузки – отдых) [16]. Полученные данные сопоставляют между собой и выполняют посегментный анализ сократимости. Уменьшение сократимости сердечной мышцы после

физической/фармакологической нагрузки может свидетельствовать о наличии ишемии миокарда [8].

Функция каждого сегмента миокарда оценивается в баллах в зависимости от ее выраженности: нормо/гиперкинезия – 1, гипокинезия – 2, акинезия – 3, дискинезия – 4, аневризма – 5. Сегменты, сократимость которых не удалось достоверно посчитать, не оцениваются. На основе данной оценки может быть рассчитан индекс нарушения локальной сократимости (сумма баллов исследованных сегментов, поделённая на их общее число), который в норме равен 1,0.

Выявление локализации зон ишемии миокарда позволяет предполагать бассейн поражения коронарной артерии на основе соответствия определённых сегментов зонам кровоснабжения основных коронарных артерий. Так нарушения локальной сократимости передних, передне-перегородочных, переднебоковых, верхушечных сегментов обусловлены поражением передней нисходящей артерии. Задних и заднеперегородочных сегментов левого желудочка обусловлены поражением правой коронарной артерии, боковых сегментов – огибающей артерии. Однако зоны кровоснабжения зависят от типа кровоснабжения и могут существенно варьироваться.

На современных ультразвуковых аппаратах возможна оценка кровотока непосредственно в дистальных отделах передней нисходящей артерии, правой коронарной артерии, огибающей артерии из трансторакального доступа с вычислением коронарного резерва. Коронарный резерв вычисляется по отношению пиковой диастолической скорости кровотока на фоне введения дипиридамола к параметрам до инфузии. В здоровом сосуде коронарный резерв превышает 2,0, дистальнее зоны гемодинамически значимой АСБ становится меньше. А. В. Загатина и др. (2017) предлагают считать также разницу в скоростях менее 10 см/с значимым критерием стеноза [6].

В тоже время следует помнить, что технически это не всегда возможно сделать. Наиболее простым для визуализации является дистальный сегмент передней нисходящей артерии. Максимальная чувствительность выявления

поражения передней нисходящей артерии не превышает 69%, правой коронарной артерии – 64%, огибающей артерии – 43%, что объясняется небольшой зоной кровоснабжения последней и трудностью визуализации данных зон.

Магнитно-резонансная томография сердца с фармакологической нагрузкой добутамином основана на тех же принципах оценки сократительного резерва, что и стресс-ЭхоКГ, и проводится по аналогичному протоколу [10].

Эта методика способна предоставить высокое пространственное разрешение. Поэтому стресс-МРТ может рассматриваться в качестве варианта диагностики у пациентов, которым невозможно провести стресс-ЭхоКГ. Противопоказаниями к выполнению стресс-МРТ являются стандартными для магнитно-резонансной томографии. Чувствительность метода составляет 79-88%, специфичность – 81-91%.

Важную роль в обследовании пациентов с коронарной патологией играют радиоизотопные методы, такие как однофотонная эмиссионная компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография [23]. При этом внутривенно вводится радиопрепарат, накапливающийся в сердечной мышце. Областям ишемизированного миокарда соответствует снижение его накопления. Для оценки перфузии миокарда с помощью ОФЭКТ используются препарат на основе ^{99m}Tc и хлорид таллия ^{201}Tl . Совмещение исследования с нагрузочной пробой позволяет более точно выявить зоны гипоперфузии. Чувствительность метода составляет 81-97%, специфичность – 74-91%.

Техническим преимуществом ПЭТ перед ОФЭКТ является более высокая разрешающая способность. Однако высокая стоимость оборудования и самого исследования ограничивает её применение только в очень крупных научно-исследовательских центрах. Чувствительность метода составляет 73-92%, специфичность – 63-87%.

Однако, D.W. Park et al. (2022) считают, что использование диагностических методов визуализации в качестве метода рутинного диспансерного послеоперационного наблюдения не является целесообразным из-за того, что не позволяет улучшить клинические результаты, а только увеличивает частоту

повторной реваскуляризации [97].

Исследование проводилось на 2153 пациентах, у которых в 21,0% была поражена левая коронарная артерия, в 43,5% наблюдались бифуркационные поражения, в 69,8% – многососудистые поражения. Большинству пациентов (96,4%) устанавливали стенты с лекарственным покрытием; среднее количество стентов на одного пациента составило 2,0, а средняя длина стента составила 57 мм. Все пациенты были разделены на две группы: первая проходила диспансерное наблюдение с обязательным использованием визуализационных методов диагностики, вторая – стандартное наблюдение. За период наблюдения 2 года функциональное тестирование прошли 92,5% пациентов: 52,4% прошли один стресс-тест, а 47,6% прошли несколько стресс-тестов. Положительные стресс-тесты чаще встречались при радионуклидной визуализации, чем при стресс-эхокардиографии. Последующая коронарная ангиография и повторная реваскуляризация чаще выполнялись у пациентов с положительными результатами ядерной стресс-визуализации и стресс-эхокардиографии.

Не было различий между группами в частоте показателей смерти, инфаркта миокарда или повторной госпитализации (по любой сердечной или некардиальной причине) в течение 2 лет. В тоже время коронарография была выполнена достоверно чаще – в 12,3% у пациентов первой группы и в 9,3% в группе стандартного наблюдения; повторная реваскуляризация была выполнена в 8,1% и 5,8% соответственно.

A. Bagai et al. (2017) сообщают, что более половины пациентов проходят диагностические визуализационные пробы в период наблюдения 2 года после ЧКВ, примерно 1/3 проходят их повторно. Однако только 3,3% подвергаются повторной реваскуляризации. Поэтому авторы выступают против рутинного стресс-тестирования после ЧКВ. Авторы делают заключение, что необходима дальнейшая работа, чтобы выбрать критерии пациентов, которым наиболее вероятно будет полезно провести стресс-тестирование после ЧКВ [89]. A. Dhoot et al. (2020) приходят также к этому выводу [32].

S.M. Bradley et al. (2015) сообщают о частоте выполнения стресс-тестов ~

40%, уточняя что это на треть меньше по сравнению с другими больницами. Большинство стресс-тестов после ЧКВ проводилось с помощью ОФЭКТ – 79,8%. При этом частота смертельных исходов и повторных инфарктов не различалась в период послеоперационного наблюдения 2 года. Авторы считают, что необходима оптимизация показаний для использования стресс-тестирования [107].

Действительно согласно Американским рекомендациям по клинической практике 2013 г., стресс-тестирование в течение 2 лет после ЧКВ считается целесообразным у пациентов без ишемических симптомов [25].

V. Kini et al. (2022) сообщают о высокой диагностической ценности визуализационных методов. Из 3705 пациентов 24,7% прошли различные варианты стресс-тестирования в период от 60 дней до 2 лет после ЧКВ. Из 916 пациентов у 79,7% были выявлены клинические симптомы у 7,1% симптомов не было. Большому проценту пациентов с симптомами после ЧКВ по сравнению с пациентами без таких симптомов была проведена ОФЭКТ (87,1% против 76,9%; $p = 0,02$). Доля стресс-тестов с положительными результатами по ишемии была одинаковой среди симптоматических и бессимптомных пациентов (45,1% против 36,9%; $p = 0,39$). Поэтому авторы считают, что рутинное послеоперационное наблюдение с помощью стресс-тестов с низкой себестоимостью, например, стресс-ЭхоКГ, вполне оправдано [80].

М.К. Рыбакова и др. (2023) также считают, что стресс-ЭхоКГ является наиболее оптимальным методом неинвазивного послеоперационного скрининга, так как позволяет выявлять больных с наибольшим риском развития серьёзных осложнений, существенно влияющих на выживаемость [15]. Метод помогает клиницисту не только определиться с тактикой ведения пациента, но и имеет определённое прогностическое значение. Авторы приводят данные, что частота возникновения осложнений достоверно выше у пациентов с положительными результатами стресс-ЭхоКГ при сравнении пациентов с отрицательными результатами. Это прослеживается как в периоде наблюдения один год, так и в более длительном периоде. При отрицательном результате стресс-ЭхоКГ у пациентов, перенесших ЧКВ, частота инфаркта миокарда и летальных исходов из-

за сердечных причин составляет менее 1%, что сопоставимо со здоровыми лицами того возраста и пола. Однако анализ современной литературы показывает, что частота проведённых стресс-ЭхоКГ после ЧКВ, проведенных в лечебных учреждениях, совсем небольшой колеблется от 2 до 32% со средним значением 17% [32, 45, 48, 70, 72, 79, 81, 99]. Это при том, что в руках опытного врача проведение всего исследования в 4 стандартных позициях занимает от 30 до 110 секунд [15].

Однако мета-анализ неинвазивного тестирования показывает, что до 30% результатов всех стресс-ЭхоКГ, выполняемых в США, оцениваются как неинформативные, приводя к назначению последующей КАГ. При этом почти у 70% пациентов, направленных на КАГ, не обнаруживаются гемодинамически значимые стенозы [51, 105].

Н.Л. Willens et al. (2011) отмечают, что большее количество неинформативных стресс-ЭхоКГ приходится именно на поликлиническое звено. Авторы считают, что необходимо выработать более точные показания для назначения стресс-ЭхоКГ, так как это позволит сконцентрировать время и внимания врачей на обследовании пациентов, действительно нуждающихся в данном методе исследования [27].

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена совместно с кафедрой сердечно-сосудистой, рентгенэндоваскулярной хирургии и лучевой диагностики ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (заведующий кафедрой – д.м.н., профессор Р.Е. Калинин).

В исследование был включен 271 пациент, поступивший в ГБУЗ «Клиническая больница № 6 имени Г.А. Захарьина» г. Пензы с диагнозом «Ишемическая болезнь сердца. Острый коронарный синдром», у которых по результатам коронароангиографии были выявлены клинико-зависимые бифуркационные поражения коронарных артерий. В 159 случаях (58,7%) был диагноз «ОКС без подъема сегмента ST» и в 112 случаях (41,3%) был диагноз «ОКС с подъемом сегмента ST». У 32 пациентов (28,6% от пациентов с ОКСспST) была выполнена тромболитическая терапия фортелизином на догоспитальном этапе. У 16 пациентов (5,9%) в зоне поражения основной артерии отходило две БВ, таким образом в исследование было включено 287 бифуркаций. 265 пациентов с бифуркационными поражениями коронарных артерий (281 бифуркация), были оперированы одностенотовыми методиками бифуркационного стентирования (Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Provisional-стентирование с kissing-дилатацией) и, при наличии показаний, двухстенотовыми методиками (TAP-стентирование, Culotte-стентирование и DK-Crush-стентирование).

6 пациентов (6 бифуркаций) с поражением 0-0-1 по Medina были прооперированы способом стентирования коронарных артерий при изолированном поражении устья боковой ветви (патент РФ № 2812082). У этих пациентов на КАГ был выявлен бифуркационный стеноз 0-0-1 по классификации Medina одной из коронарных артерий с углом отхождения пораженной боковой ветви от 45° до 89°, причем разница в диаметрах боковой ветви и проксимального отдела магистральной артерии не позволяла имплантировать стент в магистральную артерию с переходом в боковую ветвь (Рисунок 1).

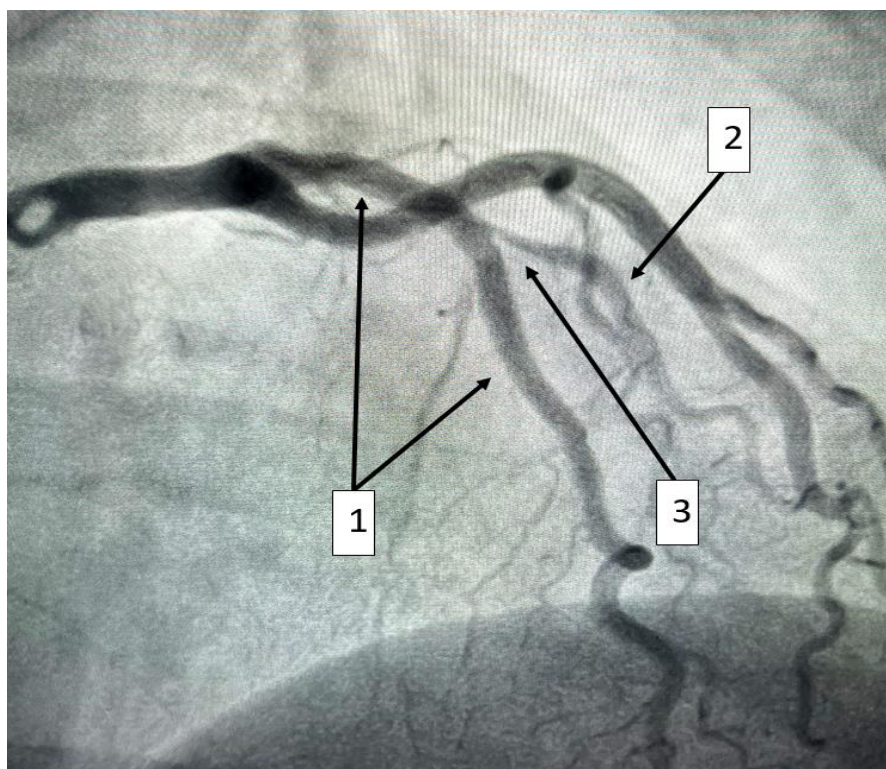


Рисунок 1 – Бифуркационный стеноз 0-0-1 по классификации Medina

Примечание – 1 – передняя нисходящая артерия, 2 – диагональная ветвь, 3 – 90% стеноз устья диагональной ветви.

Далее диагностический катетер заменялся на проводниковый. Следующим этапом первый коронарный проводник заводился в дистальный отдел пораженной боковой ветви, второй – в дистальный отдел основной артерии, от которой отходит пораженная боковая ветвь. Затем стент заводился в проксимальный сегмент пораженной боковой ветви, а баллонный катетер сопоставимого диаметра с диаметром основной артерии в зоне отхождения пораженной боковой ветви заводился в основную артерию, от которой отходит пораженная боковая ветвь, таким образом, чтобы середина баллонного катетера соответствовала месту отхождения пораженной боковой ветви. Затем стент позиционировался по устью пораженной боковой ветви таким образом, чтобы полностью покрыть атеросклеротическую бляшку (Рисунок 2), и происходила имплантация стента в устье пораженной боковой ветви (Рисунок 3).

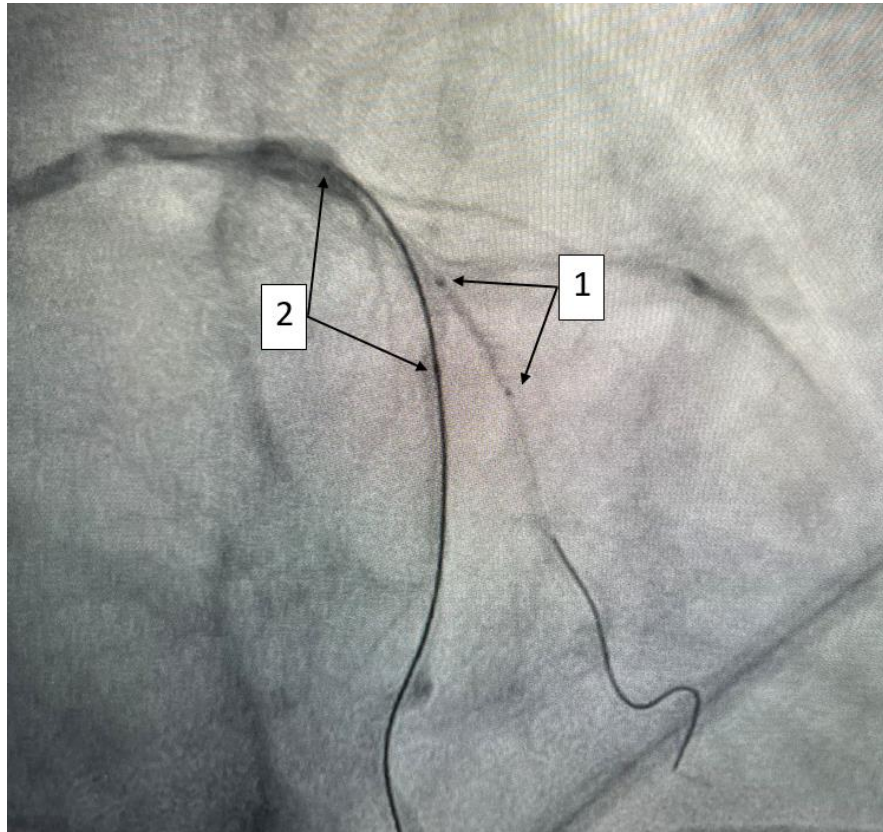


Рисунок 2 – Позиционирование стента по устью диагональной ветви с полным покрытием атеросклеротической бляшки
Примечание – 1 – стент, 2 – баллонный катетер.

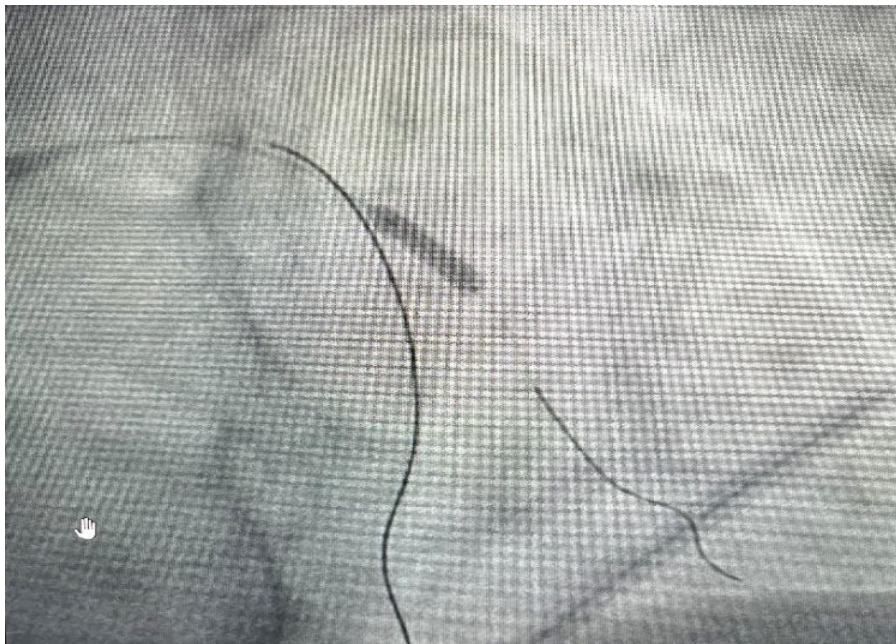


Рисунок 3 – Имплантация стента в диагональную ветвь

Далее баллонный катетер доставляющей системы стента подтягивался

проксимально на 5 мм, и выполнялась баллонная ангиопластика по kissing-методике основной артерии и пораженной БВ (Рисунок 4) с целью направления пролабирующих балок стента в области карины бифуркации продольно по отношению к магистральной артерии (Рисунок 5).

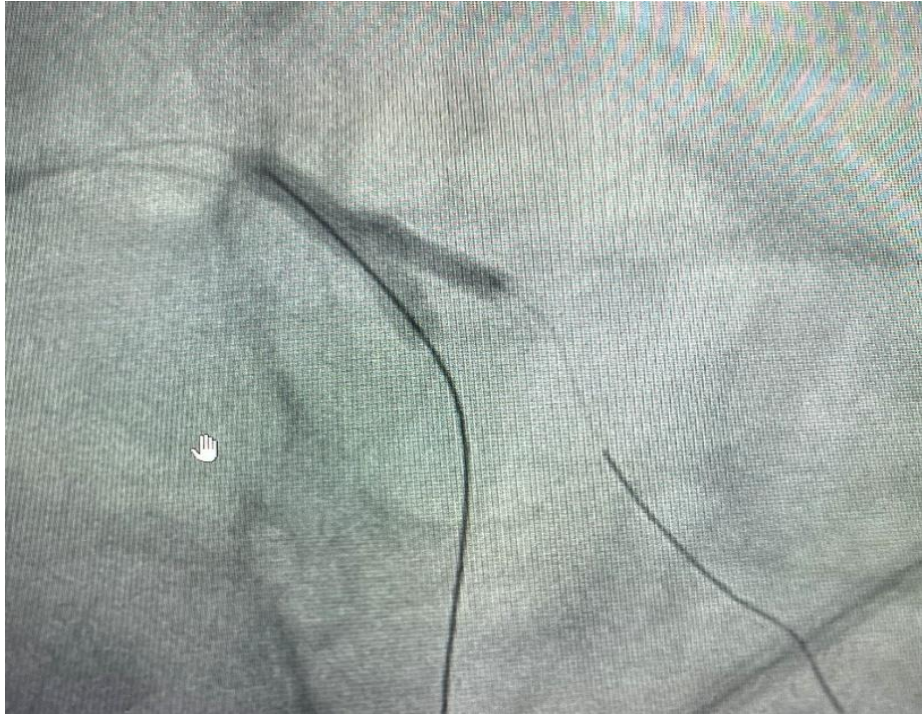


Рисунок 4 – БАП по по kissing-методике передней нисходящей артерии и диагональной ветви



Рисунок 5 – Результат операции

По гендерному составу пациенты с бифуркационными стенозами включали 193 мужчин – 71,2% и 78 женщин – 28,8%. Средний возраст пациентов составил 63 [33;82] года, причем средний возраст у мужчин оказался ниже 61 [33;82] год, чем у женщин 66 [33;81] лет, но без статистически значимой разницы ($P=0,06$). Пациентов со стволовым поражением было 12 женщин – 28,6% и 30 мужчин – 71,4%, средний возраст составил 64 года (65 [58;71] лет для женщин и 62 [58;79] лет для мужчин ($P=0,247$)). Пациентов с нестволовым поражением было 66 женщин – 28,8% и 163 мужчины – 71,2%, средний возраст составил 63 [33;82] года (66 [33;81] лет для женщин и 61 [33;82] год для мужчин ($P=0,068$)).

У пациентов была следующая сопутствующая патология: инсулинонепотребный сахарный диабет II типа был у 47 пациентов (17,3%), инсулинопотребный сахарный диабет II типа – 15 пациентов (5,5%), гипертоническая болезнь – 248 пациентов (91,5%), хроническая сердечная недостаточность – 229 пациентов (84,5%), хроническая ишемическая болезнь сердца – 163 пациента (60,2%), хроническая обструктивная болезнь легких – 42 пациента (15,5%).

Радиальный доступ в типичном месте был осуществлен у 203 пациентов (74,9%), брахиальный – у 16 пациентов (5,9%), феморальный – у 52 пациентов (19,2%). Смена доступа осуществлялась у 34 пациентов (12,5%).

В 100% случаев использовались сиролimus-элюирующие коронарные кобальт-хромовые стенты.

Исследование включало в себя три этапа. Распределение по группам пациентов на первом этапе исследования представлен на Рисунках 6 и 7.

Критерии включения пациентов в исследование:

- возраст старше 18 лет.
- наличие острого коронарного синдрома.
- наличие клинико-зависимого бифуркационного поражения коронарных артерий.

Критерии исключения пациентов из исследования:

- ранее выполненное эндоваскулярное вмешательство на клинико-зависимой бифуркации.

Пациенты были разделены на две группы: группа А – поражение ствола ЛКА, группа Б – нестволовые поражения.

Пациентам из всех групп при необходимости выполнялась преддилатация интересующих участков артерии.

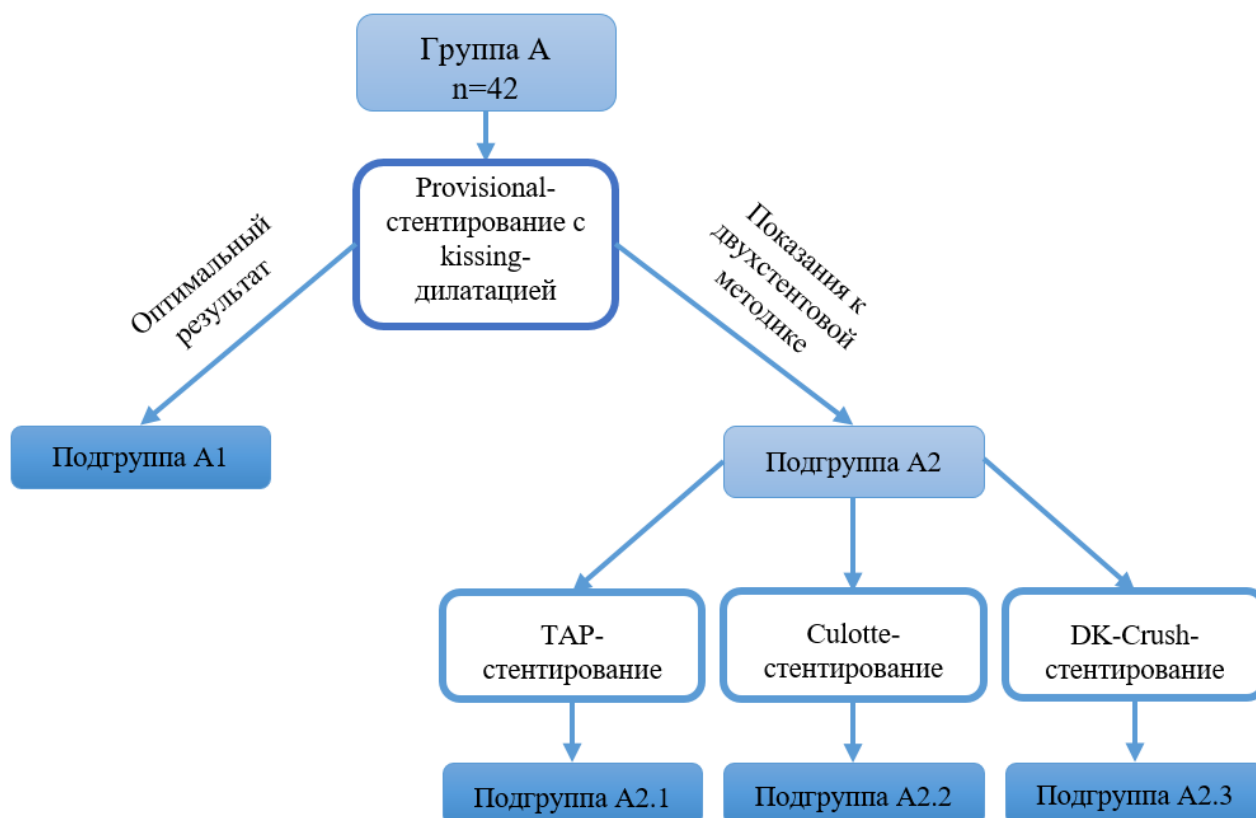


Рисунок 6 – Распределение по подгруппам пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии

В группе А всем пациентам первоначально планировалось проведение Provisional-стентирования с kissing-дилатацией. Согласно Европейскому бифуркационному клубу показаниями к переходу к двухстентовой стратегии являлись: вовлеченность в атеросклеротический процесс устья БВ (истинное бифуркационное поражение ствола ЛКА), кровоток по БВ менее ТИМІ ІІІ, диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI, ухудшение клинических проявлений с отрицательной

динамикой на ЭКГ, наличие остаточного тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ. Исходя из этого пациенты из группы А были распределены на подгруппы: подгруппа А1 – пациенты с оптимальным результатом Provisional-стентирования с kissing-дилатацией; подгруппа А2 – пациенты, которым потребовался переход к двухстентовой. Подгруппа А2 в свою очередь также была разделена на несколько подгрупп: подгруппа А2.1 – пациенты, которым выполнялось ТАР-стентирование; подгруппа А2.2 – пациенты, которым выполнялось Culotte-стентирование; подгруппа А2.3 – пациенты, которым выполнялось DK-Crush-стентирование.

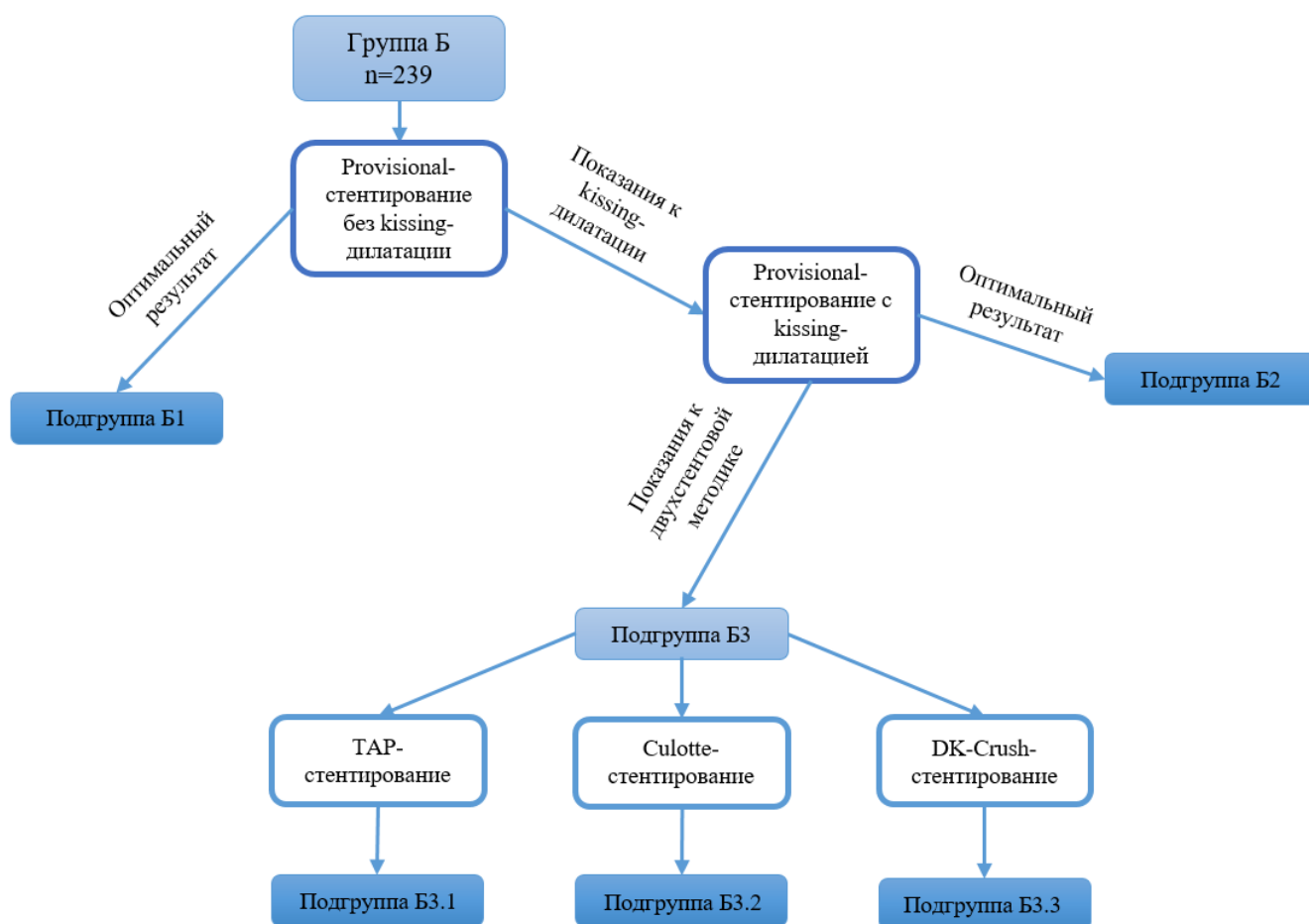


Рисунок 7 – Распределение по подгруппам пациентов с нестволовыми поражениями коронарных артерий

В группе Б всем пациентам первоначально планировалось проведение Provisional-стентирования без kissing-дилатации (подгруппа Б1). Однако, в

результате его неудовлетворительного результата (кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, смещение тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ) объем операции увеличивался до Provisional-стентирования с kissing-дилатацией (подгруппа Б2), так же показанием к данной методике являлось возможное эндоваскулярное вмешательство на БВ в будущем. В свою очередь при наличии показаний (вовлеченность в атеросклеротический процесс устья и проксимального сегмента БВ более 10 мм, кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, наличие остаточного тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ) у подгруппы Б2 объем операции увеличивался до двухстентовой методики (подгруппа Б3). Подгруппа Б3 была разделена на три подгруппы: подгруппа Б3.1 – пациенты, которым выполнялось ТАР-стентирование; подгруппа Б3.2 – пациенты, которым выполнялось Culotte-стентирование; подгруппа Б3.3 – пациенты, которым выполнялось DK-Crush-стентирование (применялось при возникновении диссекции интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI после преддилатации).

Для классификации бифуркационных поражений использовалась классификация по А. Medina.

Коронароангиографии и бифуркационные стентирования были выполнены на ангиографической установке Philips Azurion 7 F20 с 20-дюймовым детектором (Philips, Нидерланды) с использованием следующего инструментария: радиальные и феморальные интродьюсеры 6 Fr длиной 11 см Prelude (MeritMedical, США); радиальные интродьюсеры 6 Fr длиной 11 см и 16 см Brilliant (Lepu Medical, Китай); диагностический проводник 0,035 дюйма длиной 150 см и 260 см EMERALD (Cordis, США); диагностические катетеры Impulse 5 Fr и 6 Fr в модификациях JL3,5, JL4, JL4,5, JR3,5, JR4, JR5, TIG4, AL1, AL2, AR1 и AR2 длиной 110 см (Boston Scientific, США); проводниковые катетеры 6 Fr Runway в модификациях LeftBU3,5, LeftBU3,75, LeftBU4, JL3,5, JL4, JL4,5, JR3,5,

JR4, JR5, AL1, AL2, AR1 и AR2 длиной 110 см (Boston Scientific, США); проводниковые катетеры JL4 SheatLess 7,5 Fr длиной 110 см (Asahi, Япония); коронарные проводники 0,014 дюйма Sion, Soft, Rinato, Sion blue, Sion black, Fielder и Grand slam длиной 180 см (Asahi, Япония); коронарные проводники 0,014 дюйма Samurai длиной 190 см (Boston Scientific, США); коронарные проводники 0,014 дюйма PT2 длиной 185 см (Boston Scientific, США); датчик для проведения внутрисосудистого ультразвукового исследования Opticross 40 Mhz (Boston Scientific, США); баллонные катетеры Emerge (Monorail) диаметром 1,5 мм, 2 мм, 2,5 мм, 2,75 мм, 3 мм, 3,5 мм и 4 мм, длиной 15 мм и 20 мм (Boston Scientific, США); баллонные катетеры NC Mozec (Monorail) диаметром 2,75 мм, 3 мм, 3,5 мм, 4 мм и 4,5 мм, длиной 8 мм, 10 мм, 15 мм (Meril, Индия); сиролimus-элюирующие коронарные кобальт-хромовые стенты, покрытые биорезорбируемым полимером PLGA, NanoMed диаметром 2мм, 2,25 мм, 2,5 мм, 2,75 мм, 3 мм, 3,5 мм и 4 мм, длиной 8 мм, 10 мм, 12 мм, 14 мм, 18 мм, 24 мм, 28 мм и 32 мм (ЗАО НПП «МедИнж», Россия); сиролimus-элюирующие коронарные кобальт-хромовые стенты Supraflex Cruz диаметром 2,75 мм, 3 мм, 3,5 мм, 4 мм и 4,5 мм, длиной 16 мм, 20 мм, 36 мм, 40 мм, 44 мм и 48 мм (SMT, Индия); контрастное вещество Омнипак 350 мг йода/мл (GE Healthcare, США).

В 16 случаях (5,59%) пациентам интраоперационно выполнялось внутрисосудистое ультразвуковое исследование с целью уточнения характера поражения бифуркации, а также для оценки результатов бифуркационных стентирований. ВСУЗИ выполнялось на системе ультразвуковой визуализации iLab Cart System (Boston Scientific, США).

Также на первом этапе проводились лабораторные (общий анализ крови (с целью определения относительных противопоказаний к операции), биохимический анализ крови (с целью определения относительных противопоказаний к операции), гемостазиограмма (с целью контроля эффективности гепаринотерапии), определение в крови кардиоспецифичного тропонина (с целью установления диагноза «Инфаркт миокарда»)) и инструментальные (электрокардиограмма, эхокардиография) методы

обследования пациентов. Запись электрокардиограмм выполнялась на 12-ти канальном электрокардиографе Heart Screen 112 Clinic (Innomed Medical, Венгрия). Эхокардиография выполнялась на многофункциональной ультразвуковой системе Vivid T8 Pro (General Electric, США). Использовался секторный фазированный 2D датчик с частотой 1-4 МГц.

В послеоперационном периоде и на протяжении всего исследования пациенты получали терапию согласно клиническим рекомендациям Министерства здравоохранения РФ.

На втором этапе исследования производили оценку частоты интраоперационного расширения оперативных вмешательств, а также предикторов перехода к kissing-дилатации и/или двухстентовой методике (угол ангуляции дочерних ветвей, протяженность поражения основной и боковой ветвей, наличие кальциноза и тромбоза в зоне бифуркации).

На третьем этапе исследования пациентам, от 6 до 24 месяцев (средний срок наблюдения 16 месяцев) после оперативного вмешательства, выполнялись оценка функционального класса стенокардии напряжения (при ее наличии), повторные лабораторные (общий анализ крови (с целью определения относительных противопоказаний к операции), биохимический анализ крови (с целью определения относительных противопоказаний к операции), гемостазиограмма) и инструментальные (электрокардиограмма, эхокардиография, стресс-эхокардиография, велоэргометрия, контрольная коронароангиография) методы обследования. Запись электрокардиограмм выполнялась на 12-ти канальном электрокардиографе Heart Screen 112 Clinic (Innomed Medical, Венгрия). Эхокардиография выполнялась на многофункциональной ультразвуковой системе Vivid T8 Pro (General Electric, США). Использовался секторный фазированный 2D датчик с частотой 1-4 МГц. Стресс-эхокардиография выполнялась на полулежачем велоэргометре для нагрузочного тестирования и эхокардиографии ERG 911 BP/LS (Schiller, Швейцария) с использованием многофункциональной ультразвуковой системы Vivid T8 Pro (General Electric, США). Использовался секторный фазированный 2D датчик с частотой 1-4 МГц. Велоэргометрия

выполнялась на стресс-системе Case с велоэргометром E-Bike (General Electric, США).

Все пациенты подписывали информированное согласие на участие в исследовании. Проведение исследования было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (протокол № 1 от 06.09.2021). Всего за время проведения исследования было выполнено 1073 чрескожных коронарных вмешательств. Выполнив расчеты выборки пациентов по формуле:

$$SS = \frac{Z^2 * p * (1-p)}{c^2}, \quad (1)$$

где SS – размер выборки, Z – Z-фактор (1,96 для 95% доверительного интервала), p – процент респондентов (0,5 по умолчанию), C – доверительный интервал в десятичной форме, генеральная совокупность равна 1073, получим необходимый размер выборки наблюдений равный 283.

Полученные данные подвергали статистической обработке на персональном компьютере в программах MS Excel 2013 и Statistica. Для сравнения значений использовался U-критерий Манна-Уитни, критерий X^2 . За уровень достоверности была принята вероятность различия 95% ($p < 0,05$). Данные представлены в виде средних значений [минимальное; максимальное].

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Особенности вариантной анатомии при бифуркационных поражениях коронарных артерий. Типы бифуркационных поражений коронарных артерий

Подавляющее большинство бифуркационных поражений пришлось на бассейн левой коронарной артерии – 251 бифуркация (89,3%), оставшиеся 30 бифуркаций (10,7%) пришлось на бассейн правой коронарной артерии ($\chi^2=124,43$; $P<0,001$ (критерий X^2)). Более подробная локализация бифуркационных поражений выглядела следующим образом (рисунок 8): ствол левой коронарной артерии был поражен в 42 случаях (15%), причем в 38 случаях (13,5%) дочерними ветвями считались ПНА и ОА при отсутствующей и клинически незначимой ИМВ, а в 4 случаях (1,4%) дочерними ветвями ствола ЛКА считались ПНА и ИМВ, так как ОА была клинически не значимой; передняя нисходящая артерия и диагональная ветвь были поражены в 151 случае (53,8%); огибающая артерия и ветвь тупого края – 48 случаев (17,1%), ветвь тупого края и ее значимая маргинальная ветвь – 10 случаев (3,6%), правая коронарная артерия в зоне «креста» сердца – 28 случаев (10%), правая коронарная артерия и ветвь острого края – 2 случая (0,7%).

По углу ангуляции дочерних ветвей бифуркации распределились следующим образом: Y-тип бифуркации (Рисунок 9) отмечался в 203 случаях (72,2%), T-тип бифуркации (Рисунок 10) – в 76 случаях (27,1%), тип «reverse-shaped angulation» (Рисунок 11) – в 2 случаях (0,7%). Подробное распределение типа ангуляции дочерних ветвей в зависимости от локализации бифуркации представлено в Таблице 3.

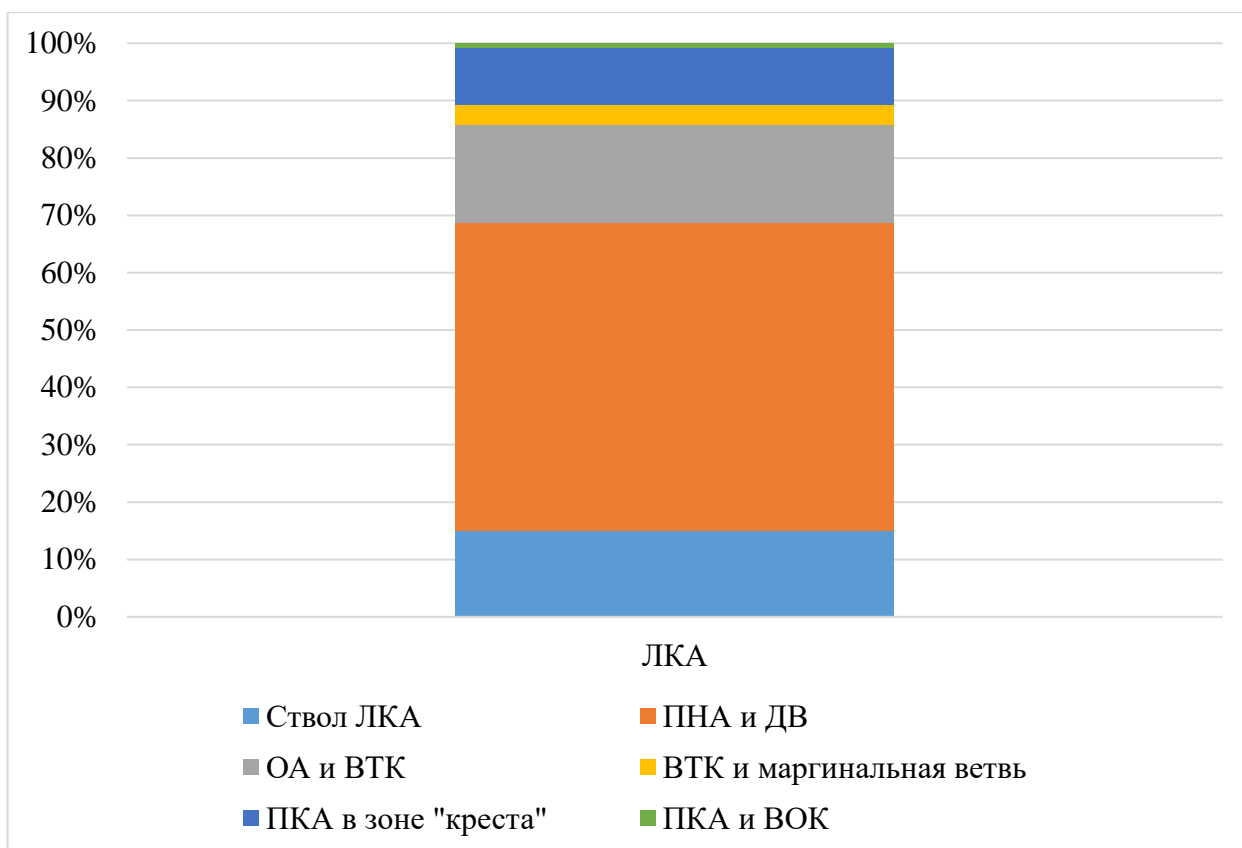


Рисунок 8 – Распределение бифуркационных поражений по коронарным бассейнам

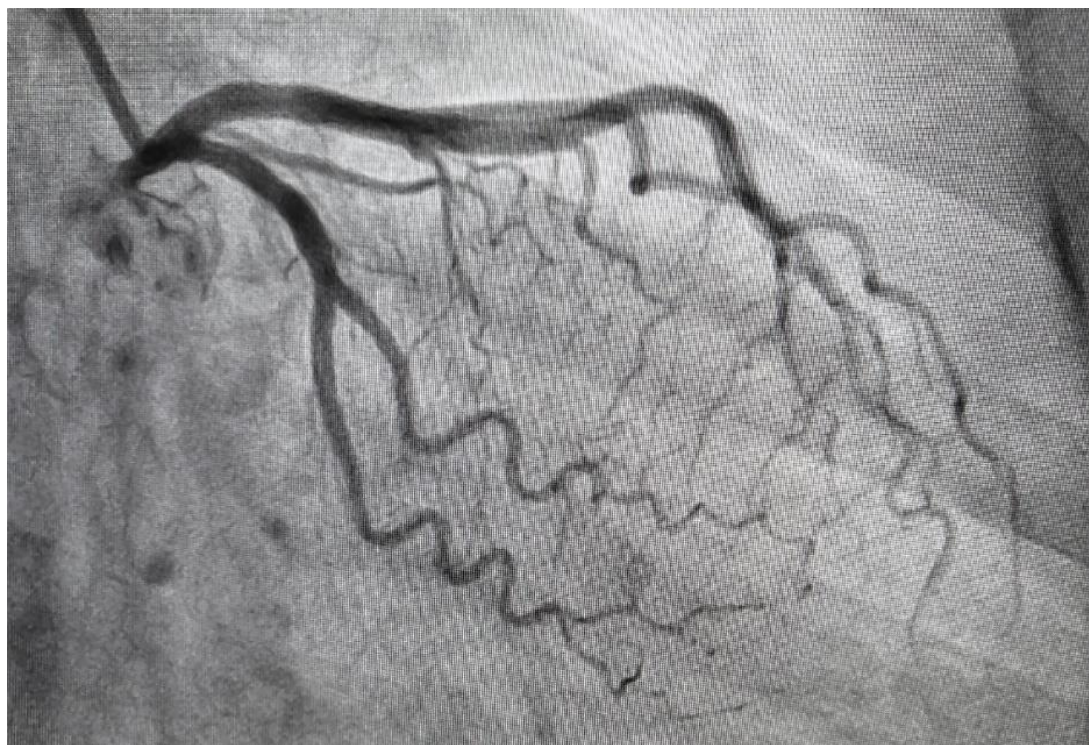


Рисунок 9 – Y-тип бифуркации огибающей артерии и ветви тупого края

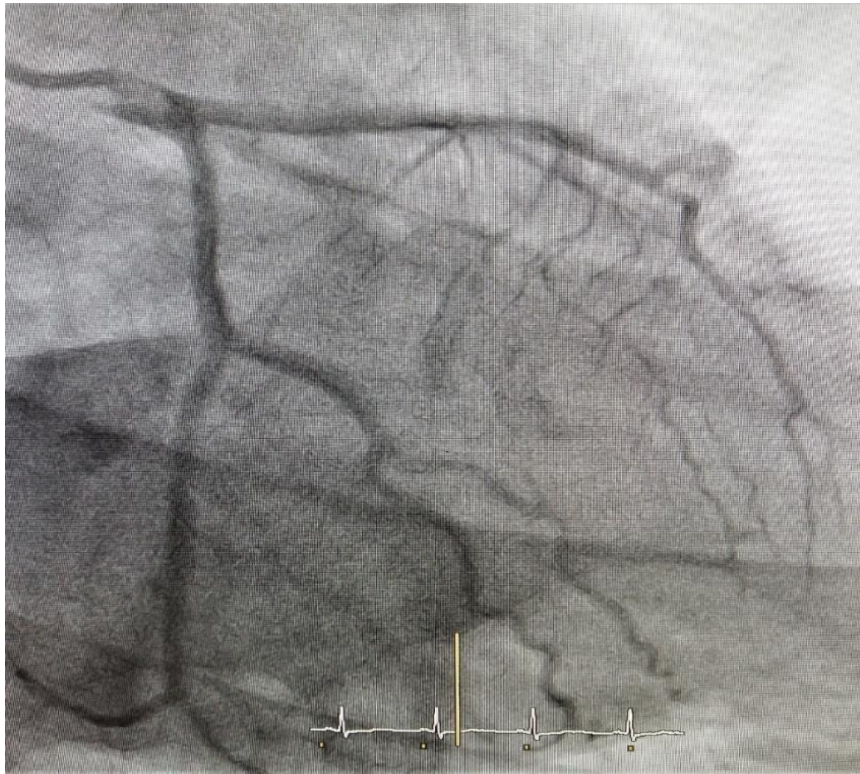


Рисунок 10 – Т-тип бифуркации огибающей артерии и ветви тупого края



Рисунок 11 – Бифуркация типа «reverse-shaped angulation» ствола левой коронарной артерии на переднюю нисходящую и огибающую артерию

Таблица 3 – Распределение типа ангуляции дочерних ветвей в зависимости от локализации бифуркации

Ствол ЛКА (ПНА и ОА) (n=38)		
Т-тип, n (%)	28 (73,7%)	$\chi^2=7,76$ P<0,001
Y-тип, n (%)	8 (21,1%)	
Тип «reverse-shaped angulation», n (%)	2 (5,3%)	
Ствол ЛКА (ПНА и ИМВ) (n=4)		
Т-тип, n (%)	–	$\chi^2=6,15$ P<0,001
Y-тип, n (%)	4 (100%)	
ПНА и ДВ (n=151)		
Т-тип, n (%)	16 (10,6%)	$\chi^2=69,61$ P<0,001
Y-тип, n (%)	135 (89,4%)	
ОА и ВТК (n=48)		
Т-тип, n (%)	9 (18,7%)	$\chi^2=13,07$ P<0,001
Y-тип, n (%)	39 (81,3%)	
ВТК и ее маргинальная ветвь (n=10)		
Т-тип, n (%)	3 (30%)	$\chi^2=1,09$ P=0,07
Y-тип, n (%)	7 (70%)	
ПКА в зоне «креста» сердца (n=28)		
Т-тип, n (%)	18 (64,3%)	$\chi^2=6,05$ P=0,03
Y-тип, n (%)	10 (35,7%)	
ПКА и ВОК (n=2)		
Т-тип, n (%)	2 (100%)	$\chi^2=1,5$ P=0,05
Y-тип, n (%)	–	
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия χ^2 .		

Как видно из Таблицы 3 Т-тип бифуркаций встречается, как правило, при стволовых поражениях (28 бифуркаций – 66,7%), однако Т-тип также превалирует

при поражениях ПКА в зоне «креста» сердца (18 бифуркаций – 64,3%) и в обоих случаях отхождения ветви острого края от правой коронарной артерии. В свою очередь Y-тип бифуркации чаще встречается при нестволовых поражениях (191 бифуркация – 79,92%), но интересно отметить, что во всех случаях поражения ствола ЛКА, где огибающая артерия была клинически незначима и за дочерние ветви бифуркации принимались ПНА и ИМВ, наблюдался Y-тип бифуркации.

В 3 случаях поражения ствола ЛКА (7,14% от стволых поражений) ИМВ и ОА отходили общим устьем, не вовлеченным в атеросклеротический процесс, что позволило рассматривать данный анатомический вариант как бифуркационное поражение и успешно применить бифуркационную методику стентирования.

Все бифуркации, которые были включены в исследование, имели клинически значимую боковую ветвь. Боковая ветвь меньше основной по диаметру была в 80,43% случаев (226 бифуркации), дочерние ветви были сопоставимы по диаметру в 12,1% случаев (34 бифуркаций), боковая ветвь была больше основной в 7,47% случаев (21 бифуркация).

Средний диаметр ветвей при Y-типе бифуркации составил: основная ветвь – 3,6 [2;4,5] мм, боковая ветвь – 2,8 [2;4] мм; при T-типе – 3,5 [2;4,5] мм и 2,9 [2;4] мм соответственно; при «reverse-shaped angulation» – 3,8 [3,5;4] мм и 3,5 [3;4] мм соответственно ($U=15048$; $P=0,102$ (критерий Манна-Уитни)).

Боковая ветвь была поражена (бифуркационные поражения 1-1-1; 0-1-1 и 1-0-1 по Medina) в 97 бифуркациях (34,52%), боковая ветвь не была вовлечена в атеросклеротический процесс (бифуркационные поражения 1-1-0; 0-1-0; 1-0-0 и 0-0-1 по Medina) в 184 наблюдениях (65,48%) ($\chi^2=18,15$; $P<0,001$ (критерий X^2)). Поражения типа 0-0-1 по Medina рассматривались нами, как поражения без вовлечения в процесс боковой ветви, так как в этом случае выполнялось имплантация стента в боковую ветвь с выходом в основную (если это позволяла сделать перекалибровка основной и боковой ветвей). Если разница в диаметрах боковой ветви и проксимального отдела магистральной артерии не позволяла имплантировать стент в магистральную артерию с переходом в боковую ветвь, то

выполнялся способ стентирования коронарных артерий при изолированном поражении устья боковой ветви (Патент РФ №2812082).

Подробное распределение бифуркационных поражений по классификации А. Medina представлено в Таблице 4.

Таблица 4 – Распределение бифуркационных поражений по классификации А. Medina в зависимости от типа бифуркации

Поражение по Medina	Всего (n=281)	Y-тип (n=203)	T-тип (n=76)	Тип «reverse-shaped angulation» (n=2)	P
1-1-1, n (%)	76 (27,1%)	62 (30,5%)	14 (18,4%)	–	$\chi^2=21,15$ P=0,04
1-1-0, n (%)	105 (37,4%)	65 (32%)	38 (50%)	2 (100%)	$\chi^2=4,75$ P=0,01
0-1-1, n (%)	11 (3,9%)	10 (4,9%)	1 (1,3%)	–	$\chi^2=1,75$ P=0,17
1-0-1, n (%)	10 (3,6%)	8 (3,9%)	2 (2,6%)	–	$\chi^2=2,5$ P=0,6
1-0-0, n (%)	27 (9,6%)	20 (9,9%)	7 (9,2%)	–	$\chi^2=2,15$ P=0,87
0-1-0, n (%)	38 (13,5%)	28 (13,8%)	10 (13,2%)	–	$\chi^2=2,05$ P=0,89
0-0-1, n (%)	14 (5%)	10 (4,9%)	4 (5,3%)	–	$\chi^2=1,9$ P=0,91

Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия χ^2 .

Распределение бифуркационных поражений по классификации А. Medina в зависимости от вида острого коронарного синдрома представлено в Таблице 5.

Таблица 5 – Распределение бифуркационных поражений по классификации А. Medina в зависимости от вида острого коронарного синдрома

Поражение по Medina	ОКСбпСТ (n=162)	ОКСспСТ (n=119)	P
1-1-1, n (%)	38 (23,5%)	38 (31,9%)	$\chi^2=1,42$; P=0,11
1-1-0, n (%)	55 (34%)	50 (42%)	$\chi^2=0,86$; P=0,17
0-1-1, n (%)	9 (5,6%)	2 (1,7%)	$\chi^2=2,55$; P=0,1
1-0-1, n (%)	2 (1,2%)	8 (6,7%)	$\chi^2=5,57$; P=0,01
1-0-0, n (%)	17 (10,5%)	10 (8,4%)	$\chi^2=0,29$; P=0,56
0-1-0, n (%)	27 (16,7%)	11 (9,2%)	$\chi^2=2,49$; P=0,07
0-0-1, n (%)	14 (8,6%)	–	$\chi^2=9,94$; P<0,001
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия χ^2 .			

Протяженность поражения основной и боковой ветвей составила 29,2 [6;94] мм и 10,0 [3;28] мм соответственно. При Y-типе протяженность поражения основной ветви составила 26,8 [6;81] мм и боковой ветви – 12,7 [3;24] мм, при T-типе 32,1 [10;94] мм и 9,6 [4;28] мм соответственно (U=598; P=0,2 (критерий Манна-Уитни)). Для удобства подсчетов и ввиду статистической незначимости значений при типе «reverse-shaped angulation», мы включили его в T-тип.

Ангиографические признаки кальциноза эпикардальных артерий в зоне клинко-зависимой бифуркации определялись в 76 случаях (27,05%), кальциноз не визуализировался в 205 случаях (72,95%). При бифуркационных поражениях при ОКСбпСТ кальциноз в зоне клинко-зависимой бифуркации определялся в 58 случаях (76,32% от случаев кальциноза), при ОКСспСТ – в 18 случаях (23,68% от случаев кальциноза) ($\chi^2=8,81$; P<0,001 (критерий χ^2)).

Дефект контрастирования (тромб) в зоне интересующей бифуркации визуализировался в 66 случаях (23,49% от всех поражений): в 62 случаях при ОКСспСТ (52,1%) и в 4 случаях при ОКСбпСТ (2,47%) ($\chi^2=57,01$; P<0,001 (критерий χ^2)).

В 43 случаях (15,3% от всех бифуркаций и 38,39% от пациентов с ОКСспСТ) наблюдалась острая окклюзия артерии, после реканализации которой визуализировалось бифуркационное поражение.

Обсуждение: Согласно данным M. Ferenc et al. (2008) в структуре поражения коронарных бифуркаций на первом месте располагается бассейн передней нисходящей артерии – 75,2%, на втором месте – бассейн огибающая артерия с 15,8%, на третьем – правая коронарная артерия (8,9%) [96]. Q. F. Lin et al. (2010) приводят похожую структуру поражения: передняя нисходящая артерия и диагональная ветвь поражаются в 83,3% наблюдений, огибающая артерия и ветвь тупого края – в 9,3%, правая коронарная артерия в 7,4% [35]. I. Kumsars et al. (2020) в своем исследовании приводят данные, что ПНА и ДВ были поражены в 74,1% наблюдений из 221 бифуркации [91]. В исследовании J. J. Zhang et al. (2020), которое включало в себя 653 пациента, большинство бифуркационных поражений (60,6%) приходилось бассейн передней нисходящей артерии [77].

В нашей работе при соответствии общей структуры поражения бифуркаций коронарных артерий данным мировой литературы, процент конкретных бассейнов был несколько ниже, что объясняется наличием в нашей работе стволовых поражений коронарных артерий, а также более детальным распределением топической локализации поражений.

В мировой литературе указано, что Y-тип бифуркации встречается в 76,1% случаев, а T-тип – в 23,9% [103]. Мы получили сопоставимые значения (72,24% и 27,05% соответственно), к тому же в нашем исследовании выделен отдельный тип бифуркаций с обратным углом ангуляции (0,71%), который в исследовании Lefevre et al. включен в T-тип. Стоит отметить, что в реальной клинической практике тип бифуркации «reverse-shaped angulation» встречается несколько чаще, однако такой тип бифуркации наблюдается преимущественно в стволе ЛКА и если наблюдается подобное стволовое поражение, то, как правило, рентгенэндоваскулярный хирург вынужден отказаться от эндоваскулярного вмешательства в пользу аортокоронарного шунтирования из-за высоких рисков неудачи. Так же в нашем исследовании выявлена закономерность распределения

различных типов бифуркаций в зависимости от локализации: Т-тип бифуркаций встречается, как правило, при стволовых поражениях, при поражениях ПКА в зоне «креста» сердца и при поражениях ПКА в месте отхождения ВОК; Y-тип бифуркации чаще встречается при нестволовых поражениях и при поражениях ствола ЛКА, где ОА является клинически незначимой и за дочерние ветви бифуркации принимаются ПНА и ИМВ.

По данным Т. Lefevre et al. (2005) частота встречаемости различных видов поражения бифуркаций выглядит следующим образом (в исследовании приводится классификация бифуркационных поражений по Duke): тип А – 7,9%, тип В – 24,8%, тип С – 13,9%, тип D – 36,6%, тип Е – 5,9%, тип F – 10,9% [103, 110].

Наше исследование имеет расхождение с результатами Т. Lefevre et al. практически по всем типам бифуркационных поражений, кроме поражения типа Е по классификации Duke (0-0-1 по классификации А. Medina). Данное обстоятельство может объясняться тем, что исследования Т. Lefevre et al. проходили в начале двухтысячных годов, когда возможности эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий были ограниченнее, чем в настоящий момент.

В работах V. Dzavik (2006, 2020), исследующей отдаленные результаты Crush-стентирования, более протяженные атеросклеротические поражения встречались в основном сосуде при угле бифуркации более 50° [90, 119].

В нашей работе протяженность поражения в основной и боковой ветвях не зависела от угла между дочерними ветвями бифуркации.

В проспективном многоцентровом исследовании М. С. Kim et al. (2017) доля кальцинированных бифуркационных поражений составила 20,9% [57].

В нашем исследовании доля кальцинированных бифуркационных поражений составила несколько больший процент – 27,05%. Причем достоверно известно, что кальцинированные поражения встречались, как правило, при ОКСбпST.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что в

большинстве случаев поражение бифуркаций при остром коронарном синдроме не затрагивает боковую ветвь.

3.2. Частота и предикторы интраоперационного расширения объема оперативного вмешательства

Была выполнена коррекция 281 бифуркационного поражения коронарных артерий следующими методиками: Provisional-стентирование без kissing-дилатации – 117 бифуркаций (41,6%), Provisional-стентирование с kissing-дилатацией – 110 бифуркаций (39,2%), TAP-стентирование – 36 бифуркаций (12,8%), Culotte-стентирование – 11 бифуркаций (3,9%), DK-Crush-стентирование – 7 бифуркаций (2,5%).

Среднее время выполнения различных техник эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий (вместе с учетом времени, затраченным на выполнение КАГ) представлено в Таблице 6.

Таблица 6 – Среднее время оперативного вмешательства при различных методиках бифуркационных стентирований (вместе с учетом времени, затраченным на выполнение КАГ)

Методика	Среднее время, мин
Provisional-стентирование без kissing-дилатации	31 [15;120]
Provisional-стентирование с kissing-дилатацией	43 [20;130]
TAP-стентирование	51 [40;120]
DK-Crush-стентирование	79 [55;180]
Culotte-стентирование	72 [50;150]

При проведении статистического анализа (критерий Манна-Уитни) была выявлена значимая разница между методиками Provisional-стентирования без kissing-дилатации и Provisional-стентирования с kissing-дилатацией – $U=3747,5$ ($P<0,001$), Provisional-стентирования с kissing-дилатацией и TAP-стентированием

– $U=1483$ ($P=0,002$), TAP-стентированием и DK-Crush-стентированием – $U=15$ ($P=0,03$) и TAP-стентированием и Culotte-стентированием – $U=43,5$ ($P=0,03$). Статистически достоверной разницы между DK-Crush-стентированием и Culotte-стентированием не обнаружено – $U=36,5$ ($P=0,4$).

Малое количество «сложных» методик бифуркационного стентирования (Culotte- и DK-Crush-стентирования) объясняется тем, что в исследование включены пациенты с острым коронарным синдромом, что откладывает отпечаток на состояние пациента. Например, DK-Crush-стентирование применяется, как правило, при стволовом поражении с вовлечением в процесс БВ, однако, пациенты с ОКС при поражении ствола ЛКА гемодинамически нестабильны и применять методику DK-Crush-стентирования рискованно из-за ее сложности и высокого риска интраоперационных осложнений. Culotte-стентирование имеет ограничение в виде того, что для ее применения необходима подходящая анатомия бифуркации (Y-тип ангуляции и одинаковый размер дочерних ветвей), так же она технически сложна в исполнении, что еще больше ограничивает ее применении у гемодинамически нестабильных пациентов.

В Таблице 7 представлено количество одно- и двухстентовых методик бифуркационных стентирований у пациентов со стволовым поражением (группа А).

Таблица 7 – Количество одно- и двухстентовых методик коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с поражением ствола ЛКА (группа А)

Подгруппа	Методика	Кол-во бифуркаций
A1	Provisional-стентирование с kissing-дилатацией, n (%)	34 (81%)
A2	Двухстентовые методики, n (%)	8 (19%)
	Всего	42

Подробное распределение двухстентовых бифуркационных стентирований у пациентов группы А представлено на Рисунке 12.

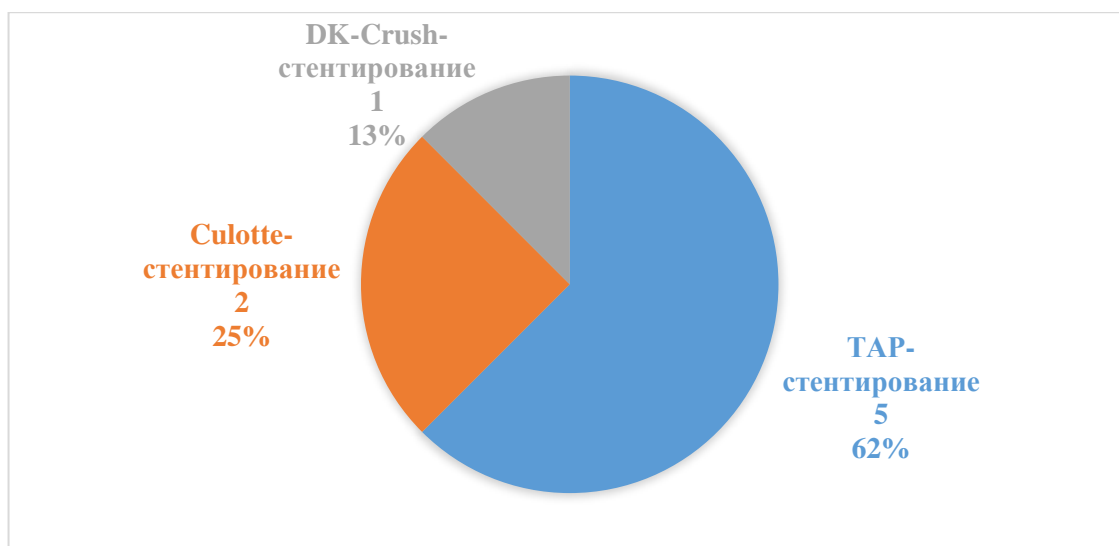


Рисунок 12 – Количество двухстеновых методик бифуркационных стентирований у пациентов группы А

В Таблице 8 представлено количество различных методик бифуркационных стентирований у пациентов с нестволовыми поражениями коронарных артерий (группа Б).

Таблица 8 – Количество методик коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий у пациентов с нестволовыми поражениями (группа Б)

Подгруппа	Методика	Кол-во бифуркаций
Б1	Provisional-стентирование без kissing-дилатации, n (%)	117 (49%)
Б2	Provisional-стентирование с kissing-дилатацией, n (%)	76 (31,8%)
Б3.1	ТАР-стентирование, n (%)	31 (13%)
Б3.2	Culotte-стентирование, n (%)	9 (3,8%)
Б3.3	DK-Crush-стентирование, n (%)	6 (2,4%)
	Всего	239

Из всех 281 бифуркаций при первоначальном планировании Provisional-стентирования без kissing-дилатации потребность к переходу к kissing-дилатации возникла у 158 бифуркаций (56,2%). Причинами подобного перехода явились (Рисунок 13): кровоток по БВ менее TIMI III – 27 случаев (17,1%), ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ – 36 случаев (22,8%),

возможное вмешательство на БВ в будущем – 8 случаев (5,1%), смещение тромба в устье и/или проксимальный сегмент БВ – 32 случая (20,3%), поражение БВ более 10 мм – 14 случаев (8,9%), поражение ствола ЛКА без вовлечения в процесс БВ – 34 случая (21,2%), поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ – 7 случаев (4,4%).

У пациентов в группе А (42 бифуркации) переход к kissing-дилатации требовался в 97,6% случаев, так как поражение ствола ЛКА само по себе является показанием, как минимум, к Provisional-стентированию с kissing-дилатацией. В 1 случае (2,4%) переход к kissing-дилатации не осуществлялся, так как в данном случае было истинное поражение ствола ЛКА и пациенту сразу была выполнена методика DK-Crush-стентирования.

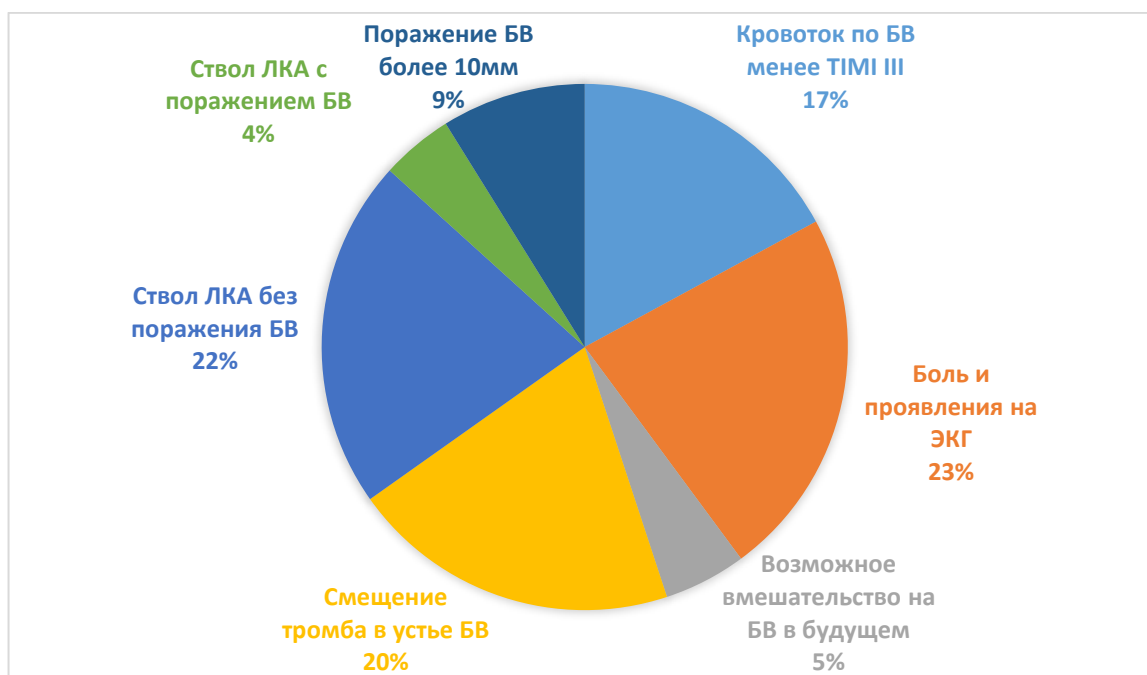


Рисунок 13 – Причины перехода к kissing-дилатации среди всех групп пациентов

У пациентов группы Б (239 бифуркаций) переход к kissing-дилатации потребовался в 49% случаев (117 бифуркаций). Причинами перехода к kissing-дилатации при применении методики Provisional-стентирования являются (Рисунок 14): кровоток по БВ менее TIMI III – 27 случаев (23,1%), ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ – 36 случаев (30,8%), возможное вмешательство на БВ в будущем – 8 случаев (6,8%), смещение тромба

в устье и/или проксимальный сегмент БВ – 32 случая (27,4%), поражение БВ более 10 мм – 14 случаев (12%).

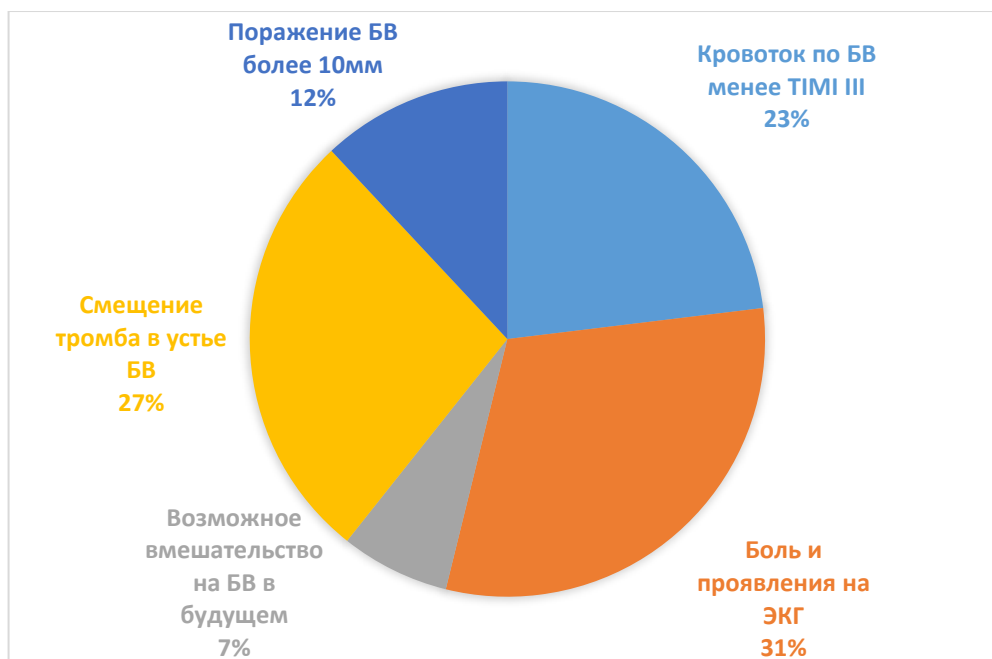


Рисунок 14 – Причины перехода к kissing-дилатации у пациентов группы Б

Переход к двухстентовым методикам потребовался в 54 случаях (19,2%) из 281 бифуркации. Причинами подобного перехода являлись (Рисунок 15): диссекция интимы в устье БВ класса В и выше по классификации NHLBI – 17 случаев (31,5%), кровоток по БВ менее TIMI III – 4 случая (7,4%), ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ – 4 случая (7,4%), сохранение тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ – 2 случая (3,7%), поражение БВ более 10 мм – 14 случаев (25,9%), возникновение диссекции интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ после преддилатации – 6 случаев (11,1%), поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ – 7 случаев (13%).

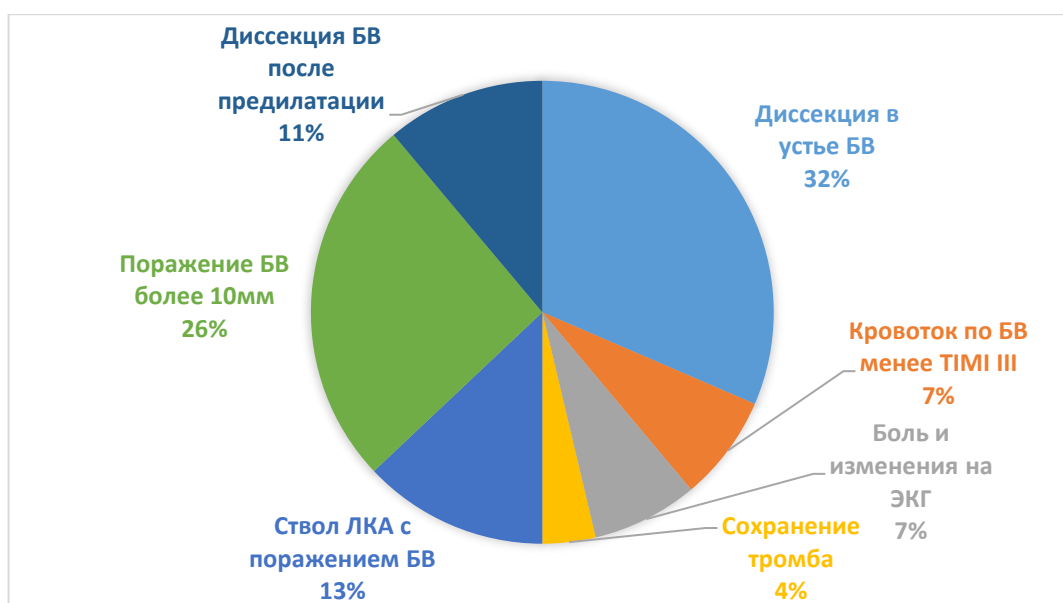


Рисунок 15 – Причины перехода к двухстентовой методике среди всех групп пациентов

У пациентов группы А расширение объема оперативного вмешательства до двухстентовой методики осуществлялось в 8 случаях (19,1%). Причинами явились (Рисунок 16): диссекция интимы в устье БВ класса В и выше по классификации NHLBI – 1 случай (12,5%) и поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ – 7 случаев (87,5%).

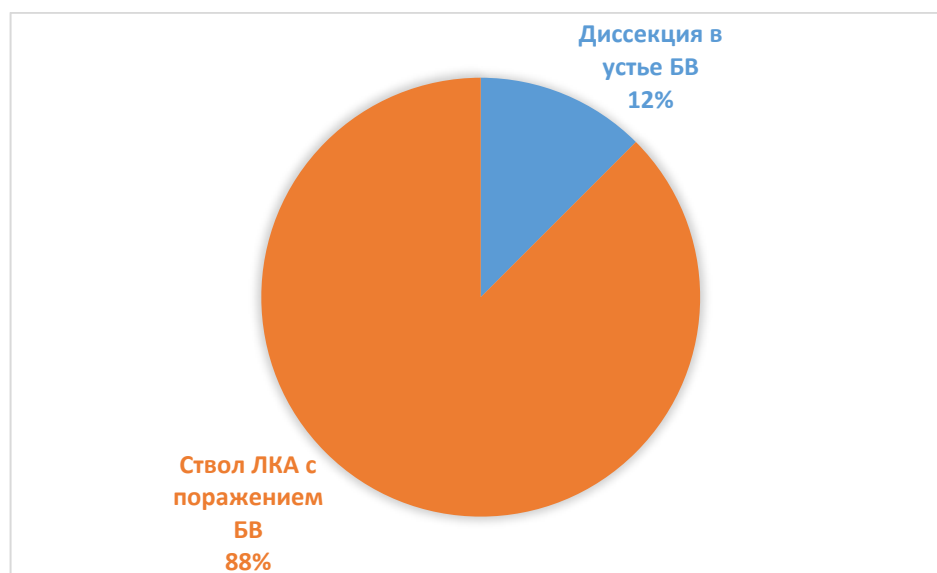


Рисунок 16 – Причины перехода к двухстентовой методике у пациентов группы А

У пациентов группы Б переход к двухстентовой методике был необходим в 46 случаях (19,3%). Причинами подобного перехода являлись (Рисунок 17):

диссекция интимы в устье БВ класса В и выше по классификации NHLBI – 16 случаев (34,8%), кровотоков по БВ менее TIMI III – 4 случая (8,7%), ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ – 4 случая (8,7%), сохранение тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ – 2 случая (4,4%), поражение БВ более 10 мм – 14 случаев (30,4%), возникновение диссекции интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ после преддилатации – 6 случаев (13%).

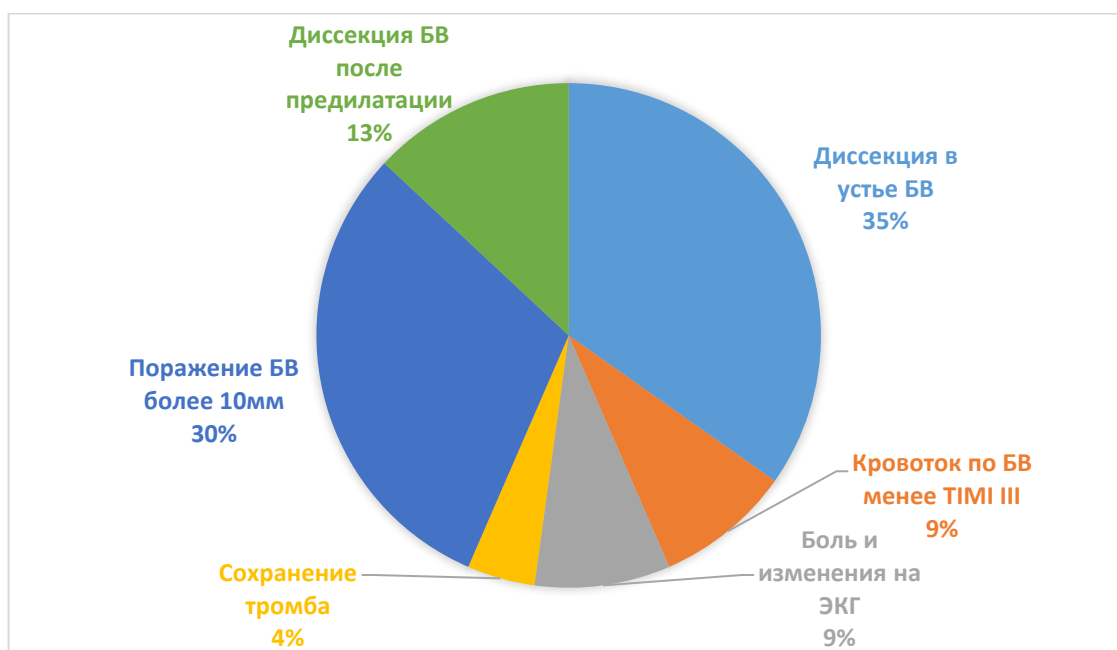


Рисунок 17 – Причины перехода к двухстентовой методике у пациентов группы Б

Дефект контрастирования (тромб) визуализировался в зоне интересующей бифуркации в 66 случаях (23,5% от всех бифуркаций). В 46 из них (69,7%) требовалось расширение оперативного вмешательства до kissing-дилатации при методике Provisional-стентирования ($\chi^2=5,19$; $P=0,046$ (критерий X^2)). В большинстве случаев переход к kissing-дилатации требовался из-за смещения тромботических масс в устье БВ (32 бифуркации – 69,6%) ($\chi^2=4,78$; $P<0,001$ (критерий X^2)). В остальных случаях переход к kissing-дилатации был необходим из-за кровотока по БВ менее TIMI III (6 бифуркаций – 13%), ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ (3 бифуркации –

6,5%), поражения ствола ЛКА без вовлечения в процесс БВ (3 бифуркации – 6,5%) и поражения ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ (2 бифуркации – 4,4%).

Из 46 бифуркаций, которым потребовалась kissing-дилатация, удовлетворительный результат был достигнут в 36 случаях (78,3% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 54,6% от всех случаев, где визуализировался дефект контрастирования), в оставшихся 10 случаях (21,7% от случаев, где было выполнено Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 15,2% от случаев, где визуализировался дефект контрастирования) потребовалось расширения операции до двухстеновой методики из-за неоптимального результата Provisional-стентирования с kissing-дилатацией ($\chi^2=0,41$; $P=0,11$ (критерий X^2)). Причины перехода к двухстеновой методике бифуркационного стентирования представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Причины перехода к двухстеновой методике бифуркационного стентирования после неудовлетворительно результата Provisional-стентирования с kissing-дилатацией у пациентов с изначальной визуализацией дефекта контрастирования (тромба) в зоне бифуркации

Причина	Кол-во случаев
Диссекция интимы в устье БВ класса В и более по классификации NHLBI, n (%)	4 (40%)
Сохранение дефекта контрастирования (тромба), n (%)	2 (20%)
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	2 (20%)
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	2 (20%)
Всего	10

При визуализации кальциноза в области интересующей бифуркации (76 случаев – 27,1%) переход к kissing-дилатации требовался в 54 случаях – 71,1% ($\chi^2=6,71$; $P=0,02$ (критерий X^2)). Непосредственные причины перехода к kissing-дилатации при кальцинозе представлены в Таблице 10. Стоит отметить, что в 4 из 76 случаев (5,3%) возникла диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ после преддилатации, в результате чего в данных случаях было

принято решение сразу выполнять методику DK-Crush-стентирования в связи с высоким риском окклюзии БВ при применении методики Provisional-стентирования.

Таблица 10 – Причины перехода к kissing-дилатации при кальцинозе эпикардиальных артерий в области интересующей бифуркации

Причина	Кол-во случаев
Кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, n (%)	10 (18,5%)
Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	16 (29,6%)
Возможное вмешательство на БВ в будущем, n (%)	2 (3,7%)
Смещение тромба в устье БВ, n (%)	4 (7,4%)
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	6 (11,1%)
Поражение ствола ЛКА без вовлечения в процесс БВ, n (%)	14 (25,9%)
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	2 (3,7%)
Всего	54

У 38 из 54 бифуркаций (70,4% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 50% от всех случаев, где визуализировался кальциноз эпикардиальных артерий в зоне интересующей бифуркации) был удовлетворительный результат Provisional-стентирования с kissing-дилатацией. У оставшихся 16 бифуркаций (29,6%) потребовалась имплантация стента в БВ, то есть переход к двухстентовой методике ($\chi^2=0,09$; $P=0,28$ (критерий X^2)). Так же, как говорилось ранее, в 4 случаях двухстентовая методика планировалась сразу после преддилатации в связи с возникновением диссекции интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ. Таким образом, двухстентовая методика была применена в 20 случаях (26,3% от случаев, где визуализировался кальциноз эпикардиальных артерий в зоне интересующей бифуркации) ($\chi^2=1,17$; $P=0,07$ (критерий X^2)). Причины применения двухстентовой методики представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Причины перехода к двухстентовой методике бифуркационного стентирования у пациентов с кальцинозом эпикардиальных артерий в зоне интересующей бифуркации

Причина	Кол-во случаев
Диссекция интимы в устье БВ класса В и более по классификации NHLBI, n (%)	6 (30%)
Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	2 (10%)
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	2 (10%)
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	6 (30%)
Диссекция интимы БВ после преддилатации, n (%)	4 (20%)
Всего	20

При Т-типе бифуркации (тип «reverse-shaped angulation» включен) переход к kissing-дилатации потребовался в 50 из 78 случаев (64,1%), при Y-типе бифуркации – в 108 из 203 случаев (53,2%) ($\chi^2=0,74$; P=0,1 (критерий X^2)). Причины необходимости подобного перехода для Т- и Y-типов бифуркаций представлены в таблице 12. Стоит отметить, что при Y-типе бифуркации в 6 случаях (3%) при нестволовом поражении возникла диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ после преддилатации, в результате чего в данных случаях было принято решение сразу выполнять методику DK-Crush-стентирования в связи с высоким риском окклюзии БВ при применении методики Provisional-стентирования, а также в 1 случае (0,5%) было поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, где также методика DK-Crush-стентирования рассматривалась как первоочередная.

Таблица 12 – Причины перехода к kissing-дилатации при Т- и Y-типах бифуркаций

Причина	Кол-во случаев		P
	Т-тип (n=50)	Y-тип (n=108)	
Кровоток по БВ менее TIMI III, n (%)	6 (12%)	21 (19,4%)	$\chi^2=0,97$ P=0,5

Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	–	36 (33,3%)	$\chi^2=15,35$ P<0,001
Возможное вмешательство на БВ в будущем, n (%)	–	8 (7,4%)	$\chi^2=3,62$ P=0,08
Смещение тромба в устье БВ, n (%)	12 (24%)	20 (18,5%)	$\chi^2=0,41$ P=0,19
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	2 (4%)	12 (11,1%)	$\chi^2=1,84$ P=0,25
Поражение ствола ЛКА без вовлечения в процесс БВ, n (%)	25 (50%)	10 (9,3%)	$\chi^2=19,09$ P<0,001
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	5 (10%)	1 (0,9%)	$\chi^2=6,93$ P<0,001
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия X^2 .			

При Т-типе оптимальный результат kissing-дилатации был в 38 из 50 случаев (76% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 48,7% от всех бифуркаций с Т-типом ангуляции). В оставшихся 12 случаях (24% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 15,4% от всех бифуркаций с Т-типом ангуляции) требовалось расширение объема оперативного вмешательства до двухстентовой методики. При Y-типе в 72 из 108 случаев (66,7% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 35,5% от всех бифуркаций с Y-типом ангуляции) у kissing-дилатации был удовлетворительный результат, в 36 случаях (33,3% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией) потребовался переход к двухстентовой методике ($\chi^2=0,16$; P=0,64 (критерий X^2)). Также, как говорилось ранее, в 7 случаях (3,5% от всех бифуркаций с Y-типом ангуляции) двухстентовая методика (DK-Crush-стентирование) планировалась изначально. Таким образом, переход к двухстентовой методике потребовался в 43 случаях (21,2% от всех бифуркаций с Y-типом ангуляции) ($\chi^2=0,83$; P=0,27 (критерий X^2)).

Причины перехода к двухстентовой методике при Т- и Y-типах бифуркации

представлены в Таблице 13.

Таблица 13 – Причины перехода к двухстентовым методикам при Т- и Y-типах бифуркаций

Причина	Кол-во случаев		P
	Т-тип (n=12)	Y-тип (n=43)	
Диссекция интимы в устье БВ класса В и более по классификации NHLBI, n (%)	3 (25%)	14 (32,6%)	$\chi^2=1,42$ P=0,19
Кровоток по БВ менее TIMI III, n (%)	–	4 (9,3%)	$\chi^2=1,83$ P=0,17
Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	–	4 (9,3%)	$\chi^2=1,83$ P=0,17
Сохранение дефекта контрастирования (тромба), n (%)	2 (16,7%)	–	$\chi^2=4,21$ P=0,04
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	2 (16,7%)	12 (27,9%)	$\chi^2=1,84$ P=0,14
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	5 (41,6%)	2 (4,6%)	$\chi^2=4,77$ P=0,02
Диссекция интимы БВ после преддилатации, n (%)	–	6 (14%)	$\chi^2=2,73$ P=0,09
Первоочередное планирование DK-Crush-стентирования при поражении ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	–	1 (2,3%)	$\chi^2=0,46$ P=0,49
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия X ² .			

При непораженной БВ (бифуркационные поражения 1-1-0; 0-1-0; 1-0-0 и 0-0-1 по А. Medina) расширение объема оперативного вмешательства до выполнения kissing-дилатации при использовании методики Provisional-стентирования потребовалось в 84 из 184 случаев (45,65%). В свою очередь при пораженной БВ (бифуркационные поражения 1-1-1; 0-1-1 и 1-0-1 по А. Medina) необходимость в kissing-дилатации возникла в 74 из 97 случаев (76,3%) ($\chi^2=6,45$; P<0,001 (критерий X²)). Стоит отметить, что в 7 случаях (7,2% от случаев с

пораженной БВ) поражения 1-1-1 по А. Medina первоочередно применялось DK-Crush-стентирование – в 6 случаях (6,2%) в устье и/или проксимальном сегменте БВ возникла диссекция интимы и в 1 случае (1%) было поражение ствола ЛКА. Причины необходимости перехода к kissing-дилатации представлены в Таблице 14.

Таблица 14 – Причины перехода к kissing-дилатации при непораженной и пораженной боковых ветвях

Причина	Кол-во случаев		P
	Непораженная БВ (n=84)	Пораженная БВ (n=74)	
Кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, n (%)	7 (8,3%)	20 (27%)	$\chi^2=6,85$ P<0,001
Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	16 (19,1%)	20 (27%)	$\chi^2=6,13$ P<0,001
Возможное вмешательство на БВ в будущем, n (%)	8 (9,52)	–	$\chi^2=6,76$ P=0,04
Смещение тромба в устье БВ, n (%)	18 (21,43)	14 (18,9%)	$\chi^2=0,1$ P=0,24
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	–	14 (18,9%)	$\chi^2=14,55$ P<0,001
Поражение ствола ЛКА без вовлечения в процесс БВ, n (%)	35 (41,6%)	–	$\chi^2=26,59$ P<0,001
Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	–	6 (8,1%)	$\chi^2=6,54$ P<0,001
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия χ^2 .			

При непораженной боковой ветви из 84 бифуркаций, которым требовалась kissing-дилатация, удовлетворительный результат был достигнут у 72 бифуркаций (85,7% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 39,1% от всех бифуркаций с непораженной БВ). У оставшихся 12 бифуркаций (14,3% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с

kissing-дилатацией и 6,5% от всех бифуркаций с непораженной БВ) результат Provisional-стентирования с kissing-дилатацией был неоптимальным в связи с чем потребовался переход к двухстентовой методике. При пораженной БВ в 38 из 74 случаев (51,4% от случаев, где выполнялось Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и 39,2% от всех бифуркаций с пораженной БВ), где выполнялась kissing-дилатация, ее результат был оптимальным, в оставшихся 36 случаях (48,67%) потребовался переход к двухстентовой методике ($\chi^2=27,89$; $P<0,001$ (критерий X^2)). Также, как говорилось ранее, в 7 случаях (7,2% от всех бифуркаций с пораженной боковой ветвью) двухстентовая методика (DK-Crush-стентирование) планировалась изначально. Таким образом, расширение объема оперативного вмешательства до двухстентовой методики потребовалось в 43 случаях (44,3% от всех бифуркаций с пораженной боковой ветвью) ($\chi^2=36,08$; $P<0,001$ (критерий X^2)). Причины перехода к двухстентовой методике при пораженной и непораженной боковых ветвях представлены в Таблице 15.

Таблица 15 – Причины перехода к двухстентовой методике при непораженной и пораженной боковых ветвях

Причина	Кол-во случаев		P
	Непораженная БВ (n=12)	Пораженная БВ (n=43)	
Диссекция интимы в устье БВ класса В и более по классификации NHLBI, n (%)	7 (58,3%)	9 (20,9%)	$\chi^2=3,04$ P=0,55
Кровоток по БВ менее TIMI III, n (%)	2 (16,7%)	2 (4,7%)	$\chi^2=1,64$ P=0,97
Ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, n (%)	1 (8,3%)	4 (9,3%)	$\chi^2=0,01$ P=0,16
Сохранение дефекта контрастирования (тромба), n (%)	2 (16,7%)	–	$\chi^2=1,18$ P=0,16
Поражение БВ более 10 мм, n (%)	–	14 (32,6%)	$\chi^2=6,79$ P<0,001

Поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, n (%)	–	7 (16,3%)	$\chi^2=5,63$ P=0,01
Диссекция интимы БВ после преддилатации, n (%)	–	6 (14%)	$\chi^2=5,57$ P=0,01
Первоочередное планирование ДК-Crush-стентирования при поражении ствола ЛКА с вовлечением БВ, n (%)	–	1 (2,3%)	$\chi^2=0,28$ P=0,31
Примечание – уровень статистической значимости определен с помощью критерия χ^2 .			

Интересно отметить, что при поражениях 0-0-1 и 0-1-0 по A. Medina (42 бифуркации и 20 бифуркаций среди тех, которым выполнено Provisional-стентирование с kissing-дилатацией) ни в одном случае не потребовалась имплантация стента в боковую ветвь.

Общий график для предикторов расширения оперативного вмешательства при бифуркационных поражениях коронарных артерий выглядит следующим образом (рисунок 18).

В 16 случаях (5,6%) интраоперационно применялось ВСУЗИ до и после вмешательства: 9 стволых поражений (21,4% от пациентов группы А) и 7 нестволовых поражений (2,9% от пациентов группы Б).

До стентирования оператор самостоятельно выбирал диаметр стента, который будет имплантирован в поражение. После чего применяли внутрисосудистый ультразвук и выбирали диаметр стента, уже используя данные ВСУЗИ. В 14 случаях (87,5%) оператор выбирал верный размер стента лишь по данным ангиографии.

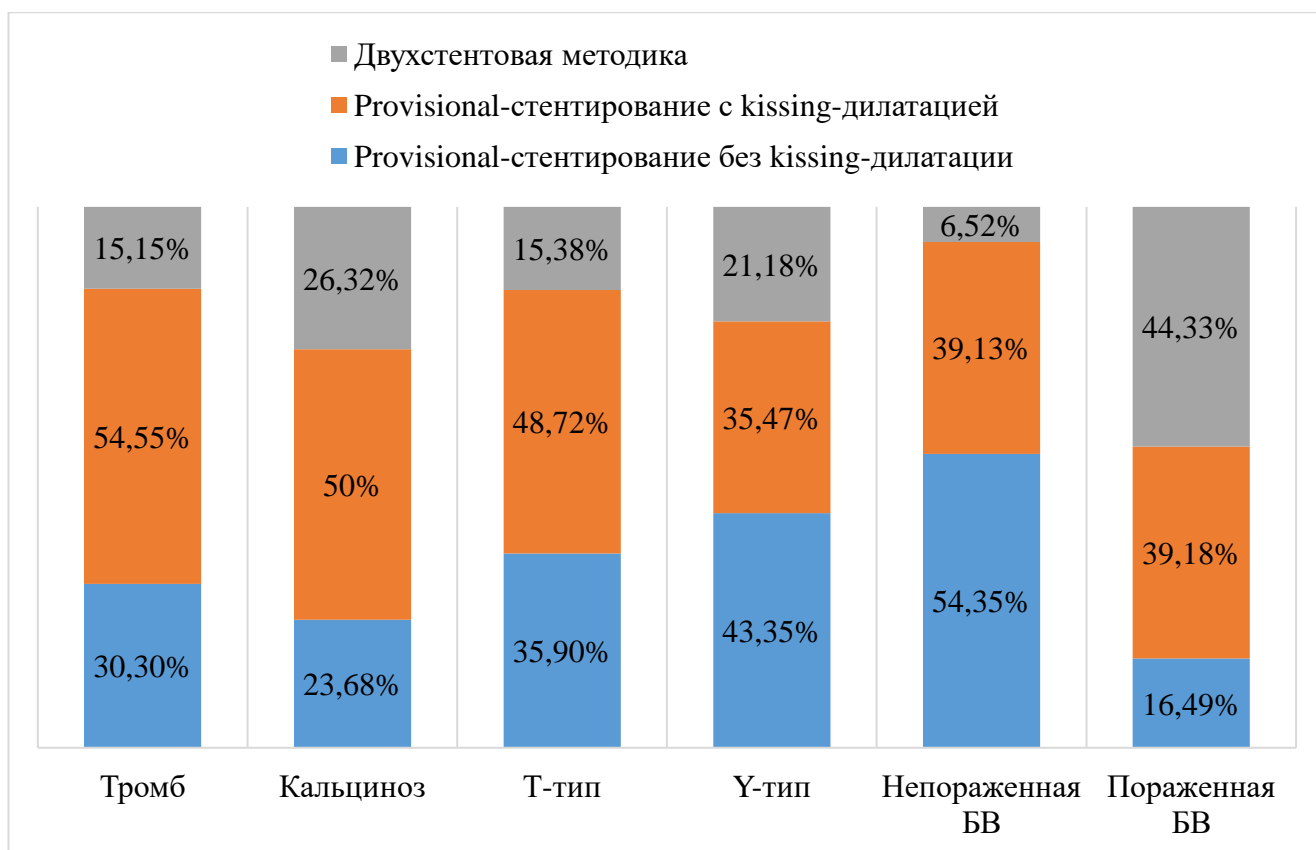


Рисунок 18 – Процент выполнения различных методик бифуркационного стентирования в зависимости от предиктора

После стентирования оператор так же вначале самостоятельно оценивал аппозицию стента к стенке сосуда и возможное недораскрытие стента, а потом применялось ВСУЗИ с целью выявить мальпозицию стента или недораскрытие стента. Всего мальпозиция выявлена в 6 случаях – 37,5% (5 случаев – группа А, 1 случай – группа Б ($\chi^2=5,98$; $P=0,02$ (критерий X^2))), из них в 2 случаях (33,3% от случаев мальпозиции) неполное прилегание балок стента было выявлено только на ВСУЗИ. Недораскрытие стента выявлено в 8 случаях – 50% (6 случаев – группа А, 2 случая – группа Б ($\chi^2=5,73$; $P=0,03$ (критерий X^2))), из них в 4 случаях (50% от данных случаев) недораскрытие стента выявлено только на ВСУЗИ. В итоге полного раскрытия стента после применения NS баллонов удалось достичь в 13 случаях из 16 (81,3%).

6 пациентов с бифуркационным поражением 0-0-1 по Medina были прооперированы способом стентирования коронарных артерий при изолированном поражении устья боковой ветви (патент РФ № 2812082).

Обсуждение: в мировой литературе есть несколько исследований, которые сравнивали различные методики эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий и которые косвенно затрагивают вопрос перехода методики Provisional-стентирования в двухстентовую, однако практически все эти исследования не демонстрируют предикторы данного перехода. Так, например, T. K. Steigen et al. в рандомизированном исследовании, опубликованном в 2006 г., которое сравнивало одно- и двухстентовые методики коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий, отмечают, что kissing-дилатация в группе Provisional-стентирования требовалась в 32% процедур, а стентирование БВ в той же группе проводилось в 4,3%, причем показанием для расширения объема интервенции считалось замедление кровотока по боковой ветви менее TIMI III [94]. В исследовании 2008 г. дополнительный стент в боковую ветвь при Provisional-стентировании устанавливался в 18,8% случаев (в основном из-за резидуального стеноза после баллонной ангиопластики) [96]. В рандомизированном исследовании 2009 г. The CACTUS стентирование БВ в группе одного стента было выполнено в 31% случаев, показаниями к имплантации второго стента считались резидуальный стеноз 50% и более в боковой ветви, кровотоки по боковой ветви TIMI II и менее, диссекция интимы в боковой ветви класса B и выше по классификации NHBL [93]. В исследовании 2010 г. D. Hildick-Smith et al. сообщают, что при использовании Provisional-стентирования у 26% пациентов требовалась kissing-дилатация в случаях, если в боковой ветви были кровотоки менее TIMI III, устьевой стеноз более 90% или диссекция интимы более чем тип A, а в 3% наблюдений была необходима дополнительная имплантация второго стента в боковую ветвь, если kissing-дилатация была неэффективна [95]. В исследовании DKCRUSH-II стентирование боковой ветви требовалось в 28,6% поражений, критериями перехода к которому являлись резидуальный стеноз более 50%, диссекция типа B и более или кровотоки менее TIMI III [22].

I. Kumsars et al. (2020) сообщают о 3,7% частоте перехода к стентированию боковой ветви при использовании Provisional-стентирования у 221 пациента с

бифуркационными поражениями. Авторы сообщают, что в 74,1% были поражены передняя нисходящая артерия и диагональные ветви. Важно отметить, что стентруемые артерии имели достаточно крупный диаметр. Так, средний диаметр основного сосуда составил $3,5 \pm 0,4$ мм, а боковой ветви – $2,9 \pm 0,2$ мм. Средний процент стеноза боковой ветви составил $74,4 \pm 14,4\%$. Критериями перехода к двухстентовой методике являлись снижение кровотока менее TIMI III и наличие остаточного стеноза более 75%. Хотя в данном исследовании средняя длина поражения боковой ветви была 5,5 мм, авторы отмечают, что длина поражения также может являться значимым фактором для перехода к двухстентовой методике [91].

В исследовании M. Ferenc et al. (2008) установка стента в боковую ветвь потребовалась в 37,6% случаев. Исследование включало 101 пациента, которым проводилось Provisional-стентирование. В 68% бифуркационные поражения вовлекали как боковую, так и основную ветвь, и большинство располагалось в бассейне передней нисходящей коронарной артерии. В среднем размеры сосудов составляли 3,1 мм в проксимальной части основной ветви и 2,4 мм в боковой ветви при длине поражения 21 и 10 мм соответственно. У 19 пациентов, которым было назначено Provisional-стентирование, второй стент был установлен в боковую ветвь из-за остаточного стеноза после дилатации, и вместе с тем у 14 пациентов из-за диссекции, а у 5 пациентов из-за уменьшения кровотока менее TIMI III [96]. В более позднем исследовании M. Ferenc et al. (2015) средняя длина поражения боковой ветви также составила 10 мм, а частота перехода к двухстентовой методике – 19% [69].

В исследовании J.J. Zhang et al. (2020), включавшем 653 пациента, большинство бифуркационных поражений приходилось на переднюю нисходящую артерию и её диагональные ветви – 60,6%. В 82,5% наблюдений бифуркационные поражения соответствовали классификации по Medina 1-1-1, т.е. была поражена боковая ветвь. Диаметр боковой ветви был более 2,5 мм в 97,5%. В 94,8% случаев поражение боковой ветви было более 10 мм. При применении Provisional-методики kissing-дилатация была использована у 46,2% пациентов из-

за повреждения боковой ветви во время предилатации основного сосуда, появления диссекции типа В/С или показателя кровотока ниже TIMI III. В 8,6% случаев боковая ветвь «закрылась» во время стентирования основного сосуда, из которых в 10,7% наблюдений кровотоков восстановить так и не удалось. В 22,5% случаев потребовалась имплантация второго стента: TAP-стентирование было выполнено в 64,4% случаев, Culotte/reverse culotte – в 16,4% случаев, DK-crush стентирование – в 19,2%. Авторы делают вывод, что изначально спланированная двухстентовая методика уменьшает потерю целевого сосуда в сроки до 1 года [77].

Существует несколько мнений относительно безопасности перехода к двухстентовой методике: установка стента в боковую ветвь при неудовлетворительных результатах, таких как остаточный стеноз или обширная диссекция, по-видимому, не ухудшает клинический исход [96]; экстренное стентирование боковой ветви (вместо запланированной одностентовой методики) является независимым предиктором среднесрочного MACE после чрескожных коронарных вмешательств на бифуркациях. Авторы подчёркивают важность тщательного планирования чрескожных коронарных вмешательств [74].

В исследовании DKCRUSH-V сравнивались результаты стентирования по методикам Provisional и DK-Crush при истинном бифуркационном поражении ствола левой коронарной артерии. В результате данного исследования оказалось, что Provisional-стентирование практически в половине случаев переходило в двухстентовую методику [21]. Стоит отметить, что сравнивать результаты DKCRUSH-V с нашим исследованием не в полной мере корректно из-за разной локализации пораженных бифуркаций (в нашем исследовании – нестволовые поражения, в DKCRUSH-V – бифуркационные поражения ствола левой коронарной артерии).

В исследовании A.S. Kini et al. (2017) говорится о 30% вероятности компрометации БВ при применении методики Provisional-стентирования, причем авторы говорят о предикторах компрометации БВ, выявленные с помощью ОКТ: высокое содержание липидов в атеросклеротической бляшке основной ветви и

контралатеральное расположение липидов от места отхождения БВ. Важно отметить ряд особенностей данного исследования: во-первых, в исследование включены только бифуркации без поражения боковой ветви, во-вторых, компрометацией БВ считалось сужение устья на 50% и более [87].

Данные, полученные в нашем исследовании, соотносятся с общемировыми значениями, с какими-то исследованиями в большей степени, с какими-то – в меньшей. Это объясняется разными представлениями о показаниях к kissing-дилатации и к имплантации второго стента, которые несколько изменились за последние пять лет, также на вероятность компрометации БВ в нашем исследовании влияло наличие тромботических масс, так как в нашем исследовании все пациенты были с ОКС.

Важное значение имеет вопрос о предикторах вынужденного расширения объема вмешательства по сравнению с дооперационным планом, так как качественное и полноценное планирование оперативного вмешательства с учетом всех возможностей и рисков приводит к лучшему непосредственным и отдаленным результатам, а также снижает частоту осложнений. Анализируя полученные данные, значимыми предикторами компрометации БВ с дальнейшим расширением объема оперативного вмешательства вплоть до перехода к двухстентовой методике бифуркационного стентирования являются: наличие тромба в области бифуркации, кальциноз коронарных артерий в зоне интересующей бифуркации и вовлечение боковой ветви в атеросклеротический процесс. Например, при наличии дефекта контрастирования (тромба) в области бифуркации увеличивается частота перехода к kissing-дилатации, как правило за счет смещения тромботических масс, однако частота перехода к двухстентовой методике не изменяется. При наличии кальциноза эпикардальных артерий в зоне клинко-зависимой бифуркации доля оптимальных Provisional-стентирований без kissing-дилатации снижается практически в 2 раза по сравнению с общим числом бифуркаций, однако кальциноз не влияет на переход к двухстентовой методике. Самым значимым предиктором компрометации боковой ветви является вовлечение в атеросклеротический процесс боковой ветви. При поражении БВ

частота оптимальных результатов Provisional-стентирования без kissing-дилатации снижается практически в 3,5 раза по сравнению со случаями, где БВ не была поражена, а частота возникновения необходимости перехода к двухстентовой методике увеличивается практически в 7,5% раз. Интересно, что из общего числа операций доля оптимальных Provisional-стентирований с kissing-дилатацией одинакова как в случаях с пораженной БВ, так и в случаях, где БВ была не поражена.

Клинический пример № 1

Пациентка Ф. 63 лет поступила 11.10.2022 в стационар с диагнозом: Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST. Состояние после БАП и стентирования ПНА и ДВ от 2019 г. Состояние после БАП и стентирования ОА от 2020 г. Гипертоническая болезнь III ст. Риск 4 (очень высокий).

Анамнез заболевания: В 2019 году в связи со стабильной стенокардией 3 ФК были выполнены тройное стентирование ПНА (один стент имплантирован в проксимальном сегменте, два стента имплантировано последовательно в средний сегмент) и стентирование ДВ от устья. Причем на КАГ была выявлена аневризма ПНА в проксимальном сегменте до 7 мм в диаметре. Аневризма ПНА была захвачена в зону эндопротезирования (стент с лекарственным покрытием). В 2020 году в связи с сохранением клинической картины стабильной стенокардии 3 ФК была выполнена повторная КАГ и стентирование ОА.

В апреле 2022 года пациентка была госпитализирована в ГБУЗ КБ № 6 им. Г.А. Захарьина с диагнозом: ИБС: нестабильная стенокардия. В связи с чем ей была выполнена КАГ: правый тип кровоснабжения сердца; стенты ПНА проходимы, без признаков рестеноза, в дистальной части стента проксимального сегменте визуализируется аневризматическое расширение до 7 мм в диаметре; стент ДВ проходим, без признаков рестеноза, в дистальном отделе ДВ определяется коронаро-желудочковая фистула; стент ОА проходим, отмечается гиперплазия неоинтимы, суживающая просвет менее 50%; ПКА с неровными

контурами; в дистальном отделе задне-боковой ветви определяется коронаро-желудочковая фистула (Рисунок 19). Пациентка направлена на консультацию в центр федерального уровня для решения вопроса о дальнейшей тактике по поводу аневризмы ПНА. В Федеральном центре было принято решение об установке стент-графта в зоне аневризмы, операция была запланирована на ноябрь 2022 года.

Однако, 11.10.2022 пациентка поступает в ГБУЗ КБ № 6 им. Г.А. Захарьина с диагнозом: Острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST. Ей была выполнена экстренная КАГ; правый тип кровоснабжения сердца; в стентах проксимального и среднего сегментов ПНА определяется протяженный дефект контрастирования (тромбоз), суживающий просвет артерии на 50-80%, в проксимальном сегменте ПНА определяется аневризматическое расширение с признаками тромбоза в полости аневризмы; ДВ отходит сразу после аневризматического расширения; стент ДВ проходим, имеются признаки умеренной гиперплазии неоинтимы, в дистальном отделе ДВ определяется коронаро-желудочковая фистула; ОА и ПКА без отрицательной динамики (Рисунок 20). Коллегиально было принято решение об экстренной реваскуляризации ПНА. Также начата внутривенная инфузия ингибитора агрегации тромбоцитов (непептидного антагониста гликопротеиновых IIb/IIIa-рецепторов – Тирофибана) по стандартной схеме в связи с массивным тромбозом ПНА.

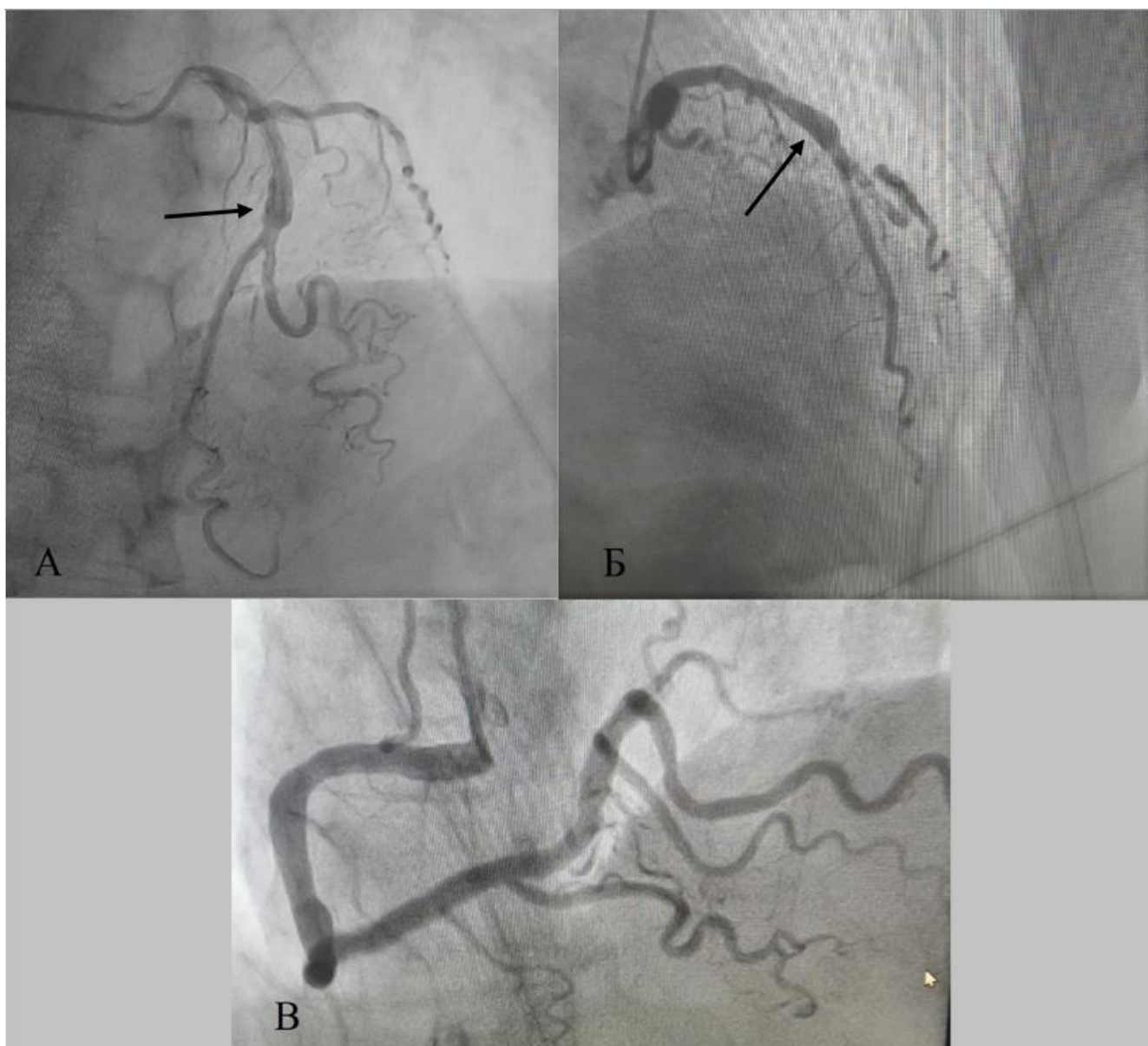


Рисунок 19 – КАГ от апреля 2022 года

Примечание – А – Левая коронарная артерия, левая краниальная проекция, стрелкой указана аневризма передней нисходящей артерии; Б – Левая коронарная артерия, правая краниальная проекция, стрелкой указана аневризма передней нисходящей артерии; В – Правая коронарная артерия, краниальная проекция.

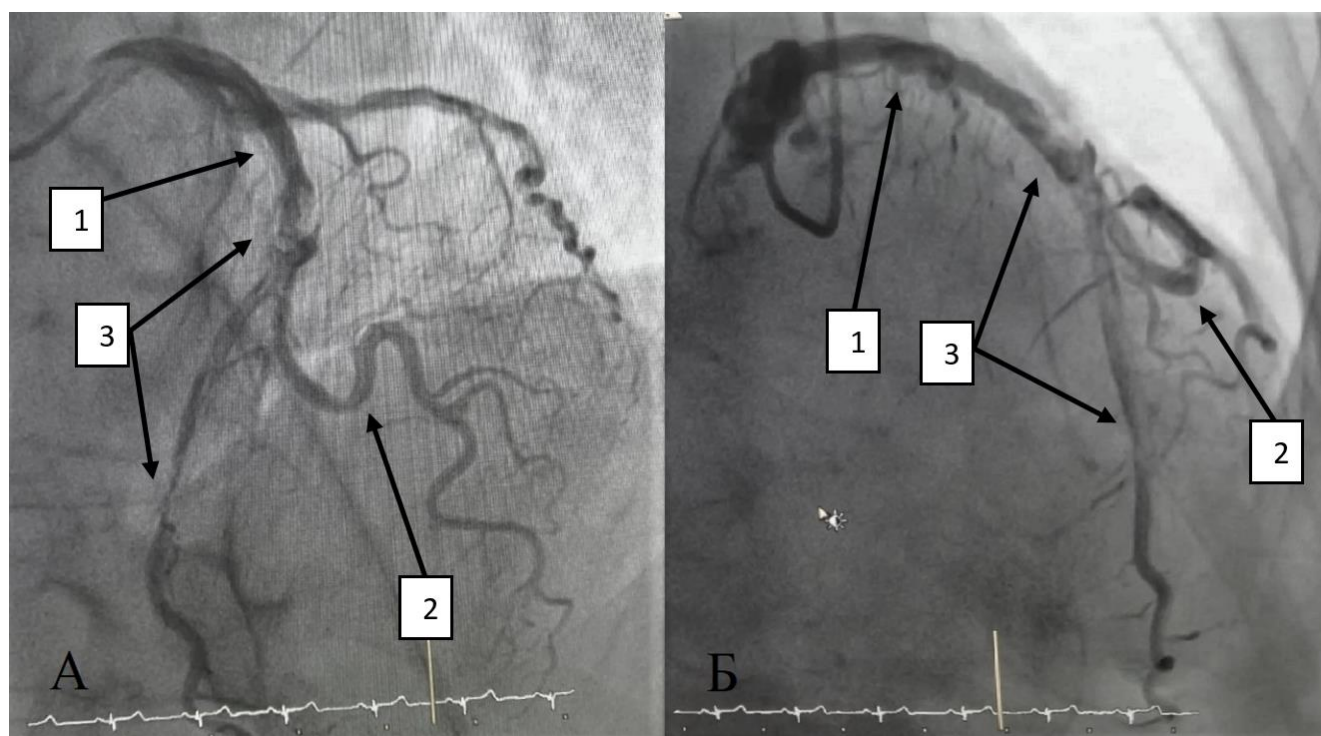


Рисунок 20 – КАГ от 11.10.2022

Примечание – А – Левая коронарная артерия, левая краниальная проекция. Б – Левая коронарная артерия, правая краниальная проекция. 1 – Передняя нисходящая артерия. 2 – Диагональная ветвь. 3 – Множественные дефекты контрастирования ПНА, полости аневризмы ПНА и устья и проксимального сегмента ДВ.

Проводниковый катетер установлен в ствол левой коронарной артерии, коронарный проводник заведен в дистальный отдел ПНА и выполнено двойное последовательное стентирование зоны дефекта контрастирования ПНА (средний и проксимальный сегменты) стентами с лекарственным покрытием NanoMed 3,0x32 мм и NanoMed 4,0x32 мм. На контрольной КАГ: ПНА проходима, стенты ПНА раскрыты полностью, кровоток по ПНА TIMI III, в устье и проксимальном сегменте ДВ визуализируется дефект контрастирования (тромб), суживающий просвет артерии на 99%, кровоток по ДВ TIMI I (Рисунок 21). Затем второй коронарный проводник заведен через ячейку стента ПНА в дистальный отдел ДВ и выполнена kissing-дилатация ПНА и ДВ баллонами 4,0x20 мм и 3,0x20 мм соответственно. На контрольной КАГ: просвет ПНА и ДВ восстановлен полностью, стенты проходимы, признаков диссекции не выявлено, полость аневризмы ПНА не контрастируется (Рисунок 22).

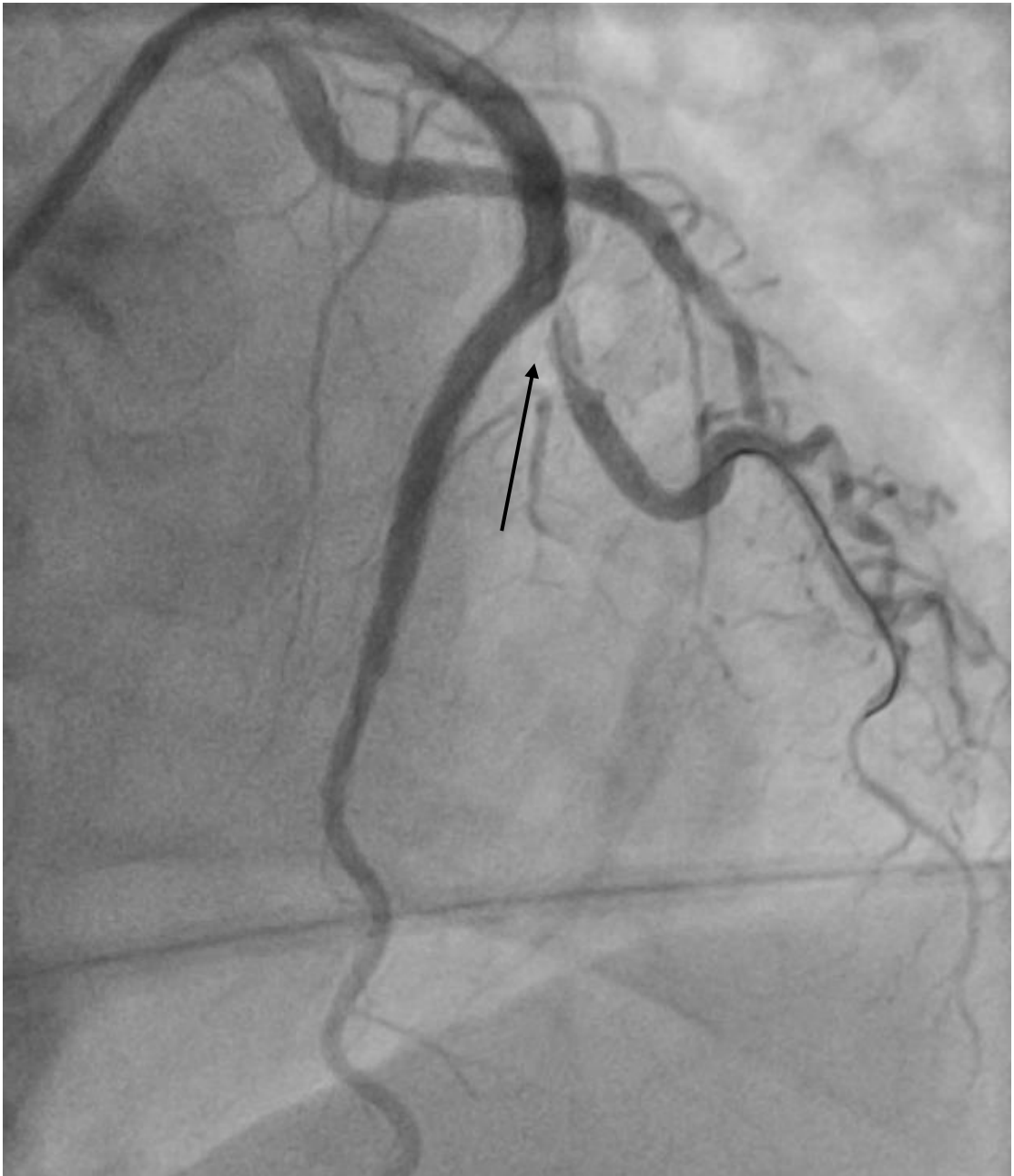


Рисунок 21 – Левая коронарная артерия, левая краниальная проекция, дефекты контрастирования в передней нисходящей артерии и аневризма передней нисходящей артерии не визуализируются

Примечание – стрелкой указана компретация устья диагональной ветви.



Рисунок 22 – Левая коронарная артерия, левая краниальная проекция, дефекты контрастирования в передней нисходящей артерии и диагональной ветви не определяются, аневризма передней нисходящей артерии не визуализируются

На ЭКГ у пациентки отмечается положительная динамика по передней стенке левого желудочка. Болевой синдром не рецидивировал. Пациентка выписана из стационара на 14 сутки под динамическое наблюдение у кардиолога.

Резюмируя, наличие тромботических масс увеличило вероятность компрометацию боковой ветви, что и произошло, исходя из этого изначально была необходима «защита» боковой ветви коронарным проводником.

3.3. Результаты одно- и двухстентовых методик бифуркационных стентирований

Как говорилось ранее, в ходе исследования были выполнены

эндоваскулярные коррекции 281 бифуркационного поражения у 265 пациентов. Из исследования выбыло 24 пациента (9,1%), у которых изначально была поражена одна бифуркация: 4 стволовых поражения и 20 нестволовых поражений. У 13 пациентов (4,9%) был летальный исход. Причины летального исхода показаны в Таблице 16. С 11 пациентами (4,2%) не удалось выйти на связь после оперативного вмешательства.

Таблица 16 – Причины летального исхода у пациентов, включенных в исследование

Причина летального исхода	Число пациентов
Осложнения текущего инфаркта миокарда, n (%)	3 (1,1%)
Осложнения, возникшие в результате декомпенсации ХСН, n (%)	2 (0,8%)
Онкология, n (%)	5 (1,9%)
ОНМК, n (%)	2 (0,8%)
Другие причины, n (%)	1 (0,4%)
Всего	13

Стоит отметить, что не было выявлено ни одного летального исхода, связанного с оперативным вмешательством (тромбоз стента, феномен «slow-/no-reflow», ИМ вследствие рестеноза). Осложнения текущего ИМ включали в себя: кардиогенный шок, отек легких и механические осложнения ИМ.

Ранний (подострый) тромбоз стента был выявлен в 4 случаях (1,6%). Данные случаи тромбозов стентов произошли после выписки пациентов из стационара. Данным пациентам в связи с тромбозом стента были выполнены повторные бифуркационные вмешательства, с применением одно- или двухстентовых методик, в результате чего данные пациенты не учитывались в подсчетах случаев рестеноза первоначальных методик бифуркационных стентирований. Также в 1 случае (0,4%) был интраоперационный тромбоз стента, однако он произошел у пациента, который в дальнейшем скончался от онкологического заболевания.

Таким образом, контрольное обследование в срок от 6 до 24 месяцев (средний срок наблюдения 16 [6;24] месяцев) от первоначального вмешательства проводилось у 237 пациентов (253 бифуркации): 38 бифуркаций группы А и 219 бифуркаций группы Б. У 3 пациентов (1,3%), у которых был выявлен рестеноз, контрольное обследование было выполнено в срок от 6 до 9 месяцев из-за наличия клинической картины стенокардии напряжения. В Таблице 17 представлено итоговое количество техник бифуркационных стентирований, которые подверглись контрольному обследованию.

Таблица 17 – Количество методик бифуркационных стентирований, которые подверглись контрольному обследованию

Методика	Кол-во бифуркаций
Provisional-стентирование без kissing-дилатации, n	105
Provisional-стентирование с kissing-дилатацией, n	95
ТАР-стентирование, n	35
Culotte-стентирование, n	11
DK-Crush-стентирование, n	7
Всего	253

Стресс-тесты (стресс-эхокардиография, велоэргометрия) выполнялись у 176 пациентов (185 бифуркаций – 73,1% от всех бифуркаций), у которых был выявлен 3-4 функциональный класс стенокардии напряжения. Ишемические изменения выявлены у 105 пациентов (56,8% от случаев выполнения стресс-тестов) ($\chi^2=4,4$; $P<0,001$ (критерий X^2)). В 21 случае (11,4%) были выявлены ишемические изменения в стенке миокарда, которая кровоснабжалась интересующей бифуркацией (из них в 8 случаях (38,1%) были выявлены ишемические изменения как в области кровоснабжения интересующей бифуркации, так и в области кровоснабжения другого коронарного бассейна), и в 84 случаях (45,4%) ишемические изменения выявлены в стенках миокарда, которые кровоснабжались из других бассейнов ($\chi^2=26,25$; $P<0,001$ (критерий X^2)).

Контрольная КАГ была выполнена в 132 случаях (52,2%) и у 98 бифуркаций

(74,2% от случаев контрольной КАГ) был оптимальный ангиографический результат ($\chi^2=21,24$; $P<0,001$ (критерий X^2)). Клинически-значимый рестеноз был выявлен в 26 случаях (10,3% от всех бифуркаций), причем в 24 случаях из них (92,31%) был выявлен рестеноз, затрагивающий боковую ветвь ($\chi^2=13,48$; $P<0,001$ (критерий X^2)). В 8 случаях (3,2% от всех бифуркаций) ангиографически был выявлен рестеноз, однако он был клинически незначимый по результатам стресс-тестов.

Среди одностентовых методик доля рестенозов составила 11% (22 бифуркации), среди двухстентовых – 7,6% (4 бифуркации) ($\chi^2=0,45$; $P=0,46$ (критерий X^2)). Подробное распределение рестенозов по методикам бифуркационных стентирований представлена в Таблице 18.

Таблица 18 – Отдаленные результаты одно- и двухстентовых методик бифуркационных стентирований

Методика	Кол-во случаев рестеноза
Provisional-стентирование без kissing-дилатации, n (%)	12 (11,4%)
Provisional-стентирование с kissing-дилатацией, n (%)	10 (10,5%)
TAP-стентирование, n (%)	3 (8,6%)
Culotte-стентирование, n (%)	1 (9,1%)
DK-Crush-стентирование, n (%)	–
Всего	26

При проведении статистического анализа различия между всеми методиками бифуркационных стентирований оказались статистически не значимыми (критерий X^2): Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Provisional-стентирование с kissing-дилатацией – $\chi^2=0,03$ ($P=0,84$), Provisional-стентирование без kissing-дилатации и TAP-стентирование – $\chi^2=0,18$ ($P=0,64$), Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Culotte-стентирование – $\chi^2=0,04$ ($P=0,82$), Provisional-стентирование без kissing-дилатации и DK-Crush-стентирование – $\chi^2=0,79$ ($P=0,34$), Provisional-стентирование с kissing-дилатацией

и TAP-стентирование – $\chi^2=0,09$ ($P=0,74$), Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и Culotte-стентирование – $\chi^2=0,02$ ($P=0,88$), Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и DK-Crush-стентирование – $\chi^2=0,73$ ($P=0,37$), TAP-стентирование и Culotte-стентирование – $\chi^2=0,01$ ($P=0,96$), TAP-стентирование и DK-Crush-стентирование – $\chi^2=0,59$ ($P=0,42$), Culotte-стентирование и DK-Crush-стентирование – $\chi^2=0,62$ ($P=0,41$).

Рестеноз при стентировании поражения ствола ЛКА был выявлен в 9 случаях (34,6% от случаев рестеноза). Таким образом, в группе А доля рестенозов составила 23,7%. Стоит отметить, что в группе А было выявлено 3 резидуальных стеноза 20% при помощи ВСУЗИ еще во время первого этапа исследования, данные резидуальные стенозы не устранялись NC баллонами. В результате в 2 из этих случаев (66,7%) был выявлен рестеноз. В 1 случае рестеноза Culotte-стентирования при стентировании стволового поражения произошло изменение геометрии бифуркации (угол ангуляции дочерних ветвей изменился с 80° до 60°). Стоит отметить, что в 1 случае (2,6% от группы А и 0,4% от всех бифуркаций) на контрольной КАГ в отдаленном периоде отмечались множественные аневризмоподобные расширения в зоне эндопротезирования ствола ЛКА. Рестеноз при стентировании нестволовых поражений был выявлен в 17 случаях (65,4% от случаев рестеноза). В результате доля рестенозов в группе Б составила 7,8%. Что достоверно ниже, чем в группе А ($\chi^2=6,7$; $P<0,001$ (критерий X^2)).

Из всех случаев выявления рестеноза 23 случая (88,5% от случаев рестеноза) было выявлено у пациентов, у которых на первом этапе исследования был диагноз ОКСбпСТ ($\chi^2=9,43$; $P<0,001$ (критерий X^2)). У 5 пациентов (19,2%) с рестенозом был СД II типа. Всего рестеноз был выявлен в 9,4% случаев от пациентов с СД II типа (53 пациента), без статистически достоверной разницы с общим количеством пациентов ($\chi^2=0,01$; $P=0,07$ (критерий X^2)).

Изначальное поражение бифуркаций по классификации А. Medina, в которых в дальнейшем был выявлен рестеноз, представлено в Таблице 19.

Таблица 19 – Изначальное поражение бифуркаций по классификации А. Medina, в которых в дальнейшем был выявлен рестеноз

Поражение по Medina	Кол-во бифуркаций	% от случаев рестеноза	% рестеноза от общего числа бифуркаций с данным поражением
1-1-1	10	38,5%	14,5% из 69 бифуркации
1-1-0	4	15,4%	4,2% из 96 бифуркаций
0-1-1	3	11,5%	27,3% из 11 бифуркаций
1-0-1	–	–	0 из 7 бифуркаций
1-0-0	3	11,5%	12% из 25 бифуркаций
0-1-0	4	15,4%	12,1% из 33 бифуркаций
0-0-1	2	7,7%	16,7% из 12 бифуркаций

Таким образом, рестеноз был выявлен в 14,9% случаев, если БВ была поражена изначально (13 из 87 бифуркаций), и в 7,8% случаев, если БВ была интактна (13 из 166 бифуркаций) ($\chi^2=6,13$; $P=0,048$ (критерий X^2)).

Интересно отметить, что у пациентов с выявленным рестенозом среднее содержание общего холестерина (ОХС) и липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) было ниже, чем среднее содержание данных показателей среди всех пациентов, однако данный результат не является статистически значимым: ОХС 4,45 [2,38;7,01] ммоль/л против 5,1 [2,36;9,25] ммоль/л соответственно ($U=45$; $P=0,09$ (критерий Манна-Уитни)), ЛПНП 2,77 [1,14;4,55] ммоль/л против 3,27 [0,43;6,64] ммоль/л ($U=36$; $P=0,38$ (критерий Манна-Уитни)).

Обсуждение: Существует несколько исследований, которые оценивают отдаленные результаты различных техник бифуркационных стентирований. Например, в метаанализе T.J. Ford et al. (2017) частота повторных реваскуляризаций для одностентовых методик составила 9,3% против 7,6% для двухстентовых [101]. В нашем исследовании были получены схожие результаты 11% и 7,55% соответственно. Несколько большая частота повторных реваскуляризаций в группе одностентовых методик в нашем исследовании объясняется тем, что больше половины одностентовых методик являются Provisional-стентированиями без kissing-дилатации, у которых, хоть и

незначительно, но несколько большая частота рестенозов по сравнению с Provisional-стентированиями с kissing-дилатацией (11,4% против 10,5% соответственно).

В исследовании DKCRUSH-II частота рестенозов при использовании методики Provisional-стентирования (9,7% в основной артерии и 22,2% в боковой ветви) была выше, чем в группе DK-Crush-стентирования (3,8% и 4,9% соответственно) [22]. В нашем исследовании частота рестенозов при использовании одностентовых стратегий ниже – 11%.

Существует исследование DKCRUSH-V, в котором сравнивались DK-Crush-стентирование и Provisional-стентирование [21]. Однако, сравнивать данное исследование с нашим не корректно, так как в исследовании DKCRUSH-V проводилась коррекция истинного бифуркационного поражения ствола ЛКА, что в нашем исследовании сразу являлось показанием к двухстентовой методике.

В исследовании M. Ferenc et al. (2016), которое сравнивало между собой отдаленные результаты TAP-стентирования и Culotte-методики, частота повторной реваскуляризации целевой бифуркации при TAP-стентировании составила 12% против 6% у Culotte [43]. В исследовании A. Erglis et al. (2009) внутрисегментарный рестеноз выявлен у 10,5% пациентов в группе Culotte против 12,1% в группе Crush [92]. В исследовании K. Kervinen et al. (2013) частота рестеноза при Culotte-стентировании составила 6,5% против 11,5% в группе Crush-стентирования [37]. В исследовании DKCRUSH-III частота рестеноза в группе Culotte-стентирования (12,6%) была выше, чем в группе DK-Crush-стентирования (6,8%) [39]. Интересно отметить, что частота рестенозов отличается у одних и тех же методик в разных годах и исследованиях. В нашем исследовании частота рестенозов TAP- и Culotte-стентирований получилась сопоставима (8,6% против 9,1% соответственно). Отсутствие случаев рестеноза в бифуркациях, которые оперировались методикой DK-Crush объясняется малым количеством подобных операций.

В нашем исследовании достоверно чаще рестеноз встречался в группе стволовых поражений ($P < 0,001$), кроме того у данной группы пациентов чаще

встречалась мальпозиция стентов по данным ВСУЗИ ($P=0,02$). Возможным объяснением данному факту является преобладание у группы А диагноза ОКСбпST и статистически достоверного преобладания кальциноза ($P=0,03$), что мешает полному раскрытию стента. Поэтому необходим контроль внутрисосудистого ультразвука при вмешательствах на стволе ЛКА, а также на кальцинированных поражениях.

Таким образом, в нашем исследовании все методики бифуркационных стентирований в срок до 24 месяцев наблюдения не показали статистически достоверной разницы в количестве рестенозов и были эффективны примерно в 90% случаев, что, по-нашему мнению, говорит о том, что при тщательном планировании хода оперативного вмешательства с учетом тяжести состояния пациента, локализации и анатомии пораженной бифуркации, типа бифуркационного поражения, и четком выполнении техник коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий, отдаленные результаты у различных методик бифуркационных стентирований сопоставимы.

Клинический пример № 2

Пациент К. 64 лет поступил в клинику с диагнозом «ИБС. Инфаркт миокарда повторный задне-перегородочно-боковой области ЛЖ от 03.01.2023. Риск по Grase средний. Постинфарктный кардиосклероз (2014, 2022). Состояние после БАП и стентирования (2014, 2015, 2016, 2022). Гипертоническая болезнь III ст, III ст, риск IV. Острая сердечно-сосудистая недостаточность 1 по Killip. Сахарный диабет 2 типа».

На коронарографии от 03.01.2023 (Рисунки 23, 24): Правый тип кровоснабжения. Ствол ЛКА в среднем отделе стенозирован на 50%, в дистальном отделе сужен более 90% с дефектом контрастирования. Стенты ПНА проходимы, без признаков рестеноза. ИМВ и ОА отходят общим устьем. ИМВ с неровными контурами. Стенты ОА проходимы, без признаков рестеноза. ПКА реокклюзирована в стенке среднего сегмента, постокклюзионные отделы

заполняются по меж- и внутрисистемным коллатералям.

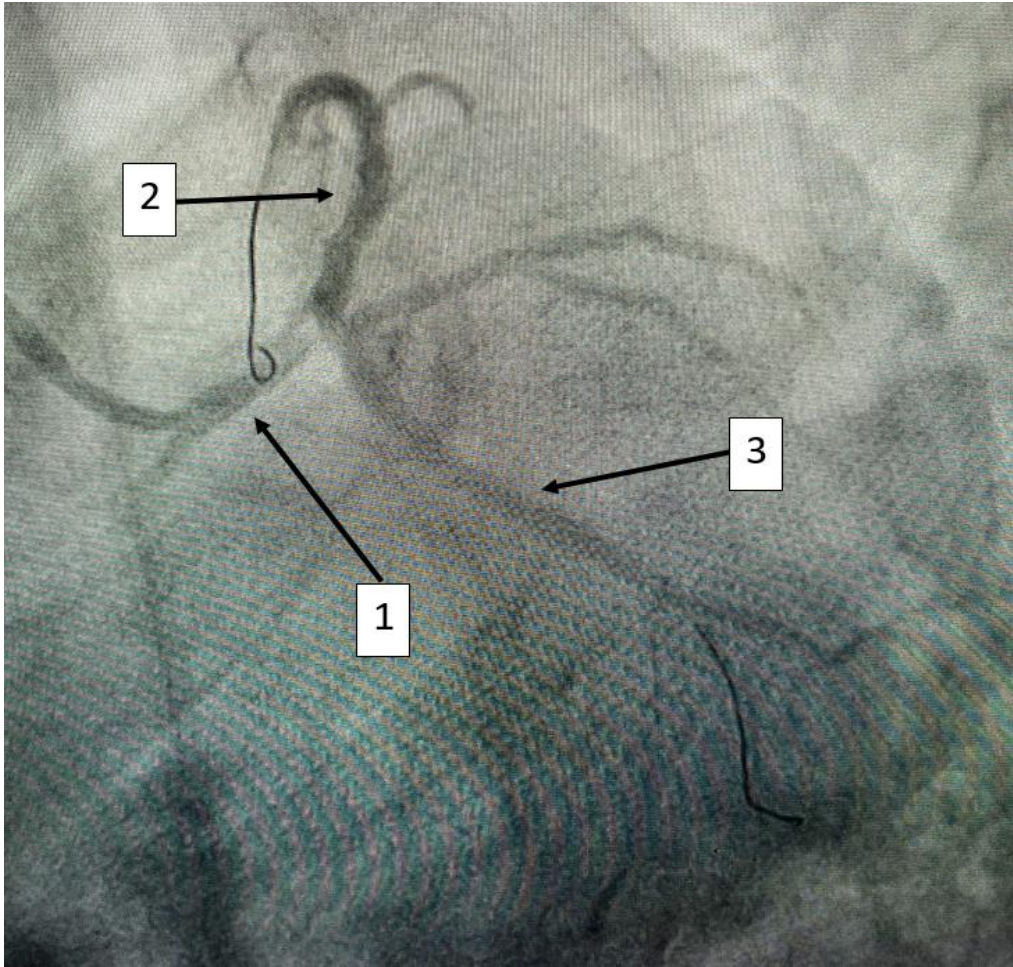


Рисунок 23 – КАГ от 03.01.2023. Левая коронарная артерия

Примечание – 1 – ствол левой коронарной артерии, 2 – передняя нисходящая артерия, 3 – огибающая артерия.

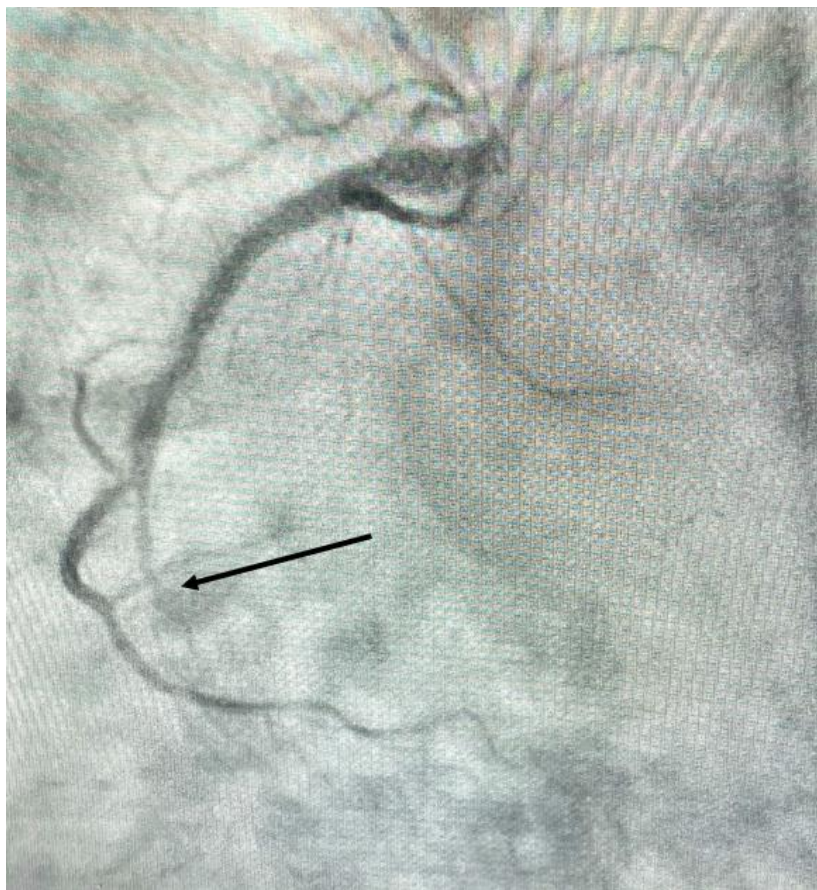


Рисунок 24 – КАГ от 03.01.2023. Правая коронарная артерия

Примечание – стрелкой указана хроническая реокклюзия в стенке.

Принято решение об экстренной реваскуляризации ствола ЛКА бифуркационной методикой, так как ИМВ и ОА имеют общее устье. После КАГ проводниковый катетер SheatLess 7,5 Fr установлен в ствол ЛКА, первый коронарный проводник заведен в дистальный отдел ПНА, второй – в дистальный отдел ОА и выполнено прямое стентирование проксимального сегмента ПНА с выходом в дистальный, средний и проксимальный сегменты ствола ЛКА стентом DE NanoMed 4,0*32 мм – 14 атм. Затем выполнены рекроссинг коронарных проводников (коронарный проводник проведен в дистальный отдел ОА через дистальную ячейку стента) и БАП устья ОА баллоном 1,5*15 мм – 16 атм. Далее выполнена БАП по kissing-методике ПНА и ОА баллонами 4,0*32 мм – 14 атм и NS 3,0*18 мм – 14 атм соответственно. На контрольной КАГ (Рисунок 25): стент ствола ЛКА и ПНА проходим, в стенке ствола ЛКА определяется резидуальный

стеноз 20%, ИМВ и ОА в устье не компрометированы, диссекция не визуализируется, кровоток ТІМІ ІІІ.



Рисунок 25 – Результат Provisional-стентирования с kissing-дилатацией ствола ЛКА

Инструментарий удален. На ЭКГ отмечается положительная динамика. Болевой синдром не рецидивировал. Пациент выписан из стационара на 14 сутки в удовлетворительном состоянии под динамическое наблюдение у кардиолога.

13.12.2023 пациенту выполнена стресс-ЭхоКГ в связи с клинической картиной соответствующей стенокардии напряжения ІІІ ФК, на которой выявлен гипокинез нижней стентки левого желудочка во время физической нагрузки.

21.01.2024 пациент поступил в клинику для плановой реваскуляризации ПКА. КАГ от 21.01.2024 (Рисунки 26, 27): стенты ствола ЛКА и ПНА проходимы, без признаков тромбоза и рестеноза. ИМВ и ОА отходят общим устьем. ИМВ с неровными контурами. Стенты ОА проходимы, без признаков рестеноза. ПКА реокклюзирована в стенке среднего сегмента, постокклюзионные отделы заполняются по меж- и внутрисистемным коллатералям.



Рисунок 26 – Контрольная КАГ от 21.01.2024. Левая коронарная артерия, передне-задняя проекция



Рисунок 27 – Контрольная КАГ от 21.01.2024. Левая коронарная артерия, левая каудальная проекция

Резюмируя, тщательное планирование и четкое следование методике оперативного вмешательства (прохождение коронарного проводника при рекроссинге через дистальную ячейку стента) позволило сохранить геометрию

бифуркации, что обеспечило оптимальный отдаленный результат бифуркационного стентирования.

Клинический пример № 3

Пациент Ш. 72 лет поступил в клинику с диагнозом «ИБС: прогрессирующая стенокардия напряжения. Постинфарктный кардиосклероз от 25.11.2021. Атеросклероз коронарных артерий, БАП и стентирование ПНА, стентирование ствола ЛКА, БАП ОА, БАП и стентирование ВТК».

Анамнез заболевания: в ноябре 2021 г. перенёс инфаркт миокарда (нижней стенки левого желудочка без Q-зубца, тип 4а). Выполнено прямое эндопротезирование стеноза ЛКА стентом 4,5 × 12 мм, остаточный стеноз 40% (Рисунок 28).

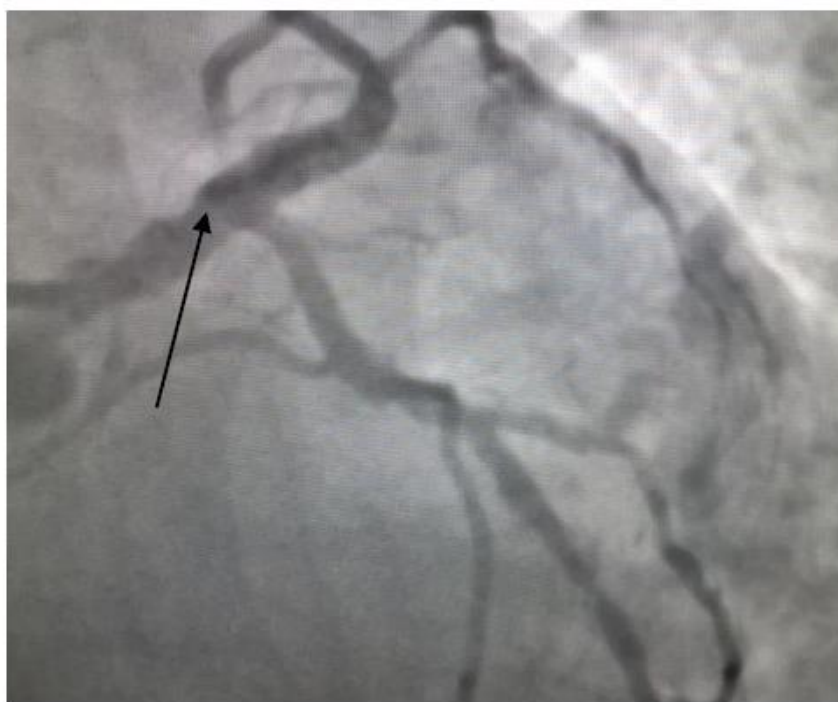


Рисунок 28 – КАГ от 25.11.2021

Примечание – зона стентирования ствола ЛКА указана стрелкой.

Ухудшение отмечает в течение 2 недель, когда стали беспокоить боли в области сердца при физической нагрузке.

Ультразвуковое исследование сердца: аорта расширена до 4,0 см. Левое предсердие – 4,2 см. Конечный систолический размер левого желудочка – 3,66 см, конечный диастолический размер – 5,2 см. Фракция выброса левого желудочка – 59%. Толщина межжелудочковой перегородки – 1,16 см, толщина задней стенки левого желудочка – 1,16 см. Определяется умеренная гипокинезия средней трети задней стенки левого желудочка. Митральная регургитация 2–3 ст., аортальная регургитация 2 ст. Правое предсердие – 4,5 × 5,1 см.

Правый желудочек – 2,6 см. Трикуспидальная регургитация 2 ст. Заключение: умеренная гипокинезия средней трети задней стенки левого желудочка (ЛЖ), фракция выброса ЛЖ 59% Дилатация левого и правого предсердий. Гипертрофия миокарда ЛЖ. Недостаточность митрального и аортального клапанов. Атеросклероз аорты.

УЗИ брахиоцефальных артерий: эхо-признаки атеросклероза. Стеноз устья правой подключичной артерии 60%, латентный STEAL синдром.

УЗИ артерий нижних конечностей: бедренно-подколенный и подколенно-берцовый сегменты с обеих сторон диффузно атеросклеротически изменены, без гемодинамически значимых стенозов. Заключение: эхо-признаки атеросклероза артерий нижних конечностей.

Коронарография от 12.02.2022 (Рисунок 29): стенты ствола ЛКА, ПНА и ВТК проходимы, без стенозов. В стволе ЛКА определяются множественные аневризмоподобные расширения с чёткими, ровными контурами. ПНА в среднем сегменте сужена на 90%, ОА в нижнем сегменте – на 80%, ПКА в верхнем – на 90%.

Пациент был направлен на консультацию к кардиохирургу для решения вопроса о проведении аорто-коронарного шунтирования.

Данное осложнение не специфично для бифуркационных стентирований и достаточно редкое, вероятно его развития связано с механизмами апоптоза и требует дальнейшего изучения.

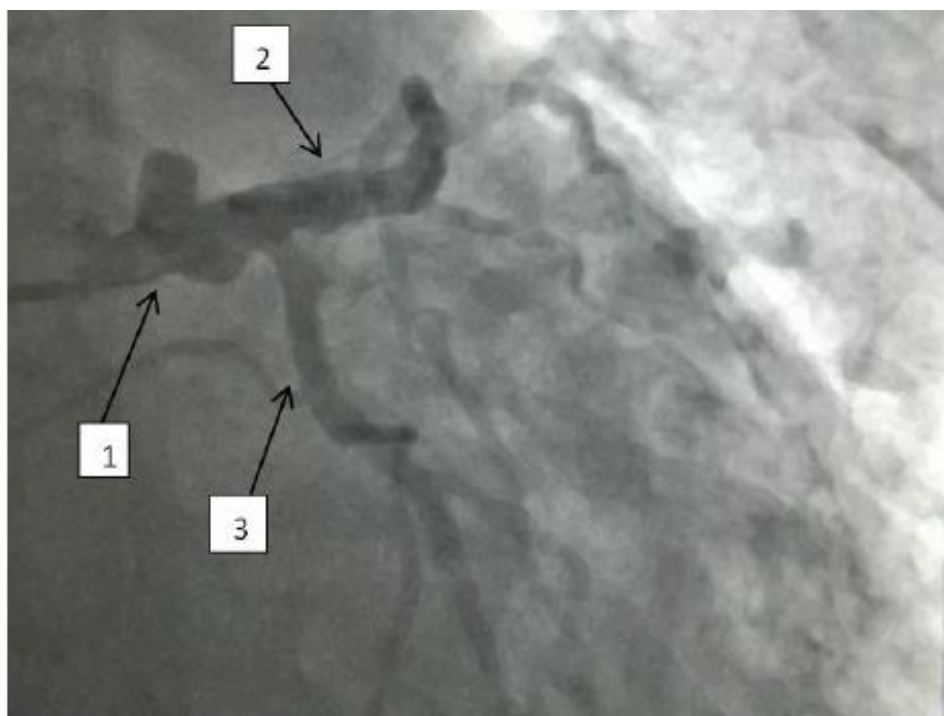


Рисунок 29 – КАГ от 12.02.2022 года

Примечание – 1 – левая коронарная артерия, 2 – передняя нисходящая артерия, 3 – огибающая артерия.

Клинический пример № 4

Пациент Х. 59 лет поступил в клинику 26.05.2023 с диагнозом «ИБС. Острый инфаркт миокарда передне-боковой ЛЖ бпСТ от 26.05.2023. Риск по GRACE высокий. Гипертоническая болезнь III ст., III ст, риск IV. Острая сердечно-сосудистая недостаточность 1 по Killip»

ЭКГ от 26.05.2023: ритм синусовый, правильный. Элевация сегмента ST в aVR, депрессия сегмента ST в I, aVL, V1-V6.

Коронарография от 26.05.2023 г. (Рисунки 30, 31): Правый тип кровоснабжения. Ствол ЛКА кальцинирован, стенозирован в дистальном отделе на 80% с переходом на устья ПНА, ИМВ и ОА. ПНА кальцинирована, в устье имеет стеноз 90%, в проксимальном и среднем сегментах протяженно стенозирована на 50-60%. ИМВ (менее 2 мм) в устье имеет стеноз 90%. ОА кальцинирована, в устье имеет стеноз 90%, в проксимальном сегменте окклюзирована, постокклюзионные отделы слабо контрастируются по внутри- и

межсистемным коллатералям. ПКА в среднем сегменте имеет стеноз менее 50%, в «зоне креста» сужена на 50% с переходом на устья ЗБВ и ЗНА. ЗБВ в устье и проксимальном сегменте имеет стеноз 50%. ЗНА стенозирована в устье менее 70%.

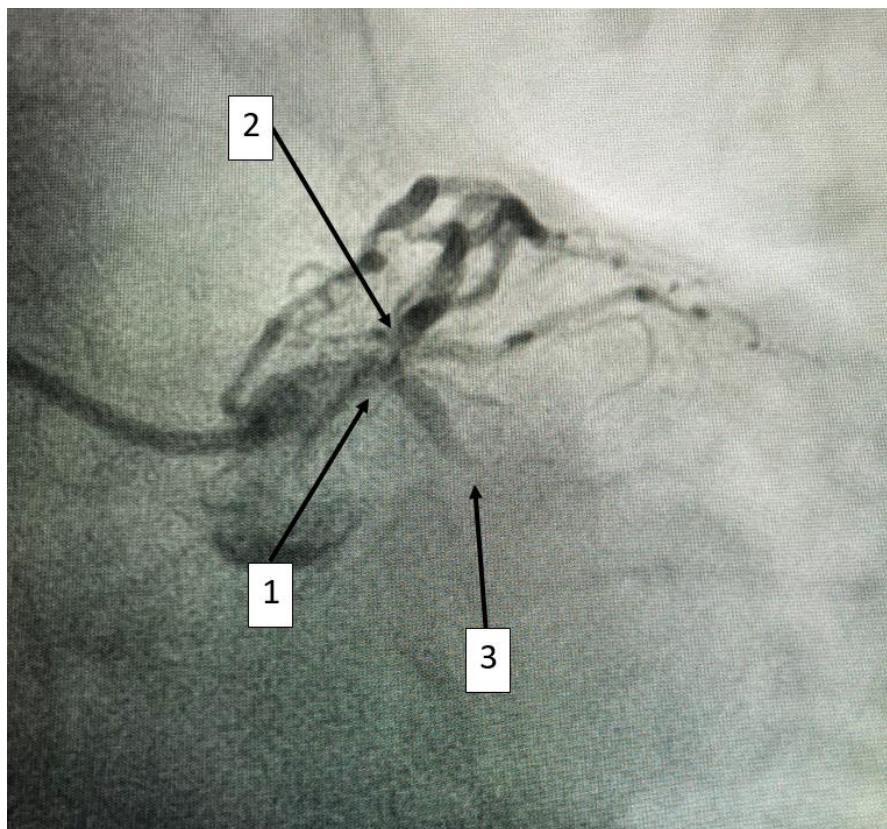


Рисунок 30 – КАГ от 26.05.2023 г. Левая коронарная артерия

Примечание – 1 – стеноз 80% ствола левой коронарной артерии, 2 – устьевой стеноз 90% передней нисходящей артерии, 3 – острая окклюзия огибающей артерии.

Принято решение о реваскуляризации ствола ЛКА, ПНА и ОА бифуркационной методикой, так как ИМВ является клинически незначимой ветвью. После КАГ в ствол ЛКА установлен проводниковый катетер 6 Fr и выполнена проводниковая реканализация зоны окклюзии ОА. Вторым коронарным проводником заведен в дистальный сегмент ПНА. Затем выполнены БАП зоны окклюзии ОА баллоном 2,0*15 мм – 16 атм. На контрольной КАГ: ствол ЛКА и ПНА без отрицательной динамики; ОА кальцинирована, в устье сужена на 90%, проксимальном сегменте – на 99%.



Рисунок 31 – КАГ от 26.05.2023. Правая коронарная артерия

Далее выполнено стентирование проксимального сегмента ОА с выходом в средний отдел ствола ЛКА стентом DE NanoMed 3,5*32 мм – 16 атм с последующей проксимальной оптимизацией стента баллоном 4,0*15 – 18 атм. После чего выполнены рекроссинг коронарных проводников и БАП устья ПНА баллоном 2,0*15 мм – 14 атм. Затем коронарный проводник извлечен из ОА и выполнено стентирование проксимального сегмента ПНА с выходом в ствол ЛКА до устья последнего стентом DE NanoMed 3,0*24 мм – 18 атм с последующей проксимальной оптимизацией стента баллоном 4,0*15 – 18 атм. Далее второй коронарный проводник заведен через ячейку стента в дистальный отдел ОА и выполнено БАП устья ОА баллоном 2,0*15 мм – 14 атм, с последующей kissing-дилатацией ПНА и ОА баллонами 3,0*20 мм – 14 атм и 3,5*20 мм – 14 атм

соответственно. На контрольной КАГ (Рисунок 32): стенты ствола ЛКА, ПНА и ОА раскрыты полностью, диссекции не выявлено, ИМВ (менее 2 мм) в устье имеет стеноз 90%, кровотоков ТІМІ ІІІ.

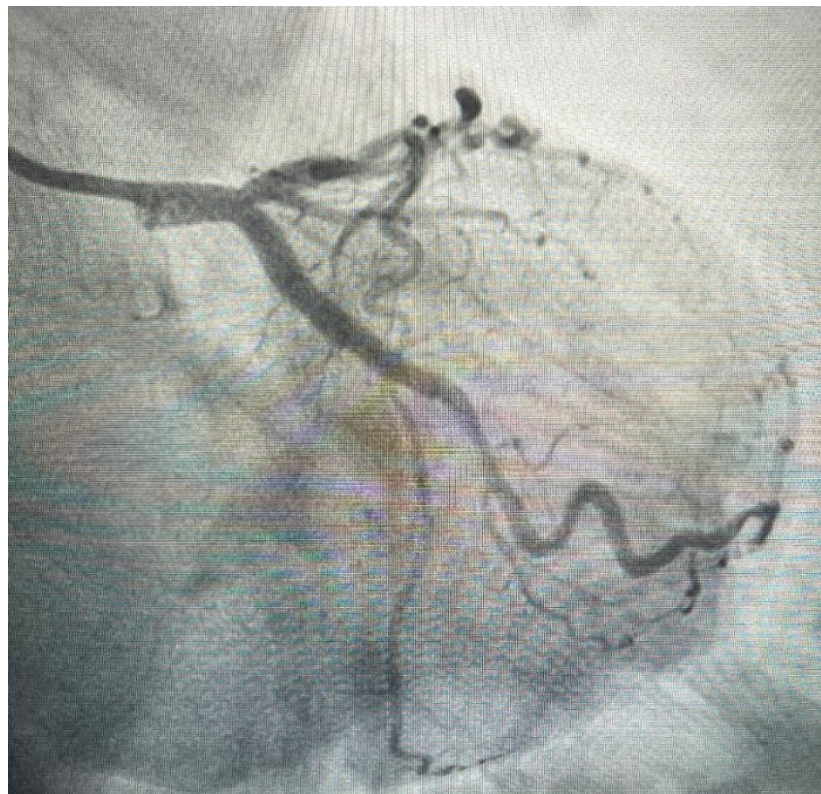


Рисунок 32 – Результат бифуркационного стентирования ствола ЛКА по Culotte-методике

Инструментарий удален. На ЭКГ отмечается положительная динамика по передней-боковой стенке левого желудочка. Болевой синдром не рецидивировал. Пациент выписан из стационара на 15 сутки в удовлетворительном состоянии под динамическое наблюдение у кардиолога.

Однако, 17.01.2024 года пациент поступает в клинику с диагнозом «ИБС. Нестабильная (прогрессирующая) стенокардия. Риск по GRACE средний. Состояние после операции от 26.05.2023: Реканализация и БАП ОА. БАП ПНА. Бифуркационное стентирование ствола ЛКА по Culotte-методике стентами DE NanoMed 3,0*24 мм (ПНА) и NanoMed 3,5*32 мм (ОА) от 26.05.2023. Гипертоническая болезнь III ст., III ст, риск IV. Острая сердечно-сосудистая недостаточность 1 по Killip с переходом в Хроническую сердечную

недостаточность 2А 2ФК.»

КАГ от 17.01.2024 (Рисунок 33): правый тип кровоснабжения. Стенты ствола ЛКА проходимы, без признаков тромбоза и рестеноза, в стенке устья ПНА определяется рестеноз in stent 90%, ПНА в среднем сегменте имеет стеноз 60%, в стенке устья ОА определяется рестеноз in stent 70%. ПКА в среднем сегменте имеет стеноз 70-80%.

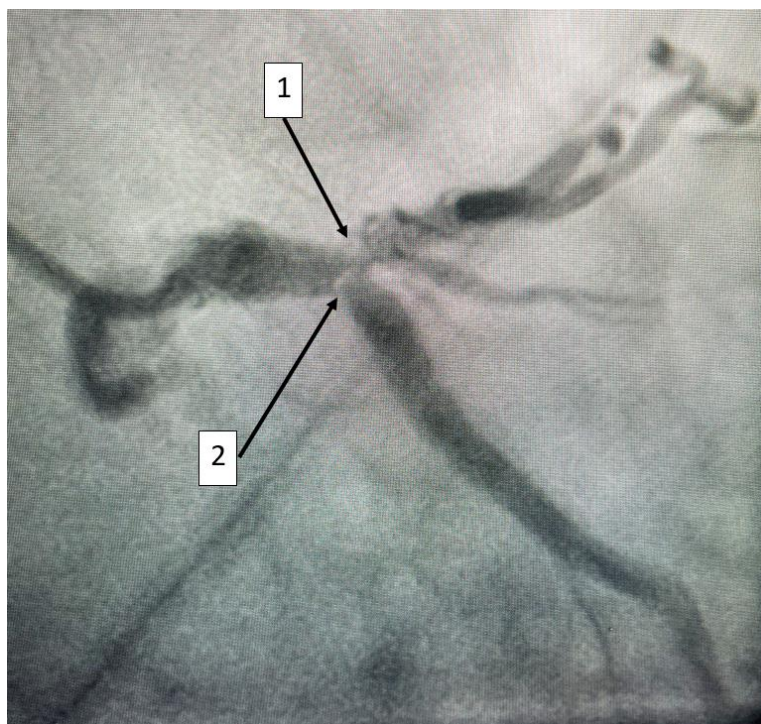


Рисунок 33 – КАГ от 17.01.2024. Левая коронарная артерия

Примечание – 1 – рестеноз 90% в устье передней нисходящей артерии, 2 – рестеноз 70% в устье огибающей артерии.

Резюмируя, рестеноз у данного пациента возник из-за изменения геометрии бифуркации вследствие применения Culotte-стентирования при Т-типе бифуркации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ишемическая болезнь сердца является основной причиной смерти не только в Российской Федерации, но и в мире. Одной из самых опасных форм ИБС является острый коронарный синдром, который представляет собой либо инфаркт миокарда, либо нестабильную стенокардию. В основе которых лежит острое несоответствие между потребностью миокарда в кислороде и способностью коронарных артерий доставить кислород к миоцитам, которая, как правило, ограничена из-за атеросклеротического поражения коронарных артерий и/или наличия тромба в коронарном русле. Основная тактика лечения ОКС на данный момент – реперфузионная, то есть восстановление кровотока по клинко-зависимой артерии. В большинстве случаев реваскуляризация проводится эндоваскулярными методами. Однако, в 15-25% случаев клинко-зависимый стеноз является бифуркационным, что увеличивает не только длительность операции, но и риск интраоперационных осложнений, тромбоза и рестеноза стентов. Это происходит из-за разнообразия как непосредственно самих бифуркаций (их локализации, угла ангуляции и размеров дочерних ветвей), так и многочисленных типов поражения бифуркаций. Все выше сказанное делает бифуркационные поражения коронарных артерий одним из самых сложных вопросов интервенционной кардиологии.

На сегодняшний момент одностентовые методики (Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Provisional-стентирование с kissing-дилатацией) являются рутинными для коррекции бифуркационных стенозов, то есть прибегать к двухстентовым методикам следуют только при наличии специальных показаний. Однако, в части случаев результат одностеновой методики является неоптимальным и происходит интраоперационное расширение объема оперативного вмешательства до двухстеновых методик. Важными вопросами для эндоваскулярного хирурга являются предикторы и частота подобного расширения объема операции. Так как одним из основных моментов для получения оптимального результата оперативного вмешательства

(непосредственного и отдаленного) является тщательное планирование хода коррекции бифуркационного поражения. Однако, в условиях, когда время для принятия решения и обдумывания тактики оперативного вмешательства ограничено, ввиду тяжести состояния пациента, обусловленного острым коронарным синдромом, оператору необходимо иметь четкий алгоритм по выбору методики бифуркационного стентирования в зависимости от локализации и анатомии бифуркации, а также от типа ее поражения.

В исследование был включен 271 пациент, в возрасте от 33 до 82 лет, 193 мужчины и 78 женщин, поступивших в стационар с диагнозом «Острый коронарный синдром», у которых по результатам КАГ были выявлены клинико-зависимые бифуркационные поражения коронарных артерий, которые в дальнейшем были оперированы одностентовыми методиками, а при необходимости – двухстентовыми. У 159 пациентов был диагноз «ОКС без подъема сегмента ST» и у 112 пациентов был диагноз «ОКС с подъемом сегмента ST». У 32 пациентов с ОКСспST была выполнена тромболитическая терапия фортелизином на догоспитальном этапе. У 16 пациентов в зоне поражения основной артерии отходило две боковые ветви, таким образом в исследование была включена 287 бифуркаций. 6 пациентам с бифуркационным поражением 0-0-1 по классификации Medina был выполнен способ стентирования коронарных артерий при изолированном поражении боковой ветви. Оставшиеся пациенты были разделены на две группы:

- группа А – поражение ствола ЛКА;
- группа Б – нестволовые поражения.

В группе А всем пациентам первоначально планировалось проведение Provisional-стентирования с kissing-дилатацией. Показаниями к переходу к двухстентовой стратегии являлись: вовлеченность в атеросклеротический процесс устья БВ, кровоток по БВ менее TIMI III, диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, наличие

остаточного тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ. Исходя из этого пациенты из группы А были распределены на подгруппы: подгруппа А1 – пациенты с оптимальным результатом Provisional-стентирования с kissing-дилатацией; подгруппа А2 – пациенты, которым потребовался переход к двухстентовой. Подгруппа А2 в свою очередь также была разделена на несколько подгрупп: подгруппа А2.1 – пациенты, которым выполнялось ТАР-стентирование; подгруппа А2.2 – пациенты, которым выполнялось Culotte-стентирование; подгруппа А2.3 – пациенты, которым выполнялось DK-Crush-стентирование.

В группе Б всем пациентам первоначально планировалось проведение Provisional-стентирования без kissing-дилатации (подгруппа Б1). Однако, в результате его неудовлетворительного результата (кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, смещение тромба в устье и/или проксимальный сегмент БВ) объем операции увеличивался до Provisional-стентирования с kissing-дилатацией (подгруппа Б2), так же показанием к данной методике являлось возможное эндоваскулярное вмешательство на БВ в будущем. В свою очередь при наличии показаний (вовлеченность в атеросклеротический процесс устья и проксимального сегмента БВ более 10 мм, кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ, диссекция интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, наличие остаточного тромба в устье и/или проксимальном сегменте БВ) у подгруппы Б2 объем операции увеличивался до двухстентовой методики (подгруппа Б3). Подгруппа Б3 была разделена на три подгруппы: подгруппа Б3.1 – пациенты, которым выполнялось ТАР-стентирование; подгруппа Б3.2 – пациенты, которым выполнялось Culotte-стентирование; подгруппа Б3.3 – пациенты, которым выполнялось DK-Crush-стентирование (применялось при возникновении диссекции интимы в устье и/или проксимальном сегменте БВ класса В и более по классификации NHLBI после преддилатации).

Затем в срок от 6 до 24 месяцев (средний срок наблюдения 16 месяцев) от

оперативного вмешательства оценивались отдаленные результаты методик бифуркационных стентирований.

Подавляющее большинство бифуркационных поражений приходилось на бассейн левой коронарной артерии ($P < 0,001$), в половине всех случаев были поражены ПНА и ДВ. Стоит отметить, что практически в 15% случаев было поражение ствола ЛКА.

В четверти случаев наблюдался Т-тип ангуляции, в остальных случаях был Y-тип. Стоит отметить, что тип «reverse-shaped angulation» был всего лишь в двух наблюдениях. Несмотря на то, что среди всего количества бифуркаций преобладал Y-тип, в группе А, то есть у пациентов с поражением ствола ЛКА, наоборот преобладал Т-тип бифуркации ($P < 0,001$). Также Т-тип преобладал в бассейне правой коронарной артерии ($P = 0,03$ и $P = 0,05$).

У трех пациентов из группы А ИМВ и ОА имели общее устье, которое не было вовлечено в атеросклеротический процесс, что позволило успешно применить бифуркационную методику с удовлетворительным отдаленным результатом.

В 80% случаев БВ была меньше основной по диаметру, в 12% случаев дочерние ветви были равны и практически в 8% наблюдений БВ была больше основной ветви. Данная характеристика бифуркаций важна для планирования оперативного вмешательства.

Боковая ветвь не была вовлечена в атеросклеротический процесс в двух из трех случаев ($P < 0,001$), наиболее часто было поражение основной артерии до и после места отхождения боковой ветви, то есть бифуркационное поражение 1-1-0 по классификации A. Medina ($P = 0,01$).

Коррекция 281 бифуркационного поражения коронарных артерий была выполнена следующими методиками: Provisional-стентирование без kissing-дилатации – 117 бифуркаций (41,6%), Provisional-стентирование с kissing-дилатацией – 110 бифуркаций (39,2%), ТАР-стентирование – 36 бифуркаций (12,8%), Culotte-стентирование – 11 бифуркаций (3,9%), DK-Crush-стентирование – 7 бифуркаций (2,5%). Малое количество «сложных» методик бифуркационного

стентирования (Culotte- и DK-Crush-стентирования) объясняется тем, что в исследование включены пациенты только с ОКС, что откладывает отпечаток на состояние пациента, а чем сложнее методики, тем больше они затрачивают времени. Среднее время на выполнение Provisional-стентирования без kissing-дилатации с учетом КАГ составило 31 [15;120] минута, Provisional-стентирование с kissing-дилатацией – 43 [20;130] минуты, TAP-стентирование – 51 [40;120] минута, DK-Crush-стентирование – 79 [55;180] минут и Culotte-стентирование – 72 [50;150] минуты. При проведении статистического анализа была выявлена значимая разница между методиками Provisional-стентирования без kissing-дилатации и Provisional-стентирования с kissing-дилатацией ($P < 0,0001$), Provisional-стентирования с kissing-дилатацией и TAP-стентированием ($P = 0,002$), TAP-стентированием и DK-Crush-стентированием ($P = 0,03$) и TAP-стентированием и Culotte-стентированием ($P = 0,03$). Статистически достоверной разницы между DK-Crush-стентированием и Culotte-стентированием не обнаружено ($P = 0,4$).

У группы А 80% бифуркаций оперированы методикой Provisional-стентирования с kissing-дилатацией (подгруппа А1). Среди двухстентовых методик наибольшее распространение получило TAP-стентирование – подгруппа А2.1 (практически 12%).

В группе Б почти в половине случаев оптимальным был результат Provisional-стентирования без kissing-дилатации (подгруппа Б1), в трети случаев было выполнено Provisional-стентирования с kissing-дилатацией (подгруппа Б2), TAP-стентирование было выполнено почти в 13% случаев и являлось наиболее применяемой двухстентовой методикой.

Изначально Provisional-стентирование без kissing-дилатации планировалось во всех 281 случае. Необходимость в расширении объема оперативного вмешательства до выполнения kissing-дилатации возникла у 158 бифуркаций (56,2%). Показаниями к выполнению kissing-дилатации являлись: поражение ствола ЛКА без вовлечения в атеросклеротический процесс боковой ветви, компрессия кровотока по БВ (кровоток менее TIMI III), возникновение

клинических проявлений с изменениями на ЭКГ, смещения тромботических масс в устье и/или проксимальный сегмент БВ, а также вероятность интервенционных манипуляций в будущем на БВ. Опосредованными показаниями к kissing-дилатации являлись поражение БВ более 10 мм и поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, так как в данных случаях необходимо применение двухстентовой методики. Примерно 80% случаев приходилось на поражение ствола ЛКА без вовлечения в атеросклеротический процесс боковой ветви, кровотоков менее TIMI III, ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, смещения тромботических масс в устье и/или проксимальный сегмент БВ, причем данные показания возникали практически с одинаковой частотой (около 20% на каждое показание). Остальные 20% случаев приходилось оставшиеся показания.

Достоверными предикторами перехода от Provisional-стентирования без kissing-дилатации к Provisional-стентированию с kissing-дилатацией явились визуализация дефекта контрастирования (тромба) в зоне бифуркации ($P=0,046$), наличие кальциноза эпикардальных артерий в зоне клинко-зависимой бифуркации ($P=0,02$) и вовлечение в атеросклеротический процесс боковой ветви ($P<0,001$). Угол между дочерними ветвями бифуркации оказался статистически недостоверным предиктором ($P=0,1$).

Переход к двухстентовым методикам потребовался в 54 случаях (19,22%). Показаниями к двухстентовой методике являлись: поражение ствола ЛКА с вовлечением в процесс БВ, поражение БВ более 10 мм, неудовлетворительный результат одностентовой методики (кровоток по боковой ветви менее TIMI III, диссекция интимы боковой ветви класса В и более (по классификации NHLBI) и/или ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ, наличие остаточного тромба в устье БВ). Наиболее частыми показаниями явились диссекция интимы в устье БВ класса В и выше по классификации NHLBI и поражение БВ более 10 мм. Стоит отметить, что у пациентов в группе А в семи случаях из восьми переход к двухстентовой методике потребовался в связи с вовлечением в процесс боковой ветви.

Статистически значимым предиктором расширения оперативного вмешательства до применения двухстентовой методики явилось вовлечение в атеросклеротический процесс боковой ветви ($P < 0,001$). Наличие тромба ($P = 0,11$) и кальциноза ($P = 0,07$) в области бифуркации, а также угол между дочерними ветвями бифуркации ($P = 0,27$) статистически не влияют на частоту перехода к двухстентовой методике.

В течение хода исследования из него выбыло 24 пациента с поражением одной бифуркации (летальный исход и не удалось выйти на связь). Смертность за период наблюдения составила 4,9% (13 пациентов), причем только три пациента (1,1%) умерло от осложнений данного инфаркта миокарда и два пациента (0,8%) от осложнений, возникших в результате декомпенсации хронической сердечной недостаточности. Стоит отметить, что ни один летальный исход не был связан с оперативным вмешательством по поводу бифуркационного поражения коронарных артерий. Оставшиеся летальные исходы были вызваны не кардиальными причинами. Ранний (подострый) тромбоз стента был выявлен в 4 случаях (1,6%), данные пациенты так же выбыли из исследования. В одном случае (0,4%) отмечался интраоперационный тромбоз стента, данный пациент так же выбыл из исследования, так как в дальнейшем он скончался от онкологического заболевания.

Таким образом, контрольное обследование в срок от 6 до 24 месяцев (средний срок наблюдения 16 месяцев) от первоначального вмешательства проводилось у 237 пациентов (253 бифуркации): 38 бифуркаций группы А и 219 бифуркаций группы Б.

Стресс-тесты выявили ишемические изменения у 105 пациентов из 176 (56,8%) ($P < 0,001$). В 21 случае (11,35%) были выявлены ишемические изменения в стенке миокарда, которая кровоснабжалась интересующей бифуркацией (из них в 8 случаях (38,1%) были выявлены ишемические изменения как в области кровоснабжения интересующей бифуркации, так и в области кровоснабжения другого коронарного бассейна).

Клинически-значимый рестеноз был выявлен в 26 случаях (10,3%), причем в

24 случаях из них был выявлен рестеноз, затрагивающий боковую ветвь ($P < 0,001$).

Рестеноз при применении методики Provisional-стентирования без kissing-дилатации возник в 11,4% случаев, при Provisional-стентировании с kissing-дилатацией – 10,5% случаев, при TAP-стентировании – 8,6% случаев, при Culotte-стентировании – 9,1% случаев, при применении DK-Crush-стентировании не было выявлено ни одного рестеноза, однако это связано с малым количеством данных методик. Статистический анализ не показал различий между результатами всех используемых методик: Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Provisional-стентирование с kissing-дилатацией – $P=0,84$, Provisional-стентирование без kissing-дилатации и TAP-стентирование – $P=0,64$, Provisional-стентирование без kissing-дилатации и Culotte-стентирование – $P=0,82$, Provisional-стентирование без kissing-дилатации и DK-Crush-стентирование – $P=0,34$, Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и TAP-стентирование – $P=0,74$, Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и Culotte-стентирование – $P=0,88$, Provisional-стентирование с kissing-дилатацией и DK-Crush-стентирование – $P=0,37$, TAP-стентирование и Culotte-стентирование – $P=0,96$, TAP-стентирование и DK-Crush-стентирование – $P=0,42$, Culotte-стентирование и DK-Crush-стентирование – $P=0,41$.

Таким образом, все методики бифуркационных стентирований в срок наблюдения от 6 до 24 месяцев были эффективны примерно в 90% случаев, что, по-нашему мнению, говорит о том, что при тщательном планировании хода оперативного вмешательства с учетом тяжести состояния пациента, локализации и анатомии пораженной бифуркации, типа бифуркационного поражения, и четком выполнении техник коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий, отдаленные результаты у различных методик бифуркационных стентирований сопоставимы.

Исходя из всего вышесказанного, мы предлагаем алгоритм по выбору методики коррекции бифуркационных поражений у пациентов с ОКС в зависимости от локализации и анатомии бифуркации, от типа ее поражения, а

также от состояния пациента (Рисунок 34).

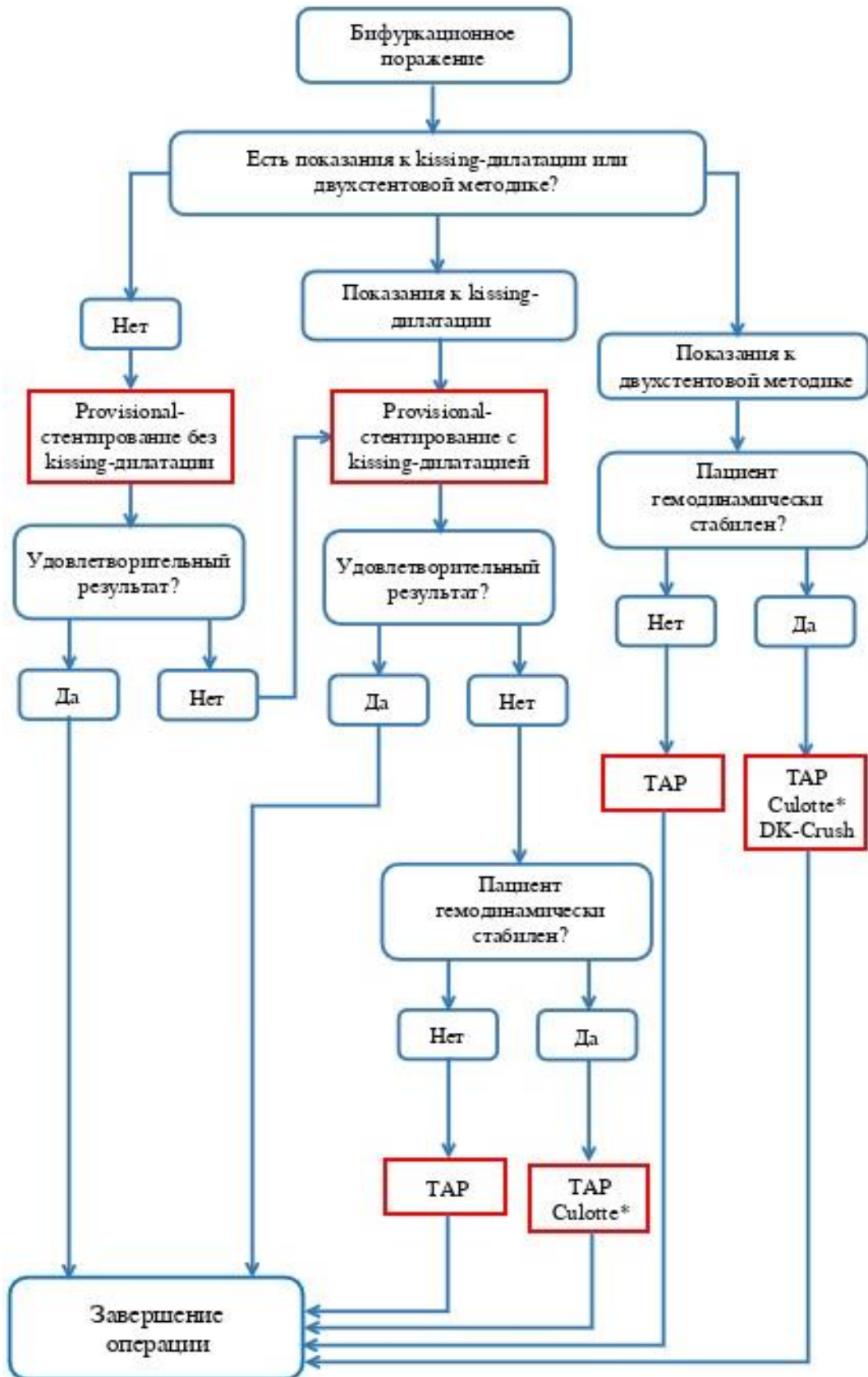


Рисунок 34 – Алгоритм по выбору методики коррекции бифуркационных поражений у пациентов с ОКС в зависимости от локализации и анатомии бифуркации, от типа ее поражения, а также от состояния пациента

Стоит отметить, что для применения Culotte-стентирования необходима подходящая анатомия бифуркации (Y-тип и сопоставимый диаметр дочерних ветвей).

Показания к kissing-дилатации в предлагаемом алгоритме следующие:

- возможное вмешательство на БВ в будущем;
- поражение ствола ЛКА без вовлечения в атеросклеротический процесс БВ.

Показаниями к двухстентовой методике являются:

- поражение БВ более 10 мм;
- поражение ствола ЛКА с вовлечением в атеросклеротический процесс БВ.

Неудовлетворительным результатом Provisional-стентирования без kissing-дилатации считается:

- кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ;
- ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ;
- смещение тромба в БВ.

Неудовлетворительным результатом Provisional-стентирования с kissing-дилатацией считается:

- кровоток по БВ менее ТІМІ ІІІ;
- ухудшение клинических проявлений и отрицательная динамика на ЭКГ;
- диссекция интимы БВ класса В и более по классификации NHLBI;
- наличие остаточного тромба в БВ.

ВЫВОДЫ

1. В структуре пораженных бифуркаций коронарных артерий наиболее часто поражается бассейн левой коронарной артерии: передняя нисходящая артерия и диагональные ветви – 53,7%. Y-тип ангуляции дочерних ветвей встречается в 72,2%, T-тип бифуркаций превалирует при стволовых поражениях – 66,7% ($P < 0,001$) и при поражениях правой коронарной артерии в зоне «креста» сердца – 64,3% ($P = 0,03$). В 65,5% встречаются поражения бифуркаций коронарных артерий без вовлечения в процесс боковой ветви ($P < 0,001$), в 37,4% наблюдается поражение типа 1-1-0 по A. Medina.

2. Необходимость в расширении объема оперативного вмешательства до выполнения Provisional-стентирования с kissing-дилатацией возникает в 56,2%. Статистически значимыми предикторами возникновения необходимости в kissing-дилатации являются наличие дефекта контрастирования в зоне бифуркации – 69,7% ($P = 0,046$), визуализация кальциноза в области интересующей бифуркации – 71,1% ($P = 0,02$) и вовлечение в процесс боковой ветви – 76,3% ($P < 0,001$). Тип бифуркации в зависимости от угла между дочерними ветвями не влияет на частоту возникновения необходимости в kissing-дилатации ($P = 0,1$).

3. Переход к двухстентовой методике наблюдается в 19,1% при поражении ствола ЛКА и 19,3% при нестволовом поражении. Статистически значимым предиктором расширения объема оперативного вмешательства до двухстентовой методики является вовлечение в процесс боковой ветви – 44,3% ($P < 0,001$). Тип бифуркации в зависимости от угла между дочерними ветвями ($P = 0,64$), наличие тромба ($P = 0,11$) и кальциноза ($P = 0,07$) в зоне бифуркации статистически не влияют на частоту перехода к двухстентовой методике.

4. При применении Provisional-стентирования с kissing-дилатацией в 0,4% случаев был интраоперационный тромбоз стента, ранний (подострый) тромбоз стента возник в 1,6% случаев. Доля рестенозов среди одностентовых методик составила 11%, среди двухстентовых – 7,6%, без статистически значимой разницы ($P = 0,46$). Летальность за период наблюдения составила 4,9% и не была связана с

оперативным вмешательством.

5. Разработан алгоритм коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий на фоне острого коронарного синдрома, предполагающий дифференцированный подход в выборе методики стентирования с учетом тяжести состояния пациентов, локализации и анатомии пораженной бифуркации, типа бифуркационного поражения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При наличии показаний к двухстентовой методике бифуркационного стентирования у гемодинамически нестабильного пациента следует выбрать ТАР-стентирование.

2. При отхождении двух боковых ветвей общим устьем от зоны поражения основной артерии возможно применения одностентовой методики бифуркационного стентирования.

3. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование необходимо использовать при поражениях ствола левой коронарной артерии и при кальцинированных поражениях.

4. При изолированном поражении устья боковой ветви без компретации основной артерии (бифуркационный стеноз 0-0-1 по классификации A. Medina), если невозможно имплантировать стент в основную артерию с переходом в боковую ветвь из-за выраженной перекалибровки диаметров артерий, стент заводится в проксимальный сегмент пораженной боковой ветви, а баллонный катетер сопоставимого диаметра с основной артерией заводится в основную артерию. Стент позиционируется по устью пораженной боковой ветви таким образом, чтобы полностью покрыть атеросклеротическую бляшку, и происходит его имплантация. Далее баллонный катетер доставляющей системы стента подтягивается проксимально и выполняется kissing-дилатация с целью направления пролабирующих балок стента в области карины бифуркации продольно по отношению к магистральной артерии (патент РФ № 2812082).

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АСБ – атеросклеротическая бляшка
- БАП – баллонная ангиопластика
- БВ – боковая ветвь
- ВОК – ветвь острого края
- ВСУЗИ – внутрисосудистое ультразвуковое исследование
- ВТК – ветвь тупого края
- ДВ – диагональная ветвь
- ЗБВ – задне-боковая ветвь
- ЗНА – задняя нисходящая артерия
- ИБС – ишемическая болезнь сердца
- ИМ – инфаркт миокарда
- ИМВ – интермедиарная ветвь
- КА – коронарная артерия
- КАГ – коронарография
- ЛЖ – левый желудочек
- ЛКА – левая коронарная артерия
- ЛПНП – липопротеиды низкой плотности
- МРТ – магнитно-резонансная томография
- МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография
- ОА – огибающая артерия
- ОКС – острый коронарный синдром
- ОКСбпST – острый коронарный синдром без подъема сегмента ST
- ОКСспST – острый коронарный синдром с подъемом сегмента ST
- ОКТ – оптическая когерентная томография
- ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография
- ОХС – общий холестерин
- ПКА – правая коронарная артерия
- ПНА – передняя нисходящая артерия

ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография

РОТ – проксимальная оптимизация

СД – сахарный диабет

ЭКГ – электрокардиограмма

ЭхоКГ – эхокардиография

НС баллон – некомплаенсный баллон

NHLBI – National Heart, Lung, and Blood Institute

TIMI – Thrombolysis In Myocardial Infarction

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашер, Э. Сосудистая хирургия по Хаймовичу. В 2 томах. Том 2 / Э. Ашер, А. В. Покровский. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 534 с. – Текст : непосредственный.
2. Батыралиев, Т. А. Новая техника ТАВАAs в лечении бифуркационных поражений коронарных артерий / Т. А. Батыралиев, Д. В. Фетцер, Ю. Н. Беленков. – Текст : непосредственный. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2012. – Т. 8, № 7. – С. 108-113.
3. Влияние стентирования магистральных коронарных артерий на состояние устья боковой ветви в непосредственном и отдаленном периоде при использовании техники «one stent technique» / Е. А. Глухов, К. Ю. Баратова, И. В. Шитиков [и др.] – Текст : непосредственный. // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 7, Ч. 2. – С. 291-295.
4. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в оценке коронарного русла и вентрикулографии в сравнении с интервенционной коронаровентрикулографией / С. К. Терновой, М. Э. Никонова, Р. С. Акчурин [и др.] – Текст : непосредственный. // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2013. – Т. 3, № 1. – С. 28-36.
5. Войнов В. А. Патопфизиология сердца и сосудов / В.А. Войнов. – Москва : Бином, 2017. – 208 с. – ISBN 978-5-95-180690-1. – Текст : непосредственный.
6. Загatina, А. В. Модели риска неблагоприятных исходов по результатам стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой в сочетании с неинвазивным исследованием коронарного кровотока у пациентов с ишемической болезнью сердца / А. В. Загatina, Н. Т. Журавская, С. А. Сайганов. – Текст : непосредственный. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 178-183.
7. Иоселиани, Д. Г. Коронарное стентирование и стенты / Д. Г. Иоселиани, Д. А. Асадов, А. М. Бабунашвили. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. –

256 с. – ISBN 978-5-9704-6513-4. – Текст : непосредственный.

8. Никифоров, В. С. Ишемическая дисфункция миокарда / В. С. Никифоров, А. Э. Никитин, В. В. Тыренко, А. С. Свистов. – Москва : АПКИППРО, 2005. – 102 с. – ISBN 5-8429-0131-5. – Текст : непосредственный.

9. Никифоров, В. С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике ишемической болезни сердца / В. С. Никифоров. – Текст : электронный. // Consilium Medicum. – 2017. – Т. 19, № 1. – С. 18-24.

10. Никифоров, В. С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике жизнеспособного миокарда при ишемической болезни сердца / В. С. Никифоров. – Санкт-Петербург : КультИнформПресс, 2012. – 33 с. – ISBN 978-5-8392-0381-5. – Текст : непосредственный.

11. Олейник, Б. А. Ассоциации показателей летальности и доступности скорой и специализированной, в том числе высокотехнологичной, медицинской помощи при остром коронарном синдроме в Российской Федерации / Б. А. Олейник, В. И. Стародубов, В. А. Евдаков, Л.Р. Абзалилова. – DOI <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5514>. – Текст : непосредственный. // Российский кардиологический журнал. – 2023. – Т. 28, № 9. – С. 29-36.

12. Олейник, Б. А. Оптимизация маршрутизации больных с острым коронарным синдромом на территории Курской области с использованием информационной системы «Кардионет» / Б. А. Олейник, В. И. Стародубов, В. А. Евдаков. – DOI <https://doi.org/10.21045/2071-5021-2022-68-1-5>. – Текст : электронный // Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание]. – 2022. – Т. 68, № 1. – 5 с. – URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1339/30/lang,ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2022-68-1-5

13. Острый коронарный синдром без подъема сегмента ST электрокардиограммы / О. Л. Барбараш, Д. В. Дупляков, Д. А. Затейщиков [и др.] – DOI <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2021-4449>. – Текст : непосредственный. // Российский кардиологический журнал. – 2021. – Т. 26, № 4. – С. 149-202.

14. Рентгенэндоваскулярная хирургия. Национальное Руководство : в 4 т.

Т. 2. Ишемическая болезнь сердца / под ред. Б. Г. Алеяна. – Москва : Литтерра, 2017. – 792 с. – ISBN 978-5-4235-0274-4. – Текст : непосредственный.

15. Рыбакова, М. К. Эхокардиография от Рыбаковой / М. К. Рыбакова, В. В. Митьков, Д. Г. Балдин. – Москва : Видар, 2023. – 600 с. – ISBN 978-5-88429-281-9. – Текст : непосредственный.

16. Саидова, М. А. Стресс-эхокардиография с добутамином: возможности клинического применения в кардиологической практике / М. А. Саидова. – Текст : непосредственный. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2009. – Т. 5, №. 4. – С. 73-79.

17. Стабильная ишемическая болезнь сердца. Клинические рекомендации 2020 / О. Л. Барбараш, Ю. А. Карпов, В. В. Кашталап [и др.] – Текст : непосредственный. // Российский кардиологический журнал. – 2020. – № 11. – С. 201-250.

18. Сыркин, А. Л. Острый коронарный синдром / А. Л. Сыркин, Н. А. Новикова, С. А. Терехин. – Москва : МИА, 2010. – 437 с. – ISBN 978-5-8948-1825-2. – Текст : непосредственный.

19. Шугушев, З. Х. Результаты применения различных тактик при «одностентовом» эндоваскулярном лечении больных ишемической болезнью сердца с бифуркационными поражениями коронарных артерий / З. Х. Шугушев, Ю. В. Таричко, Ю. А. Васюк. – Текст : непосредственный. // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 39-43.

20. 2013 ESC guidelines on the management of stable coronary artery disease: The Task Force on the management of stable coronary artery disease of the European Society of Cardiology / G. Montalescot, U. Sechtem, S. Achenbach [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz296>. – Text : electronic // European Heart Journal. – 2013. – Vol. 34, № 38. – P. 2949-3003.

21. 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.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2019.04.056>. – Text : electronic // JACC Cardiovascular Interventions. – 2019. – Vol. 12, № 19. – P. 1927-1937.

22. A randomized clinical study comparing double kissing crush with provisional stenting for treatment of coronary bifurcation lesions: results from the DKCRUSH-II (Double Kissing Crush versus Provisional Stenting Technique for Treatment of Coronary Bifurcation Lesions) trial / S. L. Chen, T. Santoso, J. J. Zhang [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.10.023>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2011. – Vol. 57, № 8. – P. 914-920.

23. ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging-executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging) / F. J. Klocke, M. G. Baird, B. H. Lorell [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2003.08.011>. – Text : electronic // Circulation. – 2003. – Vol. 108, № 11. – P. 1404-1418.

24. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force (ACCF/AHA Writing Committee to Update the 2000 Expert Consensus Document on Electron Beam Computed Tomography) / P. Greenland, R. O. Bonow, B. H. Brundage [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.10.001>. – Text : electronic // Circulation. – 2007. – Vol. 115, № 3. – P. 402-426.

25. ACCF/AHA/ASE/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCT/SCMR/STS 2013 Multimodality Appropriate Use Criteria for the Detection and Risk Assessment of Stable Ischemic Heart Disease: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Heart Association, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, Society for Cardiovascular Magnetic Resonance, and Society of Thoracic Surgeons / M. J. Wolk, S. R. Bailey, J. U. Doherty [et al.]. – DOI

<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.11.009>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – Vol. 63, № 4. – P. 380-406.

26. Approach to coronary bifurcation stenting in 2003 / T. Lefevre, S. Gunasekaran, Y. Louvard [et al.]. – Text : electronic // The Paris course on revascularization. – 2003. – № 14. – P. 127-154.

27. Appropriateness use criteria for transthoracic echocardiography: relationship with radiology benefit managers preauthorization determination and comparison of the new (2010) criteria to the original (2007) criteria / H. J. Willens, R. C. Hendel, F. R. Inhaber [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2011.07.009>. – Text : electronic // American Heart Journal. – 2011. – Vol. 162, № 4. – P. 772-779.

28. Assessment of side branch predilation before a provisional T-stent strategy for bifurcation lesions. A randomized trial / M. Pan, A. Medina, M. Romero [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2014.05.014>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2014. – № 168. – P. 374-380.

29. Balloon angioplasty of bifurcation lesions: the kissing balloon technique / B. S. George, R. K. Myler, S. H. Stertzler [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.1810120212>. – Text : electronic // Catheterization and cardiovascular Diagnosis. – 1986. – № 12. – P. 124-138.

30. Biomechanical stress in coronary atherosclerosis: emerging insights from computational modelling / V. Thondapu, C. Bourantas, N. Foin [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv689>. – Text : electronic // European Heart Journal. – 2017. – Vol. 38, № 2. – P. 81-92.

31. Buske, M. Management of acute coronary syndrome : ESC guidelines 2023 / M. Buske, H. J. Feistritzler, A. Jobs, H. Thiele – Text : electronic // Herz. – 2023. – Vol. 49, № 1. – P. 5-14.

32. Cardiac Stress Testing After Coronary Revascularization / A. Dhoot, S. Liu, A. Savu [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.08.051>. – Text : electronic // American Journal of Cardiology. – 2020. – № 136. – P. 9-14.

33. Chen, S. L. Perspective on bifurcation PCI / S. L. Chen, Y. Louvard, G. Runlin. – DOI <https://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2009.00441.x>. – Text : electronic //

Journal of Interventional Cardiology. – 2009. – Vol. 22, № 2. – P. 99-109.

34. Chevalier, B. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the «culotte» technique / B. Chevalier, B. Glatt, T. Royer, P. Guyon. – DOI [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(98\)00510-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)00510-4). – Text : electronic // American Journal of Cardiology. – 1998. – № 82. – P. 943-949.

35. Choice of stenting strategy in true coronary artery bifurcation lesions / Q. F. Lin, Y. K. Luo, C. G. Lin [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1097/MCA.0b013e32833ce04c>. – Text : electronic // Journal of Coronary Artery Disease. – 2010. – Vol. 21, № 6. – P. 345-351.

36. Clinical characteristics of patients with obstructive coronary lesions in the absence of coronary calcification: an evaluation by coronary CT angiography / M. Marwan, D. Ropers, T. Pflederer [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1136/hrt.2008.153353>. – Text : electronic // Heart. – 2009. – № 95. – P. 1056-1060.

37. Clinical outcome after crush versus culotte stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic Stent Technique Study 36-month follow-up results / K. Kervinen, M. Niemelä, H. Romppanen [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2013.06.009>. – Text : electronic // JACC Cardiovascular Interventions. – 2013. – Vol. 6, № 11. – P. 1160-1165.

38. Colombo, A. «Kissing» stents for bifurcational coronary lesion / A. Colombo, A. Gaglione, S. Nakamura, L. Finci. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.1810300415>. – Text : electronic // Catheterization and Cardiovascular Diagnosis. – 1993. – Vol. 30, № 4. – P. 327-330.

39. Comparison of double kissing crush versus Culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study / S. L. Chen, B. Xu, Y. L. Han [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.01.023>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2013. – Vol. 61, № 14. – P. 1482-1488.

40. Complications of exercise and pharmacologic stress echocardiography / C. Lee, S. Dow, K. Shah [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1228613>. –

Text : electronic // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. – 2023. – № 10. – e1228613.

41. Coronary bifurcation lesions treated with simple or complex stenting: 5-year survival from patient-level pooled analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study / M. W. Behan, N. R. Holm, A. J. de Belder [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw170>. – Text : electronic // *European Heart Journal*. – 2016. – Vol. 37, № 24. – P. 1923-1928.

42. Coronary Physiology Guidance vs. Conventional Angiography for Optimization of Percutaneous Coronary Intervention: the AQVA II Trial / S. Biscaglia, F. M. Verardi, A. Erriquez [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2023.10.032>. – Text : electronic // *JACC Cardiovascular Interventions*. – 2023. – Vol. 17, № 2. – P. 277-287.

43. Culotte stenting vs. TAP stenting for treatment of de-novo coronary bifurcation lesions with the need for side-branch stenting: the Bifurcations Bad Krozingen (BBK) II angiographic trial / M. Ferenc, M. Gick, T. Comberg [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw345>. – Text : electronic // *European Heart Journal*. – 2016. – Vol. 37, № 45. – P. 3399-3405.

44. Definitions and Methodology for the Grayscale and Radiofrequency Intravascular Ultrasound and Coronary Angiographic Analyses / A. Maehara, E. Cristea, G. Mintz [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2011.11.019>. – Text : electronic // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2012. – Vol. 5, № 3. – P. 1-9.

45. Differences in high- and low-value cardiovascular testing by health insurance provider / V. Kini, B. Mosley, S. Raghavan [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.018877>. – Text : electronic // *Journal of the American Heart Association*. – 2021. – Vol. 10, № 3. – e018877.

46. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions / F. Burzotta, J. F. Lassen, Y. Louvard [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.29071>. – Text : electronic // *Catheterization and cardiovascular intervention : official journal of the Society for Cardiac Angyography & Interventions*. – 2020. – Vol. 96, № 5. – P. 1067-1079.

47. Evaluation of the safety of stress echocardiography in Spain and Portugal / M. A. Rodriguez Garcia, I. Iglesias-Garriz, F. Corral Fernandez [et al.]. – DOI [https://doi.org/10.1016/S0300-8932\(01\)76429-9](https://doi.org/10.1016/S0300-8932(01)76429-9). – Text : electronic // Revista Española de Cardiología. – 2001. – Vol. 54, № 8. – P. 941-948.
48. Facility-level variation in stress test utilization in veterans with ischemic heart disease / N. R. Shah, S. T. Ahmed, D. E. Winchester [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2019.02.020>. – Text : electronic // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2019. – Vol. 12, № 7. – P. 1292-1293.
49. Finci, L. Percutaneous coronary angioplasty of a bifurcation narrowing using the kissing wire monorail balloon technique / L. Finci, B. Meier, J. Divernois. – DOI [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(87\)90249-9](https://doi.org/10.1016/0002-9149(87)90249-9). – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 1987. – № 60. – P. 375-376.
50. First generation versus second generation drug-eluting stents for the treatment of bifurcations: 5-year follow-up of the LEADERS all-comers randomized trial / M. J. Grundeken, J. J. Wykrzykowska, Y. Ishibashi [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.26344>. – Text : electronic // Catheterization and cardiovascular interventions. – 2015. – № 87. – P. 248-260.
51. Fonseca, R. Temporal changes in appropriateness of cardiac imaging / R. Fonseca, K. Negishi, P. Otahal, T. H. Marwick. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.11.057>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2015. – № 65. – P. 763-773.
52. Fort, S. Coronary 'Y' stenting: a technique for angioplasty of bifurcation stenosis / S. Fort, C. Lazzam, L. Schwartz. – Text : electronic // Canadian Journal of Cardiology. – 1996. – Vol. 12, № 7. – P. 678-682.
53. Freed, M. Bifurcation stenosis / M. Freed, C. Grines, R. D. Safian. – Text : electronic // The new manual of interventional cardiology. – 1996. – P. 233-246.
54. Garcia, M. J. Cardiac CT for CAD. Do we still need angiography? / M. J. Garcia. – Text : electronic // Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. – 2009. – Vol. 50, № 1. – P. 7-17.
55. Hoye, A. The Proximal Optimisation Technique for Intervention of

Coronary Bifurcations / A. Hoye. – DOI <https://doi.org/10.15420/icr.2017:11:2>. – Text : electronic // *Interventional Cardiology Review*. – 2017. – Vol. 12, № 2. – P. 110-115.

56. Iakovou, I. Contemporary stent treatment of coronary bifurcations / I. Iakovou, L. Ge, A. Colombo. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.05.080>. – Text : electronic // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2005. – Vol. 46, № 8. – P. 1446-1455.

57. Impact of calcified bifurcation lesions in patients undergoing percutaneous coronary intervention using drug-eluting stents: results from the COronary BIfurcation Stent (COBIS) II registry / M. C. Kim, Y. Ahn, D. S. Sim [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-16-00264>. – Text : electronic // *EuroIntervention*. – 2017. – Vol. 13, № 3. – P. 338-344.

58. Impact of neointimal tissue characterization and heterogeneity of bare-metal stents and drug-eluting stents on the time course after stent implantation evaluated by integrated backscatter intravascular ultrasound / T. Yoshizane, S. Tanaka, S. Abe [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1007/s00380-019-01410-4>. – Text : electronic // *Heart and Vessels*. – 2019. – Vol. 34, № 10. – P. 1639-1649.

59. Impact of plaque type and side branch geometry on side branch compromise after provisional stent implantation: a simulation study / F. Iannaccone, C. Chiastra, A. Karanasos [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-16-00498>. – Text : electronic // *EuroIntervention*. – 2017. – № 13. – P. 236-245.

60. Incidence, predictors and outcomes of thrombosis after successful implantation of drug-eluting stent / I. Iakovou, T. Schmidt, E. Bonizzoni [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1001/jama.293.17.2126>. – Text : electronic // *Journal of the American Medical Association*. – 2005. – Vol. 293, № 17. – P. 2126-2130.

61. Intravascular ultrasound assessment of culotte stent deployment for the treatment of stenoses at major coronary bifurcations / N. M. Robinson, R. Balcon, C. A. Layton [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1080/146288401316922652>. – Text : electronic // *JACC: Cardiovascular Intervention*. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 21-27.

62. IVUS-guided versus OCT-guided PCI among patients presenting with acute coronary syndrome / M. Abdelmonaem, A. Abushouk, A. Reda [et al.]. – DOI

<https://doi.org/10.1186/s43044-023-00377-y>. – Text : electronic // Egyptian Heart Journal. – 2023. – Vol. 75, № 1. – P. 49.

63. Johnston, P. W. Y stenting of a bifurcation stenosis using a new radiopaque stent / P. W. Johnston, E. A. Cohen, S. Fort. – DOI <https://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2001.tb00706.x>. – Text : electronic // Journal of Interventional Cardiology. – 2001. – Vol. 14, № 1. – P. 21-25.

64. Kaartinen, M. Accumulation of activated mast cell in the shoulder region of human coronary atheroma, the predilection site of atheromatous rupture / M. Kaartinen, A. Penttila, P. T. Kovanen. – DOI <https://doi.org/10.1161/01.cir.90.4.1669>. – Text : electronic // Circulation. – 1994. – № 90. – P. 1669-1678.

65. Khan, Z. Secondary prevention lipid management following ACS: a missed opportunity? / Z. Khan, R. Rakhit. – DOI <https://doi.org/10.5837/bjc.2022.035>. – Text : electronic // The British Journal of Cardiology. – 2022. – Vol. 29, № 84. – P. 35.

66. Lefevre, T. Approach to coronary bifurcation stenting in 2004 / T. Lefevre, P. Garot, Y. Louvard, M. C. Morice. – Text : electronic // The Paris course on revascularization. – 2004. – № 15. – P. 129-152.

67. Lim, P. O. Balloon crush: treatment of bifurcation lesions using the crush stenting technique as adapted for transradial approach of percutaneous coronary intervention / P. O. Lim, V. Dzavik. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.20179>. – Text : electronic // Catheterization and Cardiovascular Interventions. – 2004. – Vol. 63, № 4. – P. 412-416.

68. Long-term outcomes after stenting of bifurcation lesions with the «crush» technique: predictors of an adverse outcome / A. Hoye, I. Iakovou, L. Ge [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.11.083>. – Text : electronic // Journal of the American College of Cardiology. – 2006. – Vol. 47, № 10. – P. 1949-1958.

69. Long-term outcomes of routine versus provisional T-stenting for de novo coronary bifurcation lesions: five-year results of the Bifurcations Bad Krozingen I study / M. Ferenc, M. Ayoub, H. J. Büttner [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJV11I8A175>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2015. – Vol. 11, № 8. – P. 856-859.

70. Low yield of stress imaging in a population-based study of asymptomatic patients after percutaneous coronary intervention / T. Peterson, J. W. Askew, M. Bell [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.000833>. – Text : electronic // *Circulation: Cardiovascular Imaging*. – 2014. – Vol. 7, № 3. – P. 438-445.

71. Macrophage infiltration in acute coronary syndromes: implications for plaque rupture / P. Moreno, E. Falk, I. F. Palacios [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/01.cir.90.2.775>. – Text : electronic // *Circulation*. – 1994. – № 90. – P. 775-778.

72. Medicare accountable care organizations are not associated with reductions in the use of low-value coronary revascularization / J. M. Hollingsworth, B. K. Nallamothu, P. Yan [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.117.004492>. – Text : electronic // *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*. – 2018. – Vol. 11, № 6. – e004492.

73. Medina, A. A new classification of coronary bifurcation lesions / A. Medina, J. Surez de Lezo, M. Pan. – DOI [https://doi.org/10.1016/S1885-5857\(06\)60130-8](https://doi.org/10.1016/S1885-5857(06)60130-8). – Text : electronic // *Revista Española de Cardiología*. – 2006. – Vol. 59, № 2. – P. 183-184.

74. Mid-term outcomes after percutaneous interventions in coronary bifurcations / M. Zimarino, C. Briguori, I. J. Amat-Santos [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.11.139>. – Text : electronic // *International Journal of Cardiology*. – 2019. – № 283. – P. 78-83.

75. Modified T-stenting of intentional protrusion of the side-branch stent within the main vessel stent to ensure ostial coverage and facilitate final kissing balloon: the T-stenting and small protrusion technique (TAP-stenting). Report of bench stenting and first clinical Italian-Korean two-centre experience / F. Burzotta, H. C. Gwon, J. Y. Hahn [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.21194>. – Text : electronic // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2007. – Vol. 70, № 1. – P. 75-82.

76. Modified T-stenting technique with crushing for bifurcation lesions: immediate results and 30-day outcome / A. Colombo, G. Stankovic, D. Orlic [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.10622>. – Text : electronic // *Catheterization and*

Cardiovascular Interventions. – 2003. – Vol. 60, № 2. – P. 145-151.

77. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial / J. J. Zhang, F. Ye, K. Xu [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa543>. – Text : electronic // European Heart Journal. – 2020. – Vol. 41, № 27. – P. 2523-2536.

78. 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.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066429>. – Text : electronic // Circulation. – 2023. – Vol. 148, № 16. – P. 1195-1206.

79. Pakhomov, S. V. Agreement between patient-reported symptoms and their documentation in the medical record / S. V. Pakhomov, S. J. Jacobsen, C. G. Chute, V. L. Roger. – Text : electronic // The American Journal of Managed Care. – 2008. – Vol. 14, № 8. – P. 530-539.

80. Patient Symptoms and Stress Testing After Elective Percutaneous Coronary Intervention in the Veterans Affairs Health Care System / V. Kini, M. Parks, W. Liu [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.17704>. – Text : electronic // JAMA Network Open. – 2022. – Vol. 5, № 6. – e2217704.

81. Patterns and predictors of stress testing modality after percutaneous coronary stenting: data from the NCDR(®) / J. J. Federspiel, D. W. Mudrick, B. R. Shah [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2012.07.011>. – Text : electronic // JACC: Cardiovascular Imaging. – 2012. – Vol. 5, № 10. – P. 969-980.

82. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15th consensus document from the European Bifurcation Club / F. Burzotta, J. F. Lassen, T. Lefèvre [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-20-00169>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2021. – Vol. 16, № 16. – P. 1307-1317.

83. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: 11th consensus document from the European Bifurcation Club / J. F. Lassen, N. R. Holm, A. Banning [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJV12I1A7>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2016. – № 12. – P. 38-46.

84. Percutaneous coronary intervention for obstructive bifurcation lesions: the 14th consensus document from the European Bifurcation Club / A. P. Banning, J. F. Lassen, F. Burzotta [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-19-00144>. – Text : electronic // *EuroIntervention*. – 2019. – Vol. 15, № 1. – P. 90-98.
85. Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions: state-of-the-art. Insights from the second meeting of the European Bifurcation Club / V. Legrand, M. Thomas, M. Zelisko [et al.]. – DOI <https://doi.org/DOI10.4244/EIJV3I1A07>. – Text : electronic // *EuroIntervention*. – 2007. – Vol. 3, № 1. – P. 44-49.
86. Peteiro, J. Complications of exercise echocardiography. Analysis of a cohort of 19,239 patients / J. Peteiro, A. Bouzas-Mosquera. – DOI <https://doi.org/10.17987/icfj.v9i0.28>. – Text : electronic // *International Cardiovascular Forum*. – 2016. – № 9. – P. 41-42.
87. Plaque morphology predictors of side branch occlusion after provisional stenting in coronary bifurcation lesion: Results of optical coherence tomography bifurcation study (ORBID) / A. S. Kini, Y. Vengrenyuk, J. Pena [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1002/ccd.26524>. – Text : electronic // *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. – 2017. – Vol. 89, № 2. – P. 259-268.
88. Pompa, J. Qualitative and quantitative angiography: Bifurcation lesions / J. Pompa, T. Bashore. – Philadelphia : WB Saunders. – 1994. – 1058 p. – Text : electronic.
89. Population-Based Study on Patterns of Cardiac Stress Testing After Percutaneous Coronary Intervention / A. Bagai, M. Eberg, M. Koh [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.117.003660>. – Text : electronic // *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*. – 2017. – Vol. 10, № 10. – e003660.
90. Predictors of long-term outcome after crush stenting of coronary bifurcation lesions: importance of the bifurcation angle / V. Dzavik, R. Kharbanda, J. Ivanov [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2006.04.033>. – Text : electronic // *American Heart Journal*. – 2006. – Vol. 152, № 4. – P. 762-769.
91. Randomised comparison of provisional side branch stenting versus a two-stent strategy for treatment of true coronary bifurcation lesions involving a large side

branch: the Nordic-Baltic Bifurcation Study IV / I. Kumsars, N. R. Holm, M. Niemelä [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000947>. – Text : electronic // Open Heart. – 2020. – Vol. 7, № 1. – e000947.

92. Randomized comparison of coronary bifurcation stenting with the crush versus the culotte technique using sirolimus eluting stents: the Nordic stent technique study / A. Erglis, I. Kumsars, M. Niemelä [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.108.804658>. – Text : electronic // Circulation Cardiovascular Interventions. – 2009. – Vol. 2, № 1. – P. 27-34.

93. Randomized study of the crush technique versus provisional side-branch stenting in true coronary bifurcations: the CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) Study / A. Colombo, E. Bramucci, S. Saccà [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.808402>. – Text : electronic // Circulation. – 2009. – Vol. 119, № 1. – P. 71-78.

94. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study / T. K. Steigen, M. Maeng, R. Wiseth [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.664920>. – Text : electronic // Circulation. – 2006. – Vol. 114, № 18. – P. 1955-1961.

95. Randomized trial of simple versus complex drug-eluting stenting for bifurcation lesions: the British Bifurcation Coronary Study: old, new, and evolving strategies / D. Hildick-Smith, A. J. de Belder, N. Cooter [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.888297>. – Text : electronic // Circulation. – 2010. – Vol. 121, № 10. – P. 1235-1243.

96. Randomized trial on routine vs. provisional T-stenting in the treatment of de novo coronary bifurcation lesions / M. Ferenc, M. Gick, R. P. Kienzle [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehn455>. – Text : electronic // European Heart Journal. – 2008. – Vol. 29, № 23. – P. 2859-2867.

97. Routine Functional Testing or Standard Care in High-Risk Patients after PCI / D. W. Park, D. Y. Kang, J. M. Ahn [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2208335>. – Text : electronic // The New

England Journal of Medicine. – 2022. – Vol. 387, № 10. – P. 905-915.

98. Schampaert, E. The V-stent: a novel technique for coronary bifurcation stenting / E. Schampaert, S. Fort, A. G. Adelman, L. Schwartz. – DOI [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0304\(199611\)39:3<320::AID-CCD26>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0304(199611)39:3<320::AID-CCD26>3.0.CO;2-H). – Text : electronic // Catheterization and Cardiovascular Diagnosis. – 1996. – Vol. 39, № 3. – P. 320-326.

99. Schwartz, A. L. Changes in low-value services in year 1 of the Medicare pioneer accountable care organization program / A. L. Schwartz, M. E. Chernew, B. E. Landon, J. M. McWilliams. – DOI <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.4525>. – Text : electronic // JAMA Internal Medicine. – 2015. – Vol. 175, № 11. – P. 1815-1825.

100. Sharma, S. K. Coronary bifurcation lesions: a current update / S. K. Sharma, J. Sweeny, A. S. Kini. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2009.10.001>. – Text : electronic // Clinical Cardiology. – 2010. – № 28. – P. 55-70.

101. Single versus 2-stent strategies for coronary bifurcation lesions: a systematic review and meta-analysis of randomized trials with long-term follow-up / T. J. Ford, P. McCartney, D. Corcoran [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008730>. – Text : electronic // Journal of the American Heart Association. – 2017. – Vol. 7, № 11. – e008730.

102. Stary, H. C. The sequence of cell and matrix changes in atherosclerotic lesions of coronary arteries in the first forty years of life / H. C. Stary. – DOI https://doi.org/10.1093/eurheartj/11.suppl_e.3. – Text : electronic // European Heart Journal. – 1990. – № 11. – P. 3-19.

103. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments and results / T. Lefevre, Y. Louvard, M. C. Morice [et al.]. – DOI [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1522-726x\(200003\)49:3<274::aid-ccd11>3.0.co;2-n](https://doi.org/10.1002/(sici)1522-726x(200003)49:3<274::aid-ccd11>3.0.co;2-n). – Text : electronic // Catheterization and cardiovascular interventions. – 2015. – Vol.49, № 3. – P. 274-283.

104. Stenting strategy for coronary artery bifurcation with drug eluting stents: a meta-analysis of nine randomised trials and systematic review / X. F. Gao, Y. J. Zhang, N. L. Tian [et al.]. – DOI https://doi.org/10.4244/EIJY14M06_06. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2014. – № 10. – P. 561-569.

105. Strategies to Reduce Low-Value Cardiovascular Care: A Scientific Statement From the American Heart Association / V. Kini, K. Breathett, P. W. Groeneveld [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/HCQ.000000000000105>. – Text : electronic // *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*. – 2022. – Vol. 15, № 3. – e000105.

106. Stress echocardiography. Part I: Stress echocardiography in coronary heart disease / E. Płońska-Gościński, A. Gackowski, T. Kukulski [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.15557/JoU.2019.0006>. – Text : electronic // *Journal of Ultrasonography*. – 2019. – Vol. 19, № 76. – P. 45-48.

107. Stress Testing After Percutaneous Coronary Intervention in the Veterans Affairs HealthCare System: Insights from the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program / S. M. Bradley, E. Hess, D. E. Winchester [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.114.001561>. – Text : electronic // *Circulation Cardiovascular Quality and Outcomes*. – 2015. – Vol. 8, № 5. – P. 486-492.

108. Study comparing the double kissing (DK) crush with classical crush for the treatment of coronary bifurcation lesions: the DKCRUSH-1 Bifurcation Study with drug-eluting stents / S. L. Chen, J. J. Zhang, F. Ye [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2008.01949.x>. – Text : electronic // *European journal of clinical investigation*. – 2008. – Vol. 38, № 6. – P. 361-371.

109. Sung, J. H. Mechanically Rotating Intravascular Ultrasound (IVUS) Transducer: A Review / J. H. Sung, J. H. Chang. – DOI <https://doi.org/10.3390/s21113907>. – Text : electronic // *Sensors (Basel)*. – 2021. – Vol. 21, № 11. – e3907.

110. The Frontier stent registry: safety and feasibility of a novel dedicated stent for the treatment of bifurcation coronary artery lesions / T. Lefèvre, J. Ormiston, G. Guagliumi [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.05.033>. – Text : electronic // *Journal of the American College of Cardiology*. – 2005. – Vol. 46, № 4. – P. 592-598.

111. The safety of intracoronary ultrasound. A multicenter survey of 2207 examinations / D. Hausmann, R. Erbel, M. J. Alibelli-Chemarin [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.1161/01.cir.91.3.623>. – Text : electronic // *Circulation*. – 1995. – Vol.

91, № 3. – P. 623-630.

112. 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.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-22-00165>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2022. – Vol. 18, № 5. – e362-e376.

113. Treatment of coronary bifurcation lesions, part II: implanting two stents. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club / J. F. Lassen, R. Albiero, T. W. Johnson [et al.]. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-22-00166>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2022. – Vol. 18, № 6. – P. 457-470.

114. Varga, A. Safety of stress echocardiography (from the international stress Echo complication registry) / A. Varga, M. A. Garcia, E. Picano. – DOI <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.02.064>. – Text : electronic // American Journal of Cardiology. – 2006. – Vol. 98, № 4. – P. 541-543.

115. Y-Hassan, S. A Novel Descriptive, Intelligible and Ordered (DINO) classification of coronary bifurcation lesions. Review of current classifications / S. Y-Hassan, M. C. Lindroos, C. Sylvén. – DOI <https://doi.org/10.1253/circj.cj-10-0614>. – Text : electronic // Circulation. – 2011. – Vol. 75, № 2. – P. 299-305.

116. Zhang, J. J. Classic crush and DK crush stenting techniques / J. J. Zhang, S. L. Chen. – DOI <https://doi.org/10.4244/EIJV11SVA23>. – Text : electronic // EuroIntervention. – 2015. – Suppl V. – V. 102-105.

117. Zhao, X. A Modified Medina and Movahed (3M) Classification of Coronary Bifurcation Lesions / X. Zhao, Q. Liu, L. Azzalini. – DOI <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2023.4019>. – Text : electronic // Anatolian Journal of Cardiology. – 2024. – Vol. 28, № 4. – P. 213-214.

118. Zhu, L. Low shear stress damages endothelial function through STAT1 in endothelial cells (ECs) / L. Zhu, F. Wang, H. Yang, J. Zhang. – DOI <https://doi.org/10.1007/s13105-020-00729-1>. – Text : electronic // Journal of Physiology and Biochemistry. – 2020. – Vol. 76, № 1. – P. 147-157.

119. Ziyrek, M. Effect of Coronary Artery Bifurcation Angle on Atherosclerotic

Lesion Localization Distance to the Bifurcation Site / M. Ziyrek, A. L. Sertdemir, M. Duran. – DOI <https://doi.org/10.37616/2212-5043.1071>. – Text : electronic // Journal of the Saudi Heart Association. – 2020. – Vol. 32, № 3. – P. 399-407.

120. Zuin, M. Optimal Site for Proximal Optimization Technique in Complex Coronary Bifurcation Stenting: A Computational Fluid Dynamics Study / M. Zuin, G. Rigatelli, C. Chiastra. – DOI <https://doi.org/10.37616/2212-5043.1071>. – Text : electronic // Cardiovascular Revascularization Medicine. – 2020. – Vol. 21, № 7. – P. 826-832.