

Бифуркационные поражения

Атеросклеротические поражения

- Локализация не постоянна
- Однако создается впечатление, что локализация связана с определенными регионами
- Биомеханические силы возможно играют важную роль

Классические риск факторы

- Гипертензия
- Гиперхолестеринемия
- Курение
- Сахарный диабет
- Наследственность

Локализация, рост и прогрессия атеросклероза

Вся коронарная сеть системно
подвергается воздействию риск
факторов,

НО

атеросклеротические поражения чаще
характеризуются фокальным
распространением

Почему атеросклеротические
поражения имеют
специфическую локализацию ?

Причина данного феномена

Чрезвычайно сложная трехпространственная геометрия коронарного русла, включающая большое количество изгибов, бифуркаций и мест ветвления

является причиной

Нарушения ламинарного кровотока, появлением низкого и колебательного напряжения (стресса) стенки артерии (wall shear stress, WSS)

Malek AM, et al, JAMA 1999

Локализация атеросклероза

- Бифуркации
- Трифуркации
- Изгибы
- Со стороны миокарда
- Места ветвлений

Является ли сама геометрия риск фактором ?

- У нас нет одинаковой коронарной геометрии
- Вариабельность коронарной геометрии, по всей видимости, у отдельных пациентов может влиять на развитие и прогрессию атеросклероза
- В настоящее время коронарную геометрию можно рассматривать как риск фактор атеросклероза*

Пульсирующий кровоток

Физиологический феномен, который создает неблагоприятный эффект:

Создает колебания напряжения стенки артерии (wall shear stress, WSS) в результате чего образуются зоны низкого напряжения.

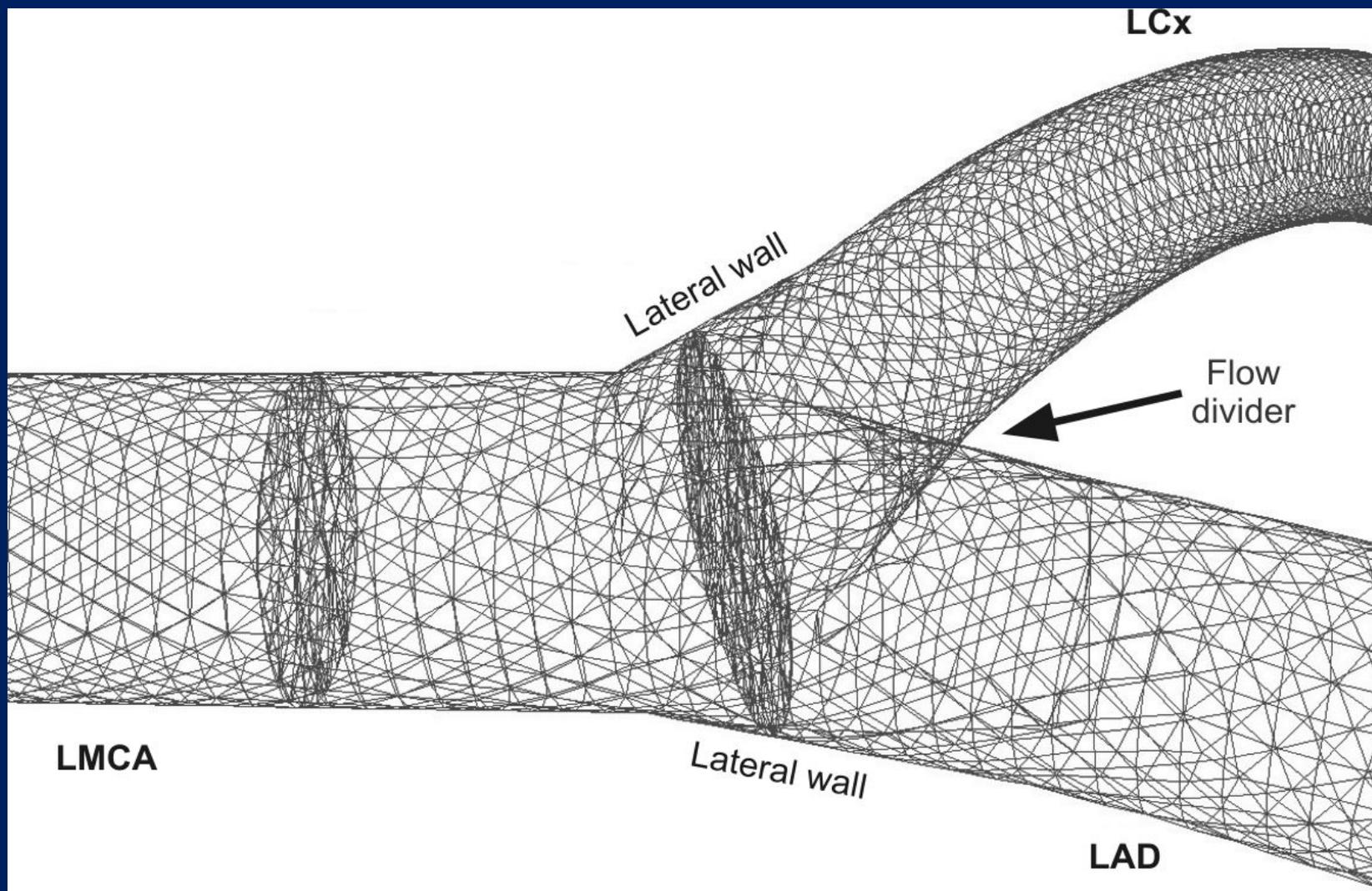
Локальная гемодинамика

Определяет прогрессию атеросклероза с момента появления поражения до разрыва атеросклеротической бляшки

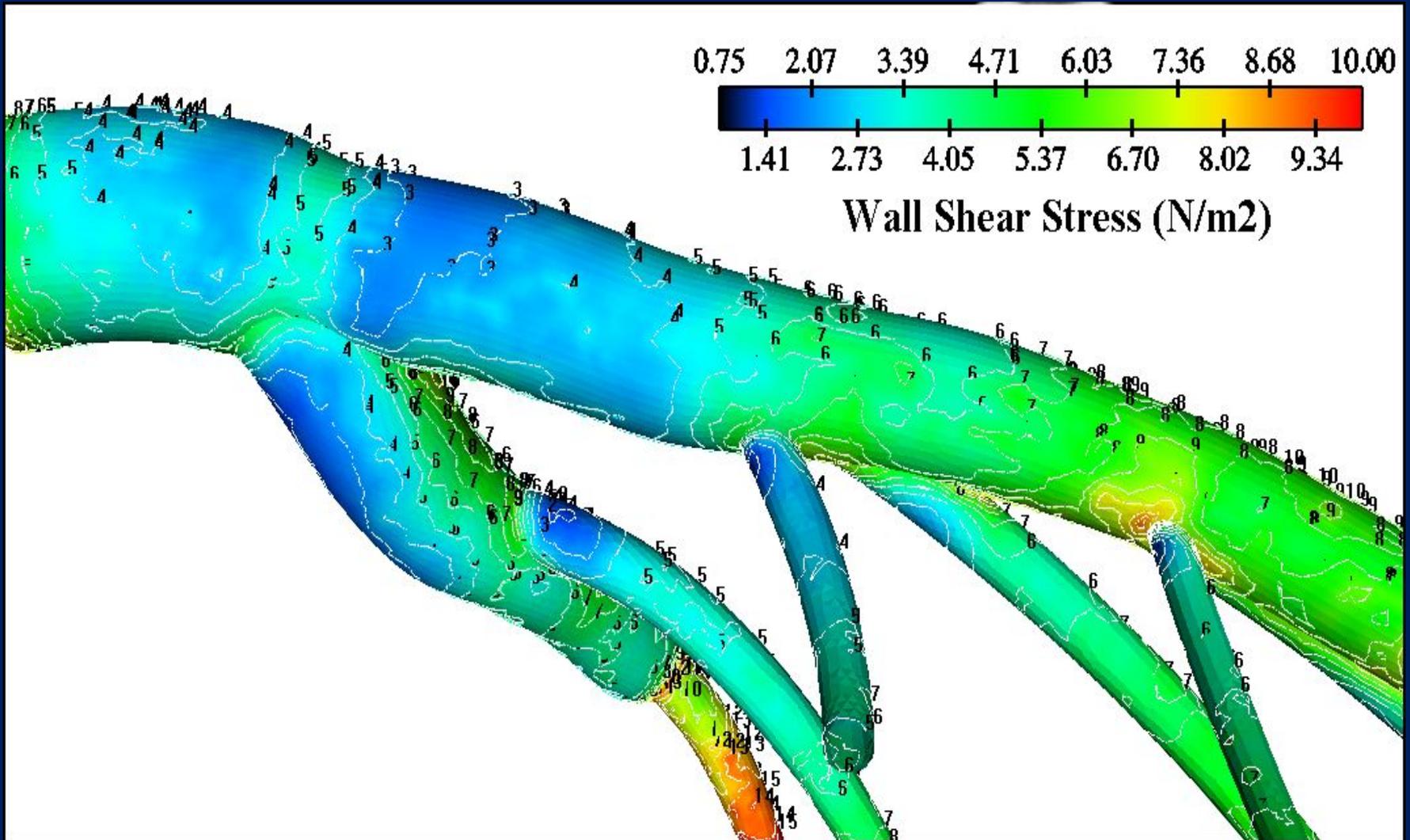
Malek AM, et al, JAMA 1999

Stone PH, et al, Circulation 2003

Бифуркационная модель, 3D-геометрия левой коронарной артерии



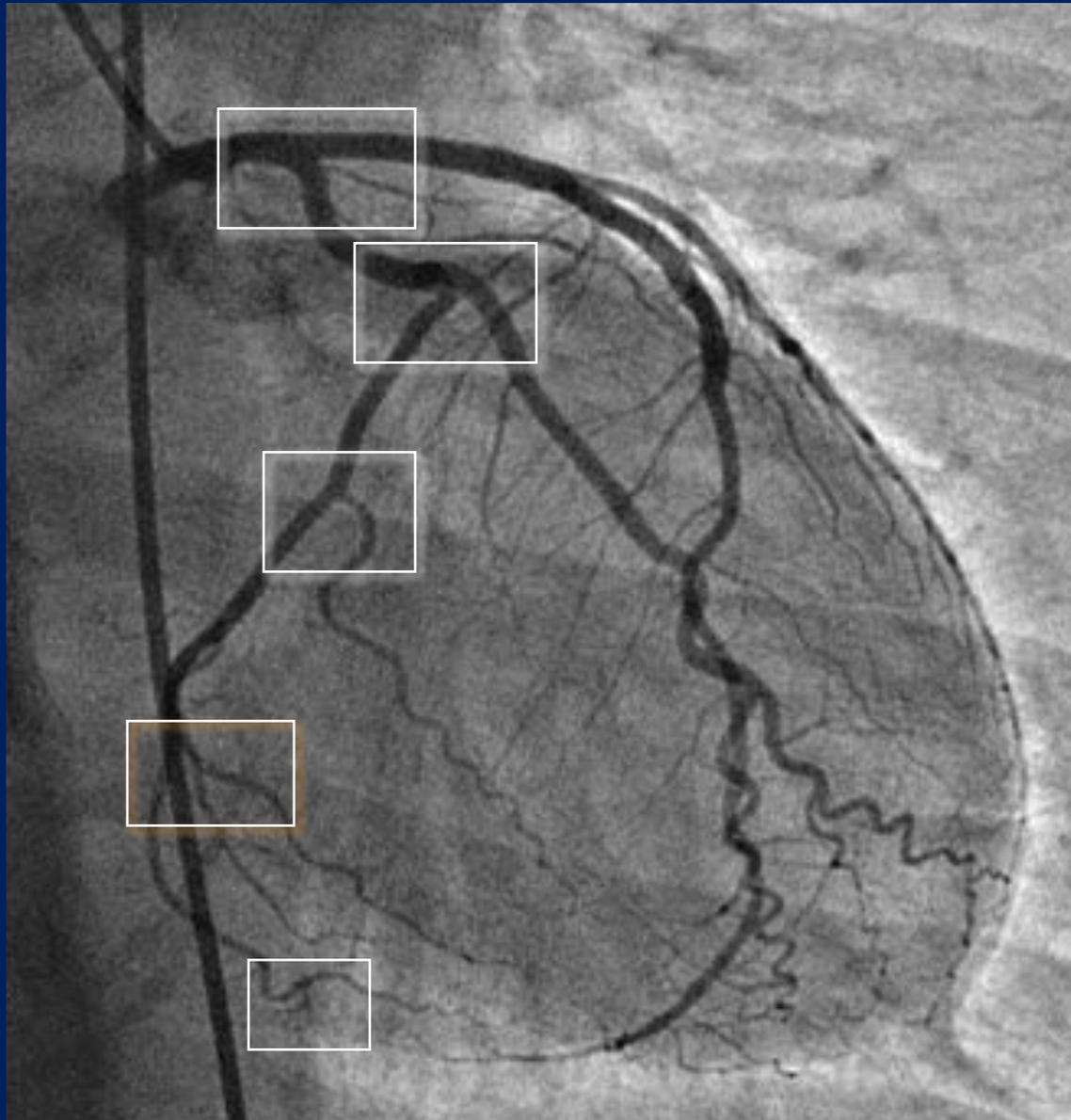
proximal LAD



Некоторые предположения основанные на данных исследований гемодинамики и распространенности атеросклероза :

- Латеральные стенки артерии на экспериментальных моделях демонстрируют низкие значения напряжения (WSS) во время сердечного цикла, особенно в систолу
- Низкий WSS строго ассоциируется с атерогенезом
- Наиболее рискованный период сердечного цикла – систола

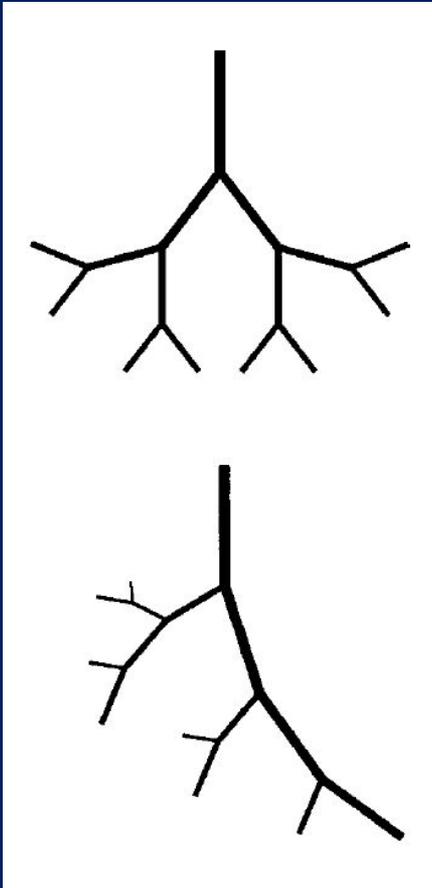
Бифуркации коронарных артерий



Similarity of nature's scaling laws

Vascular trees are the rules of architecture for 3D organs.

Vascular arcades seem to be restricted to 2D organs or surfaces of 3D organs

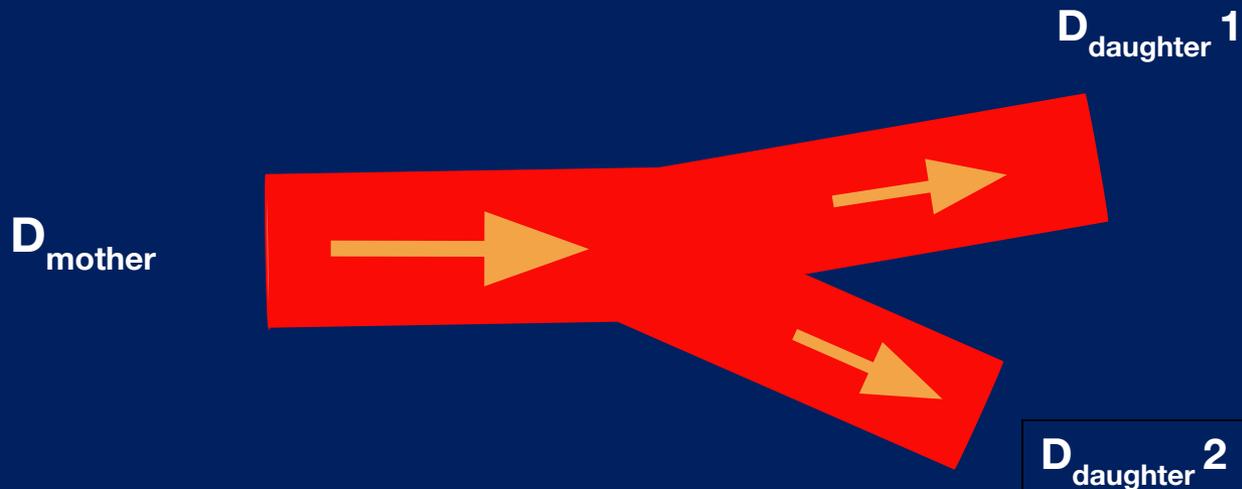


Symmetrical bifurcation

Non-symmetrical bifurcation

Фрактальная геометрия коронарного русла

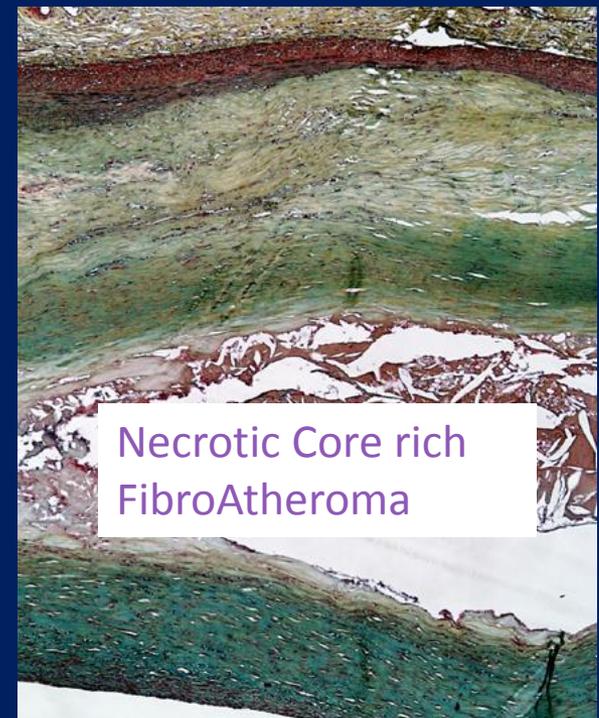
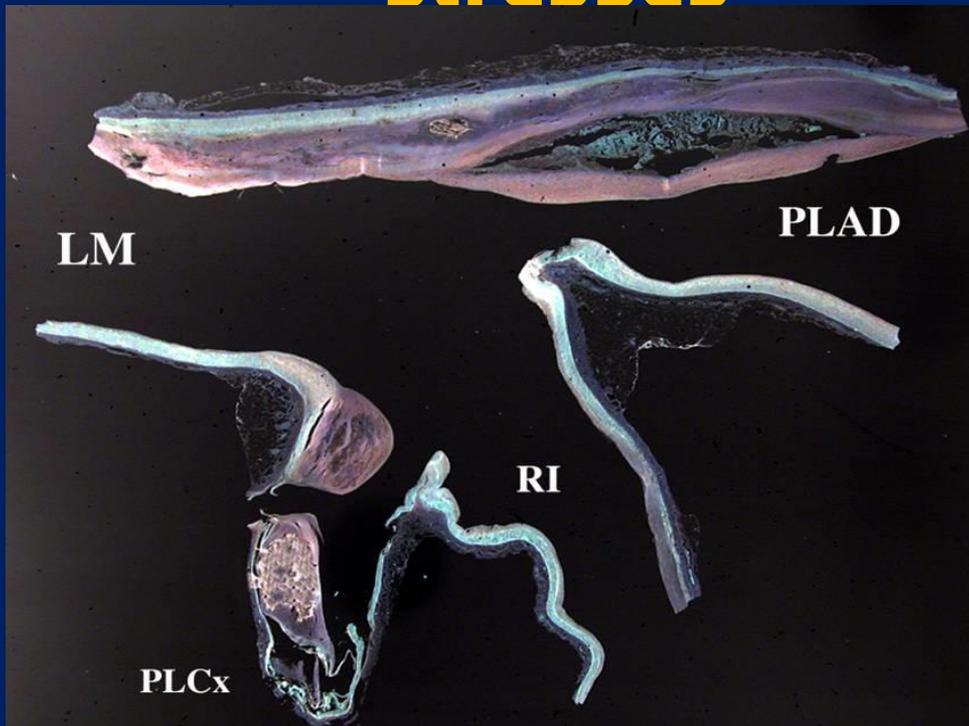
$$D_{\text{mother}} = 0.678 * (D_{\text{daughter 1}} + D_{\text{daughter 2}})$$



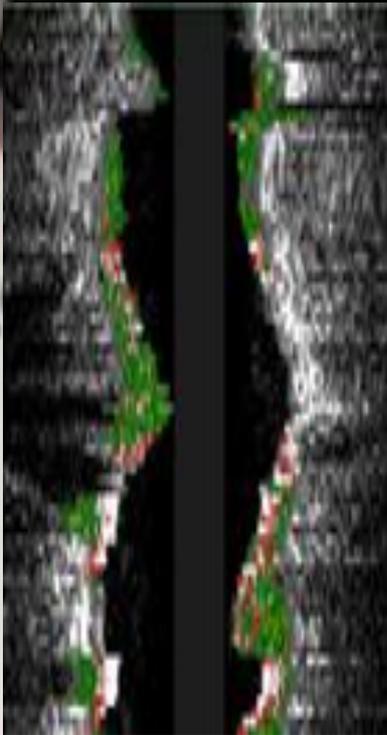
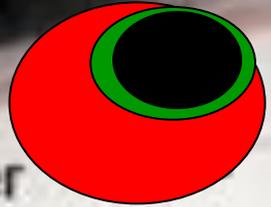
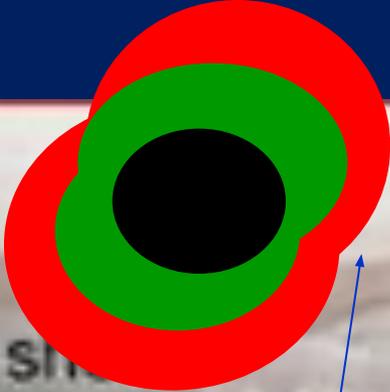
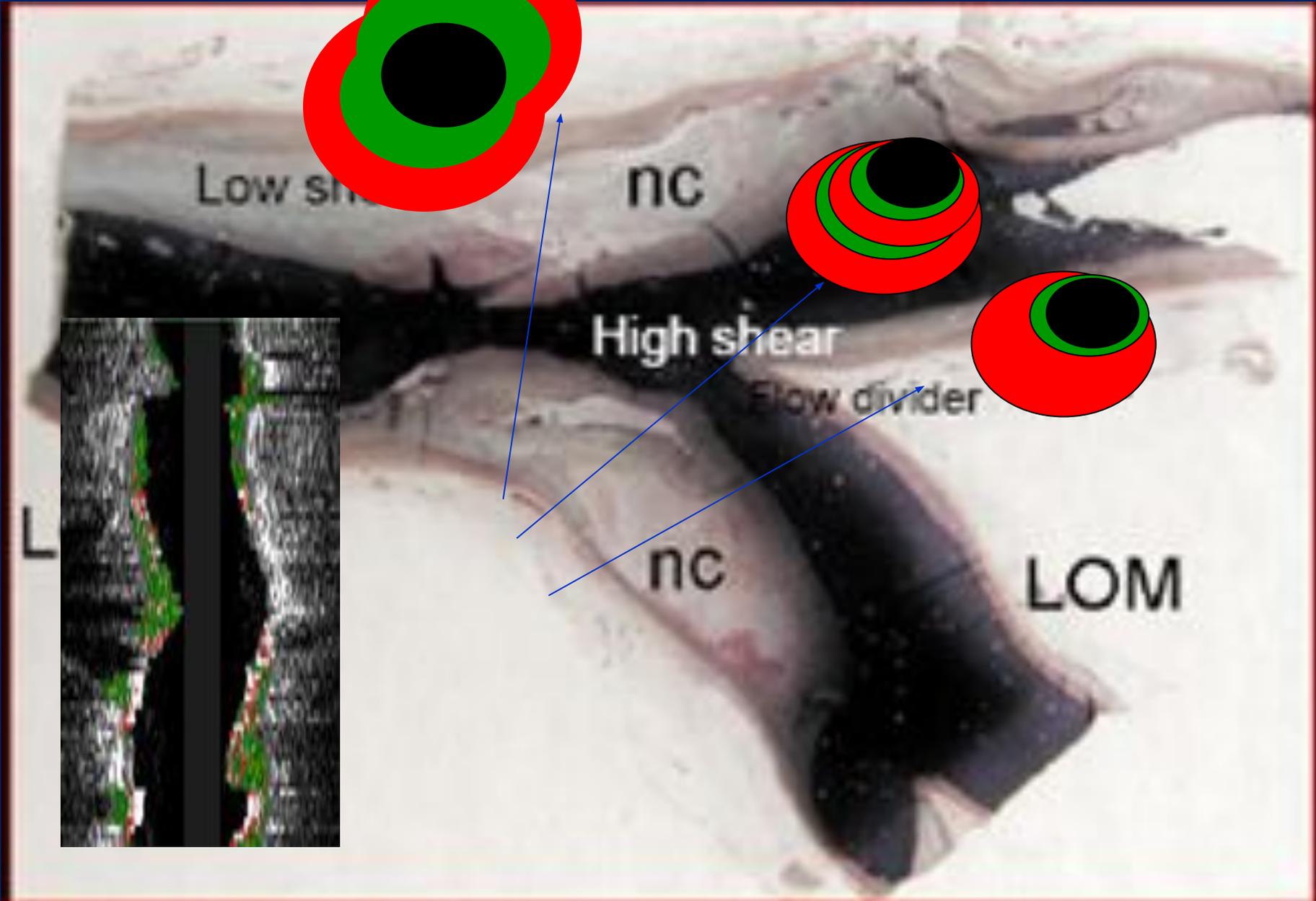
Коронарная болезнь сердца – это болезнь бифуркаций

- Выраженность, локализация и структура зависит от множества факторов
 - Системных/генетических: диабет, гипертензия, гиперлипидемия, фибринолитический профиль крови
 - Системных/приобретенных: курение, ожирение и метаболический синдром, гиперлипидемия
 - Индивидуальных: углы отхождения в местах ветвления
 - От количества предшествующих разрывов бляшки (только 11% бляшек имеют вид впервые разорвавшихся)
- Не существует одинаковых бифуркационных поражений, как и одинаковых больных

Бифуркации предопределяют различный shear stresses



Карина всегда свободна от поражения (за исключением случаев множественных разрывов бляшки, приводящих к более диффузному циркулярному распространению поражения?)



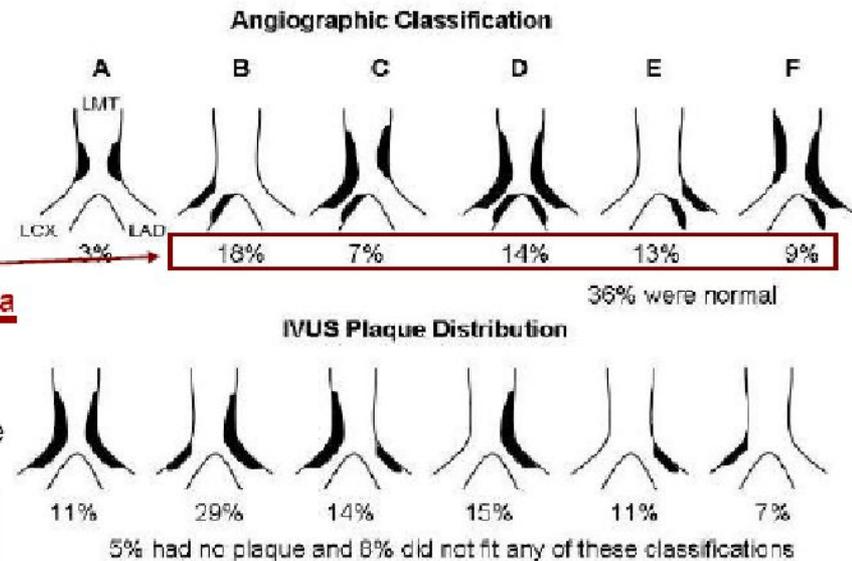
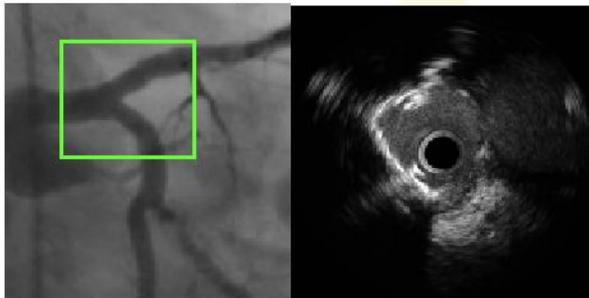
Где располагается бляшка при бифуркационном поражении?



A critical intravascular ultrasound appraisal of the angiographic classification of bifurcation lesions:

Where is the plaque really located ?

- **Methods:** 73 angiograms of distal left main (LM), left anterior descending (LAD) and left circumflex (LCX) lesions with pre-intervention IVUS of both the LAD and LCX as well the LM.
- **Results:** **Angiography** suggested that the carina was involved in **61%**. However, **IVUS showed that the carina was spared in all 73 pts (Figure).**
- **Conclusions** IVUS studies show that the carina is always spared and that the disease is rarely focal.



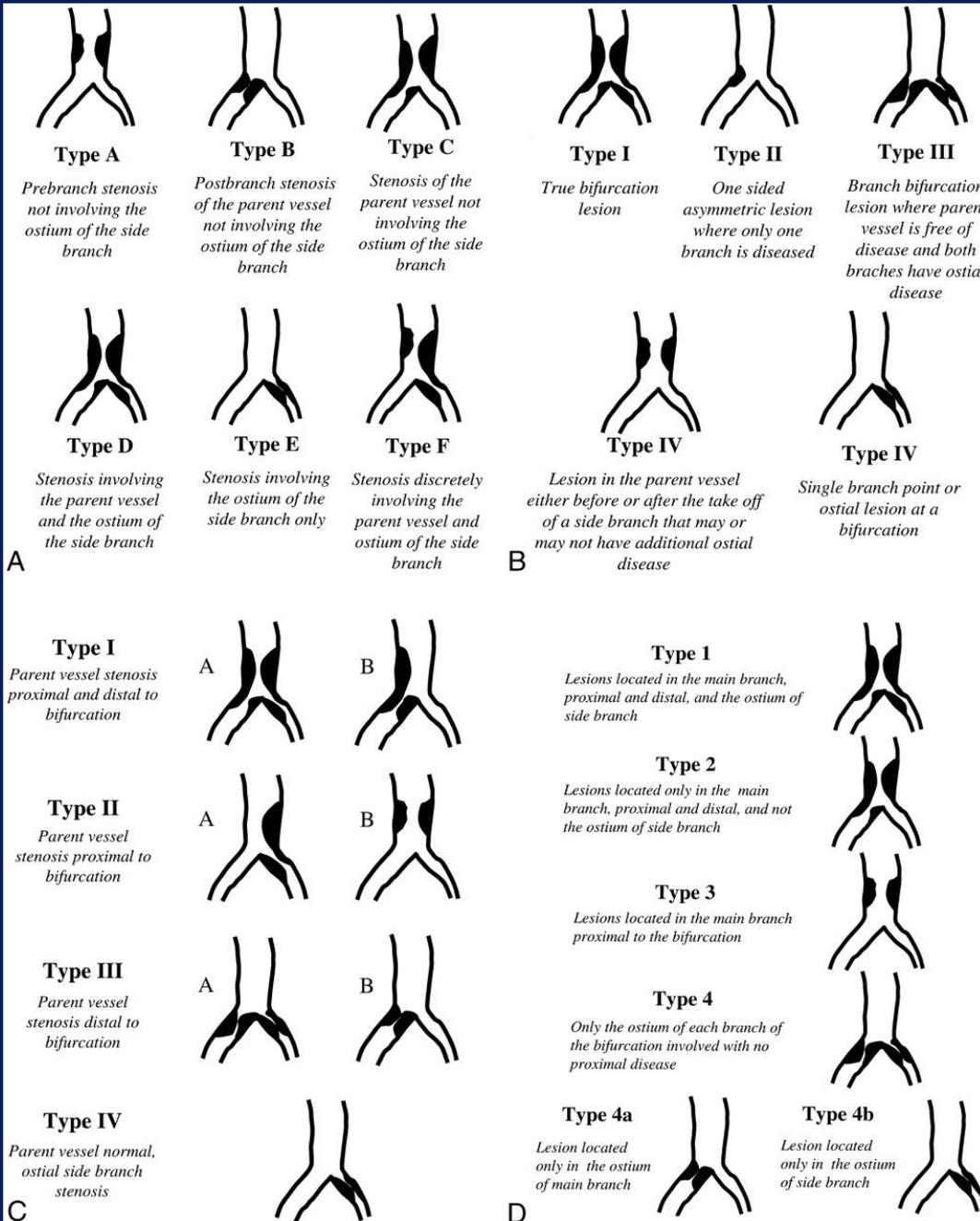
Классификации бифуркационных поражений:

Duke (A),

Sanborn (B),

Safian (C),

Lefevre (D)

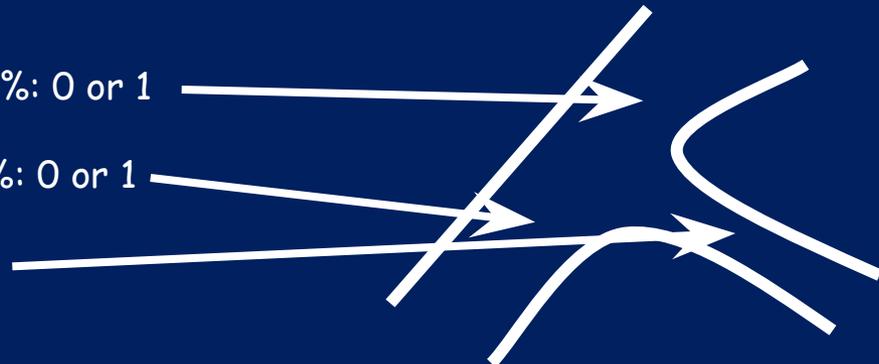


Классификация Medina

1. Магистральная ветвь, прокс.поражение > 50%: 0 or 1

2. Магистральная ветвь, дист.поражение > 50%: 0 or 1

3. Боковая ветвь, поражение > 50%: 0 or 1



1,1,1



1,1,0



1,0,1



0,1,1



1,0,0

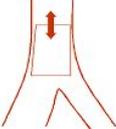
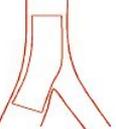
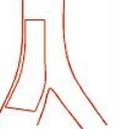
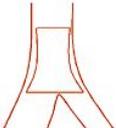
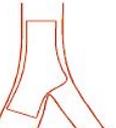
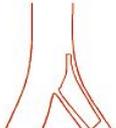
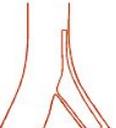
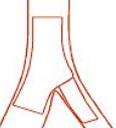
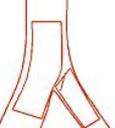
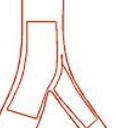
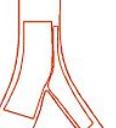
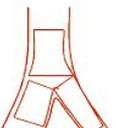


0,1,0

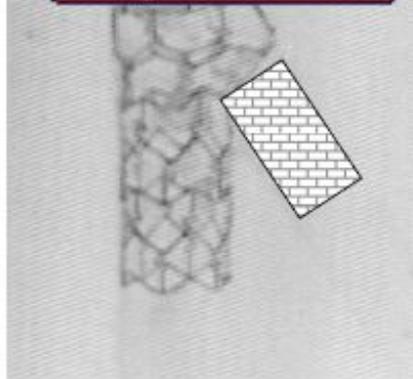
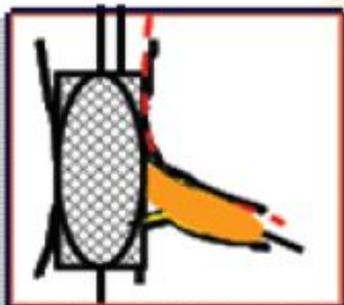


0,0,1

Классификация бифуркационных методик стентирования MADS

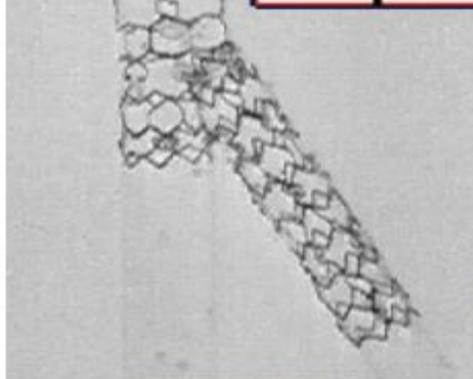
	M Main prox. first	A Main Across side first	D Distal first	S Side branch first
1st stent	 PM stenting	 MB stenting across SB	  DM stenting 1/2 SKS	 SB ostial stenting
After balloon	 Skirt	  MB stenting + SB balloon MB stenting + kissing		  SB minicrush SB crush
2 stents	  Skirt + DM Skirt + SB	    Elective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

Выбор стратегии при бифуркационном поражении

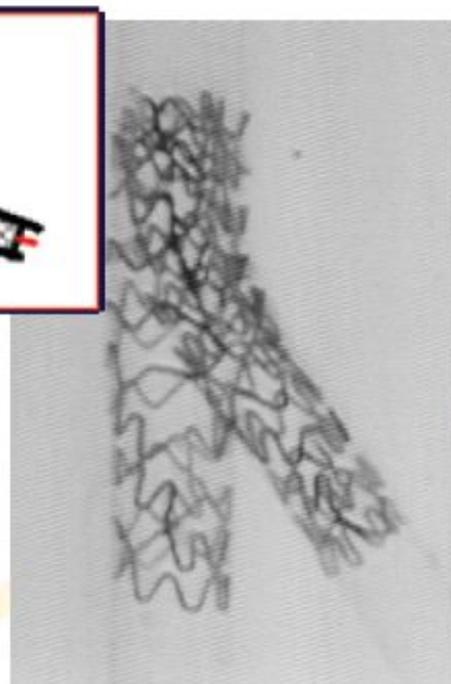


Provisional
T Stenting

Simple



T stenting



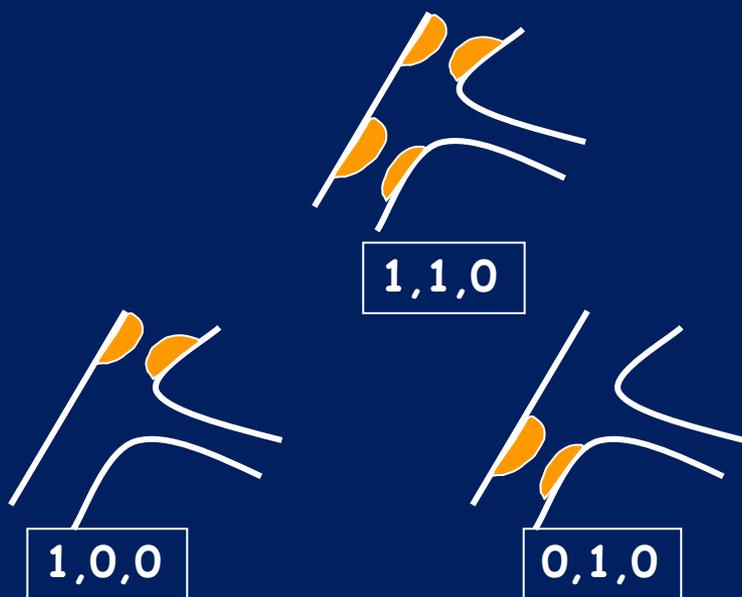
Culotte



Crush

Complex

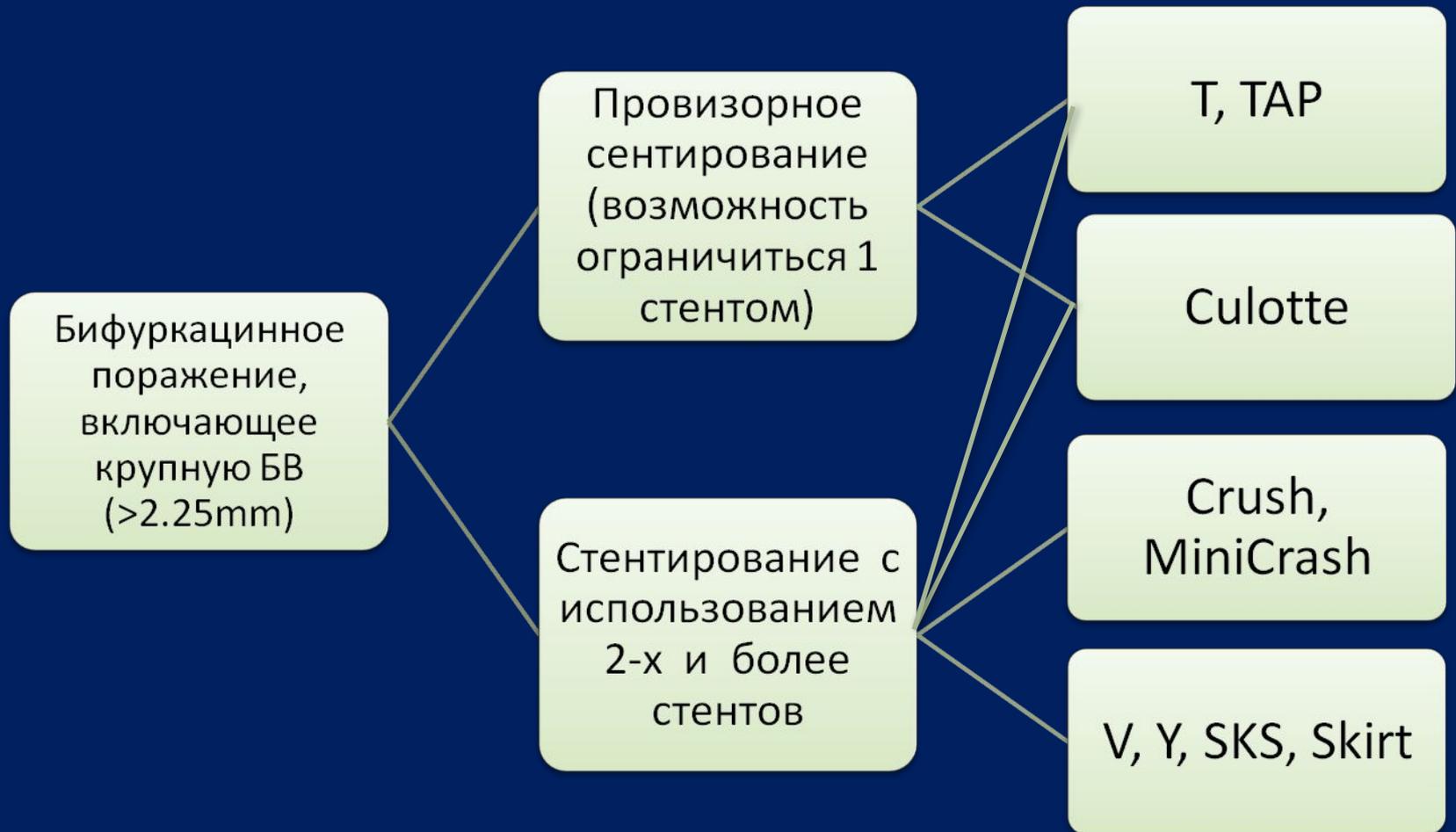
Простая стратегия.



Простейший подход: стент только в магистральную ветвь, без защиты БВ проводником

Усложненный подход: защита БВ проводником, стентирование только МВ, без kissing-дилатации

Сложная стратегия



Провизорное стенмирование.

Когда боковая ветвь не поражена или мало изменена в устье и имеет достаточный диаметр для стентирования



1,1,0



1,0,0



0,1,0

1. Проводниковый катетер 6-8F
2. Два проводника в магистральную и боковую ветвь
3. Предилатация магистральной ветви
4. Стентирование магистральной ветви, оставляя проводник в боковой ветви
5. Переставить проводник из магистральной ветви в боковую и затем убрать прижатый проводник из боковой ветви и провести его заново в магистральную ветвь
6. Целующиеся баллоны
7. Стентирование боковой ветви только при субоптимальном результате (TAP , reverse crush, culotte)

Провизорное Т-стентирование

1. Какая ветвь магистральная?
 - В бассейне какой из ветвей предположительно больше объем жизнеспособного миокарда?
 - В какой ветви наиболее выраженное и протяженное поражение?

2. Удовлетворительный ли результат после катетеризации?
 - Приемлемым считается 30% резидуальный стеноз
 - Считать приемлемым большой резидуальный стеноз если:
 - Нормальный дистальный кровоток (TIMI 3)
 - Фокальное сужение
 - Небольшой объем жизнеспособного миокарда

Сложная стратегия.

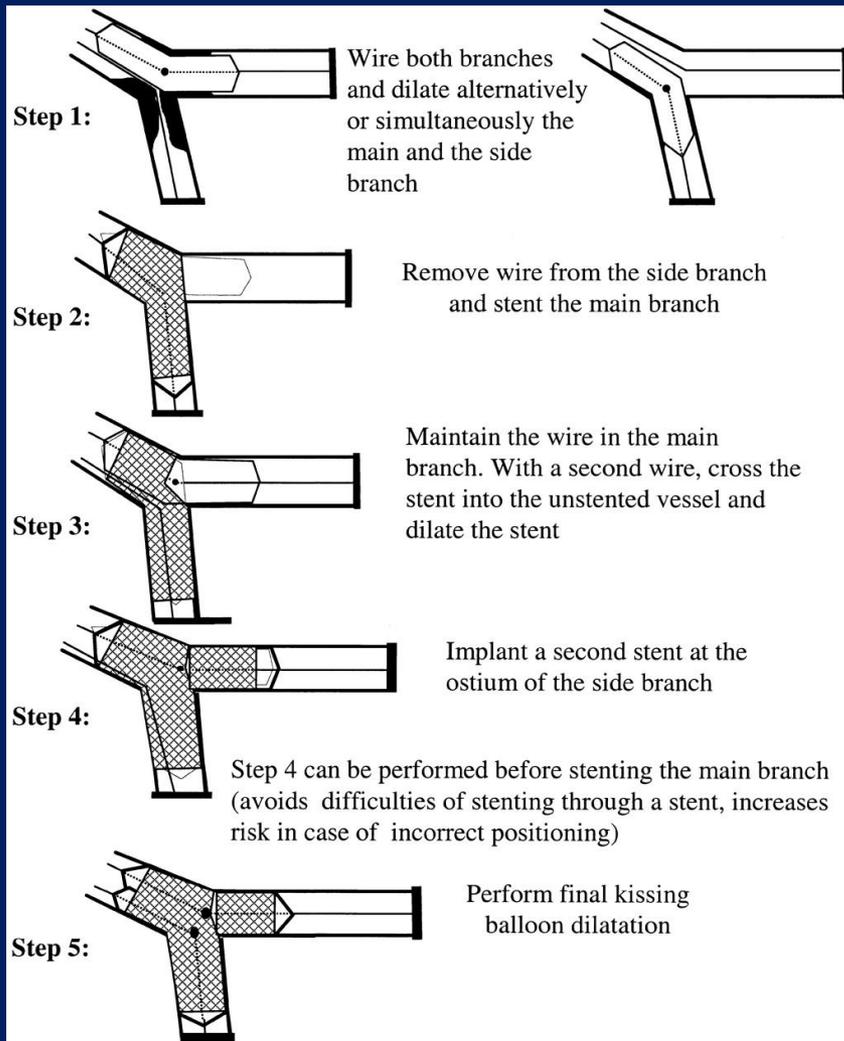
Методики, требующие 2 и более стентов.

Когда поражение боковой ветви распространяется за пределы ее устья и диаметр позволяет имплантировать стент



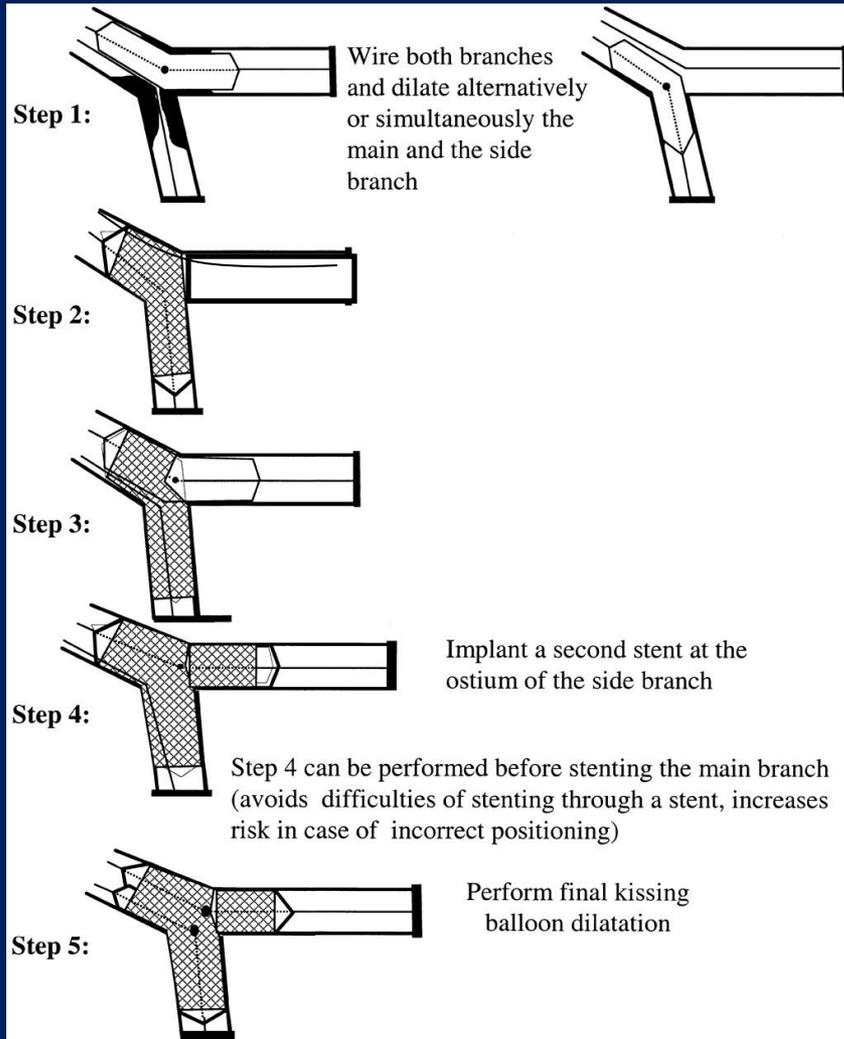
1. Проводниковый катетер 7-8F
2. Два проводника в магистральную и боковую ветвь
3. Предилатация магистральной и боковой ветви
4. Выполнить crush/mini-crush/V-стент/culotte
5. Если crush/mini-crush выполнить смену проводников и предилатацию боковой ветви
6. Целующиеся баллоны

T-стентирование (вариант 1)



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей одномоментной или последовательной преддилатацией
2. Извлечь проводник из боковой ветви и имплантировать стент в магистральную ветвь
3. Сохранить проводник в магистральной ветви, второй проводник провести через ячейку стента в боковую ветвь. Выполнить преддилатацию боковой ветви
4. Имплантировать второй стент в устье боковой ветви
5. Финальное ксисинг разделение

T-стентирование (вариант 2, зажатый проводник)

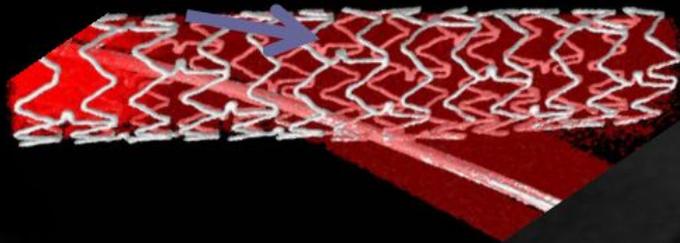


1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей одномоментной или последовательной преддилатацией
2. Имплантация стента в магистральную ветвь без извлечения проводника из боковой ветви (jailed wire)
3. Смена проводников: проводник из магистральной ветви проводится в боковую, затем зажатый проводник в боковой ветви полностью извлекается за пределы стентированного сегмента и проводится в магистральную ветвь. Выполняется преддилатация боковой ветви
4. Имплантация второго стента под устье боковой ветви
5. Финальное kissing раздувание

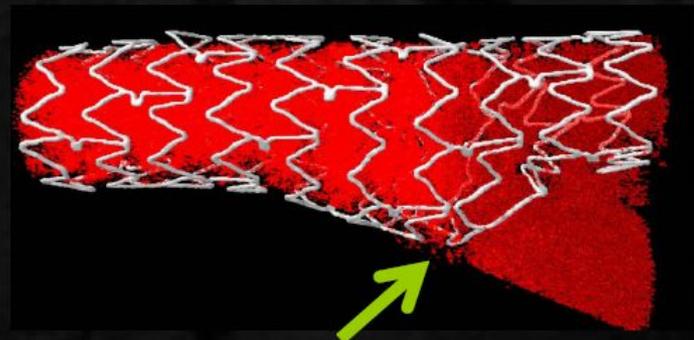
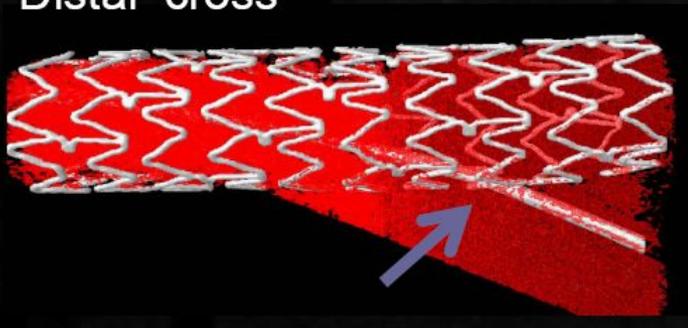
Значимость проведения проводника через дистальную ячейку

Provisional SB Stenting (Proximal vs Distal strut)

Proximal cross



Distal cross



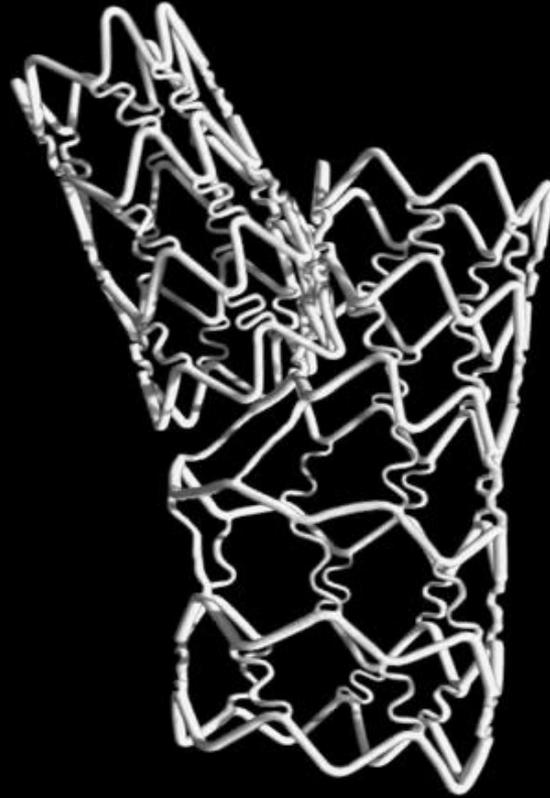
T-стентирование

Преимущества

- Хорошее армирование устья боковой ветви если угол отхождения $80-90^{\circ}$
- Есть возможность закончить процедуру одним стентом (провизорное T-стентирование)
- Прогнозируемый повторный кроссинг при реинтервенциях

Недостатки

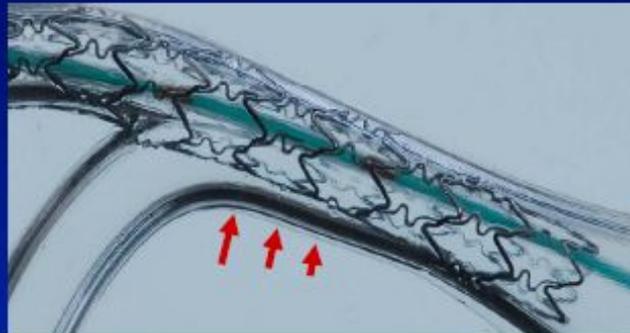
- Неполное покрытие боковой ветви или компрометация магистральной ветви при острых углах отхождения
- Сомнительное **клиническое** преимущество перед провизорным T-стентированием



POT - техника

Proximal Optimization Technique

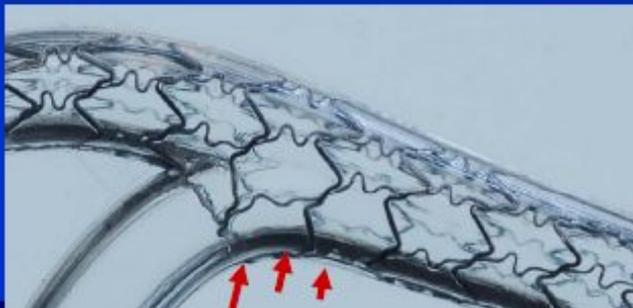
Before
POT



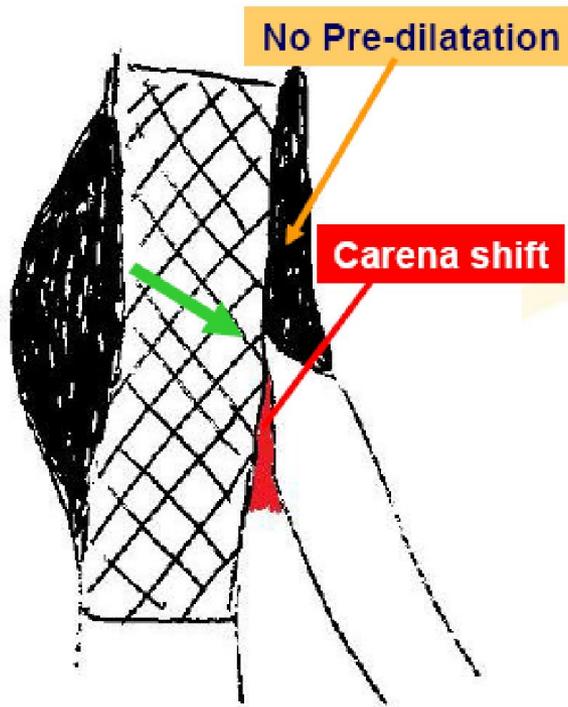
Cypher 3.5x23 mm

Murray's Law
 $(3.5 + 3.0) \times 0.67 = 4.35 \text{ mm}$

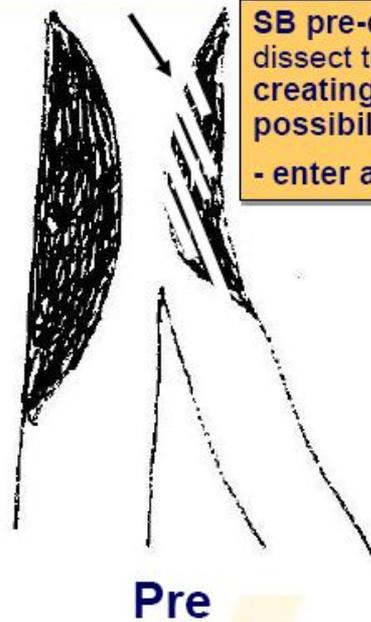
After
POT



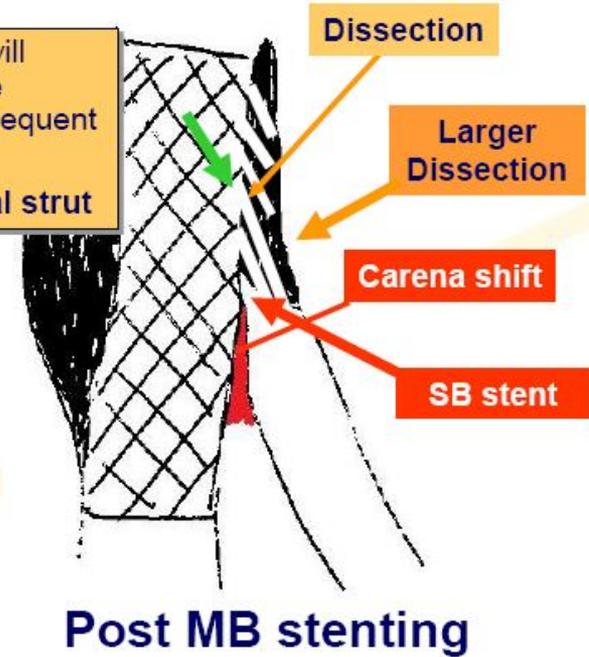
Необходима ли рутинная преддилатация?



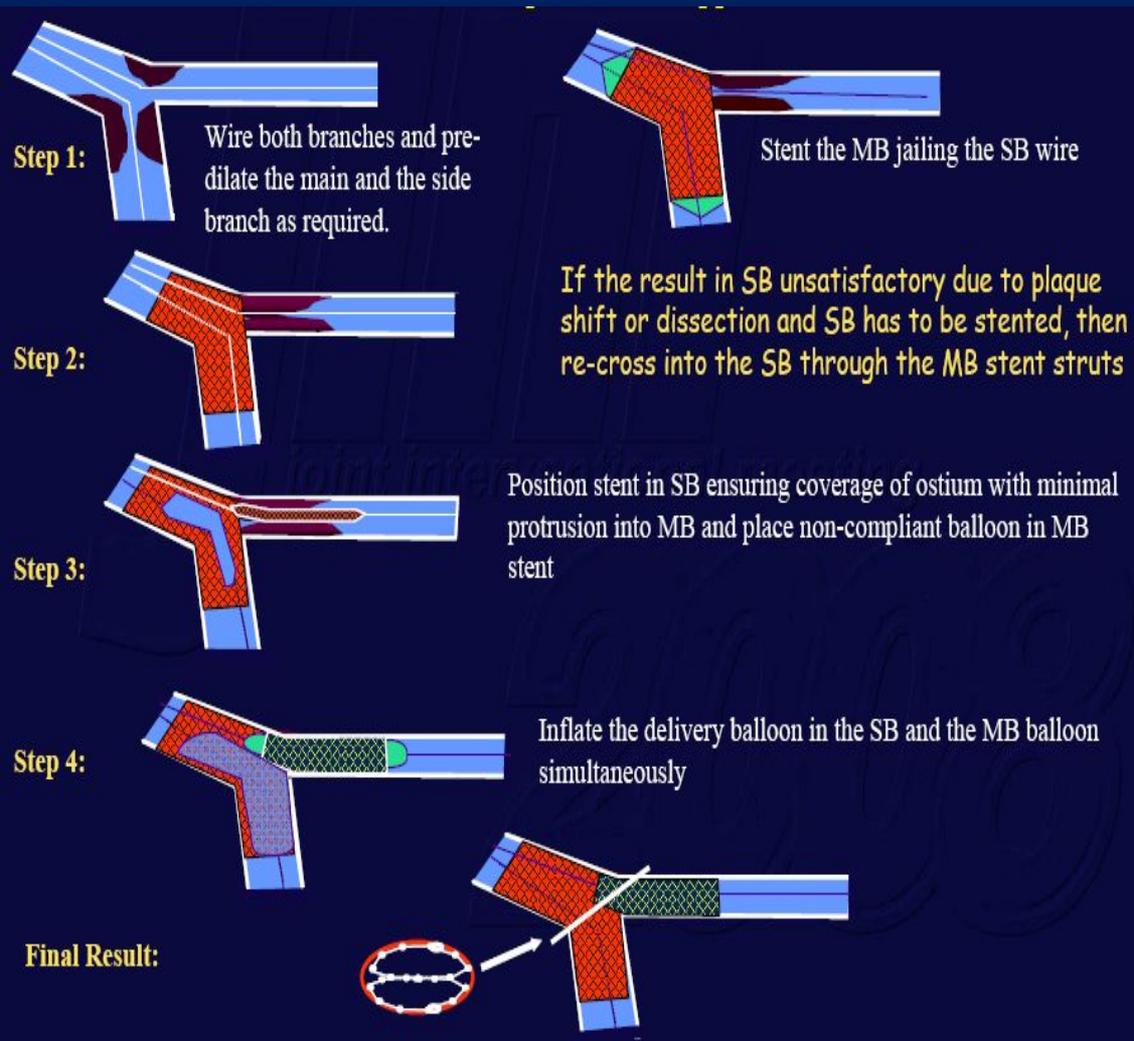
Pre-dilatation->Dissection



SB pre-dilatation will dissect the plaque creating the subsequent possibility to:
- enter a proximal strut



TAR-стентирование



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей предилатацией. Стент в магистральную ветвь, зажатый проводник в боковой ветви.
2. Если результат по боковой ветви неудовлетворителен и она подходит для стентирования, необходимо выполнить рекроссинг проводников.
3. Позиционирование стента в боковую ветвь с минимальной протрузией в магистральную артерию и позиционирование некомплайнсного баллона в магистраль.
4. Финальное «КИССИНГ» раздувание

ТАР-стентирование

Преимущества

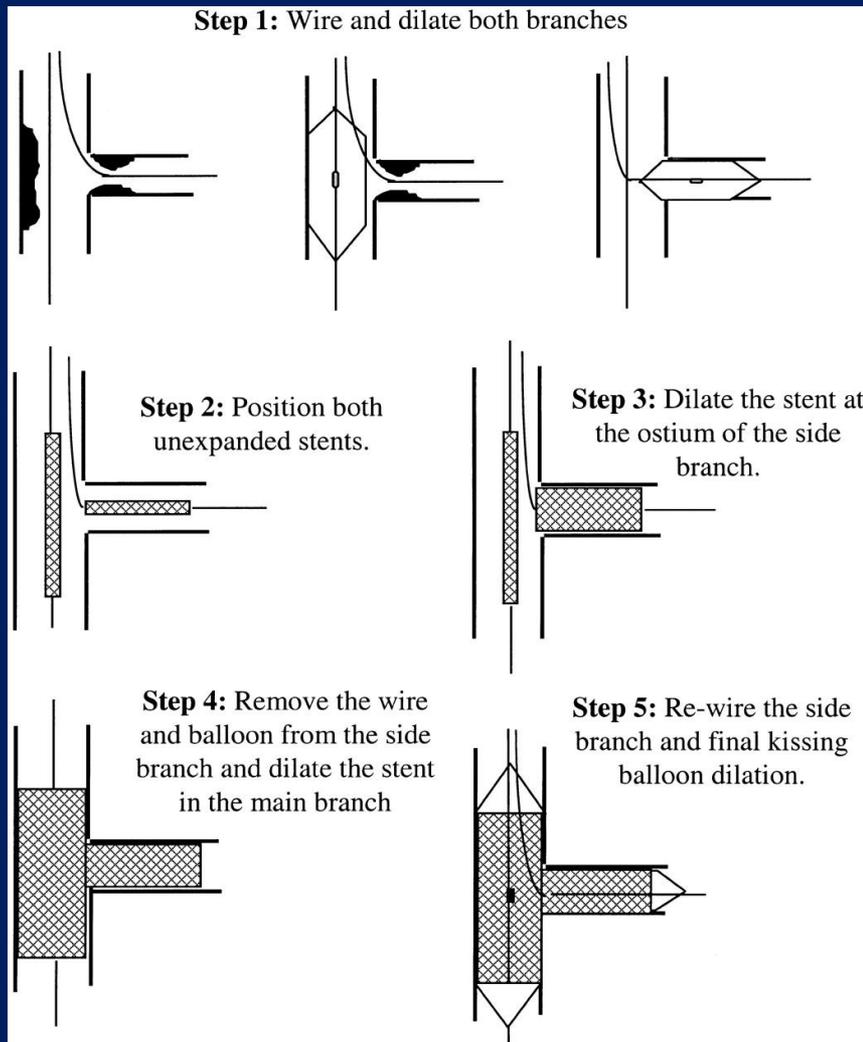
а

- Полностью армируется устье боковой ветви

Недостатки

- Протрузия стента боковой ветви в просвет магистральной ветви
- Теоретически могут быть сложности с кроссингом при повторных реваскуляризациях

Модифицированное Т-стентирование

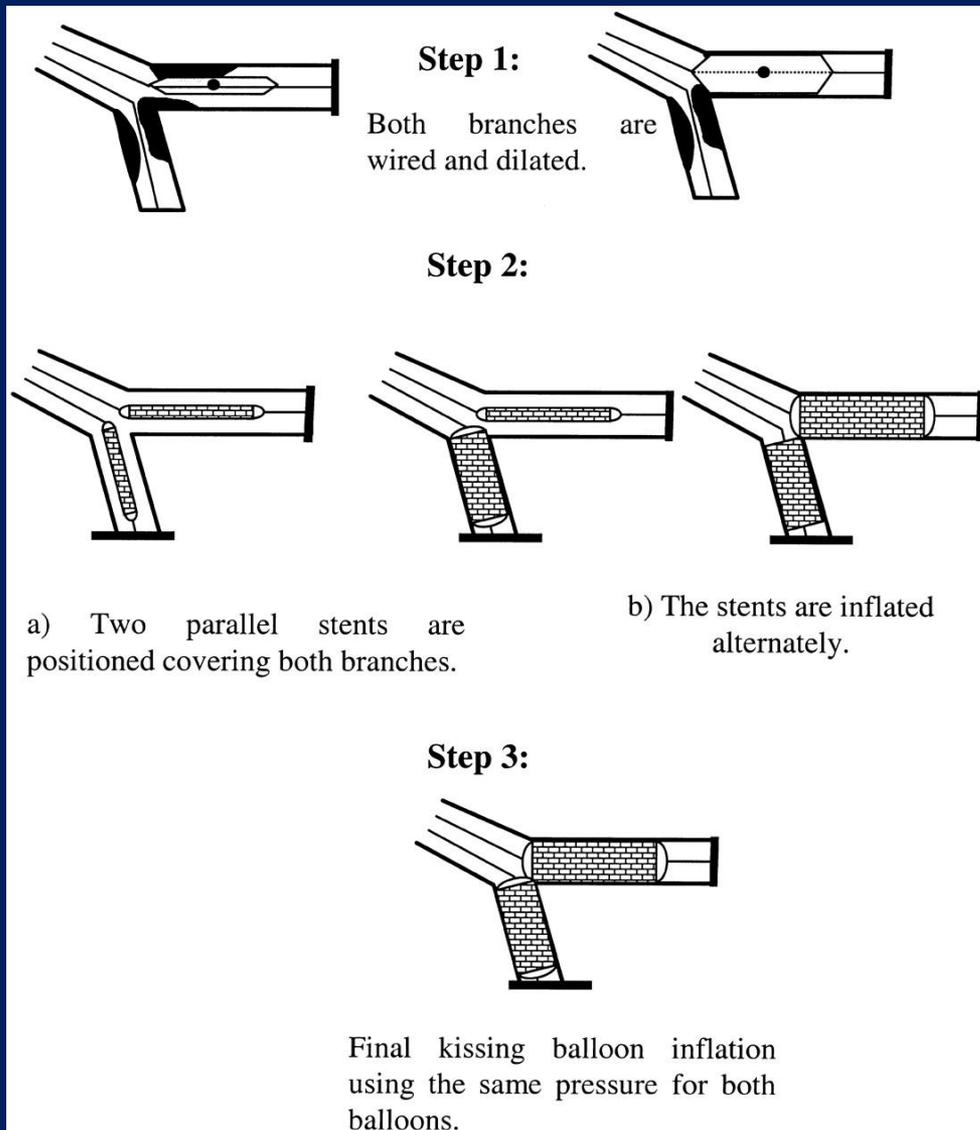


1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей преддилатацией
2. Последовательное позиционирование обоих стентов
3. Имплантация первого стента под устье боковой ветви
4. Удаление баллона и проводника из боковой ветви. Имплантация стента в магистральную ветвь
5. Проведение второго проводника в боковую ветвь, преддилатация, финальное kissing раздувание.

Модифицированное T-стентирование

- Когда угол между ветвями около 90° процедура будет успешна
- Если угол меньше 90° , стент боковой ветви приходится «крашить» или оставлять зазор между стентом магистральной ветви.

V-стентирование



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей преддилатацией
2. Одновременное позиционирование обоих стентов и затем попеременная имплантация
3. Финальная киссинг дилатация под одинаковым давлением в обеих ветвях

V-стентирование

Преимущества

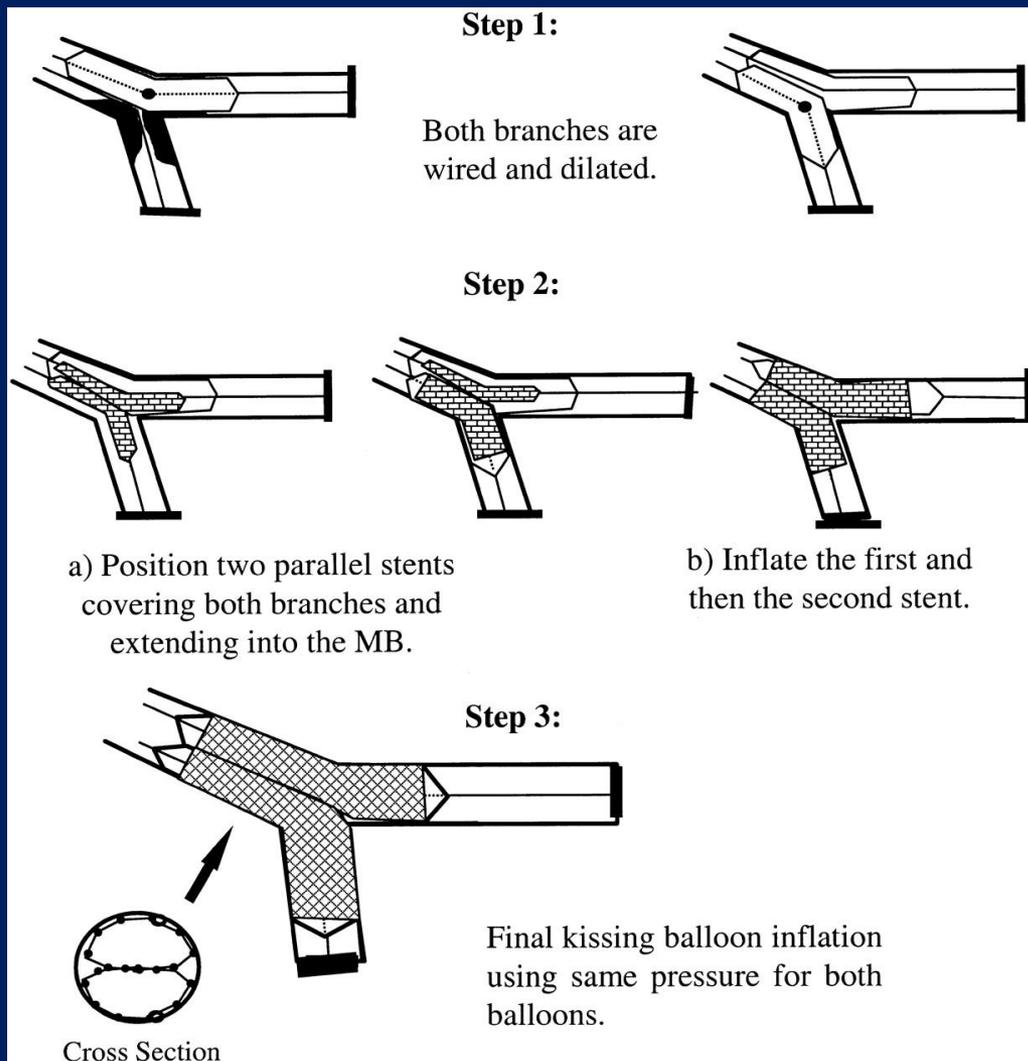
а

- Не теряется доступ к обеим ветвям
- При выполнении kissing-дилатации нет необходимости осуществлять рекроссинг через стенты

Недостатки

- При необходимости имплантации проксимального стента остается зазор
- Потенциально возможна комприметация устья магистральной или боковой ветви за счет смещения карины при неравномерной дилатации

SKS – стентирование



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей предилатацией
2. Одновременное позиционирование обоих стентов с выходом в проксимальный сегмент магистральной ветви. Последовательная имплантация стентов.
3. Финальное ксисинг раздувание с одинаковым давлением в обеих ветвях

SKS – стентирование

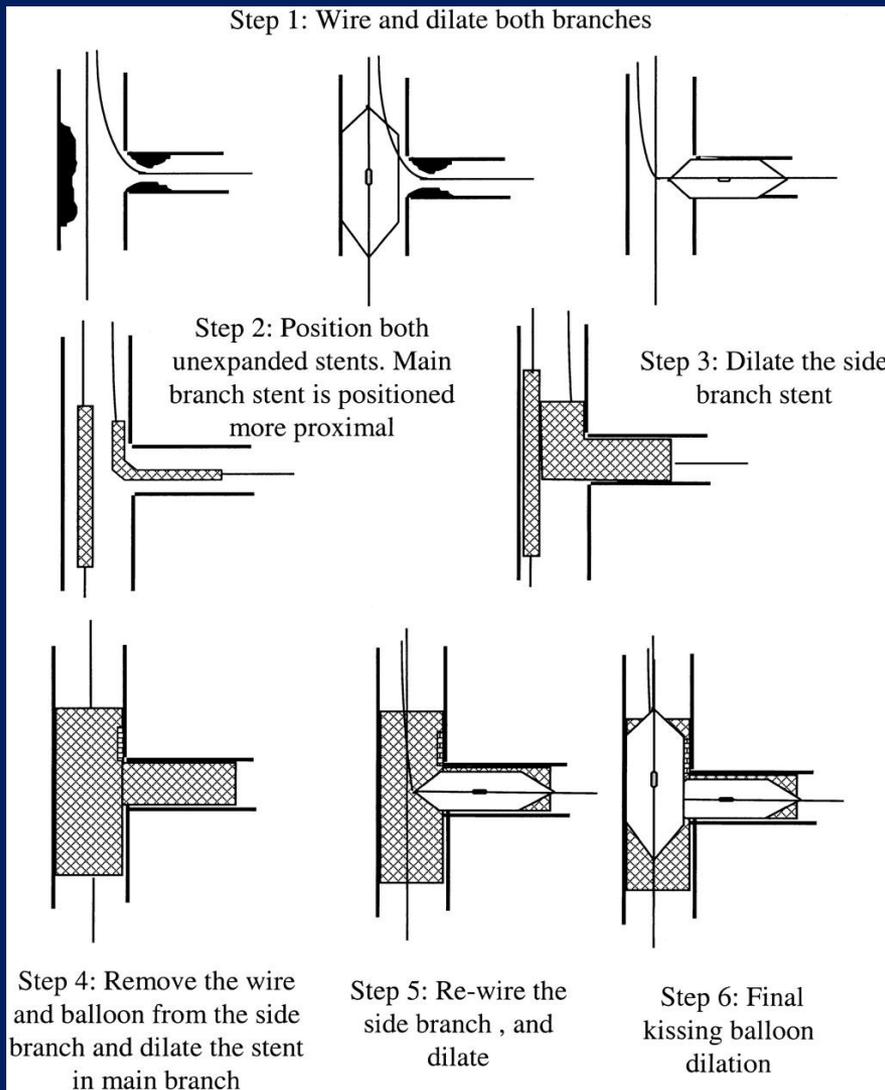
Преимущества

- Не теряется доступ к обеим ветвям
- При выполнении kissing-дилатации нет необходимости осуществлять рекроссинг через стенты

Недостатки

- При необходимости имплантации проксимального стента остается зазор
- Может потенциально конвертироваться в crush-стентирование
- Непредсказуемый рекроссинг в случае потери проводников/повторных реваскуляризациях

Crush стентирование.



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей предилатацией
2. Позиционирование обоих стентов. Стент в магистральной ветви должен располагаться более проксимально.
3. Имплантация стента в боковую ветвь
4. Удаление баллона и проводника из боковой ветви и имплантация стента в магистральную ветвь
5. Повторное проведение проводника в боковую ветвь с последующей предилатацией
6. Финальное КИССИНГ раздувание

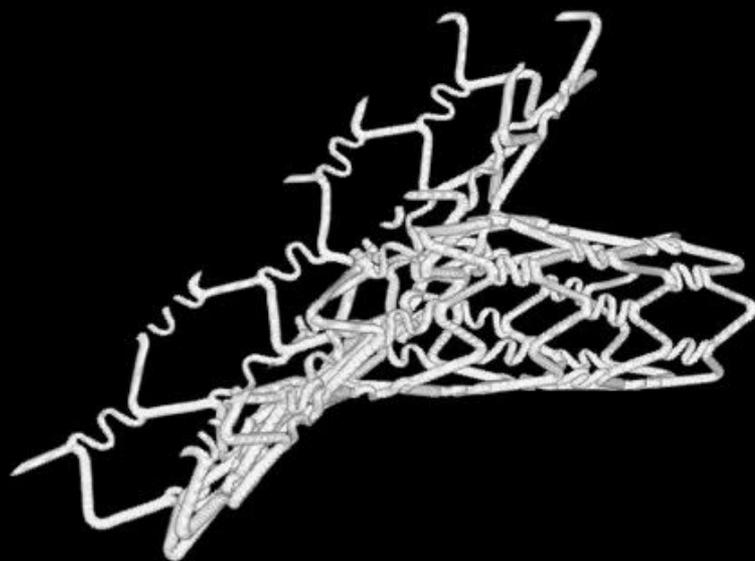
Crush стентирование.

Преимущества

- Гарантированная **непосредственная** проходимость обеих ветвей
- Особенно подходит когда боковая ветвь клинически важна, но есть технические сложности проведения в нее проводника
- Хорошее покрытие устья боковой ветви

Недостатки

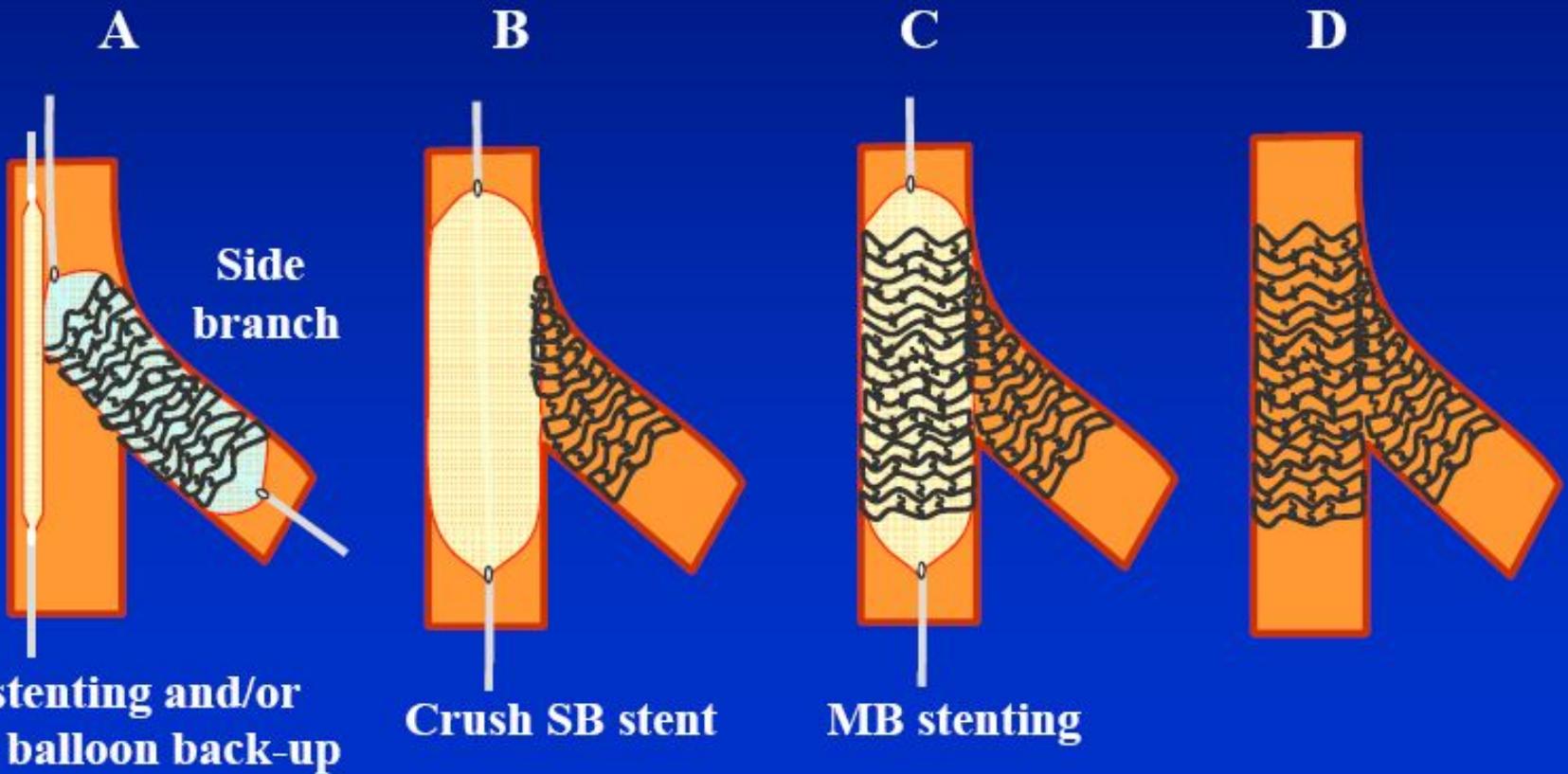
- Сложность выполнения финального кроссинг раздувания за счет сложности повторного кроссинга проводника в боковую ветвь и доставки баллона
- Высокая концентрация металла в проксимальном сегменте магистральной ветви



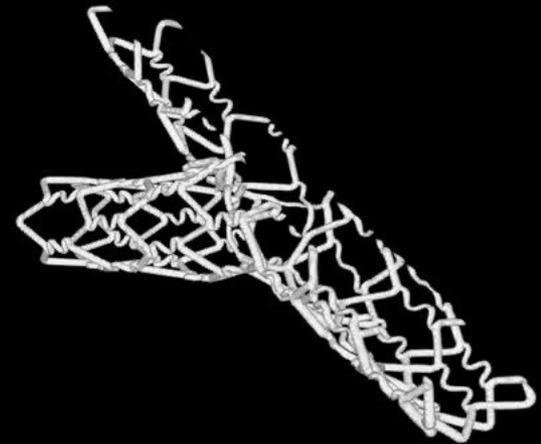
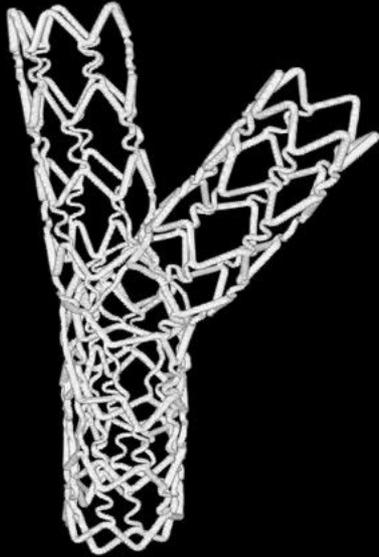
Crush стентирование

- В магистальной ветви участок с 3 слоями стентов.
- Даже после криссинг раздувания результат не всегда превосходен.
- Эта техника имеет высокий риск неполной аппозиции устья боковой ветви.

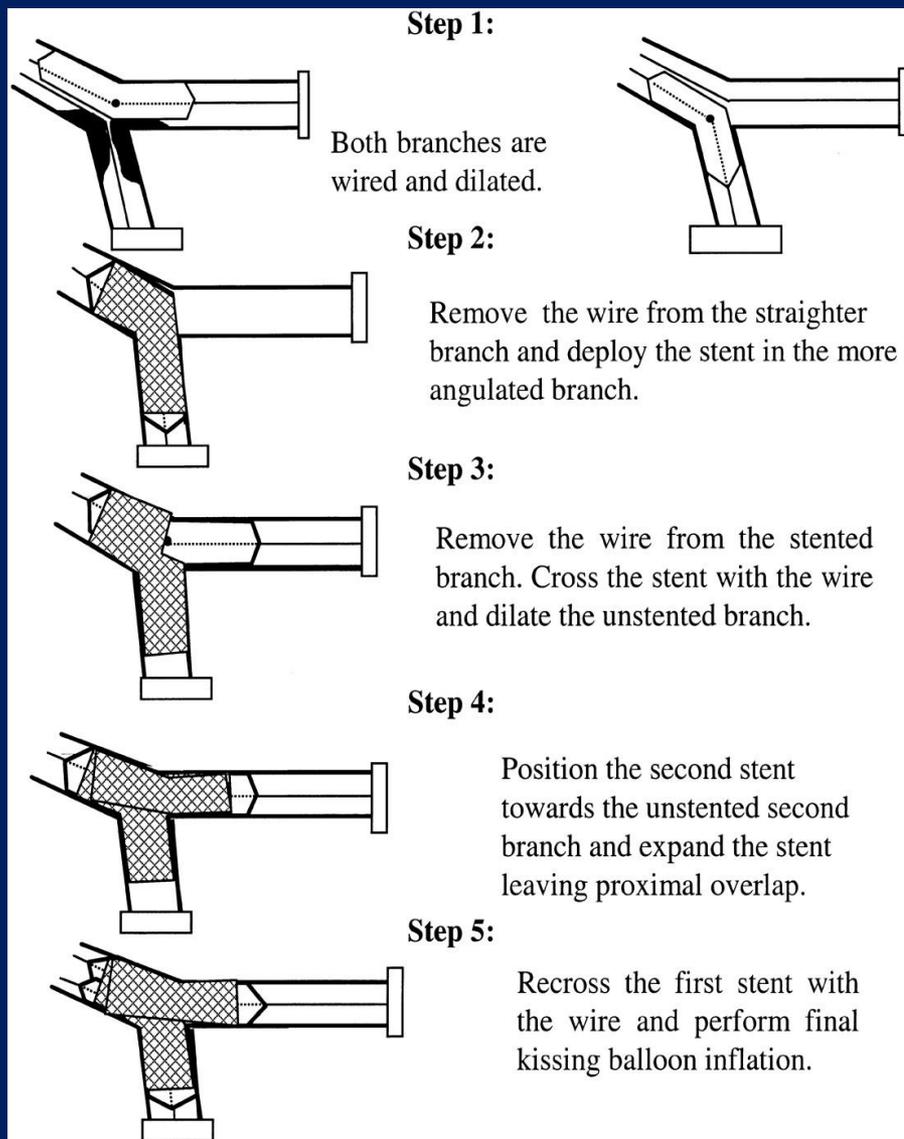
Mini-crush стентирование



Mini-crush стентирование



Culotte-стентирование



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей преддилатацией
2. Извлечь проводник из наиболее прямой ветви и имплантировать первый стент в более ангулированную ветвь
3. Извлечь проводник из стентированной ветви, провести через ячейку стента в нестентированную ветвь и выполнить преддилатацию
4. Позиционирование второго стента в нестентированную ветвь, при этом не выходя за проксимальный край первого стента
5. Повторное проведение проводника в первую ветвь и выполнение kissing balloon inflation

Culotte-стентирование

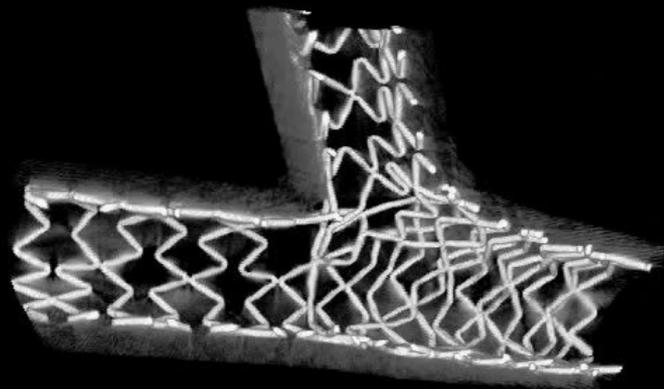
Преимущества

а

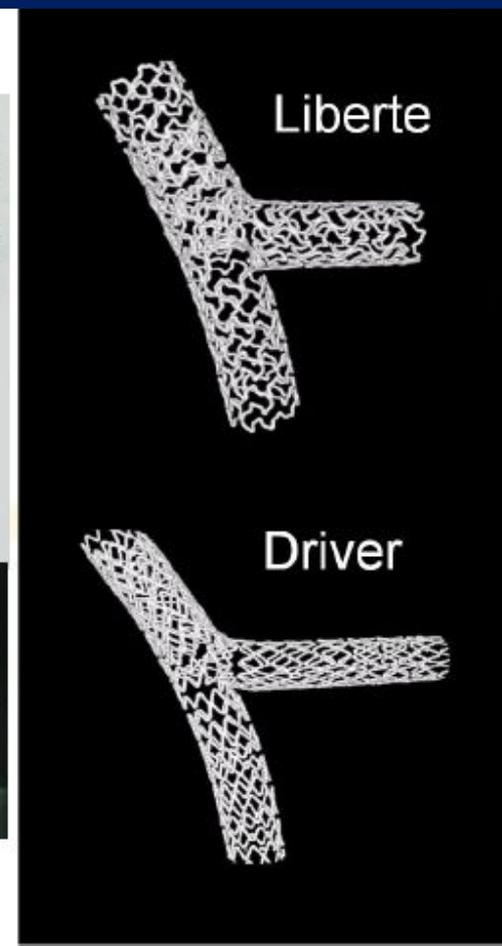
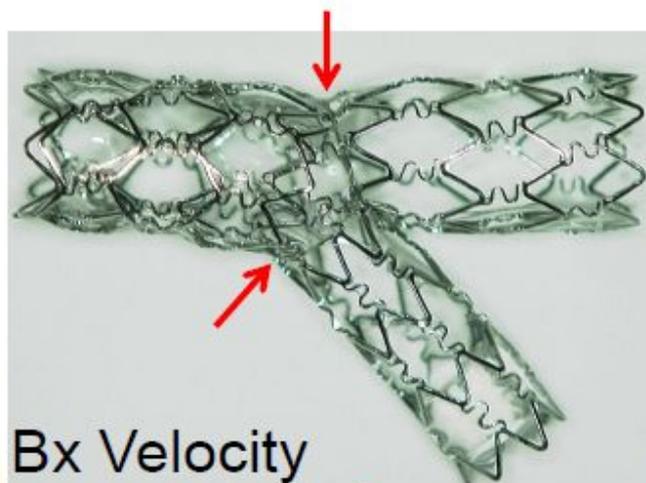
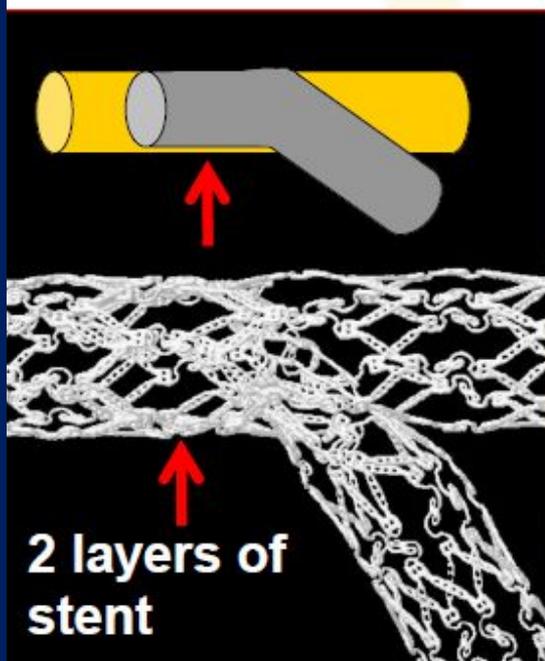
- Подходит для всех углов отхождения боковой ветви
- Близкое к идеалу покрытие устья боковой ветви

Недостатки

- Высокая концентрация металла в карине и проксимальной части магистральной ветви (2 слоя)

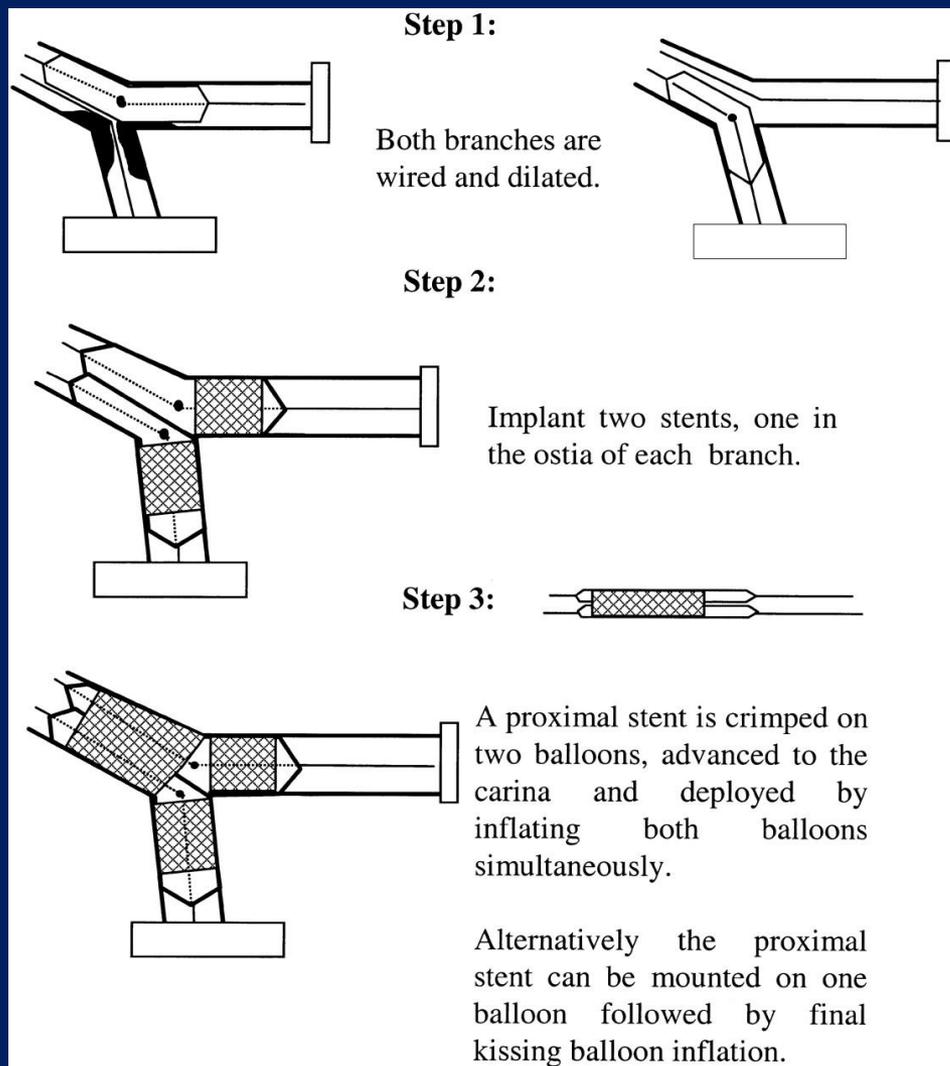


Culotte-стентирование. Маленький размер ячейки может вызывать констрикцию МВ и/или БВ



- 2 layers of stent proximally; (courtesy by Urasawa K, Tokeidai Hp)
- restrictions of stent expansion at ostium of both branches

Y-стентирование



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей преддилатацией
2. Имплантация обоих стентов в устья обеих ветвей
3. Проксимальный стент монтируется на двух баллонах, позиционируется в карину и имплантируется при одномоментном раздувании обеих баллонов.

Y-стентирование

Преимущества

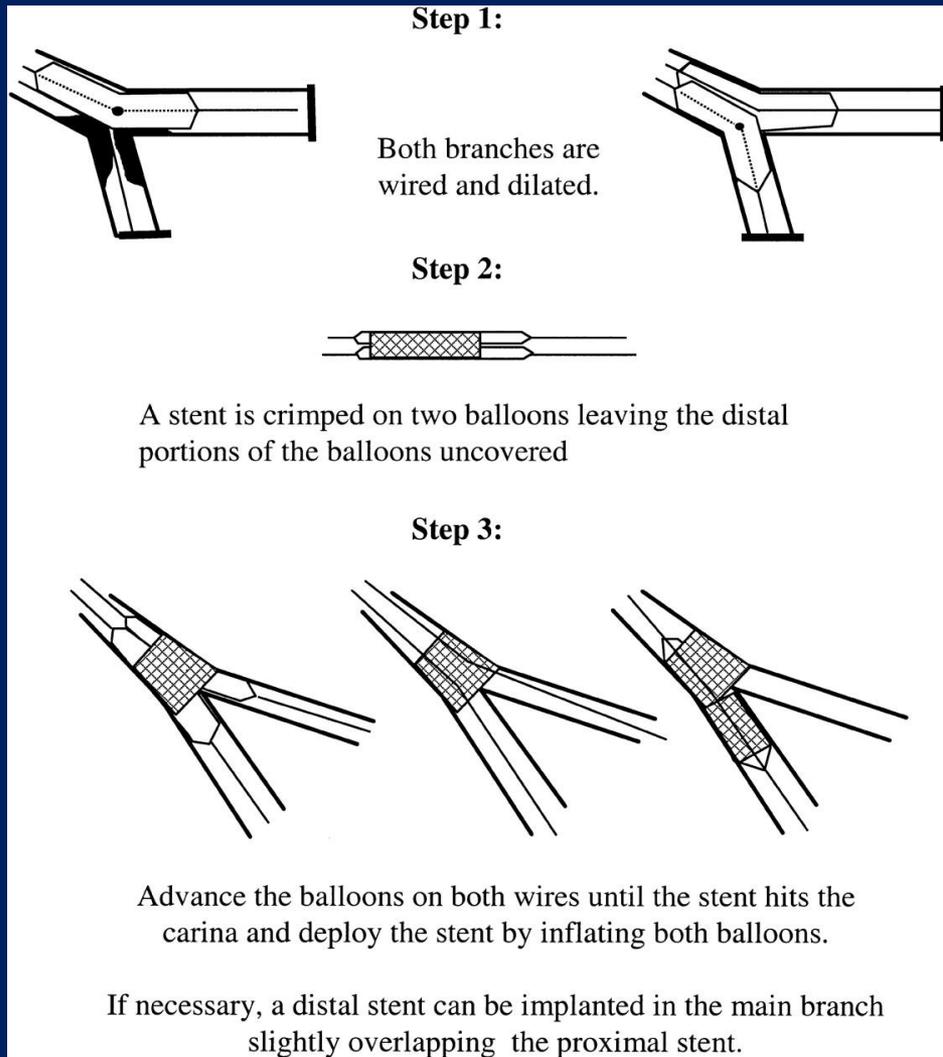
а

- Подходит для бифуркаций, где важно не терять доступ к обеим ветвям

Недостатки

- Требуется модификации доставляющих устройств или самостоятельному креплению стента на двух баллонах
- Требуется 3 стента
- Сохраняется зазор в области карины

Skirt стентирование.



1. Последовательное проведение коронарных проводников в дистальное русло магистральной и боковой ветвей с последующей предилатацией
2. Стент монтируется в двух баллонах, при этом дистальная часть баллонов выходит за пределы стента
3. Проведение стента на двух баллонах до тех пор пока не упрется в карину. Имплантация стента с одномоментным раздуванием обоих баллонов. При необходимости имплантация дополнительного стента дистальнее в магистральную ветвь с небольшим перекрытием с

проксимальным стентом

European Bifurcation Club.

Единое мнение по бифуркациям на 2008г.

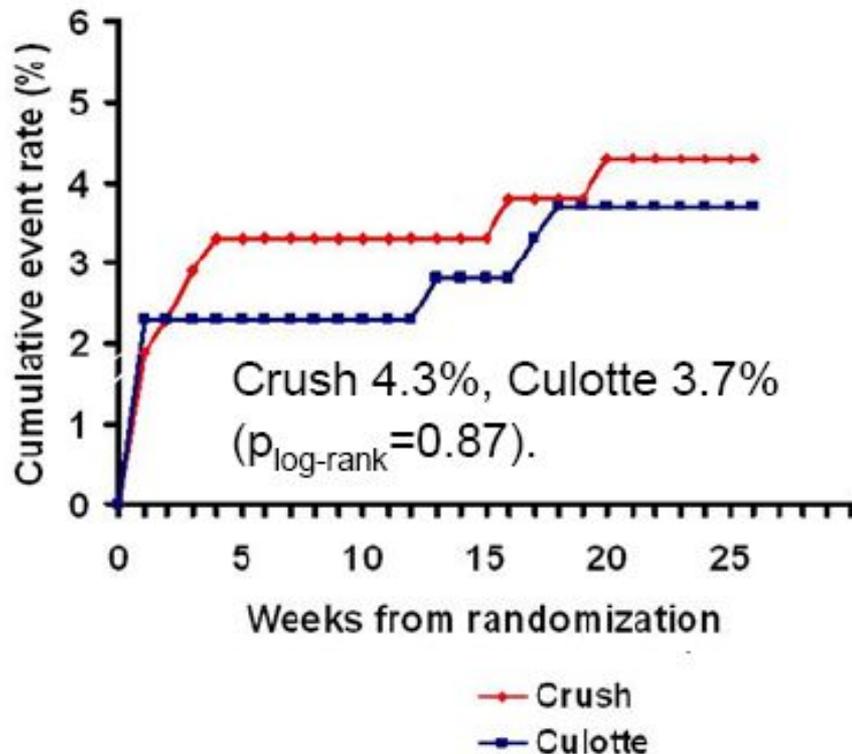
- Семейство методик стентирования “А” (по классификации MADS) предпочтительны при бифуркационных стентированиях. Однако требуют правильного исполнения: защита проводником боковой ветви; проведение проводника через дистальную ячейку; «целующиеся» баллоны, T-, TAP или Culotte при выраженной комприметации боковой ветви
- Оптическая когерентная томография является методом выбора при оценке площади просвета БВ и аппозиции ячеек стента при различных бифуркационных техниках.

Доказательная база по ТЕХНИКЕ

- Стратегия 2-х стентов: Crush versus Culotte?
 - BBC ONE
 - NORDIC II
 - Minimize stent overlapping
 - Minicrush versus miniculotte versus miniSKS ?
 - For which lesions?
- Kissing in a single stent strategy? (Pan)
 - NORDIC III
 - Improves rheology
 - Injures coating/SB
- PES worse than SES?
 - Bad Krozingen registry

NORDIC II

Cumulated MACE rate
(cardiac death, MI, TVR, stent thrombosis)



Individual endpoints

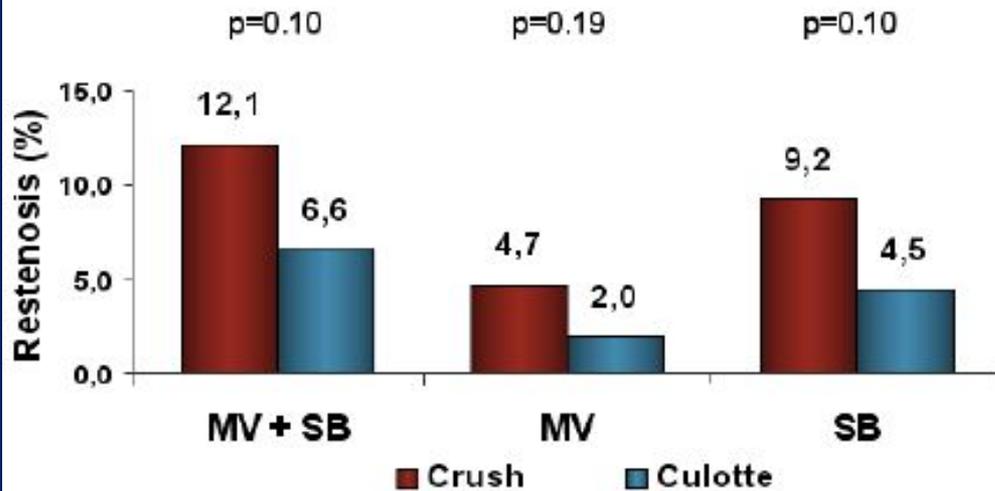
	Crush n=209	Culotte n=215	P
Total death	2 (1.0%)	1 (0.5%)	0.62
Cardiac death	2 (1.0%)	1 (0.5%)	0.62
MI	4 (1.9%)	3 (1.4%)	0.72
ST	3 (1.4%)	4 (1.9%)	0.73
TLR	5 (2.4%)	6 (2.8%)	0.77
TVR	5 (2.4%)	6 (2.8%)	0.77

MI, myocardial infarction; ST, stent thrombosis; TLR, target lesions revascularization; TVR, target vessel revascularization

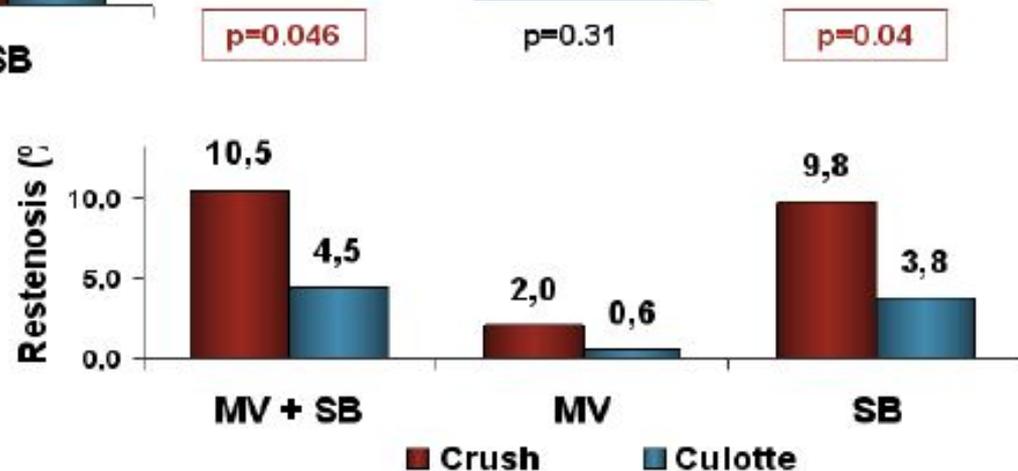
NORDIC II

8 мес. отдаленный результат

In-segment



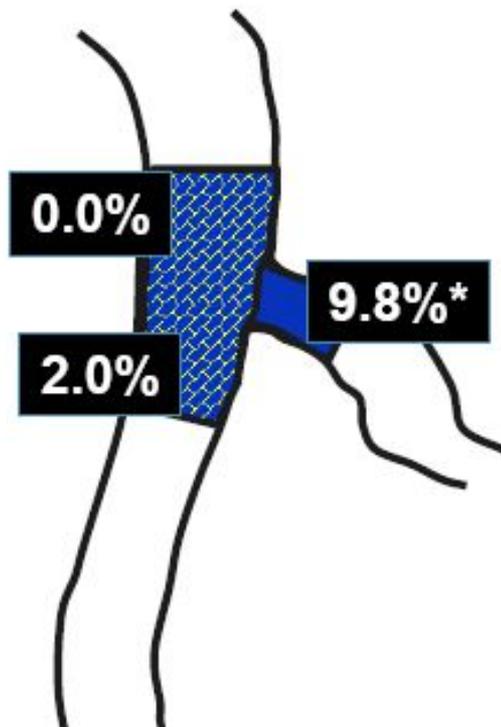
In-stent



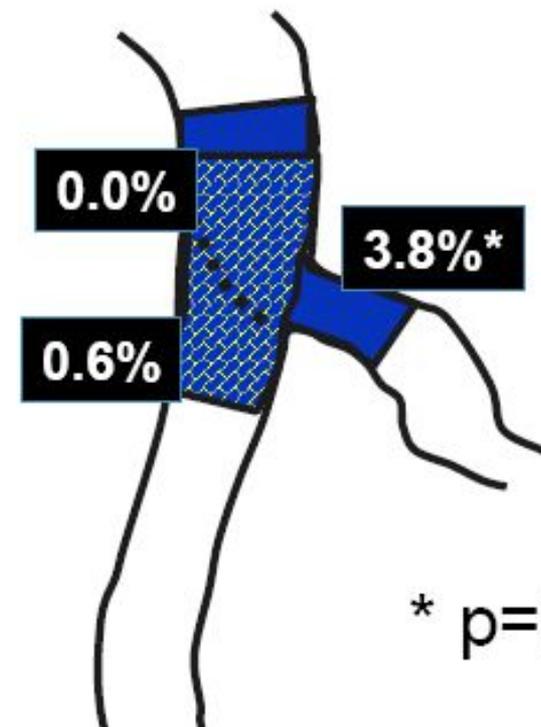
NORDIC II

Локализация рестеноза

CRUSH



CULOTTE



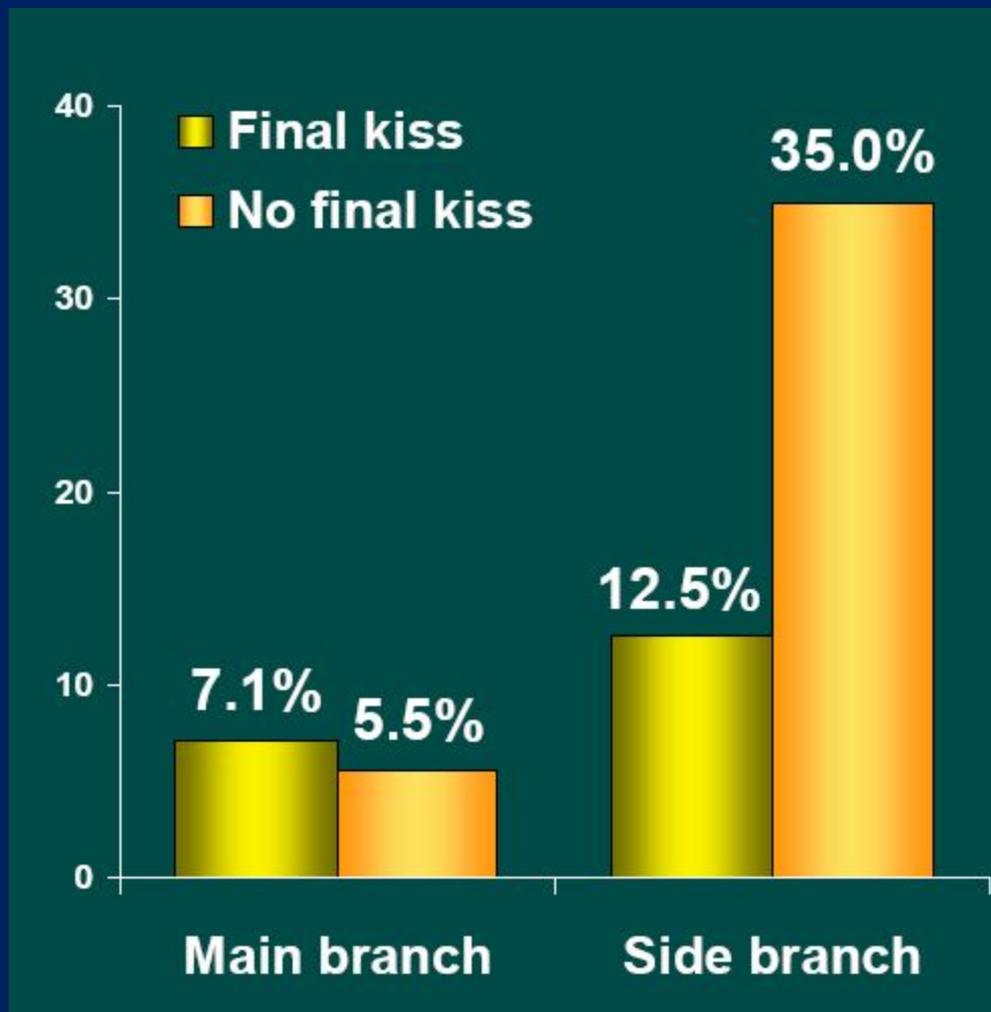
* $p=0.04$

Основные исследования с использованием DES

Author, Year	Aim	No. of Bif.	F-Up	Restenosis, %		TLR, %	ST, %.	Restenosis, %		TLR, %	ST, %.
				MB	SB			MB	SB		
				FKI				No FKI			
Ge, 2005	Crush with FKI vs. without	181	9 mo	8.9	11.1†	9.5	2.6	15.5	37.9†	24.6	3.0
Hoye, 2006	Crush	241	9 mo	6.4	9.6†	N/A 9.7% overall	4	10	41.3†	N/A 9.7% overall	4.2
Moussa, 2006	Crush	120	6 mo	N/A	N/A	11.3% overall	1.7% overall	N/A	N/A	11.3% overall	1.7% overall
Sharma, 2005	Simultaneous kissing stents	200	9 ± 2 mo	N/A	N/A	4	1	N/A	N/A	N/A	N/A
Galassi, 2007	Mini-Crush	52	8 mo	12.2	2.0	12.2	2.2	N/A	N/A	N/A	N/A
Burzotta, 2007	T-stenting and small protrusion	73	9 mo	N/A	N/A	6.8	1.4	N/A	N/A	N/A	N/A
				Crush (n=121)				T-stenting (n=61)			
Ge, 2006	Crush vs. T	182	1 yr	16.2	19.2	14†	1.6	13	26.1	31.1†	0
				Culotte (n=45)				T-stenting (n=35)			
Kaplan, 2007	Culotte vs. T	80	9 mo	N/A	N/A	8.9†	2.2	N/A	N/A	27.3†	0
				Crush (n=210)				Culotte (n=215)			
Niemela, 2007	Culotte vs. Crush	425	6 mo	N/A	N/A	TVR = 3.3	1.9	N/A	N/A	TVR = 3.3	1.4

†p < 0.05 for difference between the 2 groups.

Зависимость частоты развития рестеноза при бифуркационных поражениях от техники стентирования



Лечение бифуркационных поражений: поражений:

1 стент лучше чем 2

