

## Бифуркационные поражения коронарного русла: современные техники эндоваскулярного лечения

### Для корреспонденции:

Дмитрий Александрович Хелимский, [d\\_helimskiy@meshalkin.ru](mailto:d_helimskiy@meshalkin.ru)

Поступила в редакцию 27 декабря 2020 г. Исправлена 9 марта 2021 г. Принята к печати 12 марта 2021 г.

### Цитировать:

Эралиев Т.К., Хелимский Д.А., Бадоян А.Г., Крестьянинов О.В. Бифуркационные поражения коронарного русла: современные техники эндоваскулярного лечения. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2021;25(2):38-49. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-2-38-49>

### Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### ORCID ID

Т.К. Эралиев, <https://orcid.org/0000-0003-4882-4191>

Д.А. Хелимский, <https://orcid.org/0000-0001-5419-913X>

А.Г. Бадоян, <https://orcid.org/0000-0003-4480-2585>

О.В. Крестьянинов, <https://orcid.org/0000-0001-5214-8996>

© Т.К. Эралиев, Д.А. Хелимский, А.Г. Бадоян, О.В. Крестьянинов, 2021

Статья открытого доступа, распространяется по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Т.К. Эралиев<sup>1</sup>, Д.А. Хелимский<sup>2</sup>,  
А.Г. Бадоян<sup>2</sup>, О.В. Крестьянинов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Медицинский центр «Кардио Азия Плюс»,  
Ош, Киргизская Республика

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени академика Е.Н. Мешалкина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск, Российская Федерация

Бифуркационные поражения — одна из наиболее сложных областей для коронарных интервенций. Бифуркационные поражения составляют 15–20 % атеросклеротических поражений коронарного русла. Трудности лечения данной группы пациентов обусловлены большой вариабельностью анатомических характеристик бифуркаций, множеством подходов к их коррекции, сложностью оценки физиологической значимости изменений в ветвях бифуркации и высоким риском рестеноза в отдаленном периоде. Классификации не позволяют в полной мере прогнозировать исходы у пациентов с бифуркационными поражениями. Provisional-стентирование может применяться в большинстве случаев у пациентов как с ложными, так и истинными бифуркационными поражениями. Цель данной статьи — обзор современных классификаций бифуркационных поражений, рассмотрение методик бифуркационного стентирования, технических этапов их выполнения, а также современной доказательной базы.

**Ключевые слова:** бифуркация коронарной артерии; стентирование бифуркационных поражений; эндоваскулярное лечение

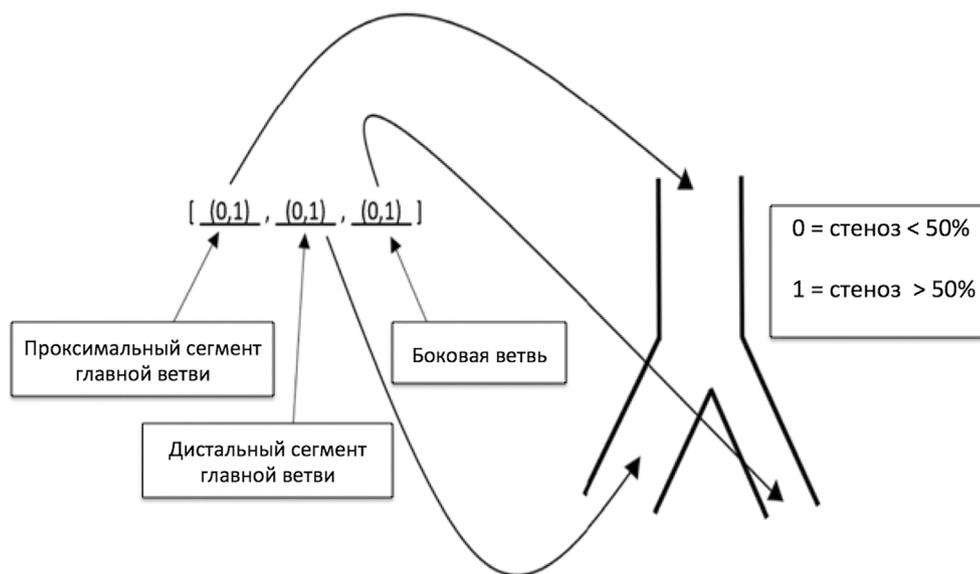


Рис. 1. Классификация бифуркационных поражений A. Medina

## Введение

Бифуркационные стенозы коронарных артерий являются одним из наиболее сложных типов поражения венечных артерий. Каждый клинический случай с вовлечением бифуркации требует индивидуального хирургического подхода и выбора оптимальной методики стентирования. Несмотря на рост числа пациентов с бифуркационным поражением (БП) коронарных артерий, не выработано всеми признанной интервенционной тактики. Это связано, прежде всего, с анатомическими особенностями бифуркаций коронарных артерий. Для проведения вмешательства необходимо учитывать сразу несколько морфологических признаков: просветы проксимального и дистального сегментов основной артерии, диаметр устья боковой ветви (БВ) и угол ее отхождения, просвет проксимального сегмента боковой ветви.

Цель статьи — обзор современных классификаций БП, рассмотрение методик бифуркационного стентирования, технических этапов их выполнения, а также современной доказательной базы.

### Классификация бифуркационных поражений

В настоящее время предложено множество классификаций БП коронарного русла, основанных на данных коронарографии. Классификация A. Medina является самой простой и наиболее используемой в клинической практике [1; 2] и пред-

полагает оценку любого сужения более 50 % в каждом из трех сегментов бифуркации: проксимальный сегмент основного сосуда, дистальный сегмент основного сосуда и БВ; стеноз обозначается как 1, его отсутствие — 0 (рис. 1) [2]. На основании классификации A. Medina поражения 1, 1, 1; 1, 0, 1 и 0, 1, 1 считаются истинными бифуркациями, так как вовлекается боковая ветвь.

Однако в данной классификации не учитываются угол отхождения БВ, кальцификация, длина и функциональная значимость поражений, которые могут быть важны для выбора методики бифуркационного стентирования. Ангиография имеет ряд ограничений для корректной классификации БП, и такие дополнительные методы, как внутрисосудистое ультразвуковое исследование или оптическая когерентная томография, могут быть необходимы для более точной оценки всех сегментов БП: 1) измерения истинного диаметра сосуда; 2) анализа морфологии и продольного распределения атеросклеротической бляшки; 3) точного определения места имплантации стента; 4) выявления скрытого диффузного атеросклеротического поражения, которое может быть недоступно для визуализации с помощью ангиографии. В свою очередь, интра- и послеоперационный внутрисосудистый мониторинг позволяет предотвратить мальпозицию стентов и при необходимости оптимизировать результат бифуркационного стентирования [3].

Кроме того, прогностическая значимость классификации A. Medina является спорной. Так, в крупном многоцентровом регистре COBIS продемонстрировано, что чрескожные коронарные вмешательства при истинных БП, в соответствии с классификацией A. Medina, ассоциировались с более высоким риском инфаркта миокарда, повторной реваскуляризации и смертности [4].

X. Chen и соавт. оценивали частоту окклюзии БВ после стентирования основного сосуда и показали, что чрескожное коронарное вмешательство при истинных бифуркациях не приводит к увеличению неблагоприятных событий по сравнению с ложными БП [5]. В результате выдвинута гипотеза, что не все истинные БП ассоциируются с неблагоприятными событиями и требуют применения двухстентовых методик.

Сложность чрескожного коронарного вмешательства при БП в клинической практике — многофакторное явление, включающее клинические, ангиографические и процедурные аспекты. Sh.-L. Chen и соавт. предложили разделять истинные БП на простые и сложные. С этой целью введено два больших критерия (БП ствола со стенозированием БВ более 70 % и протяженностью более 10 мм, нестволовая бифуркация со стенозированием БВ более 90 % и протяженностью более 10 мм) и шесть малых критериев (угол бифуркации менее 45°, умеренный или выраженный кальциноз, референсный диаметр главной ветви (ГВ) менее 2,5 мм, длина поражения ГВ более 25 мм, тромб и многососудистое поражение) [6]. Поражение считается сложным при наличии одного большого и двух малых критериев. Кроме того, авторы показали клиническую значимость подобного разделения: сложные БП ассоциировались с большей частотой неблагоприятных сердечно-сосудистых событий через год по сравнению с простыми поражениями (16,8 против 8,9 %,  $p < 0,001$ ) [6]. Если у пациентов с простыми БП применение двухстентовой техники не снижало количество неблагоприятных событий, то у пациентов со сложными поражениями ассоциировалось с более низкой сердечной смертностью через год по сравнению с provisional-стентированием (2,8 против 5,3 %,  $p < 0,047$ ) [6].

### **Выбор техники стентирования**

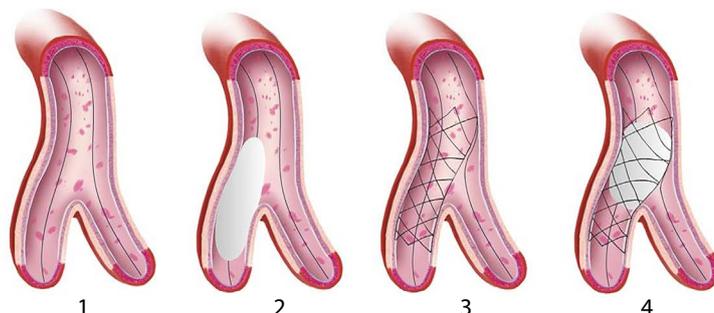
Главный принцип бифуркационного стентирования, сформированный Европейским

бифуркационным клубом (англ. European Bifurcation Club), заключается в том, чтобы стратегия стентирования была настолько простой, насколько позволяет анатомия, рекомендуя в большинстве случаев стратегию с одним стентом в качестве подхода по умолчанию [7]. Эта рекомендация основана на данных рандомизированных исследований, сравнивающих одно- и двухстентовые методики стентирования, в большинстве из которых не удалось продемонстрировать преимущества двухстентовой методики по сравнению с provisional-стентированием [8–10]. Так, в крупном метаанализе, в который включены 3 265 пациентов из 9 рандомизированных исследований, оценивались отдаленные результаты применения одно- и двухстентовых методик стентирования бифуркаций коронарных артерий [11]. Авторы продемонстрировали, что provisional-стентирование ассоциировалось с более низкой смертностью от всех причин (ОР 0,69; 95% доверительный интервал (ДИ) 0,48–1,00;  $p = 0,049$ ) по сравнению с пациентами, у которых применялась двухстентовая техника. При этом различий в основных неблагоприятных сердечных событиях (15,8 против 15,4 %,  $p = 0,79$ ), инфаркте миокарда (4,8 против 5,5 %,  $p = 0,51$ ), реваскуляризации целевого поражения (9,3 против 7,6 %,  $p = 0,19$ ) или тромбозе стента (1,8 против 1,6 %,  $p = 0,28$ ) между группами не отмечалось.

Y.-H. Kim и соавт. в исследовании PERFECT сравнивали различные подходы к лечению пациентов с поражением БВ и без него [12]. В случае отсутствия сужения БВ пациенты рандомизировались в группы provisional-стентирования с финальной криссинг-дилатацией или без нее, а при поражении БВ — в группы double kissing crush и одностентовой техники. Авторы показали, что ангиографические и клинические результаты сопоставимы после чрескожного коронарного вмешательства с использованием любой техники стентирования коронарной бифуркации. Частота неблагоприятных сердечных событий в течение года между группами стентирования с финальной криссинг-дилатацией и изолированного стентирования (14,0 против 11,6 %,  $p = 0,57$ ), а также double kissing crush и одностентовой техники (17,9 против 18,5 %,  $p = 0,84$ ) не различалась.

**Рис. 2.** Основные этапы provisional-стентирования (<https://earlycareervoice.professional.heart.org/bifurcations-episode-3-tap-technique>):

- 1 — заведение проводников в главную и боковую ветви;
- 2 — преддилатация главной ветви;
- 3 — имплантация стента в главную ветвь (размер стента подбирается по дистальному диаметру сосуда);
- 4 — проксимальная оптимизация



Кроме того, применение двухстентовых методик не показало преимуществ у пациентов с истинными БП. Так, согласно рандомизированному исследованию The Nordic-Baltic Bifurcation Study IV с участием 450 пациентов, provisional-стентирование сопоставимо с двухстентовым подходом по неблагоприятным сердечно-сосудистым событиям через 6 (5,5 против 2,2 %,  $p = 0,07$ ) и 24 мес. (12,9 против 8,4 %,  $p = 0,12$ ) [9]. В другом крупном рандомизированном исследовании анализировали provisional-стентирование и технику culotte при истинных БП. По сравнению с более ранними исследованиями частота использования финальной криссинг-дилатации составила 95 и 98 % в группах provisional-стентирования и culotte соответственно. Первичная конечная точка (смерть от всех причин, инфаркт миокарда и реваскуляризация целевого сосуда через 12 мес.) была достигнута у 7,7 % пациентов в группе provisional-стентирования и у 10,3 % пациентов в группе culotte [ОР 1,02; 95% ДИ 0,78–1,34;  $p = 0,53$ ] [13]. Коронарные стенты нового поколения с лекарственным покрытием следует применять во всех случаях коронарного стентирования без исключения, независимо от выбранной техники бифуркационного стентирования.

#### **Технические аспекты provisional-стентирования**

При данной технике первый коронарный проводник устанавливают в более труднодоступную ветвь, затем — второй проводник с минимальными вращательными движениями во избежание перекрута проводников (рис. 2) [1]. Проводник в БВ используют для снижения риска ее окклюзии после стентирования ГВ. Кроме того, можно использовать его в качестве маркера в случае окклюзии БВ, что значительно облегчает ее реканализацию через ячейку стента [1].

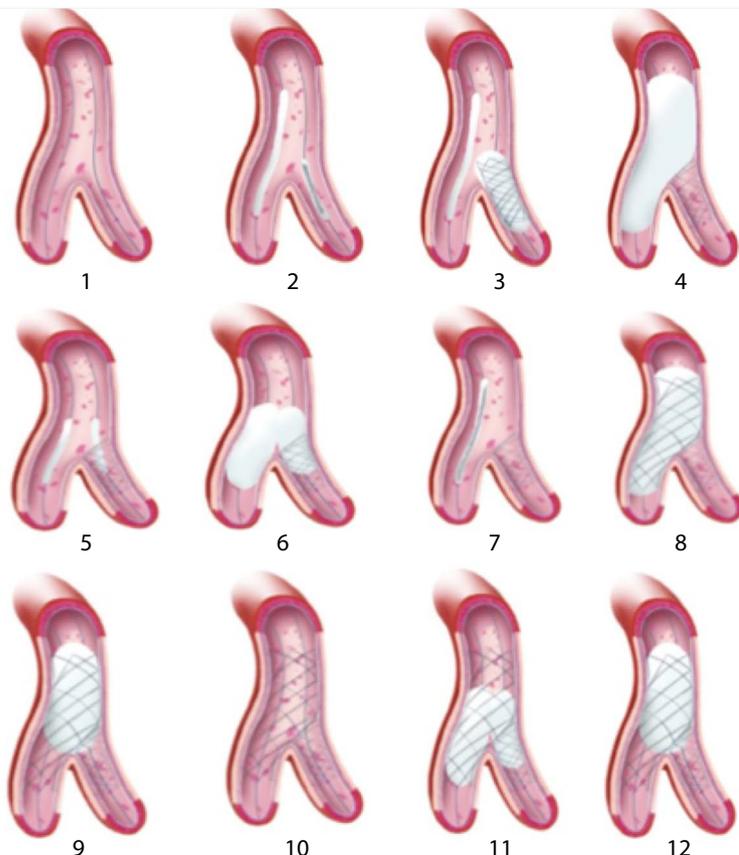
Рутинная преддилатация БВ не рекомендуется, за исключением случаев выраженного стеноза в устье БВ, кальциноза БВ или затрудненного доступа к БВ [14; 15], при которых предпочтительна дилатация баллонным катетером малого диаметра, что снижает риск диссекции.

Следует подбирать диаметр стента в соответствии с дистальным сегментом ГВ [7; 15]. Стент большего диаметра не только увеличивает риск диссекции по дистальному краю стента, но также повышает риск смещения карины, что может привести к нарушению кровотока по БВ [1]. Однако при подобном подходе возможна мальпозиция стента в проксимальном сегменте ГВ, которая требует выполнения проксимальной оптимизации коротким баллонным катетером соответствующего диаметра [1]. Это позволяет восстановить исходную физиологическую анатомию бифуркации и облегчает повторное проведение коронарных проводников, предотвращая прохождение проводника под стентом [15]. Кроме того, оптимизация проксимального сегмента стента обеспечивает протрузию страт стента в БВ и облегчает прохождение проводника в БВ через наиболее дистальную ячейку стента.

J.H. Yang и соавт. продемонстрировали значение проксимальной оптимизации в ретроспективном исследовании, в которое включили 1 191 пациента и выполнили стентирование БП [16]. Всех пациентов разделили на две группы: с проксимальной оптимизацией и без нее. Хотя в группе проксимальной оптимизации были более высокая частота пациентов с поражением ствола левой коронарной артерии и меньшее количество истинных БП, частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий была значительно ниже [ОР 0,34; 95% ДИ 0,17–0,69;  $p = 0,003$ ] при среднем времени наблюдения 37 мес. [16].

**Рис. 3.** Основные этапы double kissing crush (<https://earlycareervoice.professional.heart.org/tag/dk-crush/>):

- 1 — заведение проводников в главную и боковую ветви;
- 2 — позиционирование баллона в главной ветви и стента в боковой ветви;
- 3 — стентирование боковой ветви (стент позиционируется с выходом на 1–2 мм в главной ветви);
- 4 — раздувание баллонного катетера в главной ветви с раздавливанием выступающей части стента;
- 5 — повторное проведение проводника в боковой ветви через ячейку ранее имплантированного стента;
- 6 — kissing-дилатация или изолированная дилатация ячейки стента;
- 7 — удаление проводника и баллонного катетера из боковой ветви и позиционирование стента в главной ветви;
- 8 — стентирование главной ветви;
- 9 — проксимальная оптимизация;
- 10 — повторное проведение проводника в боковой ветви;
- 11 — финальная kissing-дилатация;
- 12 — повторная проксимальная оптимизация



Случаи рассмотрения дилатации ячейки стента с последующим стентированием боковой ветви:

- 1) значительное нарушение кровотока по БВ (TIMI < 3);
- 2) выраженная диссекция в боковой ветви;
- 3) поражение БВ, которое может индуцировать ишемию;
- 4) необходимость сохранения доступа к БВ для будущих интервенций [17–19].

Важную роль в принятии решения о вмешательстве на БВ может играть измерение фракционного резерва кровотока. Однако, как показали В.К. Коо и соавт., в большинстве случаев остаточный стеноз в устье БВ после стентирования ГВ является гемодинамически незначимым при измерении фракционного резерва кровотока [20]. Это можно объяснить

овальной конфигурацией устья БВ, визуализируемой на ангиограмме, даже при минимальном фактическом сокращении истинного просвета сосуда.

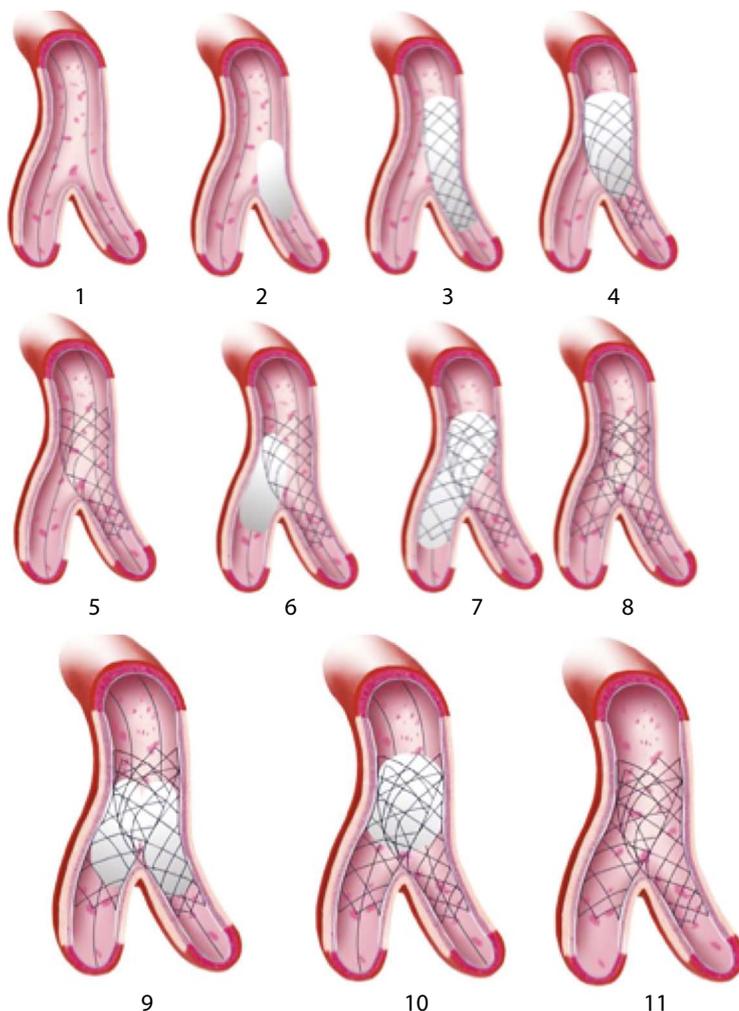
Преимущество provisional-стентирования, кроме простоты выполнения, заключается в том, что оно не исключает завершения процедуры двухстеновой методикой (Т-стентирование, TAP или culotte). Выбор той или иной методики зависит в первую очередь от угла бифуркации и диаметра БВ. Обычно Т-стентирование предпочтительнее при стентировании бифуркаций с углом, приближающимся к 90°, тогда как TAP или culotte обычно применяются для поражений с Y-образной ангуляцией [21].

### **Двухстеновые методики бифуркационного стентирования**

Применение двухстеновых методик бифуркационного стентирования должно быть основано на анатомии бифуркации и опыте оперирующего хирурга. Детальное понимание технических особен-

**Рис. 4.** Основные этапы стентирования по методике culotte (<https://earlycareervoice.professional.heart.org/bifurcations-episode-2-culotte-technique>):

- 1 — заведение коронарных проводников в главную и боковую ветви;
- 2 — предварительная дилатация главной и боковой ветвей;
- 3 — имплантация первого стента, как правило, в более труднодоступную ветвь бифуркации;
- 4 — проксимальная оптимизация;
- 5 — проведение коронарного проводника через ячейку стента в нестентированную ветвь;
- 6 — дилатация нестентированной ветви для облегчения прохождения второго стента;
- 7 — имплантация второго стента в нестентированную ветвь с минимальным нахлестом стентов в проксимальном сегменте бифуркации;
- 8 — повторное проведение проводников через ячейки стентов;
- 9 — финальная крисинг-дилатация;
- 10 — повторная проксимальная оптимизация;
- 11 — финальный результат



ностей двухстентовых методик определяет эффективность каждого из методов.

### Методика double kissing crush

После первоначального описания в 2004 г. [22] методика crush прошла серию модификаций [23] и превратилась в так называемую double kissing mini crush (рис. 3). В отличие от provisional-стентирования, при котором рекомендуется проводить проводник через дистальную страту стента, данный маневр в технике double kissing crush следует выполнять через проксимальную страту стента, чтобы минимизировать риск деформации стента в боковой ветви [24].

Основное различие между классической crush и double kissing mini crush — выполнение крисинг-

дилатации после раздавливания первого стента. В результате остается только один слой страт в области устья БВ, что облегчает повторную крисинг-дилатацию после стентирования ГВ. Методика double kissing mini crush превосходит методику crush в конечной частоте успеха крисинг-дилатации и частоте повторных вмешательств, что было показано в исследовании DKCRUSH-I [25; 26].

Главное преимущество данной техники — большая доказательная база. Методика обеспечивает полное покрытие устья БВ. Основное ограничение состоит в невозможности выполнения техники, если необходима имплантация второго стента после provisional-стентирования. Кроме того, методика сложна для выполнения и, как следствие, требует много времени и опыта оператора [25].

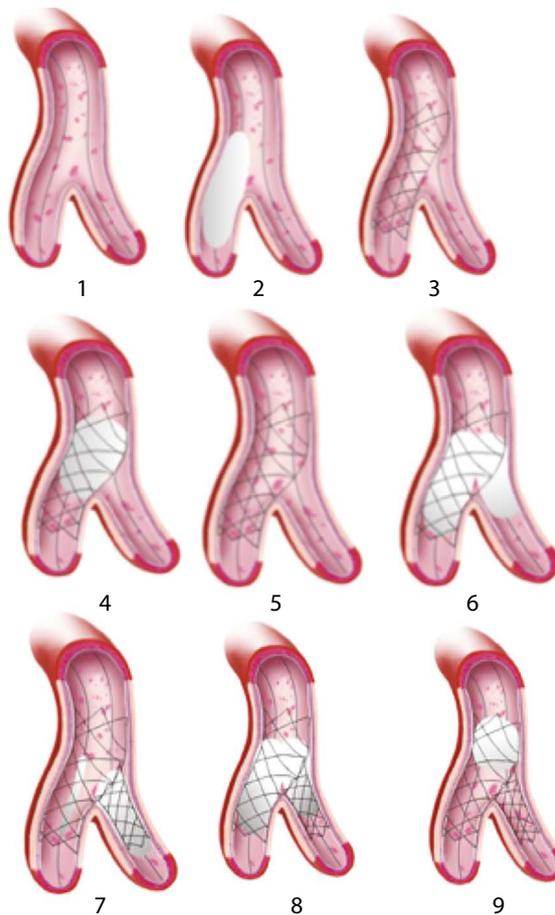
**Рис. 5.** Основные этапы выполнения TAP-стентирования (<https://earlycareervoice.professional.heart.org/bifurcations-episode-3-tap-technique>):

- 1 — заведение коронарных проводников в главную и боковую ветви;
- 2 — предварительная дилатация главной и боковой ветвей;
- 3 — стентирование главной ветви;
- 4 — проксимальная оптимизация;
- 5 — проведение коронарного проводника через ячейку стента в нестентированную ветвь, ее дилатация;
- 6 — позиционирование в боковой ветви стента так, чтобы полностью покрыть устье боковой ветви с протрузией на 1–2 мм в стент главной ветви;
- 7 — позиционирование в главной ветви баллона для последующей кинсинг-дилатации;
- 8 — раздувание стента в боковой ветви, в то время как баллон в главной ветви находится в нераздутном состоянии;
- 9 — частичное извлечение баллона в боковой ветви и его выравнивание по баллону в главной ветви

### Методика culotte

Данная методика была предложена в 1998 г. В. Chevalier и соавт. и заключается в имплантации двух стентов в ГВ и БВ с их перекрытием в проксимальном сегменте бифуркации [21]. При этом она может выполняться как после provisional-стентирования, так и в качестве первичного подхода, при котором первый стент имплантируется в направлении из проксимального сегмента ГВ в БВ, для того чтобы предотвратить ее потерю (рис. 4). Адекватная модификация бляшки до имплантации стента является ключевым элементом для лечения кальцинированных БП. При финальной кинсинг-дилатации рекомендовано отдельно дилатировать каждую стентированную ветвь баллоном высокого давления.

Эта методика может использоваться при всех типах ангиопатии и обеспечивает почти идеальное покрытие карины и устья БВ, особенно при одинаковом диаметре ГВ и БВ, а также для бифуркации ствола левой коронарной артерии. Основным недостатком — необходимость повторного проведения проводников через ячейки стента: помимо технической сложности двойной слой стентов в проксимальном сегменте ГВ повышает риск рестеноза в отдаленном периоде [27]. Кроме того, данную методику невозможно применять при выраженной разнице в диаметрах между ГВ и БВ. В настоящее время предложено несколько модифика-



ций техники culotte, направленных на уменьшение двойного металлического слоя в проксимальном сегменте ГВ. Однако данных об их эффективности в отношении уменьшения частоты рестеноза пока недостаточно.

### Методика T / TAP

T-стентирование, как правило, используется, когда угол между ГВ и БВ приближается к 90°. Первый стент имплантируется в БВ с минимальной протрузией в ГВ. Затем проводятся стентирование ГВ, рекроссинг проводников и кинсинг-дилатация. Методика обеспечивает эффективную реконструкцию карины, но связана с риском сохранения небольшого участка между ветвями бифуркации, не покрытого стентом, что впоследствии может привести к рестенозу. По этой причине техника была в значительной степени заменена

модифицированной методикой TAP [28], которая исходно задумывалась как техника для перехода от provisional-стентирования к стентированию БВ. Ввиду простоты выполнения ее применяют в качестве первичного подхода при истинных бифуркационных поражениях (рис. 5).

Предполагаемый недостаток этой методики заключается в том, что неокарина может выступать внутрь ГВ на различное расстояние. Угол отхождения БВ и место прохождения проводника при рекроссинге являются основными факторами, определяющими длину неокарины. Когда угол отхождения БВ приближен к букве Т, для успешного покрытия устья БВ требуется минимальный выступ стента из БВ внутрь ГВ. С другой стороны, острый угол отхождения БВ (форма Y) связан с более длинной овальной формой устья БВ. Такая анатомическая конфигурация подразумевает необходимость более широкой протрузии стента из БВ внутрь ГВ, что приводит к более длинной неокарине. Как известно, место прохождения проводника через ячейки стента в ГВ влияет на степень покрытия устья БВ [29; 30]. В частности, лучшее покрытие устья БВ получается при дилатации наиболее дистальной ячейки стента в ГВ [30]. Как следствие, при имплантации стента в БВ по методике TAP (особенно при бифуркациях с острым углом) требуется меньшая протрузия стента в ГВ после дилатации дистальной ячейки стента.

К преимуществам данной методики относятся ускоренное выполнение киссинг-дилатации и полное покрытие карины стентом при отсутствии двойного слоя стентов. Главное ограничение — наличие части стента в просвете артерии, который может способствовать более высокому риску тромбоза и рестеноза стента. При этом повторное вмешательство на дистальном сегменте ранее стентированного сосуда может ассоциироваться с рядом технических сложностей ввиду препятствия в виде неокарины. Хотя данная методика получила широкое распространение по всему миру и является одной из рекомендованных Европейским бифуркационным клубом двухстентовых техник, крупные исследования с оценкой отдаленных результатов отсутствуют.

### **Методики V / STS**

Техники стентирования V и STS, как правило, применяются при поражениях типа 0, 1, 1 по классификации A. Medina, то есть при вовлечении дистального участка ГВ и устья БВ без значимого поражения проксимальной части основной ветви. Основное преимущество данных методик

заключается в технической простоте (нет необходимости в рекроссинге проводников и повторной киссинг-дилатации). Главные недостатки: 1) образование неокарины из страт стента, что в дальнейшем может затруднить проведение через данный участок стентов и других инструментов; 2) невозможность проксимальной оптимизации; 3) использование проводникового катетера большего размера (7 Fr) при значительном диаметре ветвей бифуркации.

Основные технические этапы выполнения:

- 1) заведение проводников в главную и боковую ветви;
- 2) позиционирование стентов в ГВ и БВ с выходом на 1–2 мм от устья каждой ветви (при STS-стентировании стенты позиционируются с полным перекрытием области бифуркации);
- 3) одновременное раскрытие стентов в главной и боковой ветвях [31; 32].

С учетом малой доказательной базы выполнения нельзя рекомендовать стентирования V и STS для рутинного применения и следует использовать в отдельных клинических ситуациях с подходящей коронарной анатомией.

### **Доказательная база двухстентовых методик стентирования**

Методика culotte является одной из наиболее изученных техник бифуркационного стентирования, эффективность которой была подтверждена в крупных рандомизированных исследованиях. Так, A. Erglis и соавт. сравнили ее с методикой crush у 424 пациентов с истинными БП [33]. Через 6 мес. частота неблагоприятных сердечно-сосудистых событий была на низком уровне и не различалась между группами (crush — 4,3 %, culotte — 3,7 %,  $p = 0,87$ ). Частота рестеноза и тромбоза стента также не различалась между группами через 8 и 36 мес. [33; 34].

В рандомизированном исследовании M. Ferenc и соавт. сравнивали методики culotte и TAP у 300 пациентов, перенесших стентирование ГВ и БВ [35]. Применение culotte ассоциировалось с меньшей частотой рестеноза в отдаленном периоде (6,5 против 17 %,  $p = 0,0006$ ).

Эффективность данной методики также изучали у пациентов с БП ствола левой коронарной артерии. В наиболее крупное исследование DKCRUSH-III включили 419 пациентов, которых рандомизирова-

ли в соотношении 1 : 1 в группы double kissing crush и culotte [36]. Через три года пациенты в группе culotte демонстрировали более высокую частоту неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (23,7 против 8,2 %,  $p < 0,001$ ) и тромбоза стента (3,4 против 0 %,  $p < 0,007$ ).

С учетом того что методика TAP впервые описана в 2007 г., имеются только ограниченные данные об эффективности. Первое исследование, посвященное данной технике, включало 73 пациента (67 % с поражениями типа 1, 1, 1 по классификации A. Medina). Процентный успех был достигнут во всех случаях. Через 9 мес. реваскуляризацию целевого сосуда выполняли в 6,8 % случаев [28].

В 2009 г. I. Al Rashdan и соавт. опубликовали серию из 156 пациентов, которым выполняли стентирование по методике TAP [37]. Частота процедурного успеха составила 99 %, выживаемость без неблагоприятных сердечных-сосудистых событий через 36 мес. — 88 %. Повторная реваскуляризация целевого сосуда потребовалась только в 5,3 % случаев. Хотя это наибольшая серия случаев TAP-стентирования, одноцентровый характер исследования и отсутствие рандомизации не позволяют сделать окончательные выводы об эффективности данной методики.

Методика double kissing crush обладает наиболее обширной доказательной базой. Клинические данные, сравнивающие double kissing crush с классическим выполнением crush и другими методиками стентирования, в основном получены из серии рандомизированных исследований DKCRUSH. По результатам DKCRUSH-I применение техники double kissing crush ассоциировалось со значительным снижением показателей тромбоза стента, повторной реваскуляризации целевого сосуда и основных неблагоприятных сердечно-сосудистых событий при лечении пациентов с истинными БП по сравнению с классической методикой crush [25]. В следующем исследовании DKCRUSH-II показан значительно более низкий уровень реваскуляризации целевого поражения после применения double kissing crush для истинных БП по сравнению с provisional-стентированием через 12 мес. [38]. Однако различия в неблагоприятных сердечно-сосудистых событиях между группами не отмечалось (10,3 против 17,3 %,  $p = 0,07$  в группах double kissing crush и provisional-стентирования соответственно). В исследовании DKCRUSH-III, включающем пациентов с БП ствола левой коронарной артерии, показано преимущество double kissing crush в отношении неблагоприятных сердечно-сосудистых событий по сравнению

с culotte (16,3 против 6,2 %,  $p < 0,05$  в группах culotte и double kissing crush соответственно) [36].

В исследовании DKCRUSH-V сравнивали double kissing crush с provisional-стентированием у пациентов с истинным БП ствола левой коронарной артерии [39]. Всего рандомизировали 482 пациентов в 2 группы. Первичной конечной точкой была несостоятельность целевого поражения, определяемая как сердечная смерть, инфаркт миокарда целевого сосуда или реваскуляризация целевого поражения. В результате provisional-стентирование ассоциировалось с более высокой частотой несостоятельности целевого поражения (16,9 против 8,3 %,  $p = 0,005$ ) и тромбоза стента (4,1 против 0,4 %,  $p = 0,006$ ) через 3 года наблюдений [39]. Важно отметить, что в 47,1 % случаев осуществлялся переход с provisional-стентирования на двухстентовую методику.

## Выводы

Представленные классификации не позволяют в полной мере прогнозировать исходы у пациентов с БП. Provisional-стентирование можно применять в большинстве случаев у пациентов как с ложными, так и истинными БП. Определение пациентов, которые получают максимальную пользу от двухстентовой техники, и ее выбор являются предметом обсуждения. Как правило, этот выбор основывается на личных предпочтениях хирурга. Крупные исследования с оценкой отдаленных результатов необходимы для ответов на эти вопросы.

## Список литературы / References

1. Lassen J.F., Burzotta F., Banning A.P., Lefèvre Th., Darremont O., Hildick-Smith D., Chieffo A., Pan M., Holm N.R., Louvard Y., Stankovic G. Percutaneous coronary intervention for the left main stem and other bifurcation lesions: 12th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018;13(13):1540-1553. PMID: 29061550. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-17-00622>
2. Medina A., Suárez de Lezo J., Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59(2):183. PMID: 16540043.
3. Thomas M., Hildick-Smith D., Louvard Y., Albiero R., Darremont O., Stankovic G., Pan M., Legrand V., Debruyne B., Lefèvre Th. Percutaneous coronary intervention for bifurcation disease. A consensus view from the first meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2006;2(2):149-153. PMID: 19755253.
4. Park T.K., Park Y.H., Song Y.B., Oh J.H., Chun W.J., Kang G.H., Jang W.J., Hahn J.-Y., Yang J.H., Choi S.-H., Choi J.-H., Lee S.H., Jeong M.-H., Kim H.-S., Lee J.-H., Yu Ch.W., Rha S.W., Jang Y., Yoon J.H., Tahk S.-J., Seung K.B., Park J.-S., Gwon H.-Ch. Long-term clinical outcomes of true and non-true bifurcation lesions according to Medina

- classification — results from the COBIS (COronary Bifurcation Stent) II Registry. *Circ J*. 2015;79(9):1954-1962. PMID: 26134457. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-15-0264>
5. Chen X., Zhang D., Yin D., Li J., Zhao Zh., Wang H., Yang Y., Xu B., Dou K. Can “true bifurcation lesion” actually be regarded as an independent risk factor of acute side branch occlusion after main vessel stenting?: A retrospective analysis of 1,200 consecutive bifurcation lesions in a single center. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;(87 Suppl 1):554-563. PMID: 26863899. <https://doi.org/10.1002/ccd.26403>
  6. Chen Sh.-L., Sheiban I., Xu B., Jepsen N., Paiboon Ch., Zhang J.-J., Ye F., Sansoto T., Kwan T.W., Lee M., Han Y.-L., Lv Sh.-Zh., Wen Sh.-Y., Zhang Q., Wang H.-Ch., Jiang T.-M., Wang Y., Chen L.-L., Tian N.-L., Cao F., Qiu Ch.-G., Zhang Y.-J., Leon M.B. Impact of the complexity of bifurcation lesions treated with drug-eluting stents: the DEFINITION study (Definitions and impact of complEX bifurcation lesions on clinical outcomes after percutaneous coronary intervention using drug-eluting stents). *JACC Cardiovasc Interv*. 2014;7(11):1266-1276. PMID: 25326748. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2014.04.026>
  7. Banning A.P., Lassen J.F., Burzotta F., Lefèvre Th., Darremont O., Hildick-Smith D., Louvard Y., Stankovic G. Percutaneous coronary intervention for obstructive bifurcation lesions: the 14th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2019;15(1):90-98. PMID: 31105066. <https://doi.org/10.4244/EIJ-D-19-00144>
  8. Nairooz R., Saad M., Elgendy I.Y., Mahmoud A.N., Habash F., Sardar P., Anderson D., Shavelle D.M., Abbott J.D. Long-term outcomes of provisional stenting compared with a two-stent strategy for bifurcation lesions: a meta-analysis of randomised trials. *Heart*. 2017;103(18):1427-1434. PMID: 28314731. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2016-310929>
  9. Kumsars I., Holm N.R., Niemelä M., Erglis A., Kervinen K., Christiansen E.H., Maeng M., Dombrovskis A., Abraitis V., Kibarskis A., Trovik Th., Latkovskis G., Sondore D., Narbutė I., Terkelsen C.J., Eskola M., Romppanen H., Laine M., Jensen L.O., Pietila M., Gunnes P., Hebsgaard L., Frobert O., Calais F., Hartikainen J., Aarøe J., Ravkilde J., Engstrøm T., Steigen T.K., Thuesen L., Lassen J.F., Nordic-Baltic Bifurcation Study Group. 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. *Open Heart*. 2020;7(1):e000947. PMID: 32076558; PMCID: PMC6999681. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000947>
  10. Behan M.W., Holm N.R., de Belder A.J., Cockburn J., Erglis A., Curzen N.P., Niemelä M., Oldroyd K.G., Kervinen K., Kumsars I., Gunnes P., Stables R.H., Maeng M., Ravkilde J., Jensen J.S., Christiansen E.H., Cooter N., Steigen T.K., Vikman S., Thuesen L., Lassen J.F., Hildick-Smith D. 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. *Eur Heart J*. 2016;37(24):1923-1928. PMID: 27161619. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw170>
  11. Ford T.J., McCartney P., Corcoran D., Collison D., Hennigan B., McEntegart M., Hildick-Smith D., Oldroyd K.G., Berry C. Single-versus 2-stent strategies for coronary bifurcation lesions: a systematic review and meta-analysis of randomized trials with long-term follow-up. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(11):e008730. PMID: 29802145; PMCID: PMC6015365. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.008730>
  12. Kim Y.-H., Lee J.-H., Roh J.-H., Ahn J.-M., Yoon S.-H., Park D.-W., Lee J.-Y., Yun S.-Ch., Kang S.-J., Lee S.-W., Lee Ch.W., Seung K.B., Shin W.-Y., Lee N.-H., Lee B.-K., Lee S.-G., Nam Ch.-W., Yoon J., Yang J.-Y., Hyon M.-S., Lee K., Jang J.-S., Kim H.-S., Park S.-W., Park S.-J. Randomized comparisons between different stenting approaches for bifurcation coronary lesions with or without side branch stenosis. *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8(4):550-560. PMID: 25907082. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.01.016>
  13. Hildick-Smith D., Behan M.W., Lassen J.F., Chieffo A., Lefèvre Th., Stankovic G., Burzotta F., Pan M., Ferenc M., Bennett L., Hovasse T., Spence M.J., Oldroyd K., Brunel Ph., Carrie D., Baumbach A., Maeng M., Skipper N., Louvard Y. The EBC TWO study (European Bifurcation Coronary TWO): a randomized comparison of provisional T-stenting versus a systematic 2 stent culotte strategy in large caliber true bifurcations. *Circ Cardiovasc Interv*. 2016;9(9):e003643. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003643>
  14. Pan M., Gwon H.-Ch. The story of side branch predilatation before provisional stenting. *EuroIntervention*. 2015;(11 Suppl V):V78-V80. PMID: 25983178. <https://doi.org/10.4244/EIJV11SVA17>
  15. Darremont O., Leymarie J.L., Lefèvre Th., Albiero R., Mortier P., Louvard Y. Technical aspects of the provisional side branch stenting strategy. *EuroIntervention*. 2015;(11 Suppl V):V86-V90. PMID: 25983180. <https://doi.org/10.4244/EIJV11SVA19>
  16. Yang J.H., Lee J.M., Park T.K., Song Y.B., Hahn J.Y., Choi J.H., Choi S.H., Yu Ch.W., Chun W.J., Oh J.H., Koo B.K., Jeong J.O., Kim H.S., Gwon H.Ch. The proximal optimization technique improves clinical outcomes when treated without kissing ballooning in patients with a bifurcation lesion. *Korean Circ J*. 2019;49(6):485-494. PMID: 30891962; PMCID: PMC6554581. <https://doi.org/10.4070/kcj.2018.0352>
  17. Yu Ch.W., Yang J.H., Song Y.B., Hahn J.-Y., Choi S.-H., Choi J.-H., Lee H.J., Oh J.H., Koo B.-K., Rha S.W., Jeong J.-O., Jeong M.-H., Yoon J.H., Jang Y., Tahk S.-J., Kim H.-S., Gwon H.-Ch. Long-term clinical outcomes of final kissing ballooning in coronary bifurcation lesions treated with the 1-stent technique: results from the COBIS II Registry (Korean Coronary Bifurcation Stenting Registry). *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8(10):1297-1307. PMID: 26315732. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2015.04.015>
  18. Yamawaki M., Muramatsu T., Kozuma K., Ito Y., Kawaguchi R., Kotani J.-I., Yokoi H., Nakamura M., Saito Sh. Long-term clinical outcome of a single stent approach with and without a final kissing balloon technique for coronary bifurcation. *Circ J*. 2014;78(1):110-121. PMID: 24189503. <https://doi.org/10.1253/circj.cj-13-0346>
  19. Pan M., Medina A., Suarez de Lezo J., Romero M., Segura J., Martín P., Suárez de Lezo J., Hernández E., Mazuelos F., Moreno A., Pavlovic D., Ojeda S., Toledano F., Leon C. Coronary bifurcation lesions treated with simple approach (from the Cordoba & Las Palmas [CORPAL] Kiss Trial). *Am J Cardiol*. 2011;107(10):1460-1465. PMID: 21414600. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2011.01.022>
  20. Koo B.K., Kang H.-J., Youn T.-J., Chae I.-H., Choi D.-J., Kim H.-S., Sohn D.-W., Oh B.-H., Lee M.-M., Park Y.-B., Choi Y.-Sh., Tahk S.-J. Physiologic assessment of jailed side branch lesions using fractional flow reserve. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46(4):633-637. PMID: 16098427. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.04.054>
  21. Chevalier B., Glatt B., Royer T., Guyon P. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the “culotte” technique. *Am J Cardiol*. 1998;82(8):943-949. PMID: 9794349. [https://doi.org/10.1016/s0002-9149\(98\)00510-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9149(98)00510-4)

22. Colombo A, Moses J.W., Morice M.C., Ludwig J., Holmes D.R. Jr, Spanos V., Louvard Y., Desmedt B., di Mario C., Leon M.B. Randomized study to evaluate sirolimus-eluting stents implanted at coronary bifurcation lesions. *Circulation*. 2004;109(10):1244-1249. PMID: 14981005. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000118474.71662.E3>
23. Zhang J.-J., Chen S.-L. Classic crush and DK crush stenting techniques. *EuroIntervention*. 2015;(11 Suppl V):V102-V105. PMID: 25983140. <https://doi.org/10.4244/EIJV11SVA23>
24. Rab T., Sheiban I., Louvard Y., Sawaya F.J., Zhang J.J., Chen S.L. Current interventions for the left main bifurcation. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10(9):849-865. PMID: 28473107. <https://doi.org/10.1016/j.jcin.2017.02.037>
25. Chen S.L., Zhang J.J., Ye F., Chen Y.D., Patel T., Kawajiri K., Lee M., Kwan T.W., Mintz G., Tan H.C. 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. *Eur J Clin Invest*. 2008;38(6):361-371. PMID: 18489398; PMCID: PMC2439595. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.2008.01949.x>
26. Surmely J.-F., Kinoshita Y., Dash D., Matsubara T., Terashima M., Ehara M., Ito T., Nasu K., Takeda Y., Tanaka N., Suzuki T., Katoh O. Stent strut fracture-induced restenosis in a bifurcation lesion treated with the crush stenting technique. *Circ J*. 2006;70(7):936-938. PMID: 16799252. <https://doi.org/10.1253/circj.70.936>
27. Ибрагимов Р.У., Бадоян А.Г., Крестьянинов О.В., Покушалов Е.А., Нарышкин И.А., Кретов Е.И., Прохорихин А.А., Хелимский Д.А. Сравнительный анализ эндотелиального покрытия эверолимуc-выделяющих стентов Synergy с биodeградируемым покрытием и Xience с постоянным полимером с помощью оптической когерентной томографии через 3 месяца после чрескожного коронарного вмешательства на створе левой коронарной артерии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(4):59-68. [Ibragimov R.U., Badoyan A.G., Krestyaninov O.V., Pokushalov E.A., Naryshkin I.A., Kretov E.I., Prokhorikhin A.A., Khelimskiy D.A. Optical coherence tomography for evaluating Synergy everolimus-eluting stents with biodegradable polymer and Xience durable polymer everolimus-eluting stents following percutaneous coronary intervention in patients with left main coronary artery stenosis. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(4):59-68 (In Russ.)] <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-4-59-68>
28. Burzotta F., Gwon H.-C., Hahn J.-Y., Romagnoli E., Choi J.-H., Trani C., Colombo A. 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. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2007;70(1):75-82. PMID: 17585382. <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.21194>
29. Stankovic G., Darremont O., Ferenc M., Hildick-Smith D., Louvard Y., Albiero R., Pan M., Lassen J.F., Lefevre Th., European Bifurcation Club. Percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions: 2008 consensus document from the fourth meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2009;5(1):39-49. PMID: 19577982. <http://dx.doi.org/10.4244/eijv5i1a8>
30. Burzotta F., De Vita M., Sgueglia G., Todaro D., Trani C. How to solve difficult side branch access? *EuroIntervention*. 2010;(6 Suppl J):J72-J80. PMID: 21930495. <http://dx.doi.org/10.4244/EIJV6SUPJA12>
31. Schampaert E., Fort S., Adelman A.G., Schwartz L. The V-stent: a novel technique for coronary bifurcation stenting. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1996;39(3):320-326. PMID: 8933984. [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0304\(199611\)39:3<320::AID-CCD26>3.0.CO;2-H](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0304(199611)39:3<320::AID-CCD26>3.0.CO;2-H)
32. Sharma S.K., Choudhury A., Lee J., Kim M.C., Fisher E., Steinhilber A.M., Kini A.S. Simultaneous kissing stents (SKS) technique for treating bifurcation lesions in medium-to-large size coronary arteries. *Am J Cardiol*. 2004;94(7):913-917. PMID: 15464676. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjcard.2004.06.027>
33. Erglis A., Kumsars I., Niemelä M., Kervinen K., Maeng M., Lassen J.F., Gunnes P., Stavnes S., Jensen J.S., Galløe A., Narbute I., Sondore D., Mäkilä T., Ylitalo K., Christiansen E.H., Ravkilde J., Steigen T.K., Mannsverk J., Thayssen P., Hansen K.N., Syväne M., Helqvist S., Kjell N., Wiseth R., Aarøe J., Puhakka M., Thuesen L., Nordic PCI Study Group. Randomized comparison of coronary bifurcation stenting with the crush versus the culotte technique using sirolimus eluting stents: the Nordic stent technique study. *Circ Cardiovasc Interv*. 2009;2(1):27-34. PMID: 20031690. <http://dx.doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.108.804658>
34. Kervinen K., Niemelä M., Romppanen H., Erglis A., Kumsars I., Maeng M., Holm N.R., Lassen J.F., Gunnes P., Stavnes S., Jensen J.S., Galløe A., Narbute I., Sondore D., Christiansen E.H., Ravkilde J., Steigen T.K., Mannsverk J., Thayssen P., Hansen K.N., Helqvist S., Vikman S., Wiseth R., Aarøe J., Jokelainen J., Thuesen L., Nordic PCI Study Group. Clinical outcome after crush versus culotte stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic Stent Technique Study 36-month follow-up results. *JACC Cardiovasc Interv*. 2013;6(11):1160-1165. PMID: 24262616. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcin.2013.06.009>
35. Ferenc M., Gick M., Comberg T., Rothe J., Valina C., Toma A., Löffelhardt N., Hochholzer W., Riede F., Kienzle R.-P., Achteri A., Neumann F.-J. 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. *Eur Heart J*. 2016;37(45):3399-3405. PMID: 27578807. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehw345>
36. Chen S.-L., Xu B., Han Y.-L., Sheiban I., Zhang J.-J., Ye F., Kwan T.W., Paiboon Ch., Zhou Y.-J., Lv Sh.-Zh., Dangas G.D., Xu Y.-W., Wen Sh.-Y., Hong L., Zhang R.-Y., Wang H.-Ch., Jiang T.-M., Wang Y., Chen F., Yuan Z.-Y., Li W.-M., Leon M.B. Comparison of double kissing crush versus Culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(14):1482-1488. PMID: 23490040. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2013.01.023>
37. Al Rashdan I., Amin H. Carina modification T stenting, a new bifurcation stenting technique: clinical and angiographic data from the first 156 consecutive patients. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;74(5):683-690. PMID: 19496132. <http://dx.doi.org/10.1002/ccd.22086>
38. Chen S.-L., Santoso T., Zhang J.-J., Ye F., Xu Y.-W., Fu Q., Kan J., Paiboon Ch., Zhou Y., Ding Sh.-Q., Kwan T.W. 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. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(8):914-920. PMID: 21329837. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2010.10.023>
39. Chen X., Li X., Zhang J.-J., Han Y., Kan J., Chen L., Qiu C., Santoso T., Paiboon Ch., Kwan T.W., Sheiban I., Leon M.B., Stone G.W., Chen Sh.-L., DKCRUSH-V Investigators. 3-year outcomes of the DKCRUSH-V trial comparing DK crush with provisional stenting for left main bifurcation lesions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019;12(19):1927-1937. PMID: 31521645. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcin.2019.04.056>

## Coronary bifurcation lesions: current techniques for endovascular treatment

Talant K. Eraliev<sup>1</sup>, Dmitrii A. Khelimskii<sup>2</sup>, Aram G. Badoian<sup>2</sup>, Oleg V. Krestyaninov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cardio Asia Plus Medical Center, Osh, Kyrgyzstan

<sup>2</sup> Meshalkin National Medical Research Center, Novosibirsk, Russian Federation

**Corresponding author.** Dmitrii A. Khelimskii, [d\\_helimskij@meshalkin.ru](mailto:d_helimskij@meshalkin.ru)

Bifurcation lesions are among the most challenging issues in interventional cardiology, occurring in approximately 15% – 20% of all types of coronary artery disease. Challenges in the endovascular treatment of such lesions include anatomical variability, different treatment approaches, difficulties in physiological assessment of the bifurcation branches, and a high risk of restenosis. Current bifurcation classifications are unable to prognose long-term clinical outcomes. Provisional T-stenting can be used in most cases, including in complex bifurcation lesions. This article aimed to review the current classification of bifurcation lesions, describe the available bifurcation stenting techniques, and discuss the current evidence base.

**Keywords:** coronary artery bifurcation disease; endovascular treatment; stenting of bifurcation lesions

Received 27 December 2020. Revised 9 March 2021. Accepted 12 March 2021.

**Funding:** The study did not have sponsorship.

**Conflict of interest:** Authors declare no conflict of interest.

### ORCID ID

T.K. Eraliev, <https://orcid.org/0000-0003-4882-4191>

D.A. Khelimskii, <https://orcid.org/0000-0001-5419-913X>

A.G. Badoian, <https://orcid.org/0000-0003-4480-2585>

O.V. Krestyaninov, <https://orcid.org/0000-0001-5214-8996>

**Copyright:** © 2021 Eraliev et al. This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

**How to cite:** Eraliev T.K., Khelimskii D.A., Badoian A.G., Krestyaninov O.V. Coronary bifurcation lesions: current techniques for endovascular treatment. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2021;25(2):38-49. (In Russ.) <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2021-2-38-49>