

# РЕНТГЕНОЭНДОВАСКУЛЯРНАЯ КОРРЕКЦИЯ БИФУРКАЦИОННЫХ ПОРАЖЕНИЙ КОРОНАРНЫХ АРТЕРИЙ.

## Часть I. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОРАЖЕНИЙ, ПАТОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, МЕТОДИКИ КОРРЕКЦИИ

УДК 616.132—089—073.75—092

Поступила 11.10.2011 г.



**Е.В. Чеботарь**, к.м.н., зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения

Специализированная кардиохирургическая клиническая больница, Н. Новгород

Рассмотрены основные классификации бифуркационных поражений коронарных артерий, представлены новые данные о патоморфологических особенностях, оказывающих влияние на результаты эндоваскулярной коррекции. Изложены современные взгляды на оценку функциональной значимости боковой ветви бифуркации и необходимость ее защиты во время коррекции. Описаны предикторы ухудшения и прекращения кровотока по боковой ветви во время эндоваскулярных вмешательств. Подробно рассмотрены различные методики эндоваскулярной коррекции коронарных бифуркаций.

**Ключевые слова:** бифуркация коронарной артерии, эндоваскулярная коррекция, коронарное стентирование.

### English

## X-ray endovascular correction of bifurcations involvements of coronary arteries. Part I. Classification of involvements, their pathologic characteristics, methods of correction

**E.V. Tchebotar**, PhD, Head of the Department of Diagnostic and Treatment Methods of Interventional Radiology

Specialized Cardiological Clinical Hospital, Nizhny Novgorod

There have been considered the main classification of bifurcation involvements of coronary arteries, given present-day knowledge of pathologic characteristics having effect on the results on endovascular correction. There have been stated modern views on the assessment of functional significance of bifurcation lateral branches and the necessity of its protection during correction. The predictors of impairment and stagnation of circulation in lateral branch in the process of endovascular correction have been described. There have been considered in detail various techniques of endovascular correction of coronary bifurcations.

**Key words:** bifurcation of coronary artery, endovascular correction, coronary stenting.

Бифуркационное коронарное поражение — это стеноз главной ветви коронарной артерии с вовлечением значимой боковой ветви (сосуда, кровоснабжающего значимый объем жизнеспособного миокарда). В практическом плане боковая ветвь — это ветвь диаметром более 2 мм или небольшая по диаметру, но протяженная по длине. Значимая боковая ветвь — это ветвь, которую вы не хотите потерять и которую хотите защитить во время коррекции. На четвертом заседании Европейского бифуркационного клуба [1] было отмечено, что бифуркации очень вариабельны не

только анатомически (локализация и границы бляшки, углы между ветвями, диаметр ветвей, расположение бифуркации), но и по динамике изменений анатомии во время эндоваскулярной коррекции (острота карины, диссекции и т.д.). Таким образом, нет двух одинаковых бифуркаций и не существует единой стратегии коррекции, которая могла бы быть применена к каждой бифуркации.

До настоящего времени рентгеноэндоваскулярная коррекция бифуркационных поражений остается одной из самых серьезных проблем интервенционной кардио-

Для контактов: Чеботарь Евгений Викторович, тел. раб. 8(831)417-68-70, тел. моб. +7 906-352-51-27; e-mail: chebnn@mail.ru

логии [2–5]. В период использования только баллонной ангиопластики непосредственные и ближайшие результаты коррекции бифуркационных поражений были неудовлетворительными, несмотря на такие прогрессивные технические новшества, как раздельная катетеризация ветвей бифуркации и методика «целующихся баллонов» [6–14]. Внедрение в практику методик дебалкинга в начале 90-х гг. также не позволило существенно улучшить эти результаты. Использование первого поколения стентов (Palmaz-Schatz, Cook stents) для коррекции коронарных артерий кардинально снизило частоту осложнений интервенционных вмешательств, но при имплантации стентов в главную ветвь боковые ветви довольно часто закрывались. Если же боковая ветвь оставалась проходимой, возникала необходимость в проведении трудоемкой дилатации устья боковой ветви через ячейку стента [13, 15–21]. Клиническое использование с конца 90-х гг. низкопрофильных баллонных катетеров, стентов второго поколения, а затем — стентов с лекарственным покрытием и применение медикаментозной поддержки в виде тиенопиридиново-аспиринового сочетания внесли прогрессивные изменения в повседневную практику интервенционных кардиологов. Тем не менее коррекция бифуркационных поражений коронарных артерий остается в ряду проблем, которые нельзя назвать полностью решенными. До настоящего времени непосредственные и отдаленные результаты эндоваскулярной коррекции коронарных бифуркаций несколько хуже, чем результаты вмешательств, производимых по поводу простых, небифуркационных поражений. Важность проблемы интервенционной коррекции бифуркационных поражений подтверждается фактом создания в 2005 г. Европейского бифуркационного клуба (European Bifurcation Club), основной целью которого является совместная разработка современных подходов к решению многих аспектов интервенционной коррекции бифуркационных коронарных поражений.

### Классификация бифуркационных поражений коронарных артерий

К настоящему времени известно несколько классификаций бифуркационных поражений коронарных артерий. Наиболее простое деление всех бифуркаций — на истинные и ложные. P. Koller с соавт. [22] называют истинными поражениями стенозы коронарных артерий, при которых, по данным коронарографии, просвет главной ветви и устье боковой ветви сужены более чем на 50% диаметра. Авторы отмечают, что 4–16% всех интервенционных вмешательств на коронарных артериях выполняется по поводу истинных бифуркационных поражений. Подавляющее большинство из них составляют бифуркации передней нисходящей и диагональной артерий (74–87%). По данным других авторов, частота вмешательств по поводу бифуркационных поражений составляет 14–18% [23–26]. Сюда относятся вмешательства по поводу не только истинных, но и ложных бифуркационных поражений. Под ложными понимают поражения главной ветви без значительного пораже-

ния боковой ветви либо выраженные поражения устья боковой ветви без значимого поражения главной ветви. Такие поражения в большинстве случаев становятся истинными в процессе коррекции. Причина этого — осевое перераспределение вещества бляшки во время стентирования главной ветви [24, 25]. Существуют и так называемые скрытые бифуркационные поражения. К ним относятся, во-первых, поражения, не диагностированные из-за неадекватности выбранной проекции во время коронарографии, во-вторых, поражения, диагностика которых затруднена из-за плохого контрастирования или отсутствия контрастирования области бифуркации при острой или хронической окклюзии коронарной артерии [24, 25].

В основе большинства классификаций бифуркационных поражений лежит либо пространственная ориентация ветвей бифуркации, либо вовлеченность в атеросклеротический процесс различных сегментов бифуркаций. T. Lefevre с соавт. в 2000 г. предложили классифицировать бифуркации и по тому, и по другому принципу [27]. Во-первых, все бифуркации авторы разделили на два типа в зависимости от значения угла между ветвями бифуркации:

Y-тип бифуркаций — когда угол между главной и боковой ветвями менее 70°, при этом доступ к боковой ветви обычно прост, но смещение вещества бляшки во время коррекции более вероятно;

T-тип бифуркаций — когда угол между ветвями более 70°, доступ к боковой ветви обычно более сложный, но смещение вещества бляшки менее вероятно.

Во-вторых, авторами выделено четыре типа бифуркационных поражений в зависимости от расположения вещества бляшки в главной и боковой ветвях. Эта классификация известна в настоящее время как классификация ICPS (Institut Cardiovasculaire Paris Sud).

Тип 1 — истинное бифуркационное поражение, вовлекающее как главную ветвь проксимальнее и дистальнее бифуркации, так и устье боковой ветви.

Тип 2 — вещество бляшки суживает главную ветвь в месте бифуркации, но не стенозирует устье боковой ветви.

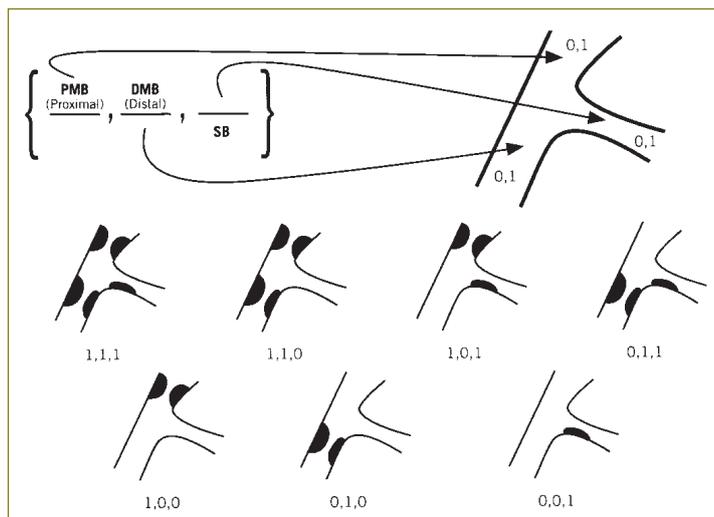
Тип 3 — вещество бляшки локализуется в главной ветви проксимальнее бифуркации.

Тип 4 — вещество бляшки локализуется в устье каждой ветви бифуркации, не затрагивая при этом проксимальный сегмент главной ветви.

Тип 4a — поражение устья главной ветви непосредственно дистальнее бифуркации.

Тип 4b — поражение устья боковой ветви.

Существует еще несколько классификаций бифуркационных поражений коронарных артерий, которые мы не приводим, поскольку на практике они используются редко. Пожалуй, наиболее удобной и широко применимой является классификация, предложенная A. Medina с соавт. в 2006 г. [28]. В отличие от предыдущих эта классификация характеризует каждый тип бифуркации сочетанием трех цифр, отражающих соответственно состояние главной ветви проксимальнее отхождения боковой ветви, состояние главной ветви дистальнее отхождения боковой ветви и состояние устья боковой



**Рис. 1.** Классификация А. Medina бифуркационных поражений коронарных артерий: PMB (Proximal) — проксимальный сегмент главной ветви, DMB (Distal) — дистальный сегмент главной ветви, SB — боковая ветвь

ветви. Каждый из этих сегментов оценивается по двоячной системе: если в сегменте нет гемодинамически значимого стеноза, его состояние характеризуется как «0», если в сегменте имеется гемодинамически значимый стеноз, его состояние отображается цифрой «1». В классификации А. Medina, как и в других современных классификациях бифуркационных поражений коронарных артерий, выделено 7 анатомических типов (рис. 1).

В работе с бифуркационными поражениями использование той или иной классификации позволяет не только оценить степень пораженности сегментов бифуркации атеросклеротическим процессом, но и правильно выбрать вид коррекции в каждом конкретном случае.

**Патоморфологические особенности, влияющие на проведение эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений**

Проведение основных этапов эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений (введение проводников, преддилатация, имплантация стентов, постдилатация) имеет свои особенности. Один из наиболее важных патоморфологических факторов, определяющих эти особенности, — перераспределение вещества бляшки во время воздействия на нее баллонным катетером или стентом. Ангиографическим отражением этого процесса является так называемый эффект снегоочистителя. Особенности этого феномена описаны G. Mintz, использовавшим ультразвуковое исследование для изучения расположения вещества бляшки на разных этапах эндоваскулярной коррекции [29]. Установлено, что в процессе коррекции вещество атеросклеротической бляшки не сжимается или сжимается незначительно. В связи с этим просвет сосуда во время ангиопластики расширяется не только благодаря растяжению и диссекции, но и из-за смещения вещества

бляшки как вдоль оси сосуда, так и в плоскости, перпендикулярной этой оси, — по периметру. Этот феномен — ключ к пониманию и предвидению перемещения бляшки и возникновения «эффекта снегоочистителя» во время коррекции различных типов бифуркационных поражений [30–33].

Как было отмечено выше, бифуркационным можно считать поражение только в том случае, когда боковая ветвь функционально значима для миокарда. Оценка функциональной значимости боковой ветви в литературе, посвященной этому вопросу, весьма неоднозначна. Так, по мнению А. Colombo с соавт. [34], в настоящее время появляется все больше доказательств того, что навязчивое стремление добиться наилучших косметических результатов в отношении боковой ветви не имеет значения с физиологической точки зрения. Эта концепция особенно актуальна в случае боковой ветви малого диаметра. В то же время автор указывает, что эти соображения не должны принижать значения защиты боковой ветви с

целью предотвращения ее закрытия. В подтверждение он приводит данные E.C. Chaudhry с соавт. [35] о том, что повреждение боковой ветви диаметром 2 мм и более не остается без последствий и даже может привести к развитию обширного перипроцедурного инфаркта миокарда. Поэтому, говоря о минимальном диаметре боковой ветви, который характеризует рассматриваемую область коронарного русла как бифуркацию и требует соответствующей коррекции, А. Colombo отмечает, что боковые ветви диаметром 2 мм и более должны быть сохранены [36]. По мнению автора, боковые ветви меньшего диаметра следует сохранять только в том случае, если они клинически значимы. Данные об уровнях клинической значимости боковой ветви и методах ее оценки автором не приводятся. Условия, при которых, по мнению А. Colombo, необходимо защищать боковую ветвь, представлены в таблице.

Многие исследователи отмечают, что необходимость защиты и коррекции боковой ветви определяется ее диаметром, локализацией и особенностями расположения вещества бляшки. В литературе имеются указания на предикторы ухудшения состояния боковых ветвей во время коррекции бифуркационных поражений. Так, Д.Г. Иоселиани с соавт. [37] указывают, что ухудшение состояния боковых ветвей непосредственно после стентирования достоверно чаще встречалось:

- а) при отхождении ветви от основной артерии под углом более 70°;
- б) при отхождении ветви от основной артерии со стороны эксцентрически расположенного стеноза;
- в) при диаметре бокового сосуда менее 2,0 мм;
- г) при наличии стенозирующего поражения устья этой ветви до процедуры.

Окклюзия боковой ветви во время коррекции клинически представляет еще большую опасность, чем усугубление стеноза в ее устье. Так, результаты исследования NIRVANA показали, что окклюзия боковой ветви достоверно сопряжена с увеличением риска Q-образу-

## Необходимость защиты боковой ветви во время эндоваскулярной коррекции

Анатомические состояния	Диаметр боковой ветви, мм		
	<2,0	2–3	>3,0
Существует угроза окклюзии боковой ветви	«Защита» проводником требуется или не требуется	Необходима «защита» проводником и предилатация перед стентированием главной ветви	Необходима «защита» проводником и предилатация и/или дебалкинг. Планировать стентирование обеих ветвей
Нет угрозы окклюзии боковой ветви	«Защита» проводником не требуется	«Защита» проводником не требуется	«Защита» проводником не требуется
Боковая ветвь значительно компримитирована после предилатации главной ветви	Только в случае клинических показаний необходима предилатация боковой ветви перед стентированием главной ветви	Необходима предилатация боковой ветви. Если ее диаметр >2,5 мм, рассматривать вероятность стентирования обеих ветвей	Необходима предилатация боковой ветви. Планировать стентирование обеих ветвей
Боковая ветвь значительно компримитирована после стентирования главной ветви	Только в случае клинических показаний необходима дилатация боковой ветви	Если нарушен кровоток или боковая ветвь закрыта, следует попытаться ввести в нее проводник и дилатировать. Если боковая ветвь более 2,5 мм, показано стентирование через стент главной ветви	Стентирование обеих ветвей

ющего или Q-необразующего инфаркта миокарда [38]. Рядом авторов была предпринята попытка определить предикторы окклюзии боковой ветви во время вмешательства [7, 14, 20, 30, 31, 39, 40]. Показано, например, что в том случае, когда атеросклеротический процесс суживал и главную ветвь, и устье боковой более чем на 50% диаметра, риск окклюзии боковой ветви составлял 14–34%, а риск увеличения степени ее стенозирования — 27–41%, если она не «защищалась» введением проводника. Анализируя полученный опыт, исследователи выделили факторы, являющиеся, по их мнению, предикторами окклюзии боковой ветви во время коррекции. К ним были отнесены:

- выраженный стеноз устья боковой ветви;
- диссекция главной ветви;
- нестабильная стенокардия.

В то же время такие факторы, как диаметр боковой ветви, успешность ангиопластики главной ветви и анатомическое расположение боковой ветви, в предикторы развития окклюзии они не включили.

### Методики коррекции бифуркационных поражений

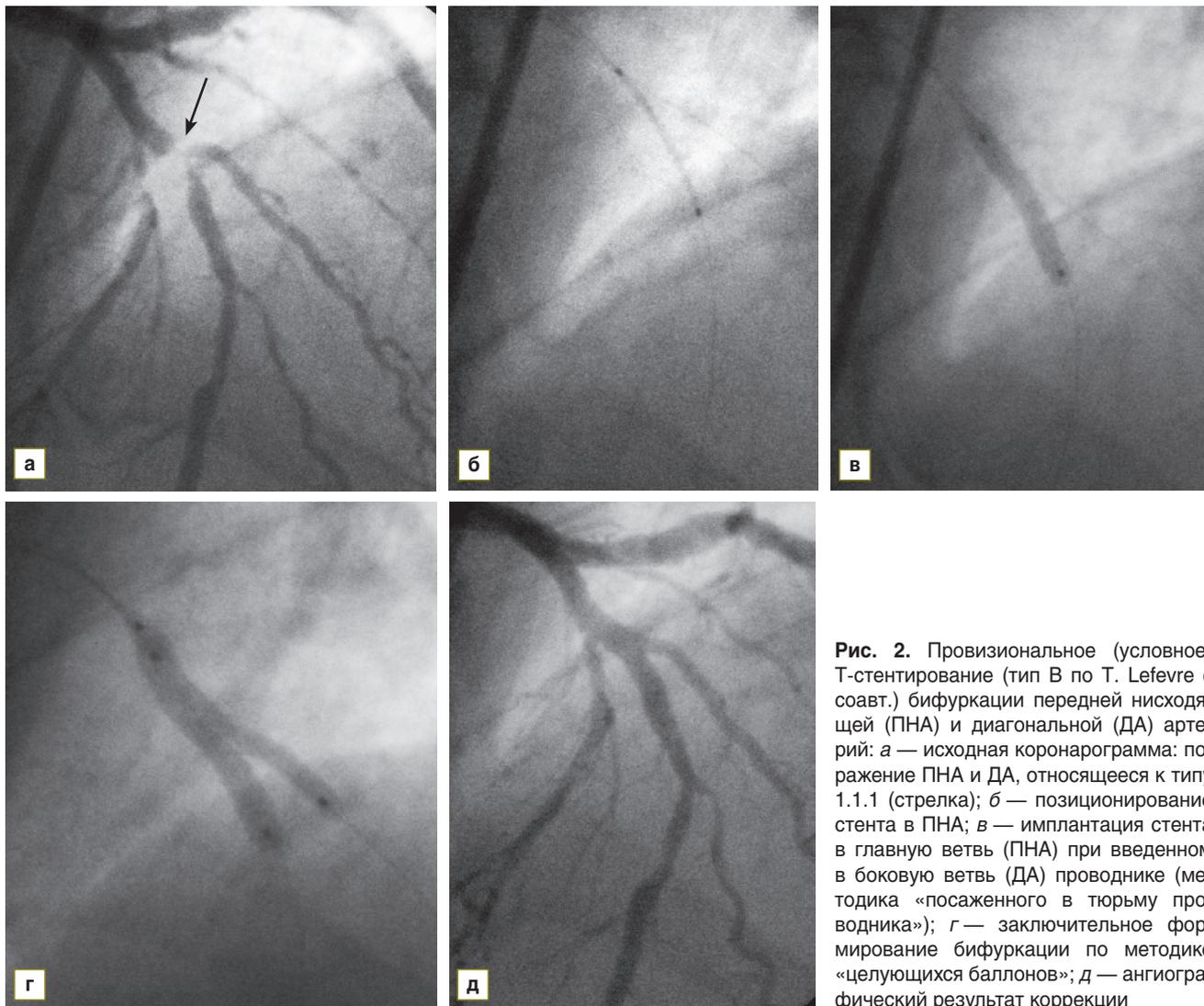
Одну из первых попыток классифицировать виды эндоваскулярной коррекции коронарных бифуркаций предприняли Т. Lefevre с соавт. [28]. Они выделили четыре типа коррекции бифуркационных поражений.

Тип А предполагает имплантацию двух стентов в Т-конфигурации [41, 42]. Боковая ветвь стентруется первой. Для предотвращения пролабирования стента боковой ветви в просвет главной ветви он имплантируется в то время, когда в главной ветви находится нераскрытый баллон. Баллон может быть раздут во время или сразу после имплантации стента в боковую ветвь. После этого имплантируется стент в главную ветвь. Главные недостатки методики: трудность точной установки стента в боковой ветви и опасность смещения вещества бляшки в боковую ветвь после выполне-

ния второго этапа (стентирования главной ветви). Второй недостаток более опасен, так как его последствия очень трудно исправить на последующих этапах коррекции.

Тип В коррекции состоит в расположении первого стента в главной ветви и дальнейшего провизионального (условного) стентирования боковой ветви в Т-конфигурации через ячейку стента главной ветви. Преимущество такого метода в том, что второй стент используется не обязательно, а по показаниям. В процессе коррекции почти всегда применяется методика прижатия стентом главной ветви проводника, введенного в боковую ветвь, так называемая методика посаженного в тюрьму проводника. После обмена проводников через ячейку стента главной ветви в боковую ветвь вводится баллон. Далее либо производится дилатация устья боковой ветви отдельным баллоном, либо выполняется формирование бифуркации двумя баллонными катетерами по методике «целующихся баллонов» (рис. 2). Этот тип коррекции в клинической практике используется наиболее часто.

Тип С коррекции называют еще методикой culotte или «стентов-брюк». Эта методика стентирования была впервые описана В. Chevalier с соавт. в 1998 г. и считается одной из самых элегантных методик стентирования обеих ветвей бифуркации [43]. Основным условием ее выполнения является использование стентов с открытыми ячейками, или стентов, имеющих закрытые ячейки, расширяющиеся до такого диаметра, который бы соответствовал диаметрам главной и боковой ветвей и позволил полностью прижать структуры стента к стенкам ветвей. После предилатации обеих ветвей один из проводников удаляется, как правило, из более прямой ветви, которая чаще является главной. Первой стентруется ветвь, отходящая под углом, — боковая. После этого проводник извлекается из стентированной ветви и вводится через ячейку стента в нестентированную ветвь. Ячейка стента расширяется баллонным катетером. Через нее вводится второй стент таким образом,



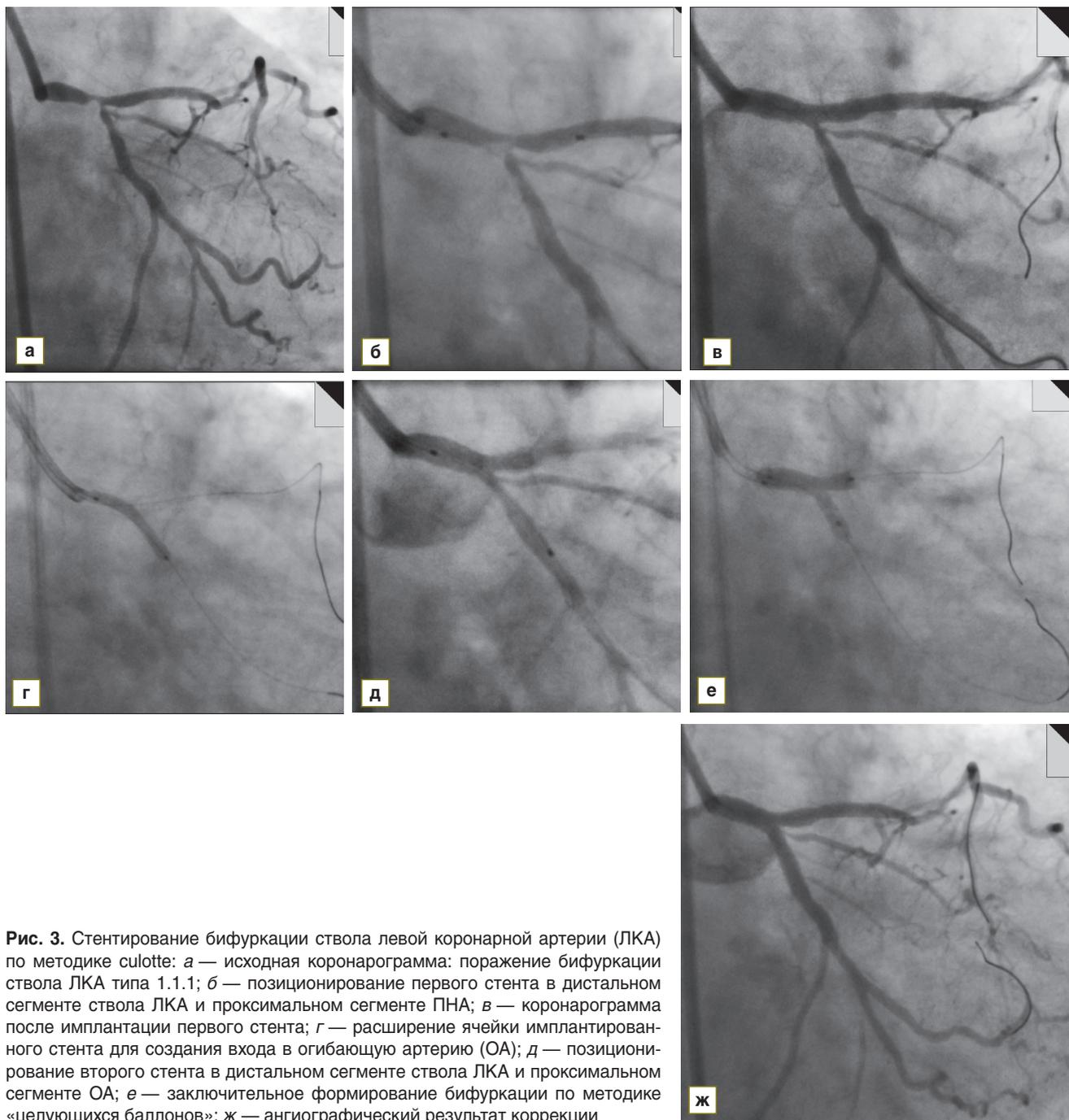
**Рис. 2.** Провизиональное (условное) Т-стентирование (тип В по Т. Lefevre с соавт.) бифуркации передней нисходящей (ПНА) и диагональной (ДА) артерий: *а* — исходная коронарограмма: поражение ПНА и ДА, относящееся к типу 1.1.1 (стрелка); *б* — позиционирование стента в ПНА; *в* — имплантация стента в главную ветвь (ПНА) при введенном в боковую ветвь (ДА) проводнике (методика «посаженного в тюрьму проводника»); *г* — заключительное формирование бифуркации по методике «целующихся баллонов»; *д* — ангиографический результат коррекции

чтобы его проксимальная часть располагалась внутри проксимальной части ранее имплантированного стента. Имплантируется второй стент. Затем в боковую ветвь через ячейку второго стента вводится проводник и выполняется финальное формирование бифуркации по методике «целующихся баллонов» (рис. 3). Особенность этой методики в том, что проксимальнее бифуркации артерия покрывается двумя слоями стентов, дистальнее бифуркации главная и боковая ветви покрываются одним стентом. Логично предположить, что формирование бифуркации таким способом с помощью покрытых стентов создаст проксимальнее бифуркации двойную концентрацию лекарственного вещества и теоретически может препятствовать нормальной эндотелизации стента. Тем не менее А. Colombo отмечает, что использование стента Taxus при выполнении culotte-стентирования каких-либо проблем, связанных с двойной концентрацией лекарственного вещества, не вызвало [36].

Тип D заключается в раздельной имплантации двух стентов в каждое устье бифуркации. Такая методика называется еще V-стентированием, или kissing-стентированием (рис. 4). При необходимости третий стент

имплантируется проксимальнее, превращая V-стентирование в Y-стентирование [44–46]. В связи со сложностью выполнения эта модификация применяется редко. Во время тестовых испытаний на стенде показано, что стенты после Y-стентирования выглядят далеко не оптимально. Р.В. Johnston с соавт. и N.M. Robinson с соавт., изучавшие клинические результаты Y-стентирования с помощью интракоронарного ультразвукового исследования, отметили, что, несмотря на оптимальный ангиографический результат коррекции, в артерии остаются участки поражения, не покрытые стентами [47, 48]. Авторы считают, что этот феномен может способствовать подострому тромбозу и развитию рестеноза.

В последующие годы был предложен еще ряд методик коррекции коронарных бифуркаций. Так называемые Бразильская и Австралийская методики были предложены прежде всего для обеспечения безопасности боковой ветви [49–51]. Тем не менее они не получили широкого практического распространения из-за риска неправильного расположения или соскальзывания стента с доставочной системы.

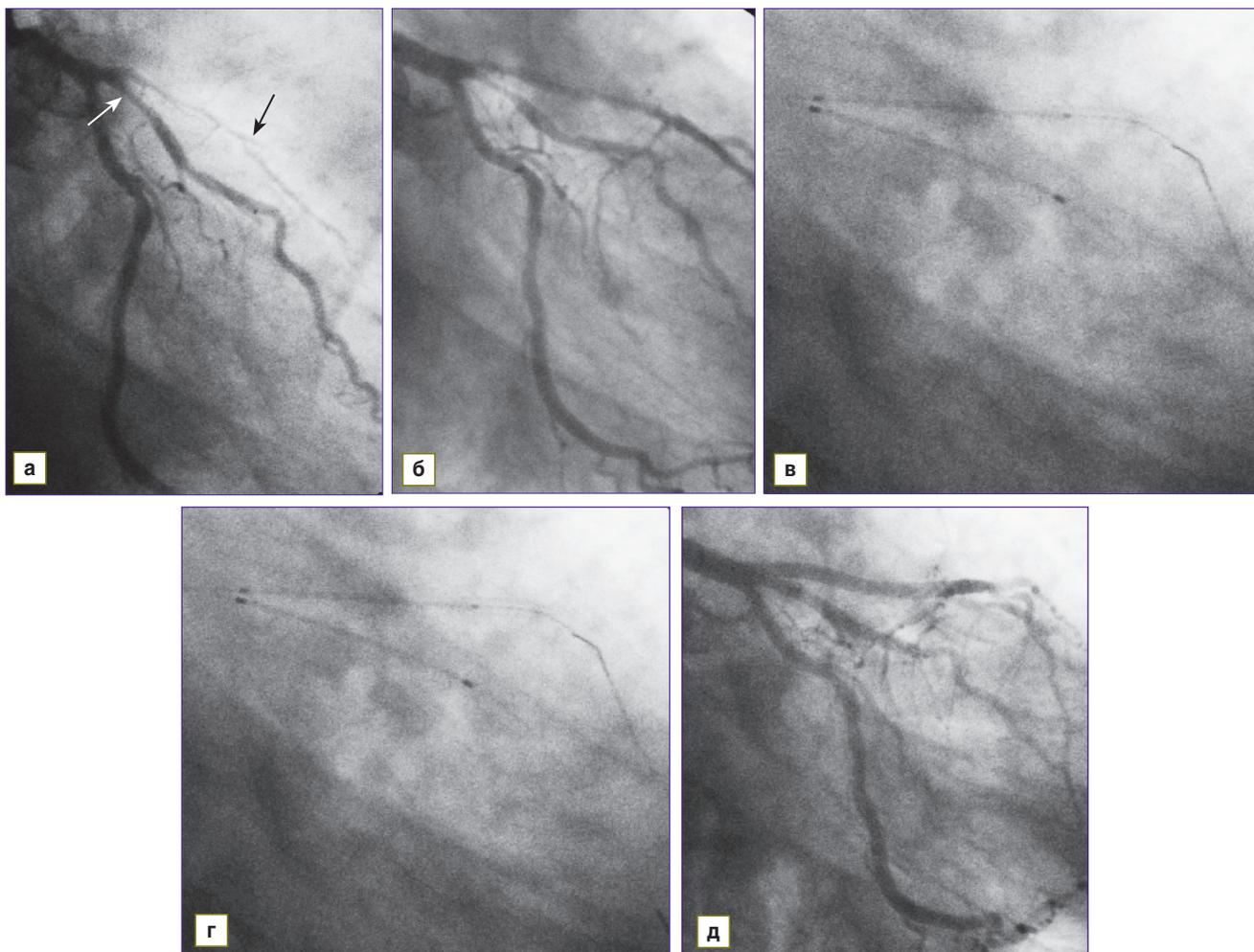


**Рис. 3.** Стентирование бифуркации ствола левой коронарной артерии (ЛКА) по методике culotte: *а* — исходная коронарограмма: поражение бифуркации ствола ЛКА типа 1.1.1; *б* — позиционирование первого стента в дистальном сегменте ствола ЛКА и проксимальном сегменте ПНА; *в* — коронарограмма после имплантации первого стента; *г* — расширение ячейки имплантированного стента для создания входа в огибающую артерию (ОА); *д* — позиционирование второго стента в дистальном сегменте ствола ЛКА и проксимальном сегменте ОА; *е* — заключительное формирование бифуркации по методике «целующихся баллонов»; *ж* — ангиографический результат коррекции

Для коррекции поражения, расположенного непосредственно проксимальнее бифуркации (тип 1.0.0), A. Alberti с соавт. и Y. Kobayashi с соавт. использовали методику «юбки» (skirt technique) [52, 53]. Для проведения стентирования по этой методике стент должен быть смонтирован на двух баллонах, проведенных параллельно друг другу. Такая доставочная система продвигается по двум проводникам до тех пор, пока дистальные части баллонных катетеров не будут введены в устья главной и боковой ветвей. После этого выполняется имплантация стента методикой «целующихся баллонов».

М. Рап с соавт. [54] исследовали эффективность так называемой трехшаговой стратегии при коррекции

бифуркационных поражений. Первый «шаг» включал баллонную ангиопластику боковой ветви с последующим стентированием главной ветви. Если после этого в устье боковой ветви сохранялся стеноз более 50% диаметра, исследователи выполняли второй «шаг». Он представлял собой повторную баллонную ангиопластику устья боковой ветви через ячейку стента. Если же и после этого в устье боковой ветви сохранялся гемодинамически значимый стеноз, выполнялся третий «шаг»: стентирование боковой ветви. «Трехшаговая» стратегия позитивно отличается от других подходов гибкостью и стремлением ограничить травматичность вмешательства в отношении стенки коронарной артерии.



**Рис. 4.** V-стентирование (тип D по Т. Lefevre с соавт.) бифуркации ПНА и ДА: а — на исходной коронарограмме определяются продленный стеноз ПНА, начинающийся от устья ДА и заканчивающийся окклюзией на границе проксимального и среднего сегментов ПНА (черная стрелка), стеноз в устье крупной ДА (белая стрелка), образующий бифуркационное поражение типа 0.1.1; б — коронарограмма после проведения реканализации и дилатации ПНА; в — позиционирование двух стентов в ПНА и ДА; г — имплантация стентов в V-образной конфигурации; д — ангиографический результат коррекции

Методика «модифицированного Т-стентирования» была предложена А. Colombo в 2002 г. [36]. Она состоит в позиционировании проксимальной части стента боковой ветви в средней части главной ветви. Стент боковой ветви имплантируется, когда стент главной ветви находится на своем месте. После имплантации стента боковой ветви его доставочная система и проводник выводятся из боковой ветви. Имплантируется стент главной ветви. Повторно вводится проводник в боковую ветвь и выполняется дилатация по методике «целующихся баллонов» (для исправления возможной деформации стента боковой ветви во время стентирования главной ветви). Описанная методика полезна в той ситуации, когда боковая ветвь отходит под углом, близким к 90°. Основное преимущество ее — точное стентирование устья боковой ветви.

Методика «раздавливания» (crush technique), также предложенная А. Colombo [55], является «экстремальным» вариантом предыдущей стратегии и состоит в размещении как минимум 5 мм проксимальной части стента боковой ветви в просвете главной ветви. Этот

участок стента прижимается к стенке стентом главной ветви — «раздавливается». Затем повторно катетерируется боковая ветвь через ячейки двух стентов и выполняется постдилатация бифуркации по методике «целующихся баллонов». К недостаткам методики относится затрудненный доступ к боковой ветви, а также пролабирование раздавленного участка стента боковой ветви в просвет главной ветви.

Модификацию методики «раздавливания» предложили Р.О. Lim с соавт. [56]. Сущность ее заключается в том, что в момент имплантации стента в боковую ветвь в главной ветви находится не стент, а баллонный катетер, и «раздавливание» части стента боковой ветви производится этим баллонным катетером. После этого баллонный катетер в главной ветви заменяется на доставочную систему со стентом и производится стентирование главной ветви. Причина такого усложнения методики — в стремлении авторов использовать лучевой доступ, в большинстве случаев не позволяющий применять направляющий катетер большого диаметра (7F и более).

	<b>M</b> Main prox. first	<b>A</b> Main Across side first	<b>D</b> Distal first	<b>S</b> Side branch first
1 stent	 PM stenting	 MB stenting across SB	 DM stenting    Provisional SKS	 SB ostial stenting
After balloon	 Skirt	 MB stenting + SB balloon    MB stenting + kissing		 SB minicrush    SB crush
2 stents	 Skirt + DM    Skirt + SB	 Elective T stenting    Internal crush    Culotte    TAP	 V stenting    SKS	 Syst. T Stenting    Minicrush    Crush
3 stents	 Extended V		 Trouser legs and seat	

**Рис. 5.** Классификация MADS типов эндоваскулярной коррекции бифуркационных поражений коронарных артерий

Для систематизации множества методик и их разновидностей разработана классификация MADS, которая была одобрена и предложена к использованию в практической деятельности Европейским бифуркационным клубом [57]. Классификация представлена таблицей (рис. 5). В ней распределение по столбцам зависит от того, в какой сегмент бифуркации имплантируется первый стент: M (**M**ain prox. first) — первый стент имплантируется в проксимальный сегмент главной ветви, A (**A**main **A**cross side first) — первый стент имплантируется через устье боковой ветви, D (**D**istal first) — первый стент имплантируется в дистальный сегмент главной ветви, S (**S**ide branch first) — первой стентуруется боковая ветвь. Распределение по строкам таблицы определяется другими деталями коррекции: общим количеством имплантированных стентов, особенностями их расположения и т.д. Приведенная классификация может пополняться новыми методиками, сведения о которых периодически появляются в литературе.

## References

1. Stankovic G., Darremont O., Ferenc M. et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions: 2008 consensus document from the fourth meeting of the European Bifurcation Club. *Eurointervention* 2009; 5(1): 39–49.
2. Mathias D.W., Nioney J.F., Lange H.W. Frequency of success and complications of coronary angioplasty of a stenosis at the ostium of a branch vessel. *Am J Cardiol* 1991; 67: 491–498.
3. Al Suwaidi J., Yeh W., Cohen H.A., Detre K.M., Williams D.O., Holmes D.R.Jr. Immediate and one-year

outcome in patients with coronary bifurcation lesions in the modern era (NHLBI dynamic registry). *Am J Cardiol* 2001 May 15; 87(10): 1139–1144.

4. Brueck M., Scheinert D., Flachskampf F.A., Daniel W.G., Ludwig J. Sequential vs. kissing balloon angioplasty for stenting of bifurcation coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002 Apr; 55(4): 461–466.
5. Hoye A., van der Giessen W.J. New approaches to ostial and bifurcation lesions. *J Interv Cardiol* 2004 Dec; 17(6): 397–403.
6. George B.S., Myler R.K., Stertz S.H. et al. Balloon angioplasty of bifurcation lesions: the kissing balloon technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1986; 12: 124–138.
7. Oesterle S.N., McAuley B., Buchbinder M., Simpson J.B. Angioplasty in coronary bifurcations: single-guide, two-wire technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1986; 12: 57–63.
8. Bonzel T., Wooschlagel H., Kasper W., Meinertz T., Just H. The sliding rail system ("monorail"): description of a new technique for intravascular instrumentation and its application to coronary angioplasty. *Z Kardiol* 1987; 76: 780–789.
9. Finci L., Meier B., Divernois J. Percutaneous coronary angioplasty of a bifurcation narrowing using the kissing wire monorail balloon technique. *Am J Cardiol* 1987; 60: 375–376.
10. Vallbracht C., Kober G., Kaltenbach M. Double long-wire technique for percutaneous transluminal coronary angioplasty for narrowings at major bifurcations. *Am J Cardiol* 1987; 60: 907–909.
11. Myler R.K., McConahey D.R., Stertz S.H. et al. Coronary bifurcation stenosis: the kissing balloon probe technique via a single guiding catheter. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989; 16: 267–278.

12. O'Keefe J.H.Jr., Holmes D.R., Reeder G.S. et al. A new approach for dilation of bifurcation stenosis: the dual Probe Technique. *Mayo Clin Proc* 1989; 64: 277–281.
13. Ciampicotti R., El Gamal M., Vangelder B., Bonnier J., Taverne R. Coronary angioplasty of bifurcational lesions without protection of large side branches. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 27: 191–196.
14. Castriz J.L., Canales M.L., Reynolds D.W. Kissing balloon technique in complex PTCA. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 28: 358–369.
15. Fischman D.L., Savage M.P., Leon M.B. et al. Fate of lesion-related side branches after coronary artery stenting. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1641–1646.
16. Mazur W., Grinstead C., Hakim A.H. et al. Fate of side branches after intracoronary implantation of the Gianturco-Roubin Flex-Stent for acute or threatened closure after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1994; 74: 1207–1210.
17. Nakamura S., Hall P., Maiello L., Colombo A. Techniques for Palmaz-Schatz stent deployment in lesion with a large side branch. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1995; 34: 353–361.
18. Pan M., Medina A., Suares de Lezo J. et al. Follow-up patency of side branches covered by intracoronary Palmaz-Schatz stent. *Am Heart J* 1995; 129: 436–440.
19. Arora R.R., Raymond R.E., Dimas A.P. et al. Side branch occlusion during coronary angioplasty: incidence, angiographic characteristic, and outcome. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989; 18: 210–212.
20. Carlier S.G., van der Giessen W.J., Foley D.P. et al. Stenting with a true bifurcated stent: acute and mid-term follow-up results. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999 Jul; 47(3): 361–396.
21. Kotevski V., Pejkov H. Stenting of coronary bifurcation lesions: case series. *Croat Med J* 2002 Dec; 43(6): 652–655.
22. Koller P., Safian R., Bifurcation stenosis. In: Freed M., Grines C., Safian R.D. *The new manual of interventional cardiology* 1996; 233–246.
23. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C. et al. Stenting of bifurcation lesions: a rational approach. *J Interv Cardiol* 2001 Dec; 14(6): 573–585.
24. Lefevre T., Gunasekaran S., Louvard Y. et al. Approach to coronary bifurcation stenting in 2003. In: J. Marco, P. Serruys, G. Biamino. *The Paris course on revascularisation* 2003; 14: 127–154.
25. Lefevre T., Garot P., Louvard Y., Morice M.-C. Approach to coronary bifurcation stenting in 2004. In: J. Marco, P. Serruys, G. Biamino. *The Paris course on revascularisation* 2004; 15: 129–152.
26. Gorbenko P.I., Kozlov S.V., Novosel'tsev S.L. et al. *Mezhdunarodnyy zhurnal interventsiionoy kardiologii* 2008; 14: 25–27.
27. Lefevre T., Louvard Y., Morice M.C. et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments and results. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000 Mar; 49(3): 274–283.
28. Medina A., Surez de Lezo J., Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol* 2006; 59(2): 183–184.
29. Mintz G.S., Popma J.J., Pichard A.D. et al. Arterial remodeling after coronary angioplasty. A serial intravascular ultrasound study. *Circulation* 1996; 94: 35–43.
30. Vetrovec G.W., Cowely M.J., Wolfgang T.C. et al. Effects of percutaneous transluminal coronary angioplasty on lesion associated branches. *Am Heart J* 1985; 109: 921–925.
31. Boxt L.M., Meyerovitz M.F., Taus R.H. et al. Side branch occlusion complicating percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Radiology* 1986; 161: 681–683.
32. Vallbracht C., Kober G., Kaltenbach M. Double long-wire technique for percutaneous transluminal coronary angioplasty for narrowings at major bifurcations. *Am J Cardiol* 1987; 60: 907–909.
33. Fischman D.L., Savage M.P., Leon M.B. et al. Fate of lesion-related side branches after coronary artery stenting. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1641–1646.
34. Kolombo A., Latib A. Lechenie bifurkatsionnykh porazheniy. V kn.: *Rukovodstvo po rentgenoendovaskulyarnoy khirurgii serdtsa i sosudov. Rentgenoendovaskulyarnaya khirurgiya ishemicheskoy bolezni serdtsa. T. III.* [Treatment of bifurcation lesions. In: Guide to roentgeno-endovascular cardiac and vascular surgery. Roentgeno-endovascular surgery of coronary heart disease. Vol. III.] Nauchnyy redaktor L.A. Bokeriya, B.G. Alekyan] [Science editor L.A. Bokeriya, B.G. Alekyan]. Moscow: Izd-vo NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN; 2008; c. 404–416.
35. Chaudhry E.C., Dauerman K.P., Sarnoski C.L. et al. Percutaneous coronary intervention for major bifurcation lesions using the simple approach: risk of myocardial infarction. *J Thromb Thrombol* 2007; 4: 39–43.
36. Colombo A., Stankovic G., Martini G. Complex lesions. Part I — Bifurcational lesions. In: A. Colombo, G. Stankovic (editors). *Colombo's Tips and Tricks* 2005; 34–54.
37. Ioseliani D.G., Gromov S.P., Semitko S.P. et al. *Mezhdunarodnyy zhurnal interventsiionoy kardiologii* 2005; 8: 17–20.
38. Bhargava B., Waksman R., Lansky A.J. et al. Clinical outcomes of compromised side branch (stent jail) after coronary stenting with NIR stent. *Cathet Cardiovasc Interv* 2001; 54: 295–300.
39. Meier B., Gruntzig A.R., King S.B. et al. Risk of side branch occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1984; 53: 10–14.
40. Weinstein J.S., Baim D.S., Siperly M.E. et al. Salvage of branch vessels during bifurcation lesion angioplasty: Acute and long-term follow-up. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991; 22: 1–6.
41. Carrie D., Karouny E., Chouairi S. et al. "T"-shaped stent placement: Technique for the treatment of dissected bifurcation lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 37: 311–313.
42. Carison T.A., Guarneri E.M., Stevens K.M. et al. "T-stenting": the answer to bifurcation lesions? *Circulation* 1996; 94: 86–87.
43. Chevalier B., Glatt B., Royer T. et al. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the "culotte" technique. *Am J Cardiol* 1998; 82: 943–949.
44. Fort S., Lazzam C., Schwartz L. Coronary "Y" stenting: A technique for angioplasty of bifurcation stenosis. *Can J Cardiol* 1996; 12: 678–682.
45. Khoja A., Ozbek C., Bay W. et al. Trouser-like stenting:

- a technique for bifurcation lesion. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 41(2): 192–199.
46. Girasis C., Onuma Y., Wong C.-K. et al. Long-term outcome after the V stenting technique in de novo bifurcation lesions using drug-eluting stents. *Eurointervention* 2009 June; 5(2): 197–205.
47. Johnston P.W., Cohen E.A., Fort S. Y-stenting of a bifurcation stenosis using a new radiopaque stent. *J Interv Cardiol* 2001 Feb; 14(1): 21–25.
48. Robinson N.M., Balcon R., Layton C.A. et al. Intravascular ultrasound assessment of culotte stent deployment for the treatment of stenoses at major coronary bifurcations. *Int J Cardiovasc Intervent* 2001 Mar; 4(1): 21–27.
49. Perin M.A., Martinez E.E., Ambrose J.A. et al. A new method for stenting bifurcation lesions with preservation of side branch access. *European J Cardiol* 2000 (abs supp); 21: 640.
50. Aroney N. A new technique to guarantee access to the sidebranch during bifurcational coronary stenting. *J Invasive Cardiol* 2000; 12: 25–28.
51. Spedicato L., Bonin M., Bernardi G. et al. “Side branch stenting”: a novel technique for bifurcation lesions. *J Invasive Cardiol* 2001; 10: 684–688.
52. Alberti A., Missiroli B., Nannini C. “Skirt” technique for coronary artery bifurcation stenting. *J Invasive Cardiol* 2000 Dec; 12(12): 633–636.
53. Kobayashi Y., Colombo A., Adamian M. et al. The skirt technique: A stenting technique to treat a lesion immediately proximal to the bifurcation (pseudobifurcation). *Catheter Cardiovasc Interv* 2000 Nov; 51(3): 347–351.
54. Pan M., Suarez de Lezo J., Medina A. et al. A stepwise strategy for the stent treatment of bifurcated coronary lesions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002 Jan; 55(1): 50–57.
55. Colombo A., Stankovic G., Orlic D. et al. Modified T-stenting technique with crushing for bifurcation lesions: immediate results and 30-day outcome. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003 Oct; 60(2): 145–151.
56. Lim P.O., Dzavik V. Balloon crush: treatment of bifurcation lesions using the crush stenting technique as adapted for transradial approach of percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004 Dec; 63(4): 412–416.
57. Legrand V., Thomas M., Zelisko M. et al. Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions: state-of-the-art. Insights from the second meeting of the European Bifurcation Club. *Eurointervention* 2007 May; 3(1): 44–49.