

# Внутрисосудистый ультразвук и определение резерва кровотока коронарных артерий

*Матчин Ю.Г.*

Д.м.н., гл.н.с., проф., руководитель лаборатории  
рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения в  
амбулаторных условиях

*Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии  
МЗ РФ, г. Москва*

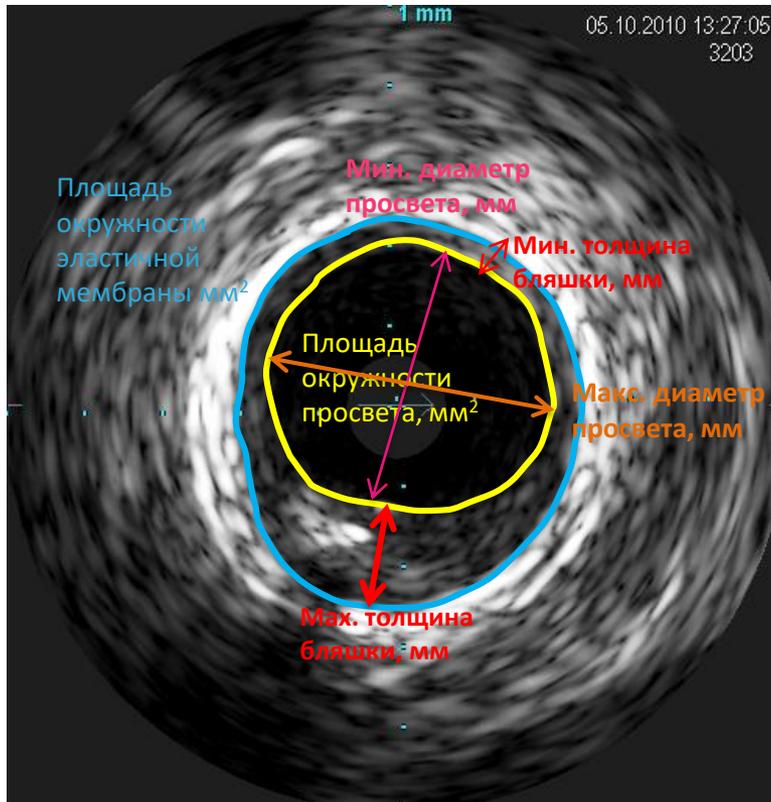
*yumatchin@gmail.com*

# **Внутрисосудистое ультразвуковое исследование**

# Европейские рекомендации по реваскуляризации миокарда 2018 г.

Рекомендации	Класс	Уровень
ВСУЗИ или ОКТ могут применяться у определенных категорий больных для оптимизации результатов стентирования	<b>IIa</b>	<b>B</b>
ВСУЗИ может применяться для оптимизации результатов стентирования «незащищенного» ствола левой коронарной артерии	<b>IIa</b>	<b>B</b>

# Стандартные измерения при ВСУЗИ



# Нормальные значения площади просвета артерий

Ствол ЛКА	>6,0 mm <sup>2</sup>
Проксимальный и средний сегмент ПНА	> 4,0 mm <sup>2</sup>
Проксимальный и средний сегмент ОА	> 4,0 mm <sup>2</sup>
Проксимальный и средний сегмент ПКА	> 4,0 mm <sup>2</sup>

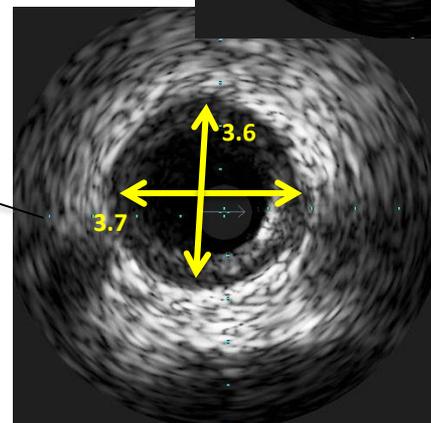
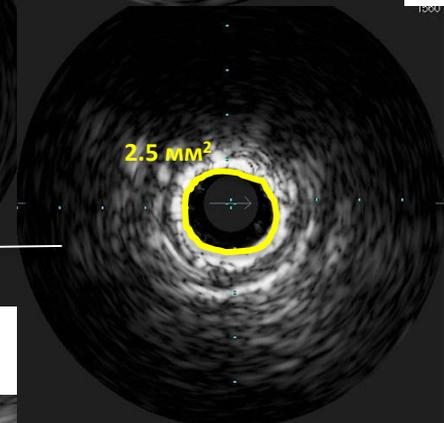
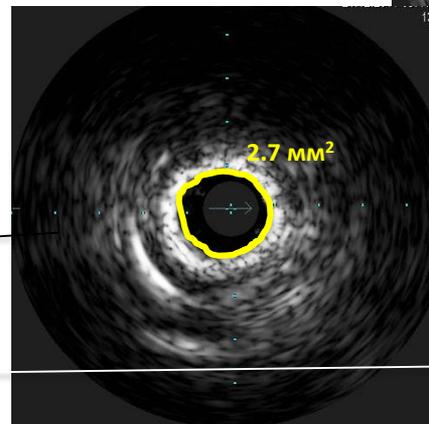
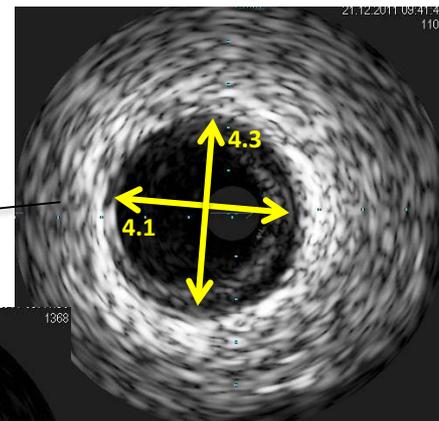
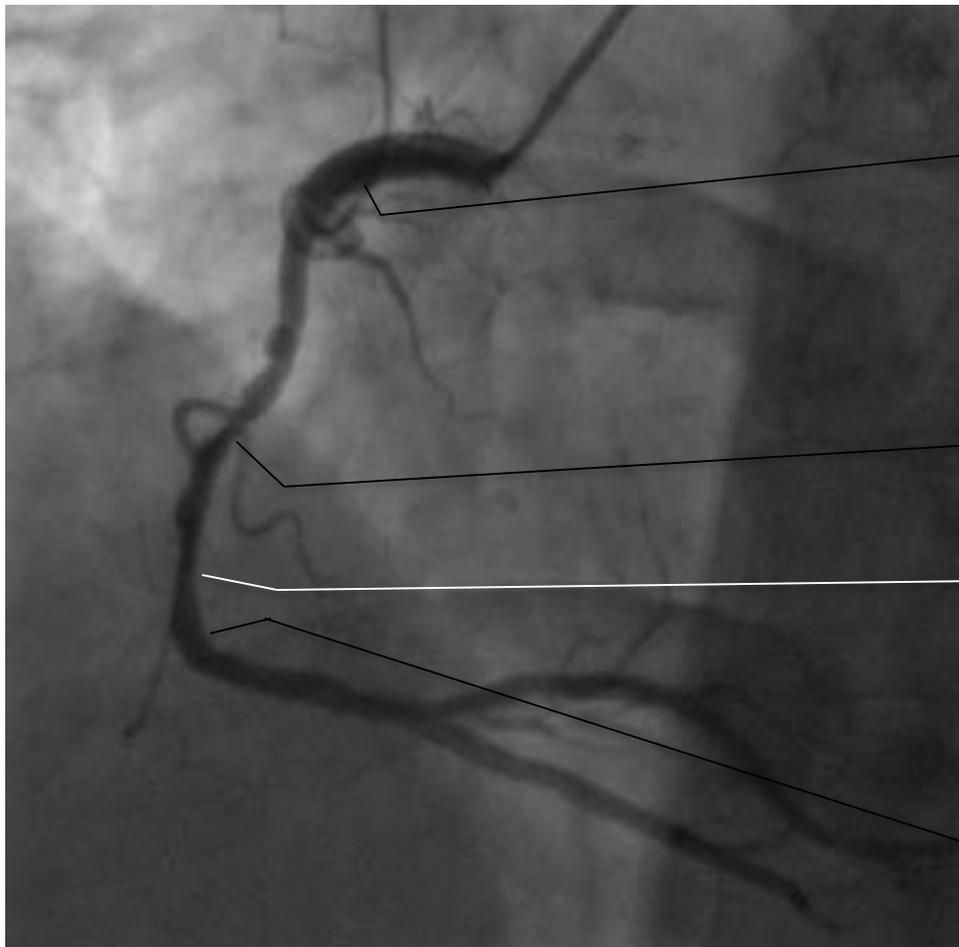
# Критерии значимости стеноза по ВСУЗИ в зависимости от размера артерии

Референсный диаметр коронарной артерии	Диагностический критерий (минимальная площадь просвета)
<3.0 мм	< 2.4 mm <sup>2</sup>
3.0-3.5 мм	< 2.7 mm <sup>2</sup>
>3.5 мм	< 3.6 mm <sup>2</sup>

# ВСУЗИ критерии оптимального результата стентирования

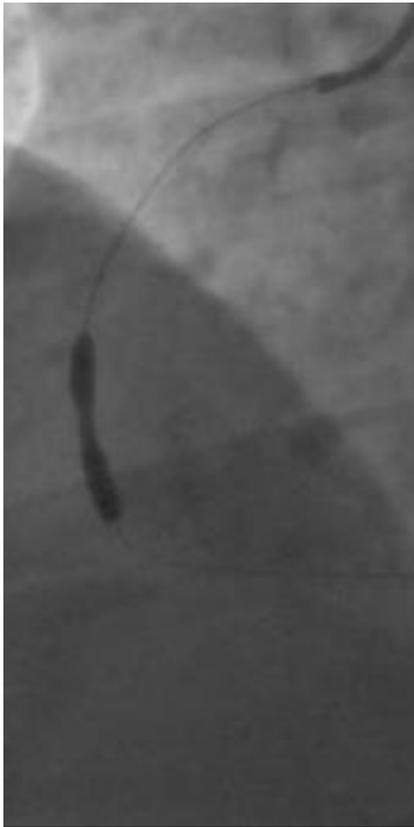
- Полное прилегание ребер стента к стенке артерии
- Для **голометаллических стентов** минимальная площадь просвета стента (МППС)  $\geq 6,5-7,5 \text{ мм}^2$
- Для **стентов с лекарственным покрытием** МППА  $\geq 5,5 \text{ мм}^2$
- Отсутствие интрамуральной гематомы, выраженной краевой диссекций

# Больной Т, 54 года, стенокардия 3 ФК, исходно



# Больной Т, 54, стенокардия 3 ФК, *Предилатация*

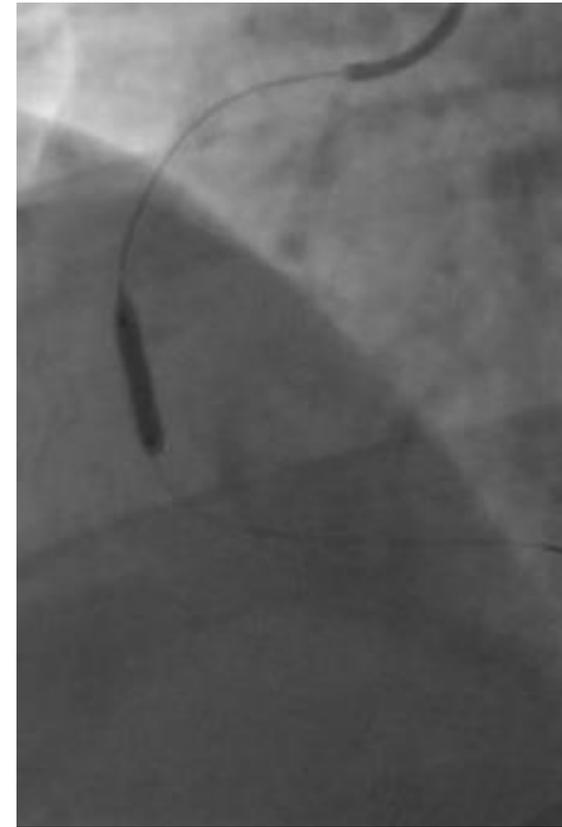
Баллон  
3.0x20 мм 15 атм



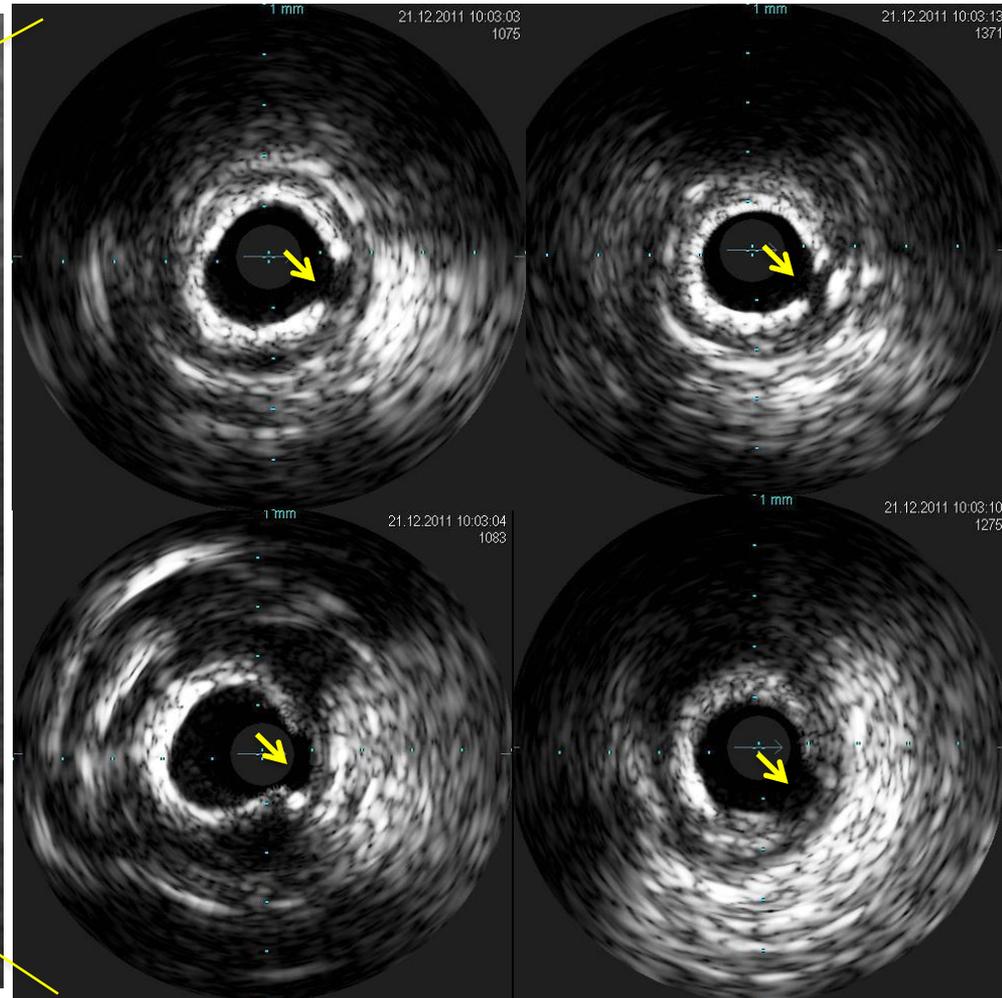
Баллон высокого давления  
3.0x15 мм 24 атм



Режущий баллон  
3.0x15 мм 12 атм

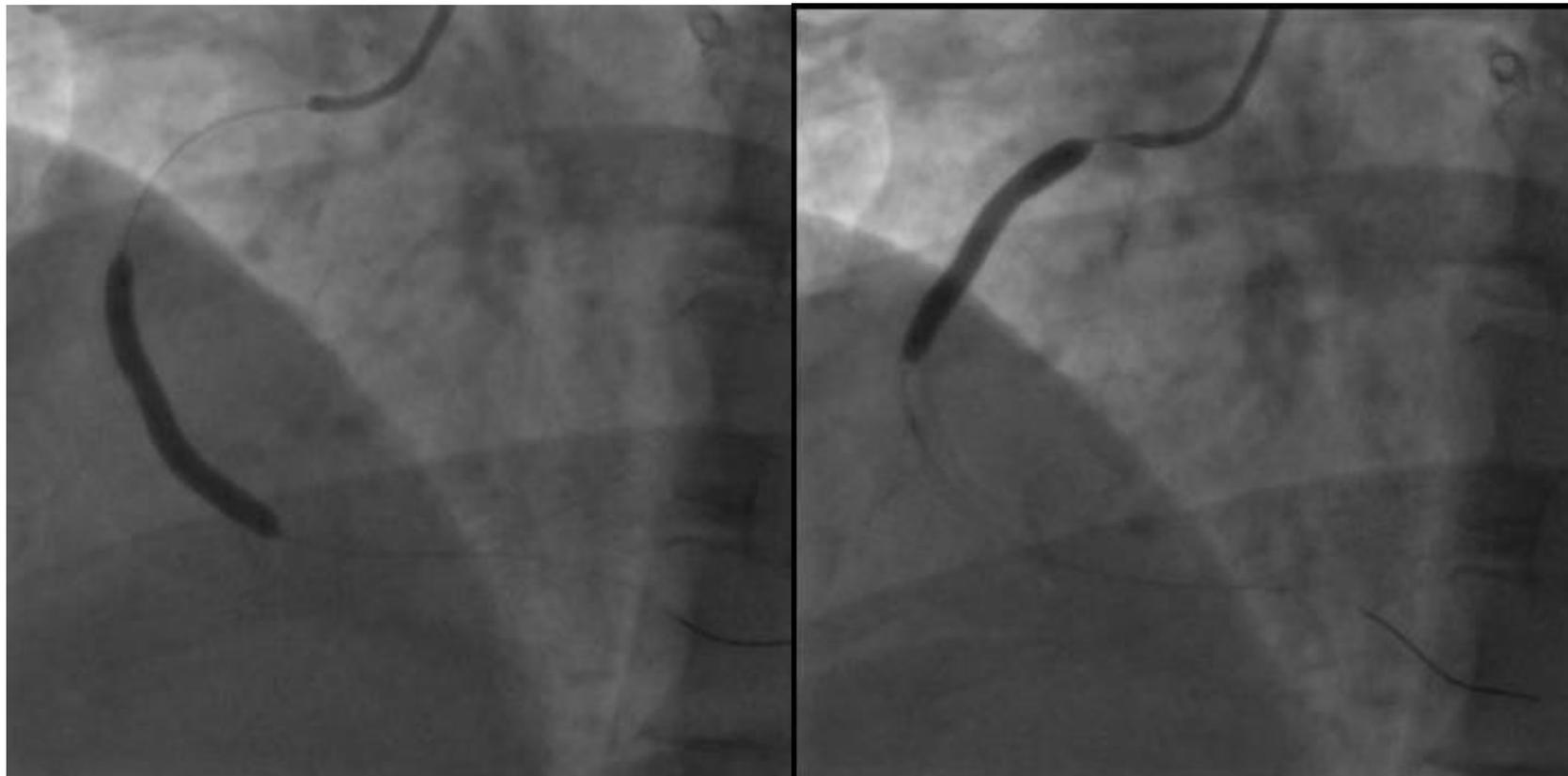


# Больной Т, 54, стенокардия 3 ФК, *После предилатации режущим баллоном*

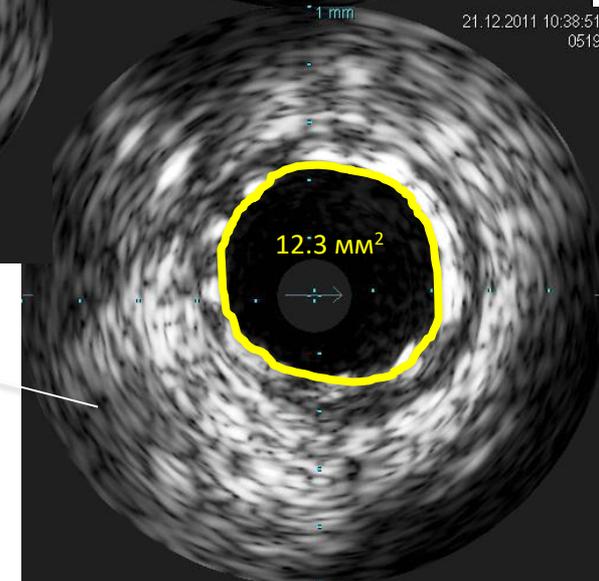
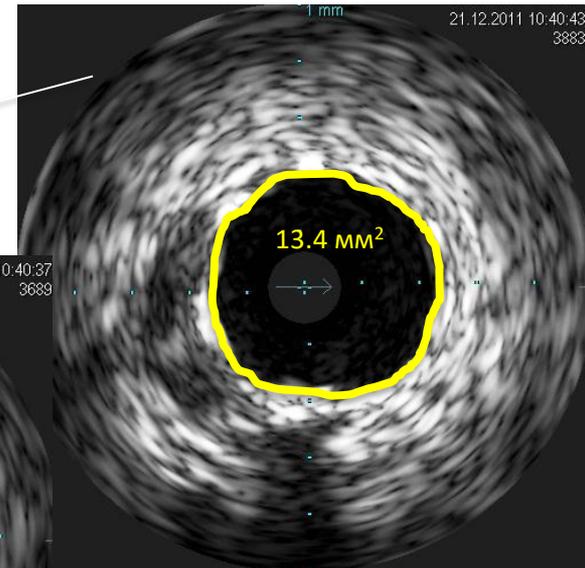
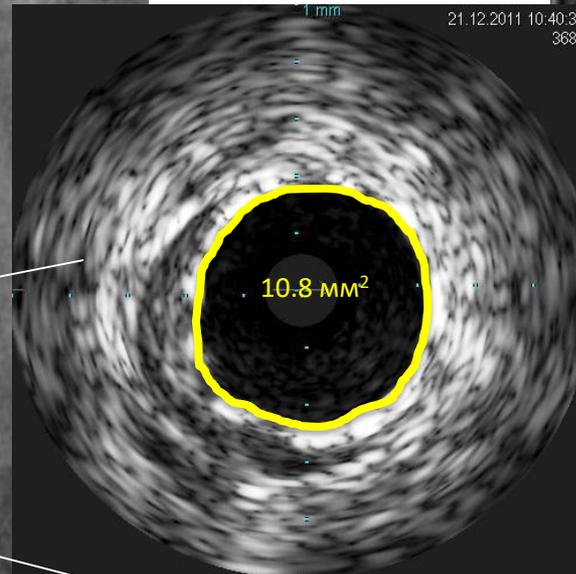
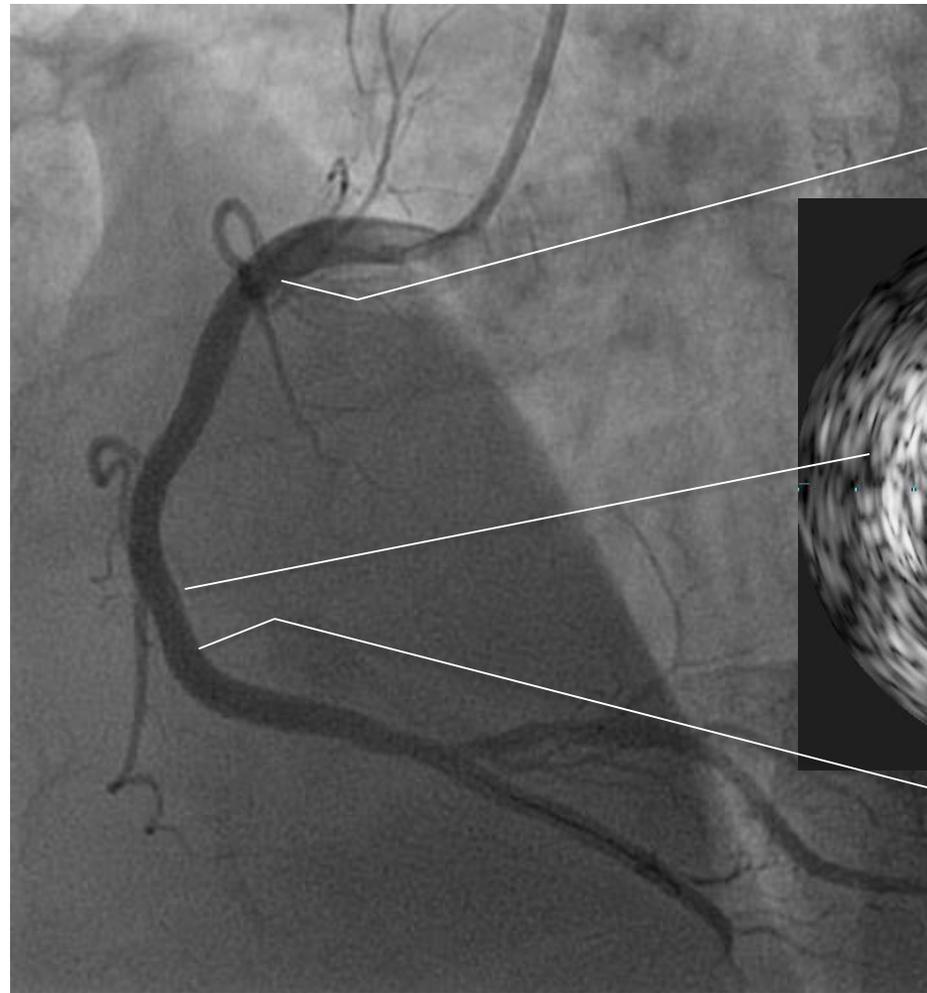


**Больной Т, 54, стенокардия 3 ФК,**

***Имплантация 2 стентов диаметром 3.5 и 4.0 мм 20 атм***

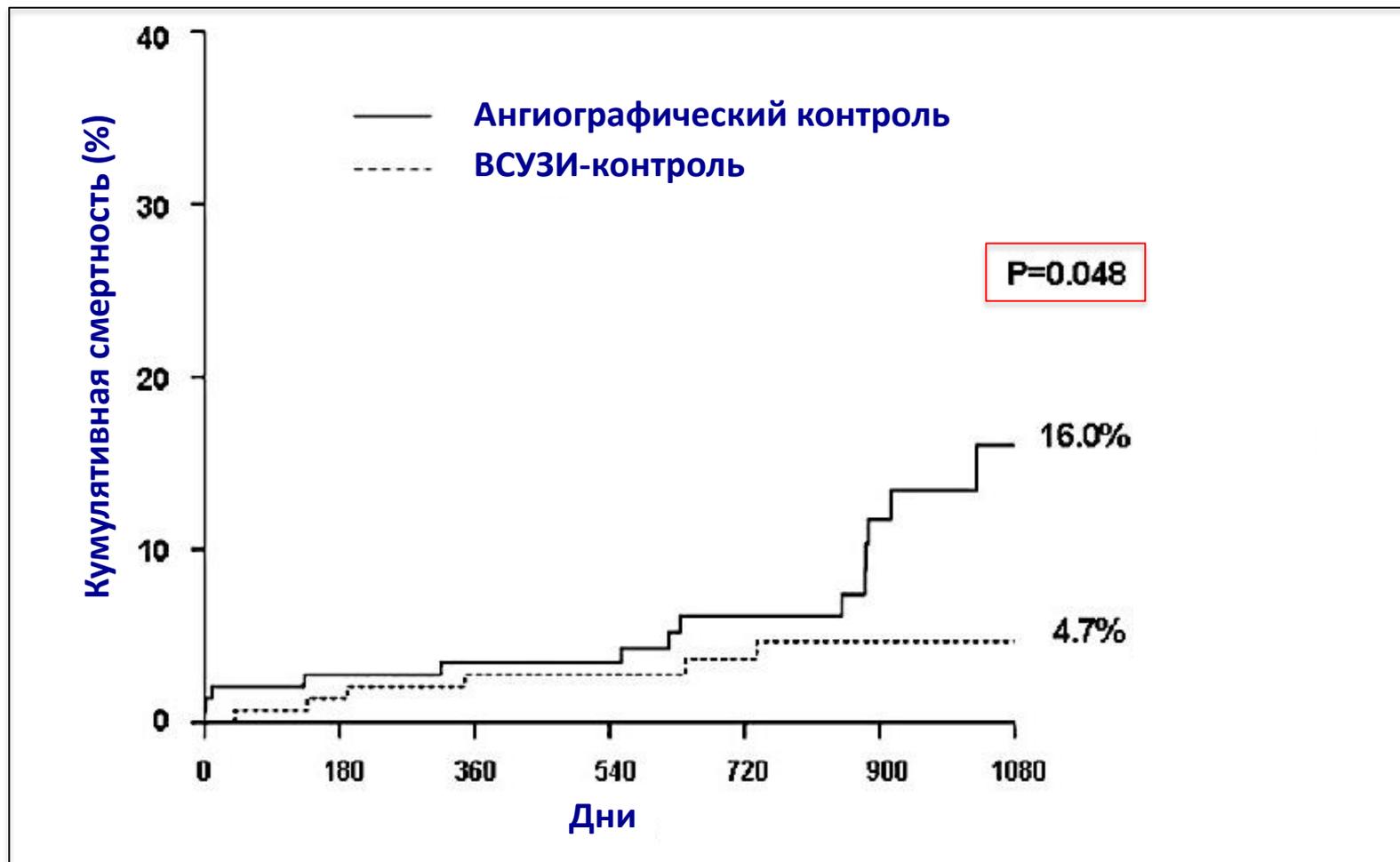


# Больной Т, 54, стенокардия 3 ФК, *Конечный результат*



# Смертность после лечения ствола ЛКА стентами с лекарственным покрытием

Исследование «MAIN-COMPARE», n=290



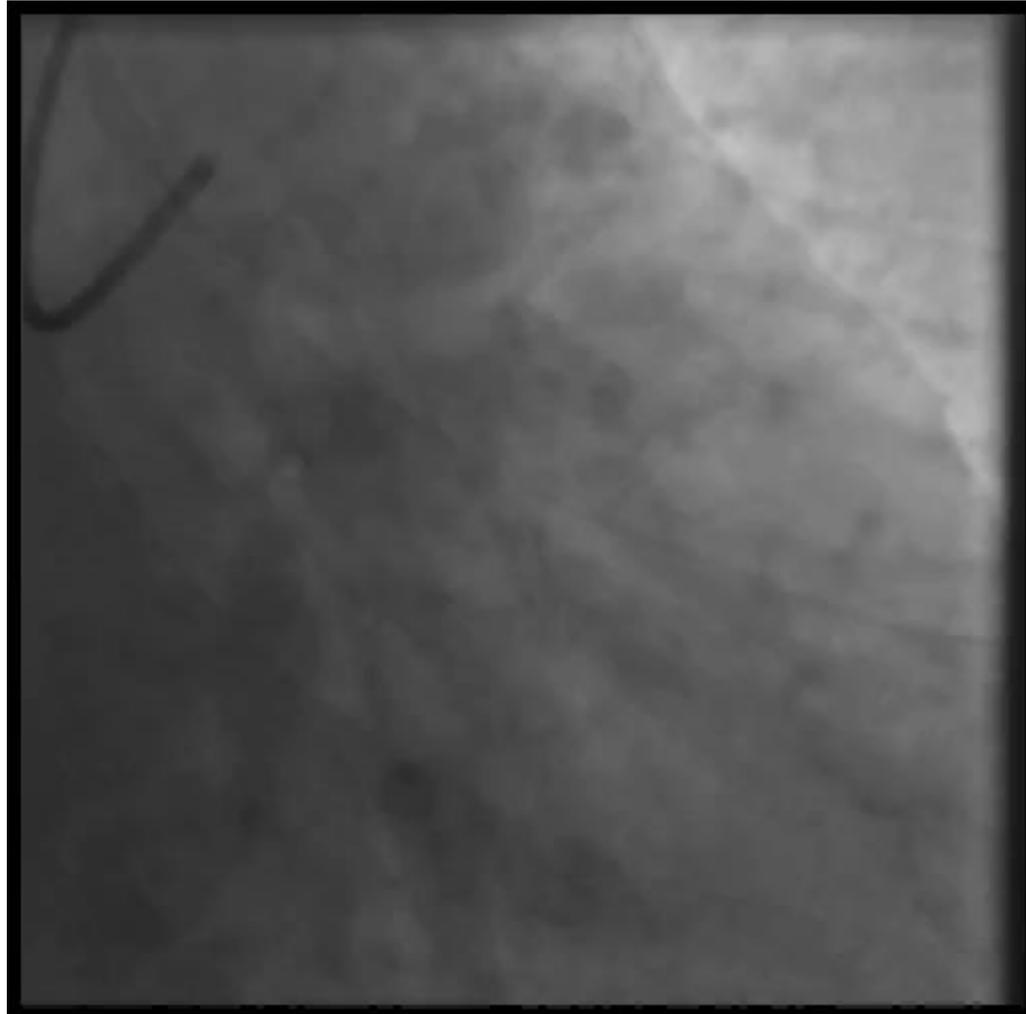
# Имплантация стентов с лекарственным покрытием под контролем ВСУЗИ (влияние на отдаленный прогноз): Результаты мета-анализа

24, 849 больных из 15 исследований, из них 3 рандомизированные (2005-2013)

ВСУЗИ vs ангиографического контроля	ОР (95% ДИ)	Значение P
Острые ССС	0.79 (0.69-0.91)	0.001
Смертность от всех причин	0.79 (0.69-0.91)	<0.001
Инфаркт миокарда	0.57 (0.42 – 0.78)	<0.001
Тромбоз стента	0.59 (0.42-0.82)	0.002

**Выводы:** Имплантация СЛП под контролем ВСУЗИ сопровождается снижением частоты неблагоприятных событий в отдаленные сроки по сравнению с ангиографическим контролем.

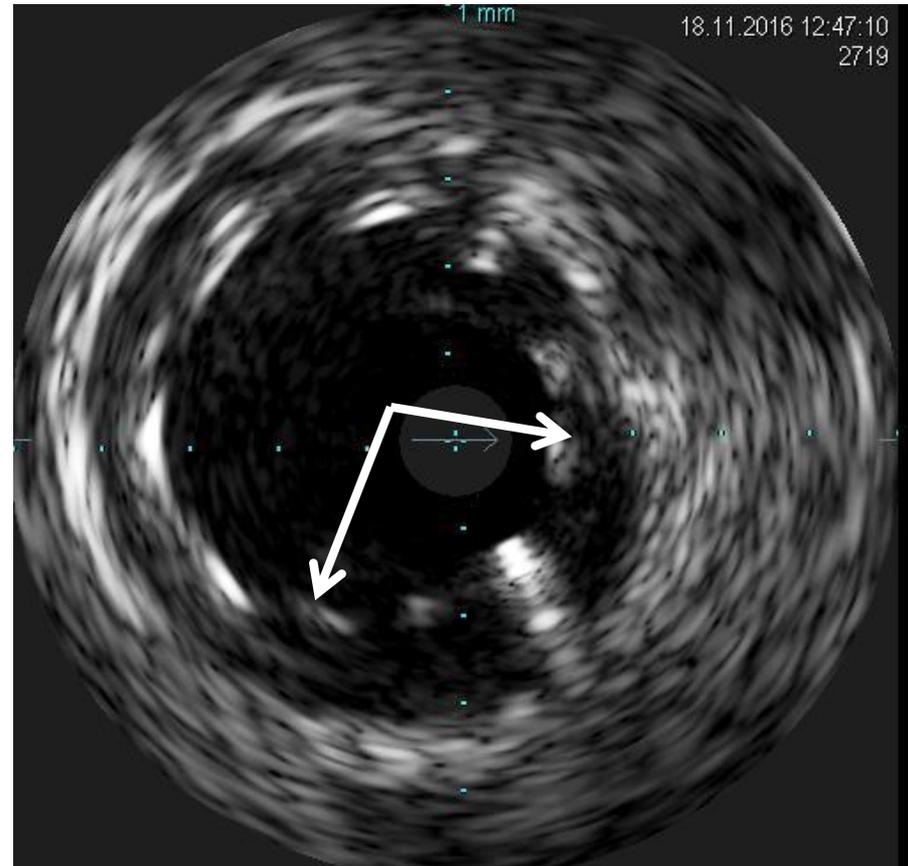
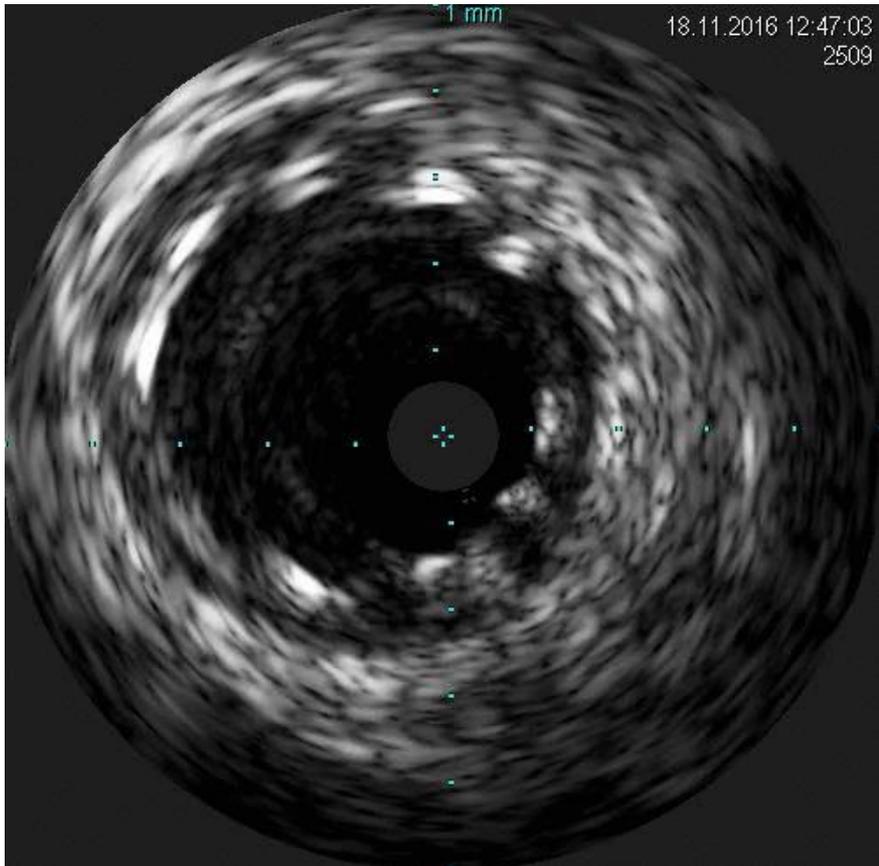
# Стеноз ствола ЛКА+ПНА



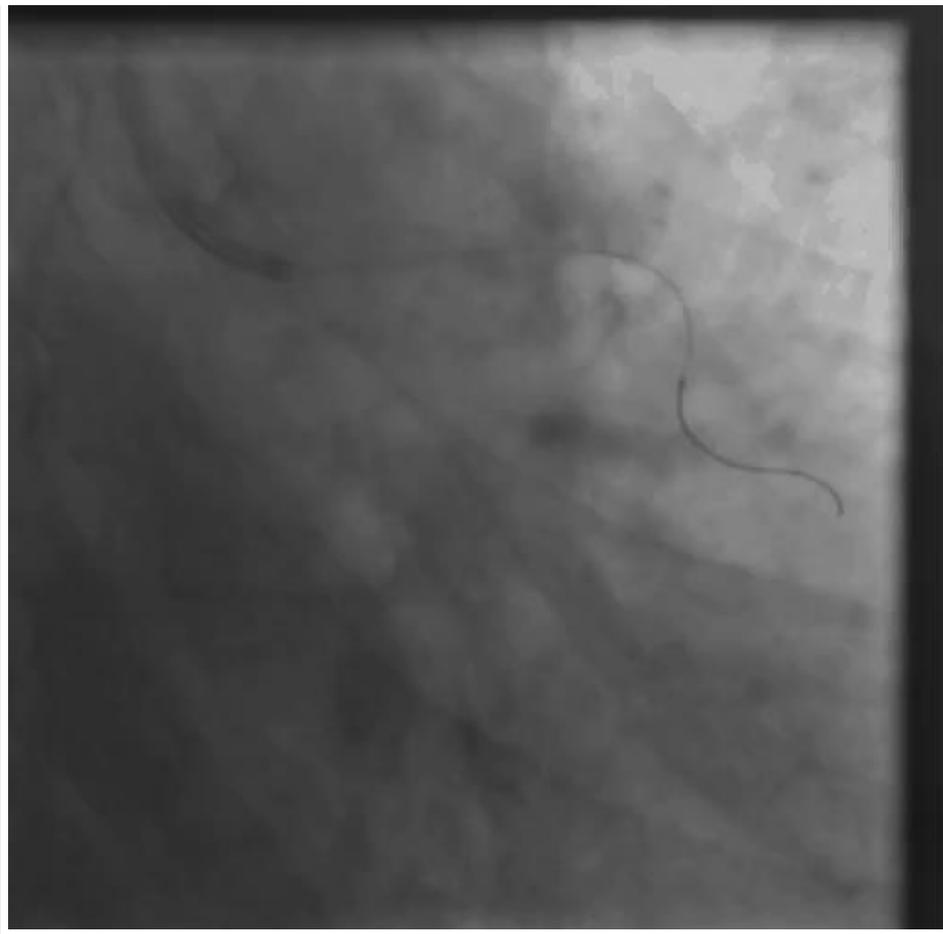
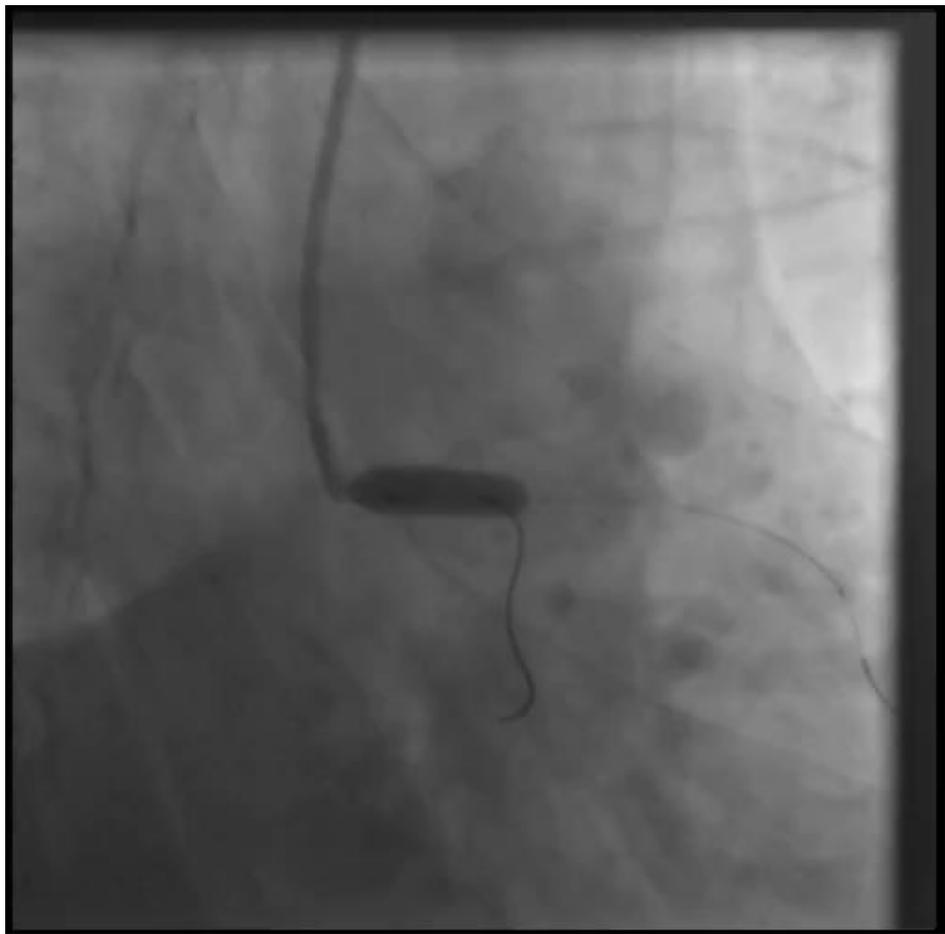
**После имплантации стента 4.0x24 мм с  
оптимизацией баллоном 5.0x15 мм NC**



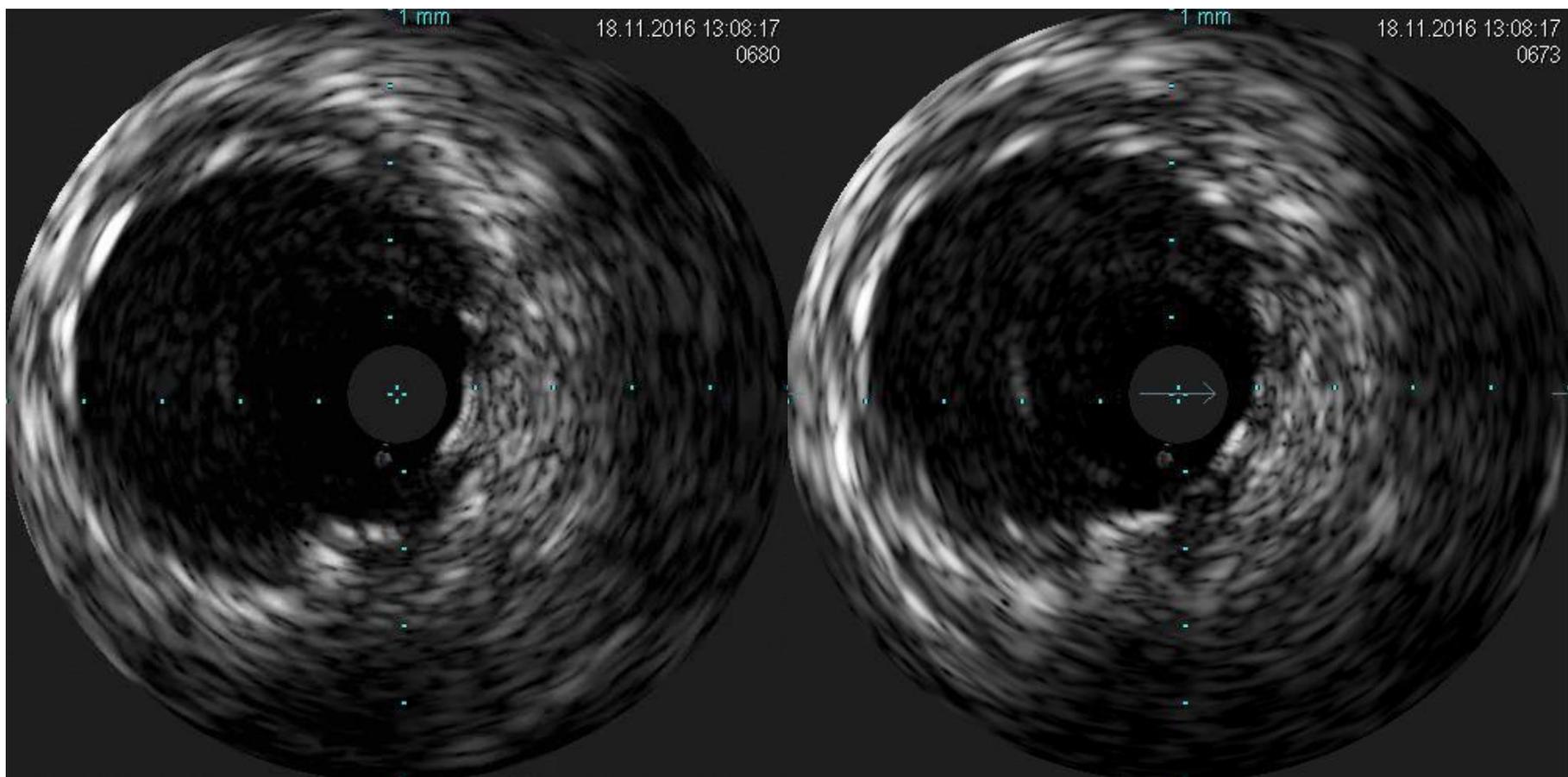
# Неполное прилегание стента в стволе ЛКА



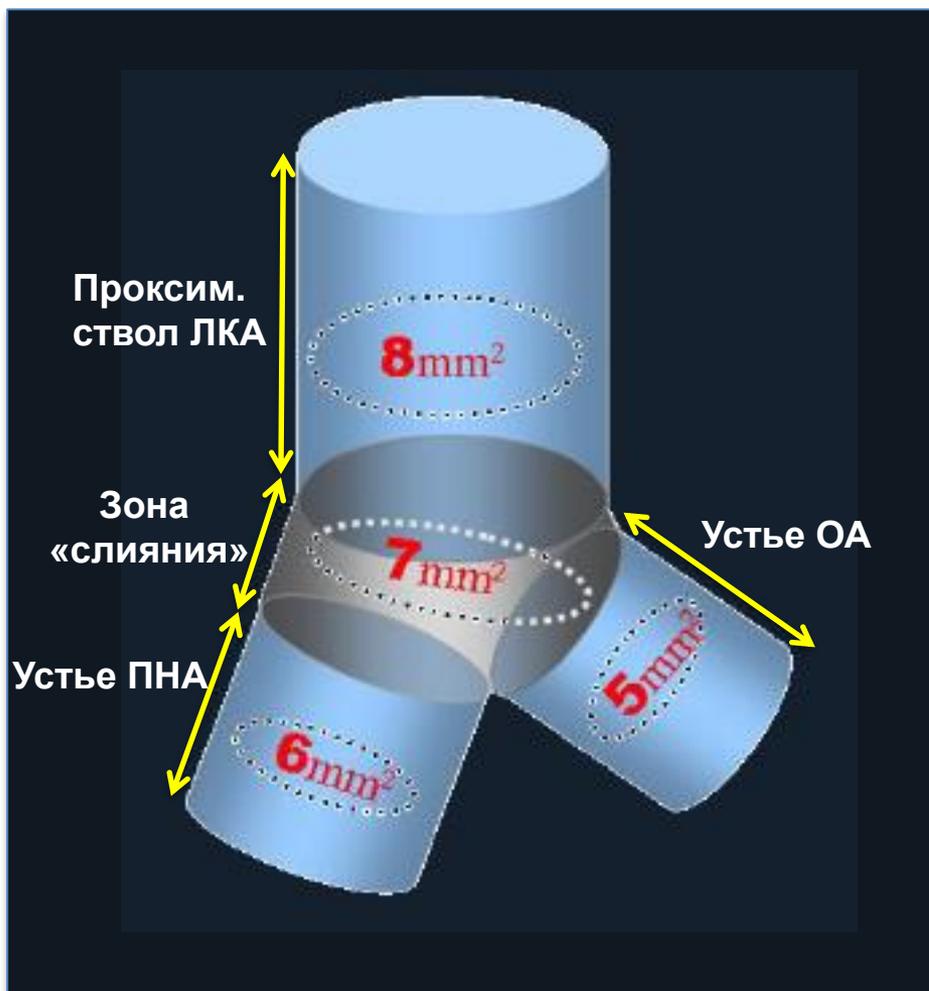
# Дополнительная оптимизация баллоном 5,5x15 мм 20 атм



# Полная аппозиция стента в стволе ЛКА после ОПТИМИЗАЦИИ

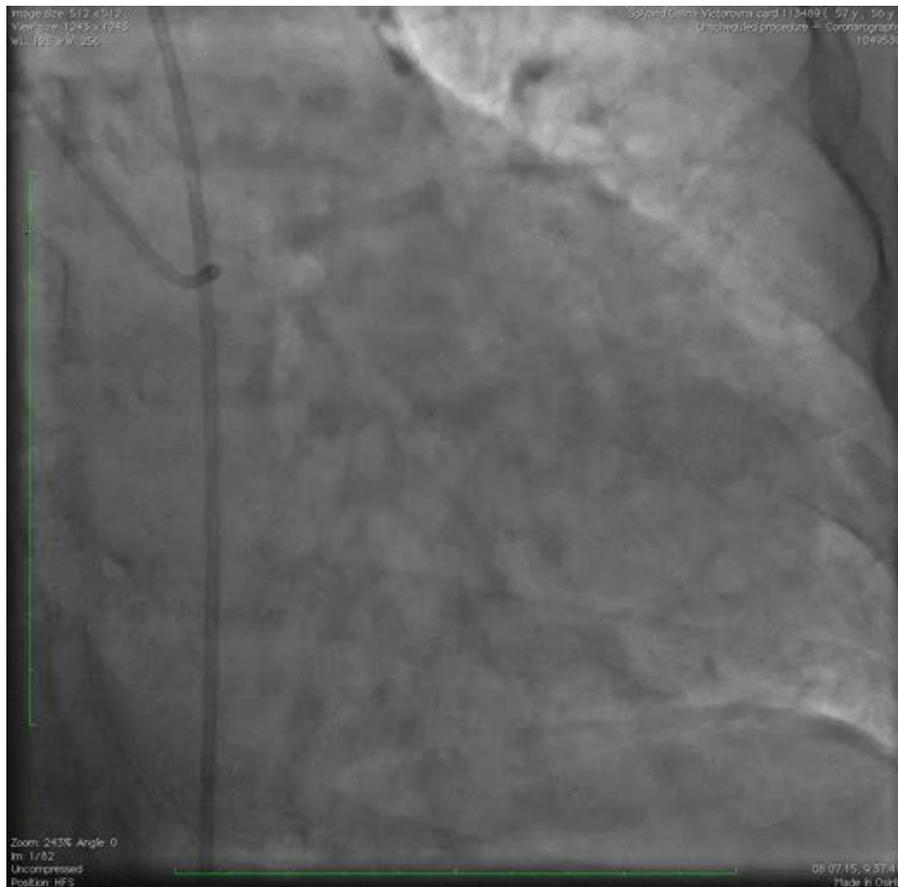


# Критерии оптимального раскрытия стента при стентировании «незащищенного» ствола ЛКА, n=403

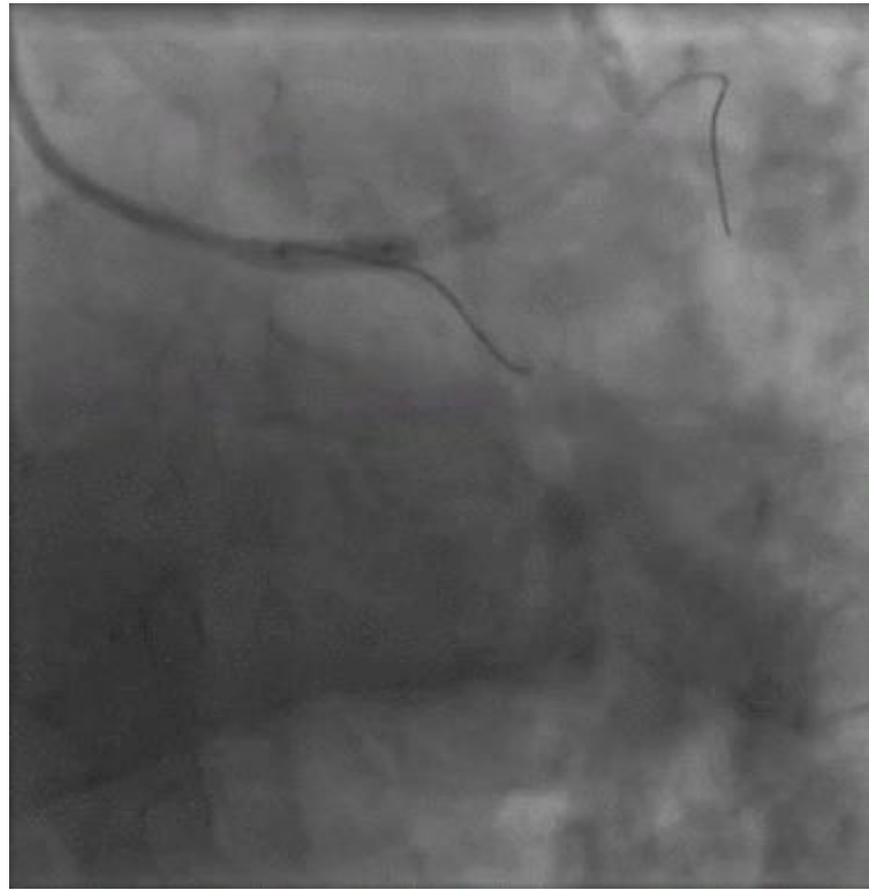
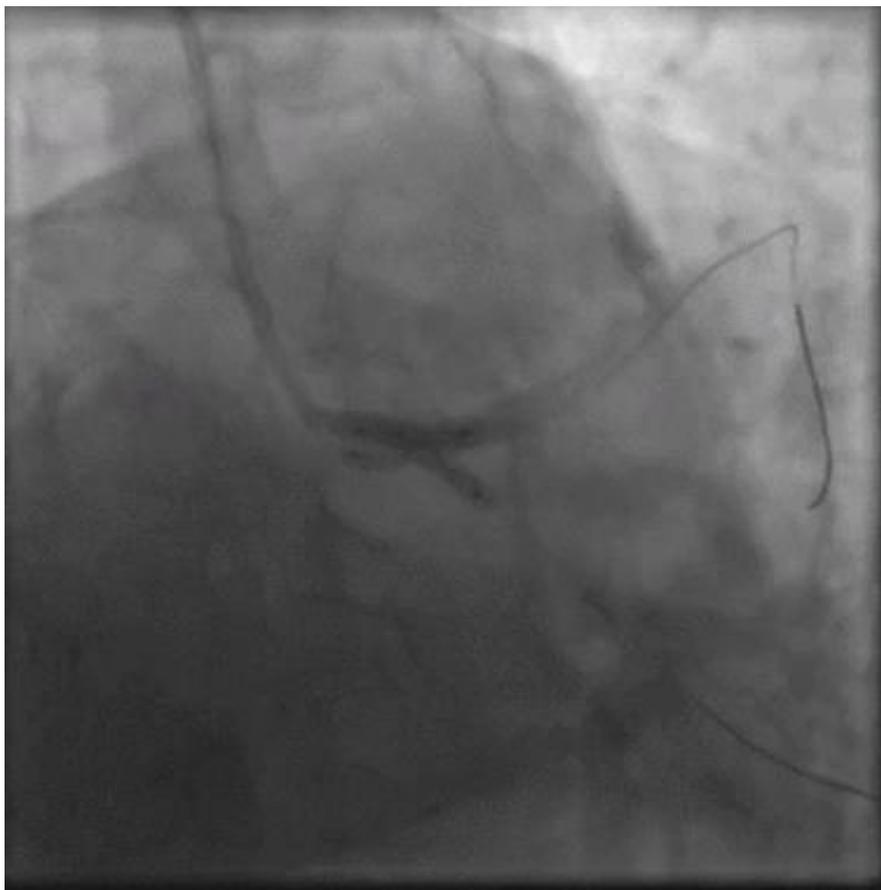


- Выживаемость без острых ССС (MACE) ниже при неполном раскрытии стента (89.4% vs 98.1%) по сравнению с его оптимальным раскрытием
- Аналогично, выживаемость без повторных процедур реваскуляризации целевого стеноза также была ниже при неполном раскрытии стента (90.9% vs 98.5%)

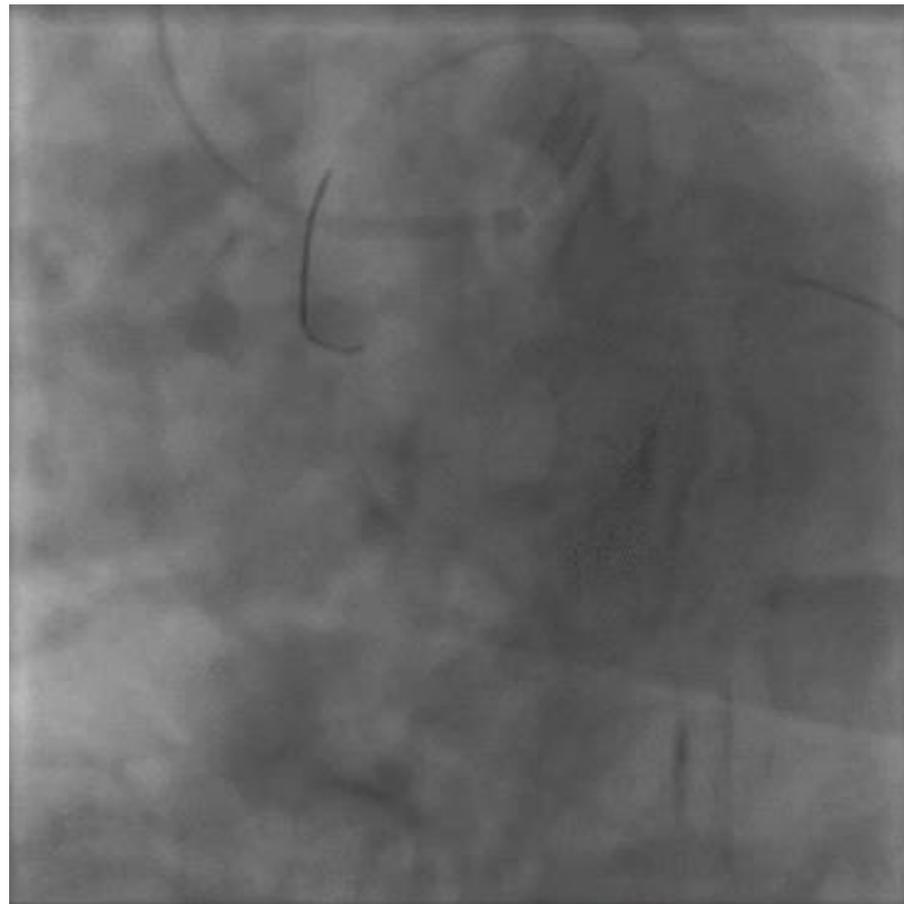
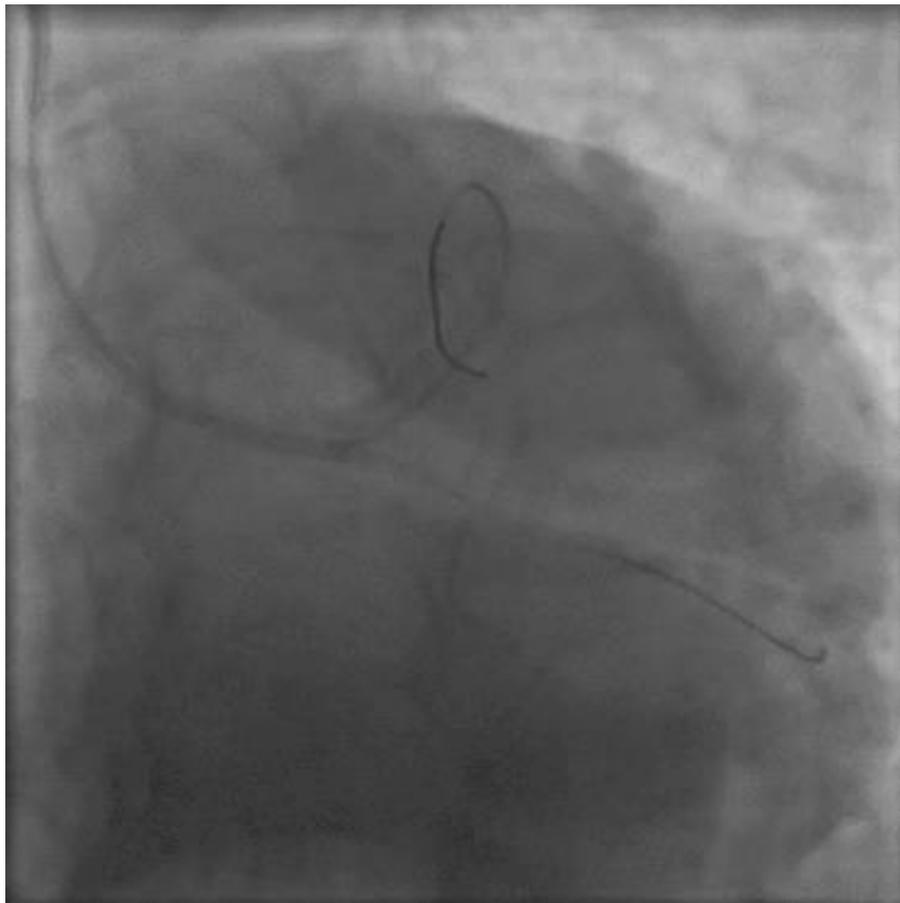
# Большая Г., 57 лет, окклюзия ПНА 4-6 мес Исходная ангиограмма



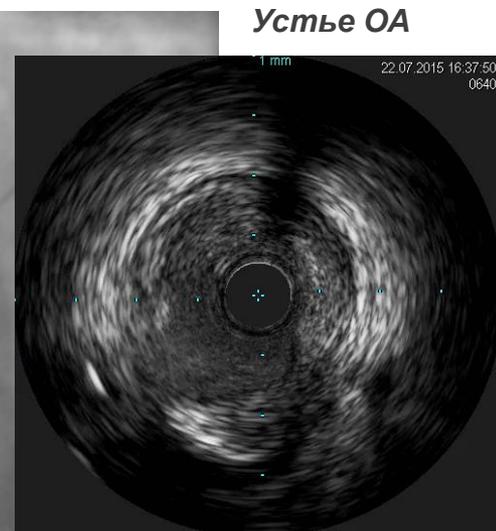
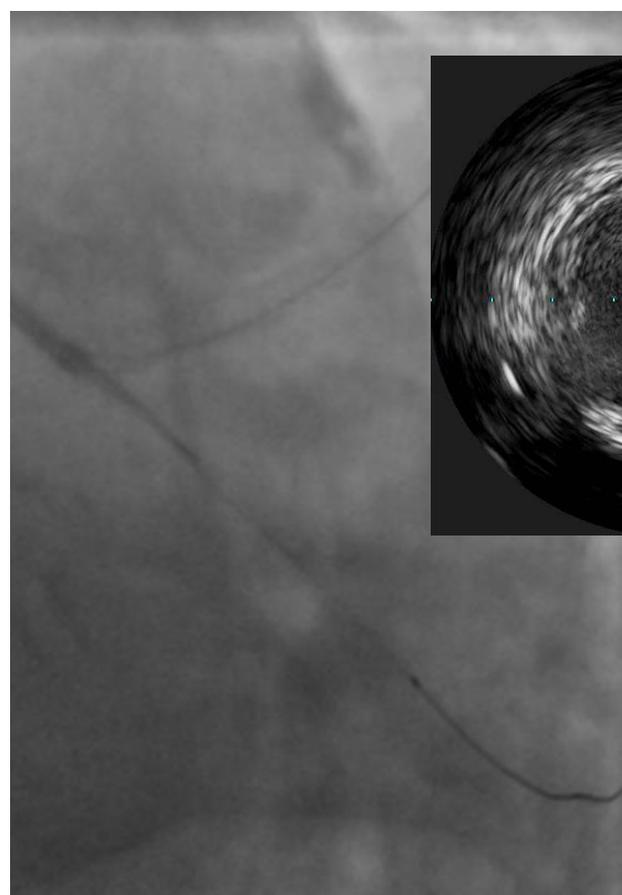
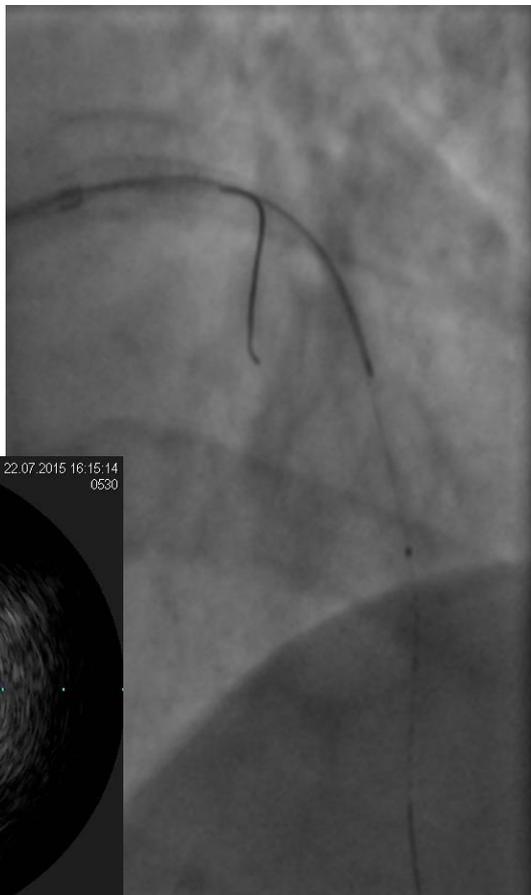
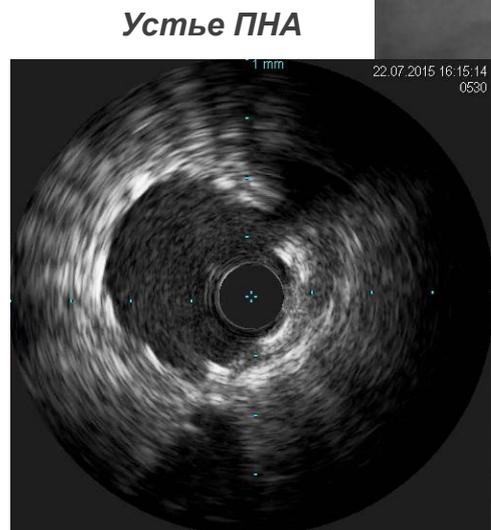
*Повторная оптимизация стента  
ствола ЛКА 4.0x12 20 атм NC*

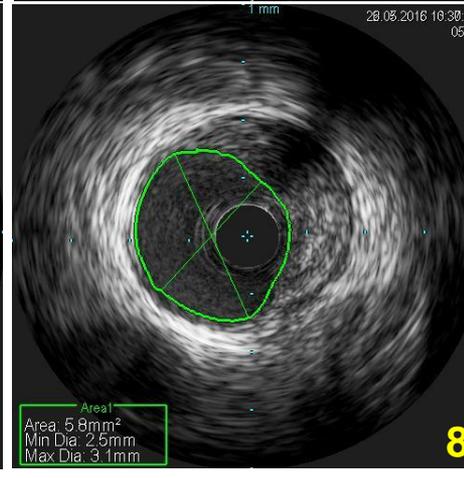
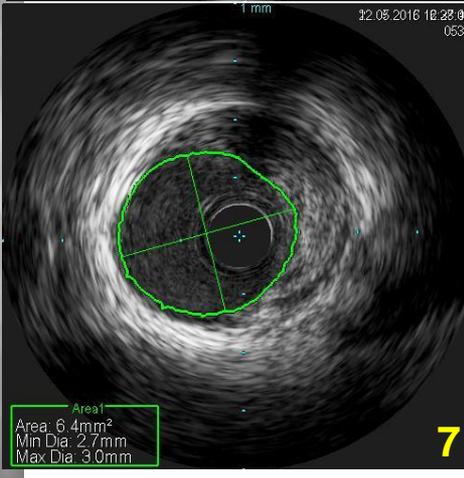
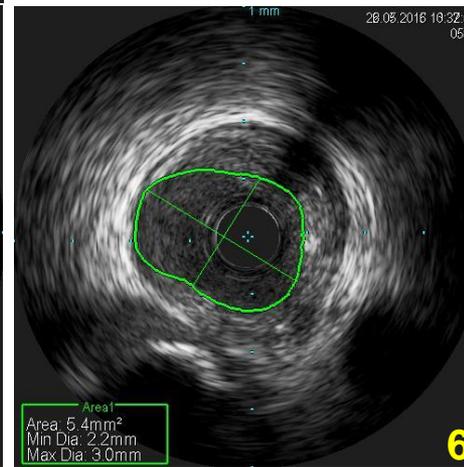
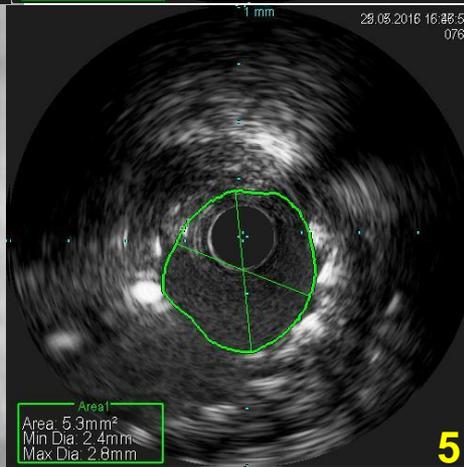
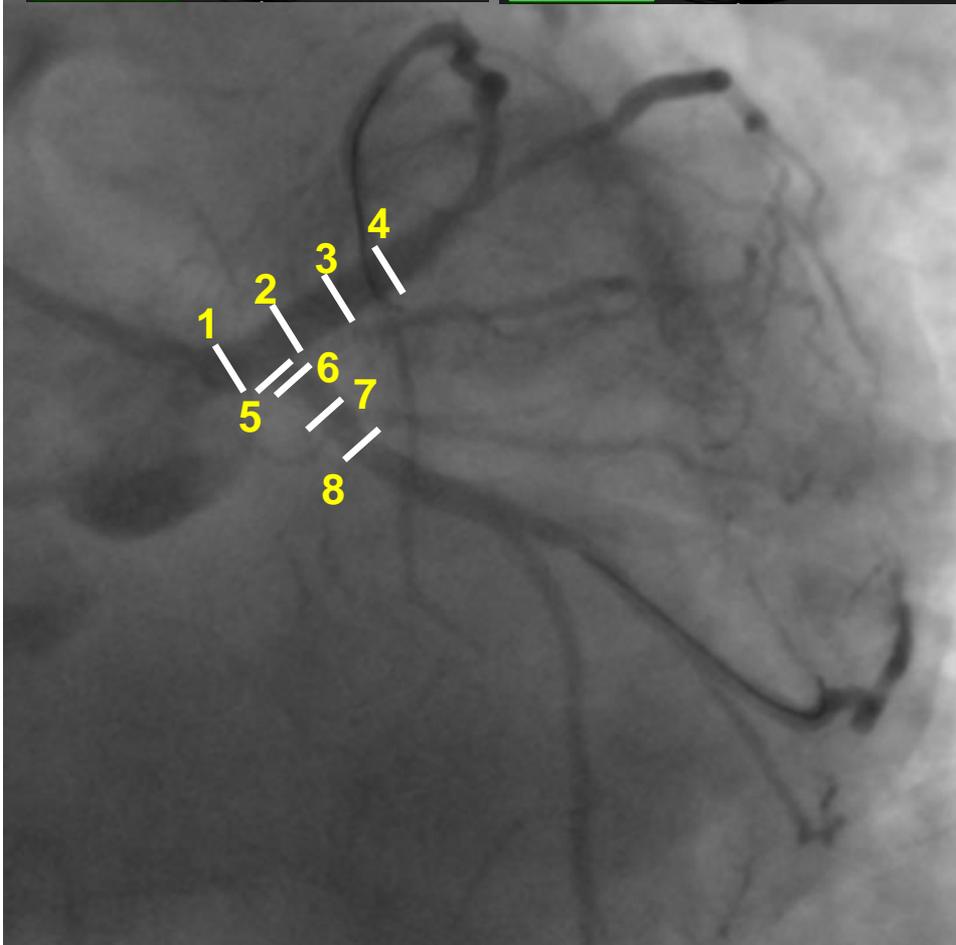
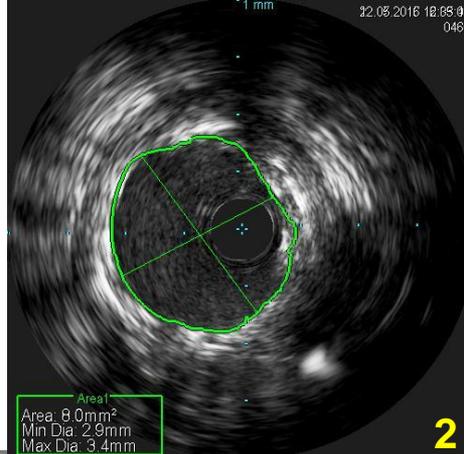
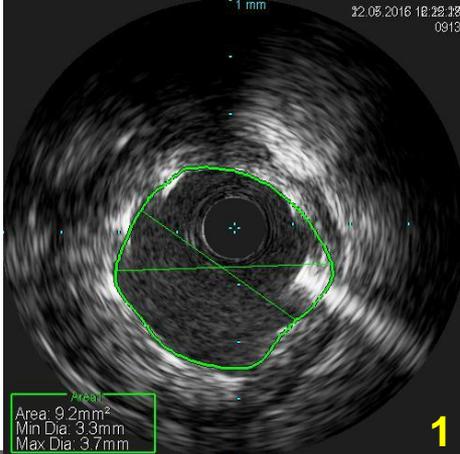


# Конечный результат



# Конечный результат: ВСУЗИ контроль



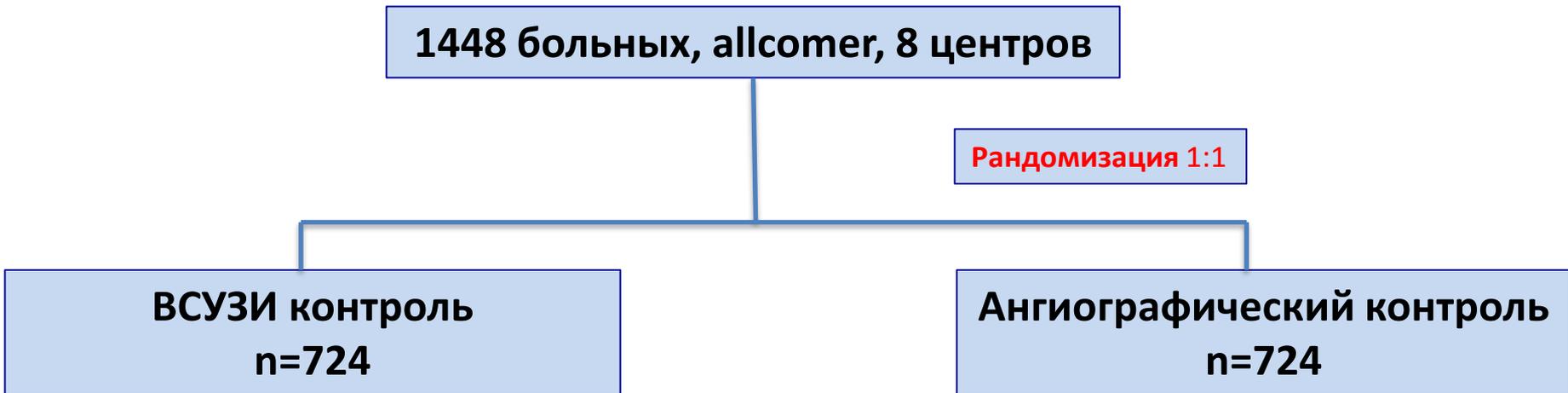
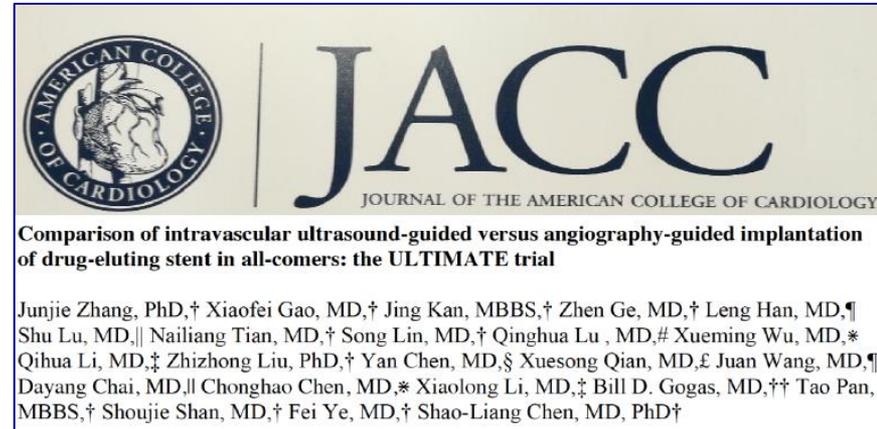


# Контрольная КАГ через 9 мес



# Исследование ULTIMATE

Сравнение ЧКВ со стентами с лекарственным покрытием с ВСУЗИ контролем против ангиографического контроля у all-comers – многоцентровое, проспективное, рандомизированное исследование

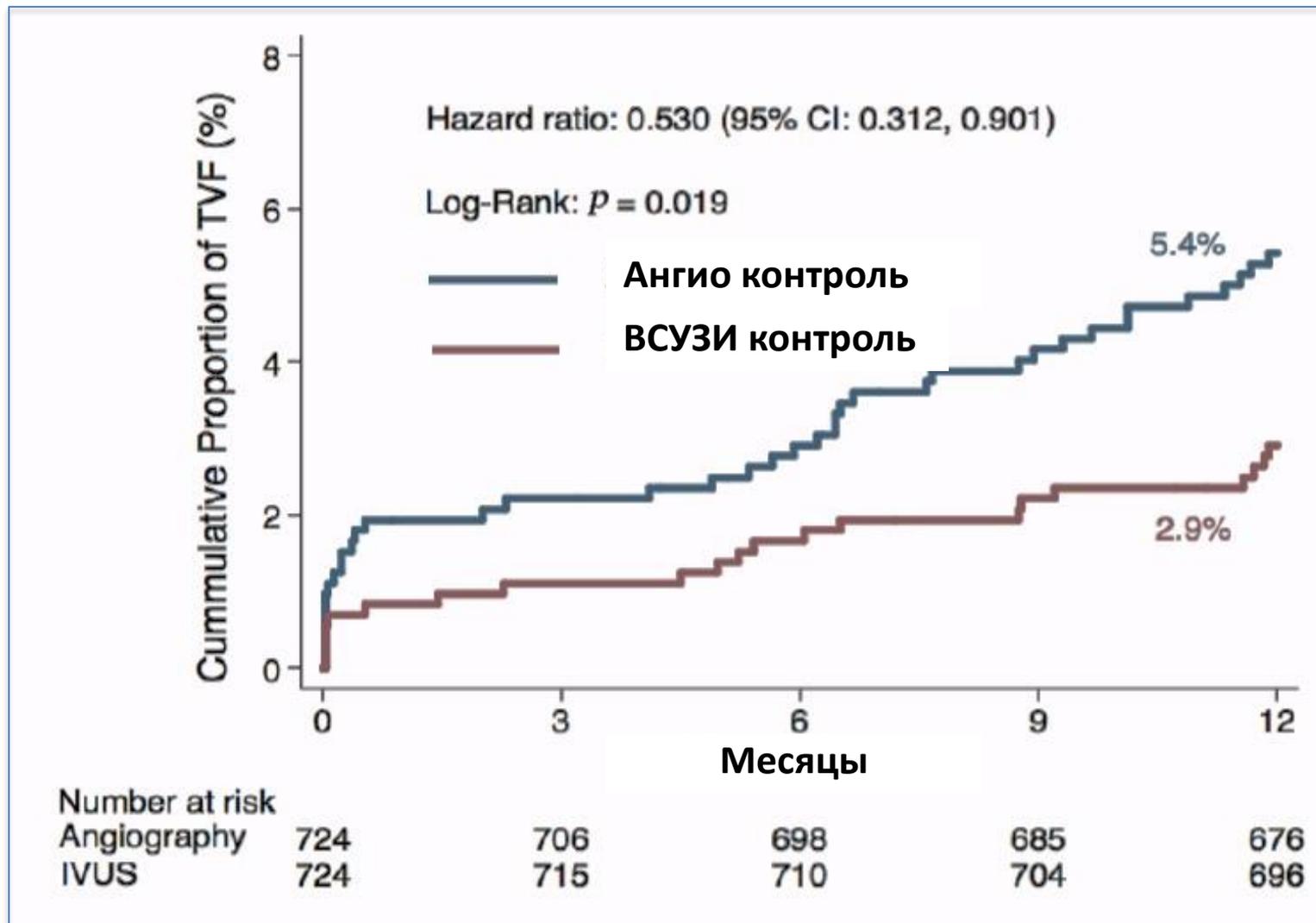


Первичная точка – несостоятельность лечения целевой артерии ч/з 12 мес:

- Сердечная смерть
- ИМ в бассейне целевой артерии (ЦА)
- Повторная реваскуляризация ЦА по клиническим показаниям

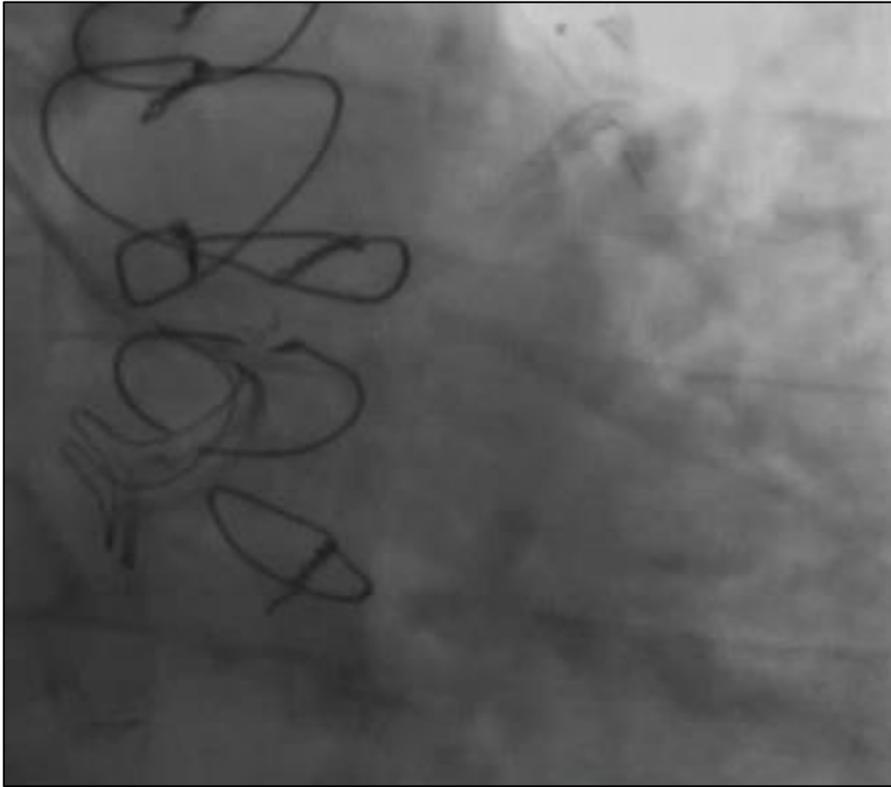
# Исследование ULTIMATE

Несостоятельность лечения целевой артерии через 12 мес



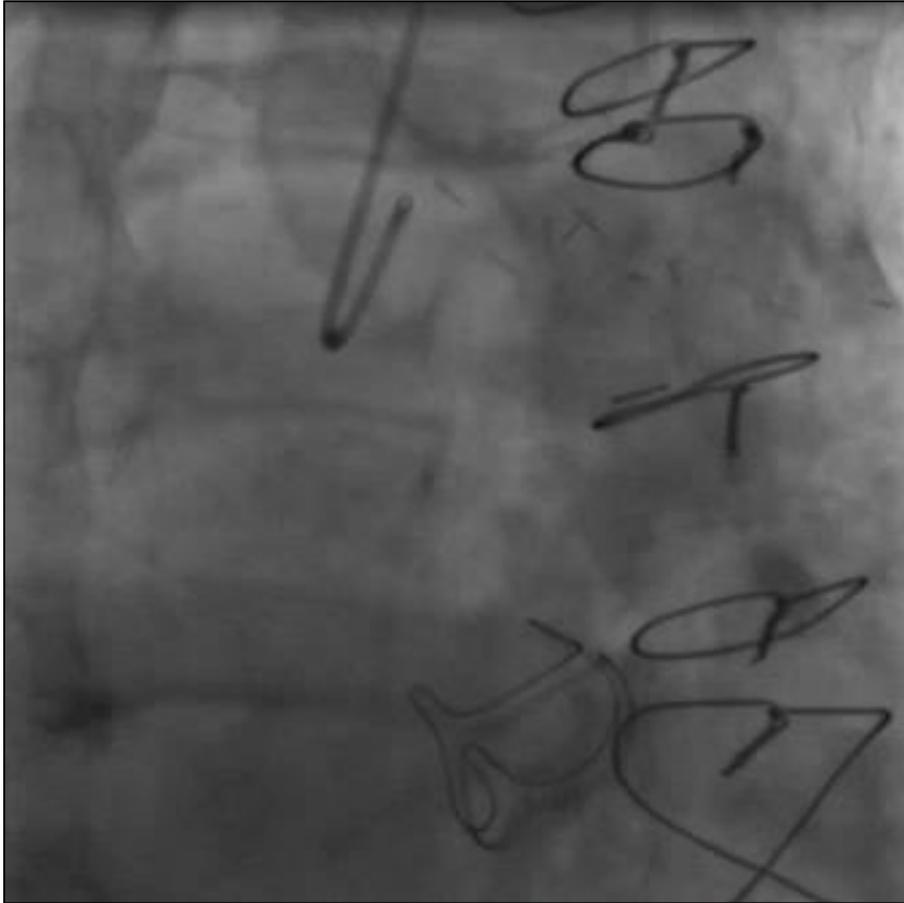
# Клинический случай

Больной Г ., 79 лет, АКШ 9 лет, нестабильная стенокардия



# Клинический случай

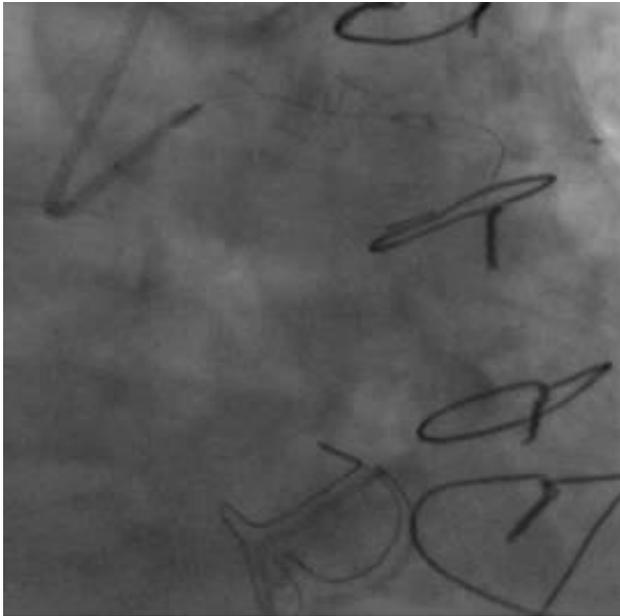
Больной Г ., 79 лет, АКШ 9 лет, нестабильная стенокардия



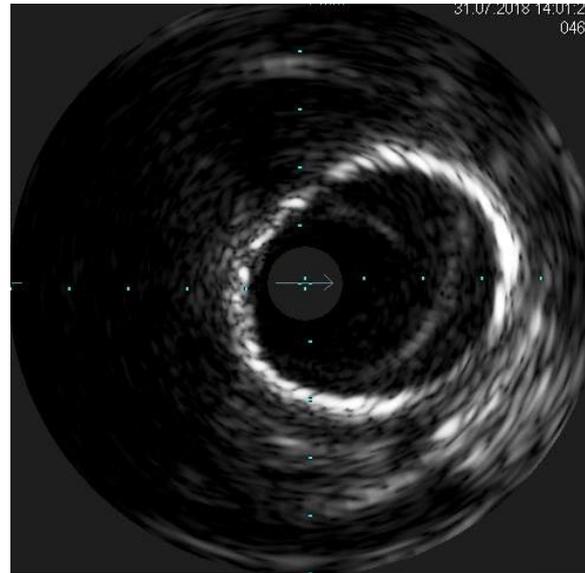
# Клинический случай

Больной Г., 79 лет, АКШ 9 лет, нестабильная стенокардия

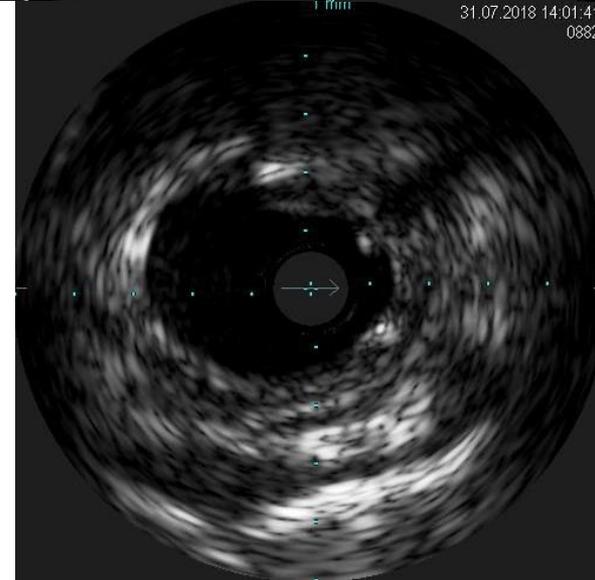
Исходное ВСУЗИ



Дист. референс 3,6 x 4,3 мм



Стеноз, МППА=2,4 мм<sup>2</sup>



Проксим. референс  
3,6 x 4,3 мм

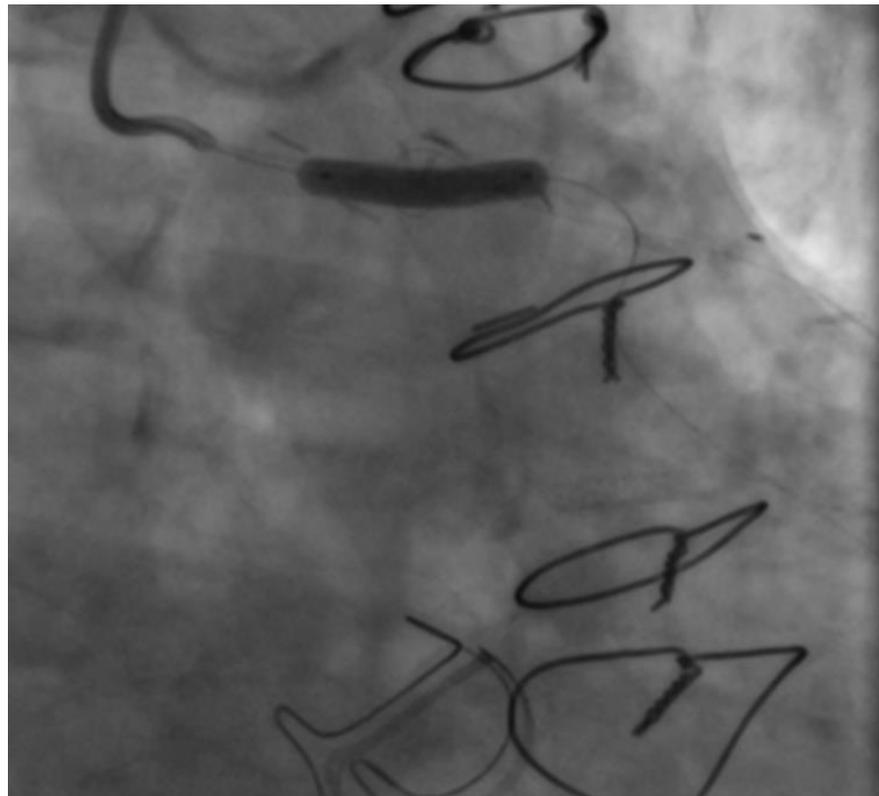
# Клинический случай

Больной Г., 79 лет, АКШ 9 лет, нестабильная стенокардия

Стент СЛП 4.0x22 мм



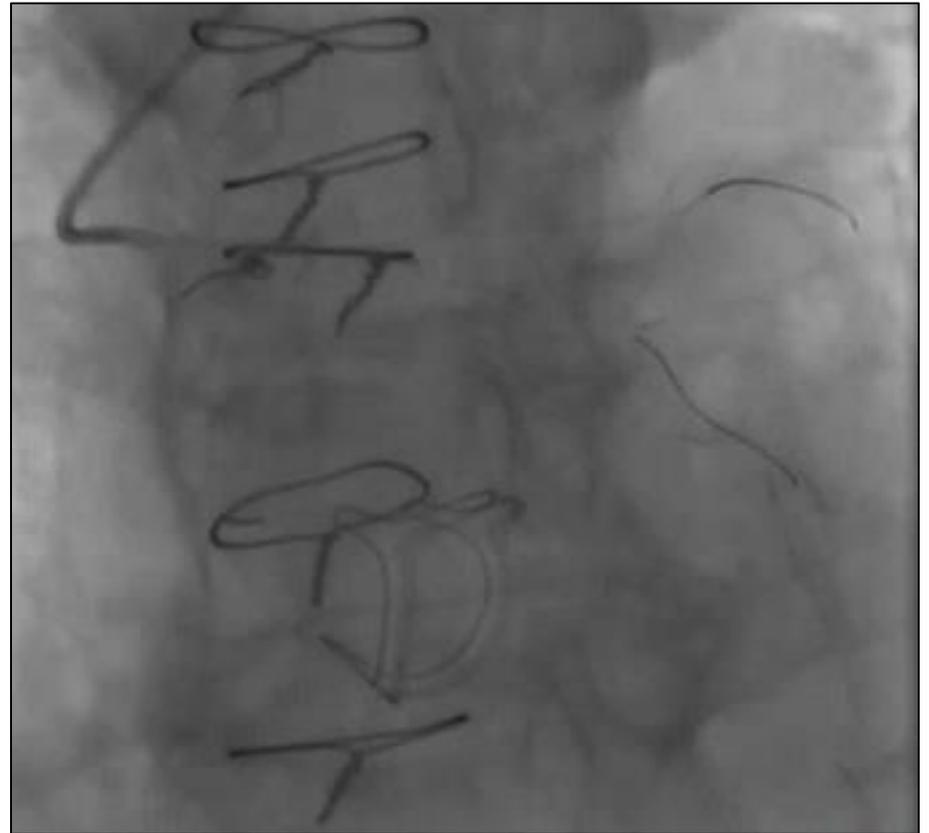
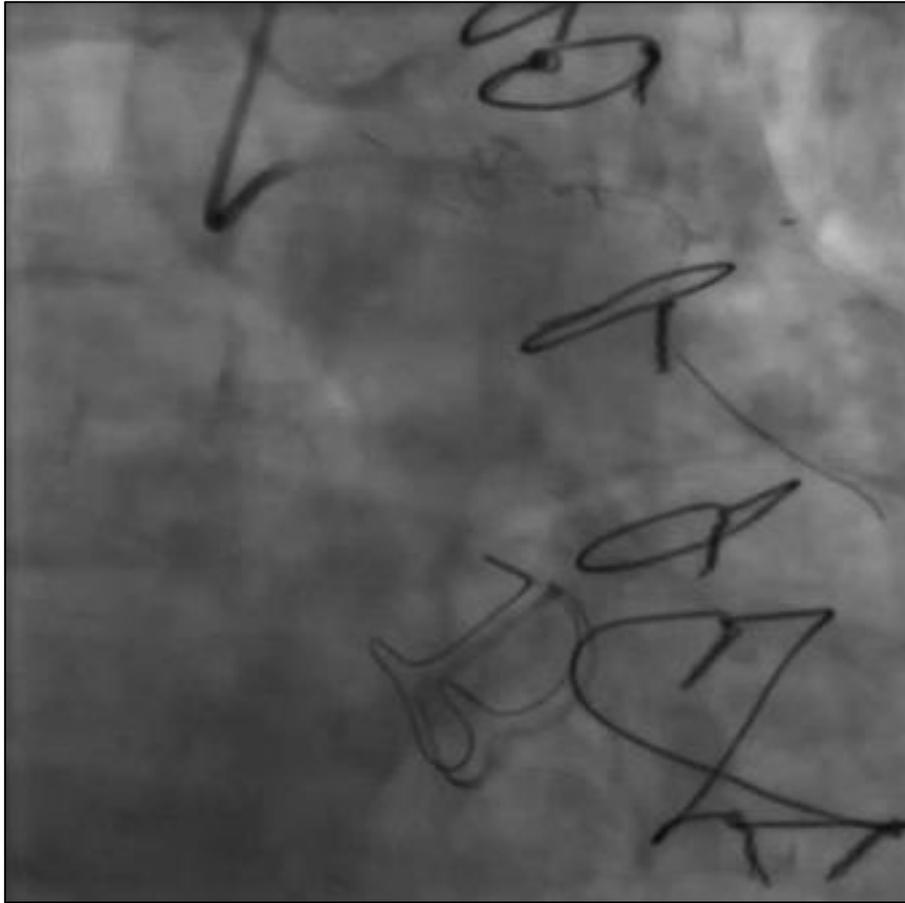
Оптимизация баллоном 4,5x20 мм NC  
24 атм



# Клинический случай

Больной Г., 79 лет, АКШ 9 лет, нестабильная стенокардия

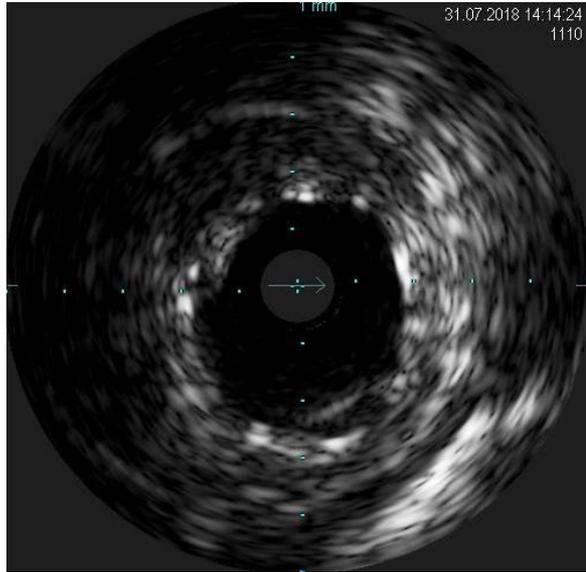
Финальный результат



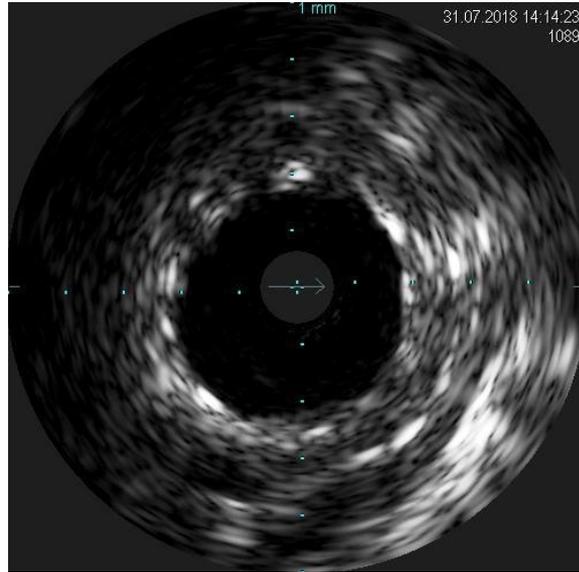
# Клинический случай

## Финальный результат

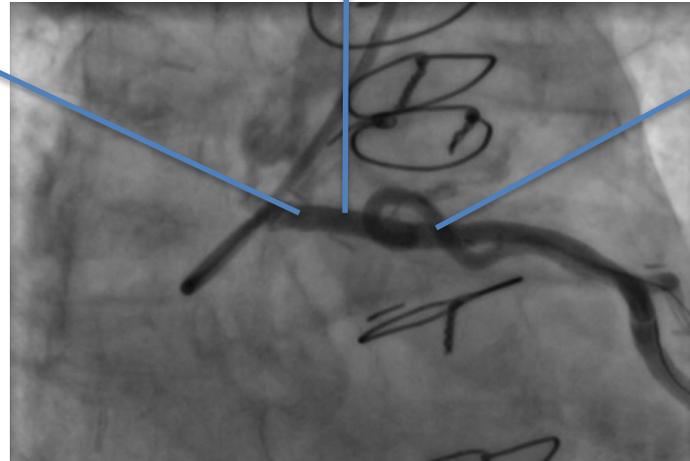
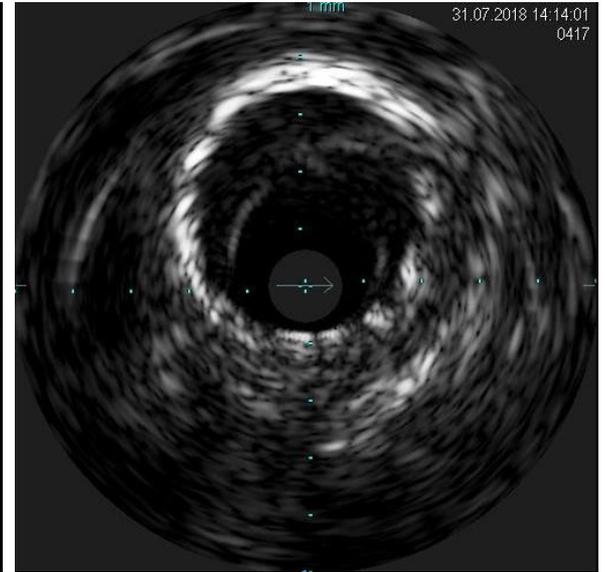
ППА = 12.9 мм<sup>2</sup>



ППА = 12.3 мм<sup>2</sup>

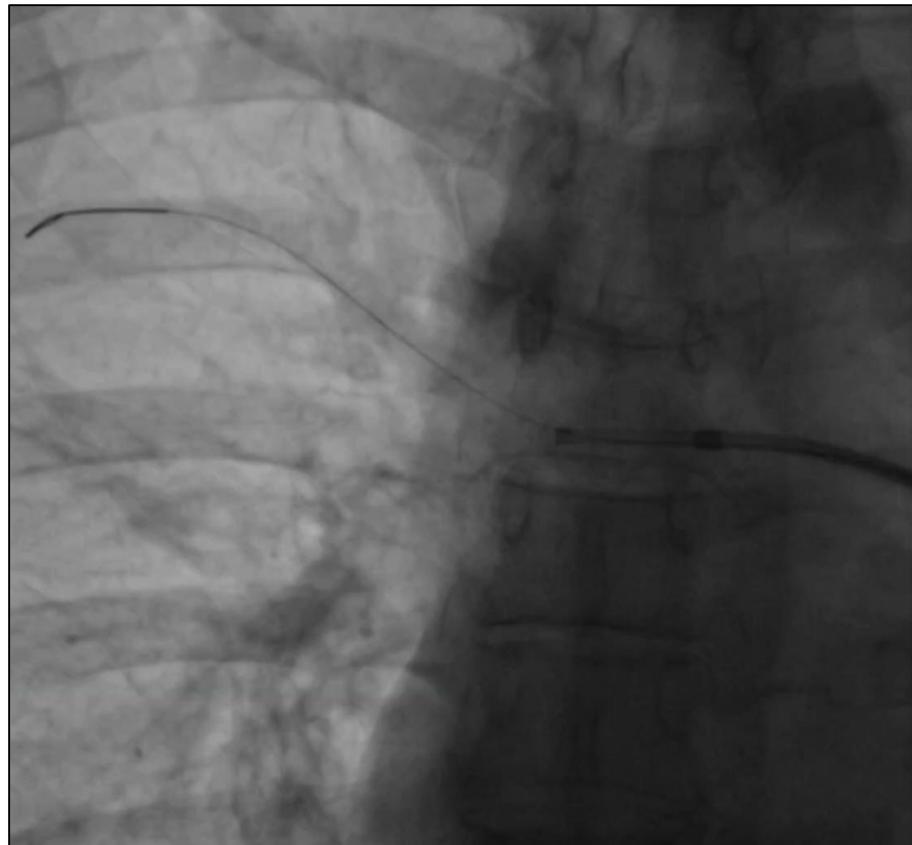
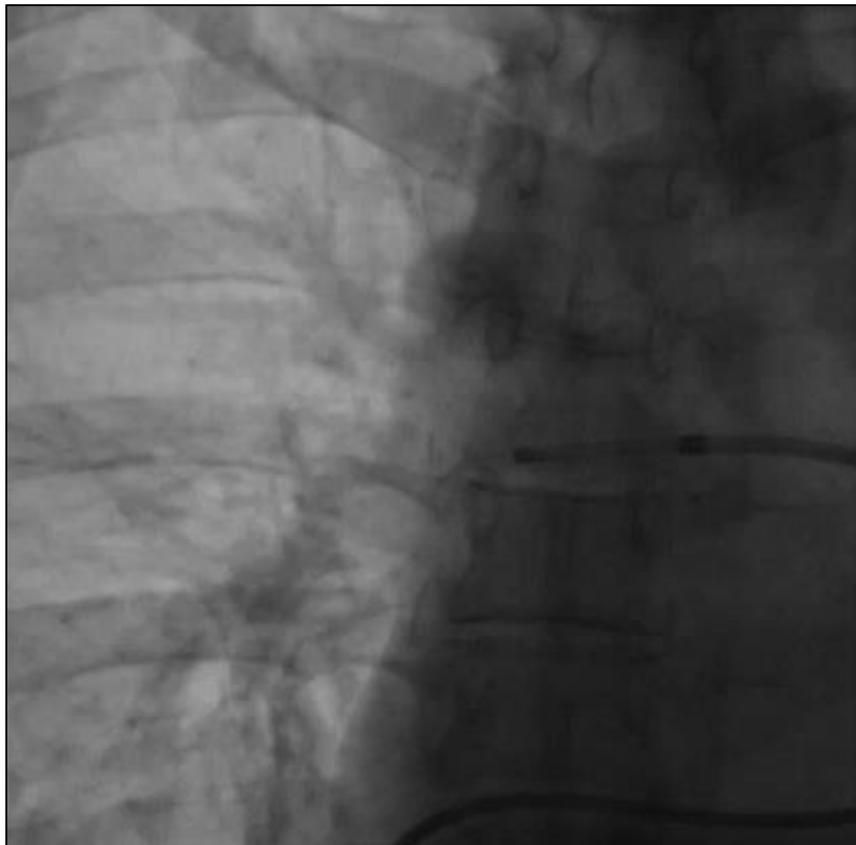


ППА = 12.6 мм<sup>2</sup>



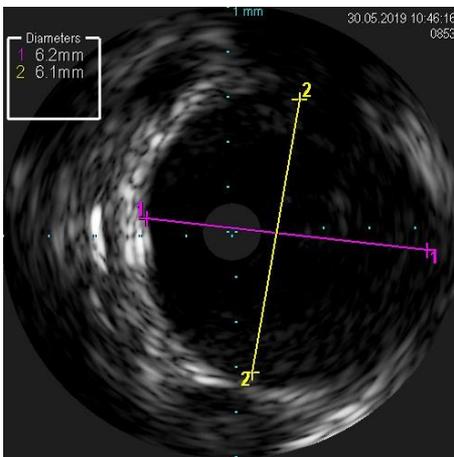
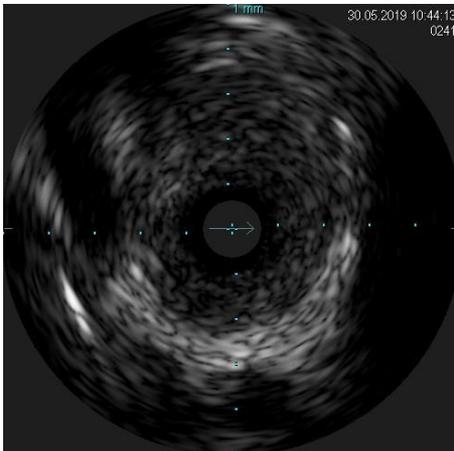
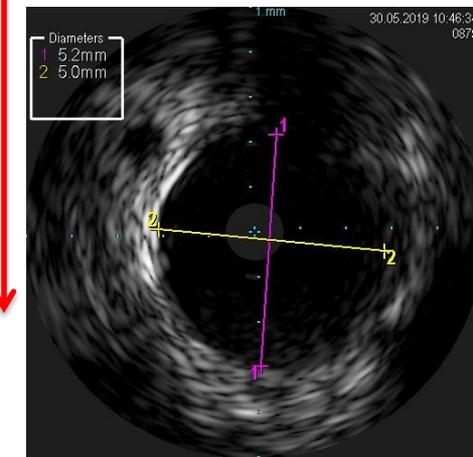
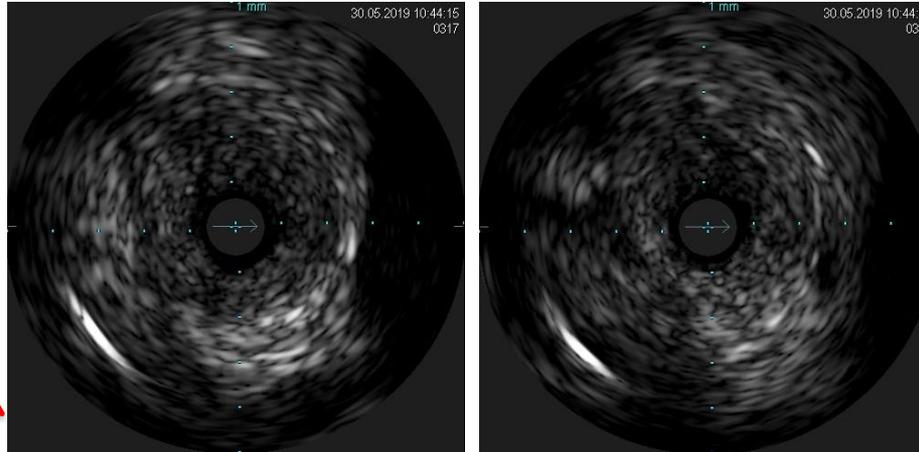
# Клинический случай

Больная Б., 51 год, болезнь Такаясу с вовлечением легочных артерий



# Клинический случай

Больная Б., 51 год, болезнь Такаясу с вовлечением легочных артерий



# Клинический случай

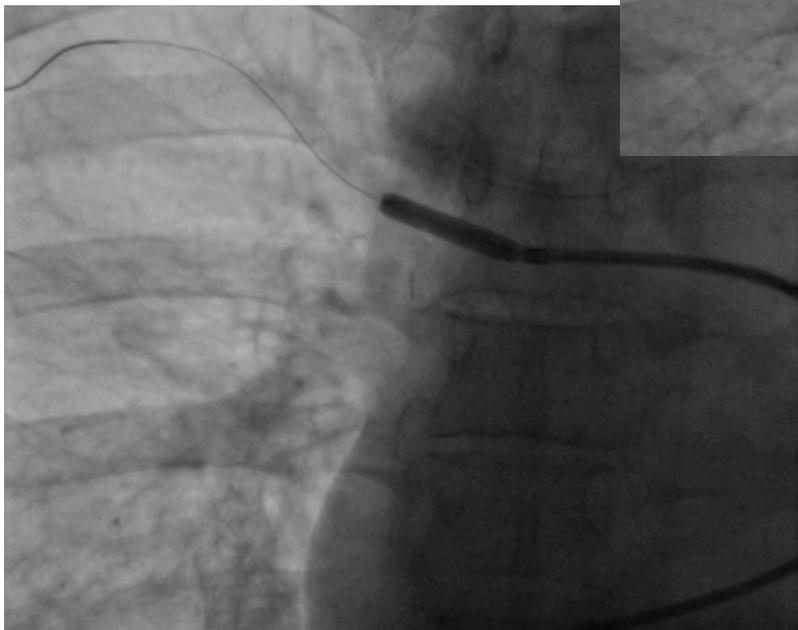
Больная Б., 51 год, болезнь Такаясу с вовлечением легочных артерий

Стент Onix 5.0x22 мм 18 атм



Преддилатация 4.0x20 мм NC

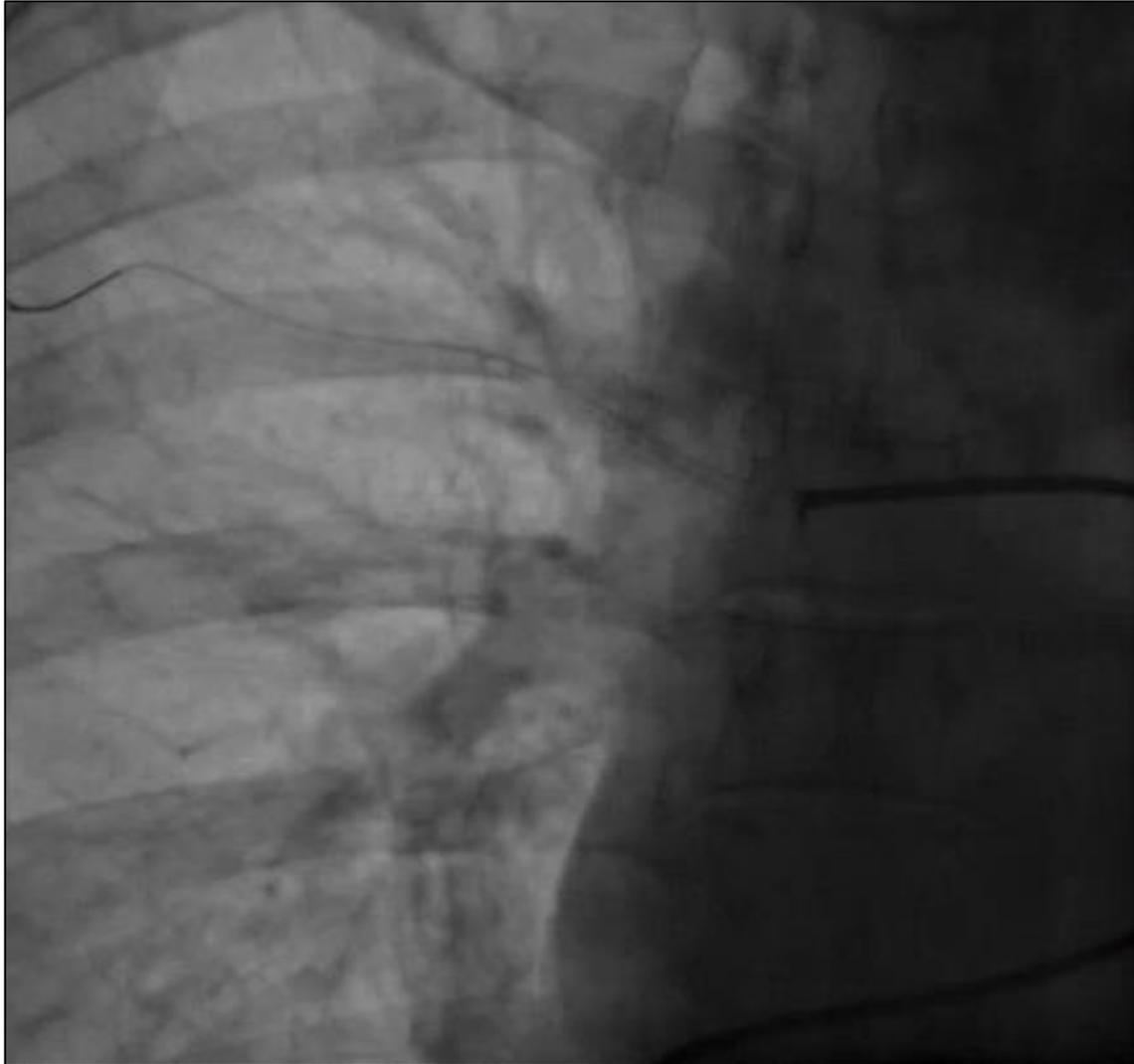
Постдилатация 6.0 x20 мм NC



# Клинический случай

Больная Б., 51 год, болезнь Такаясу с вовлечением легочных артерий

**Финальный результат**

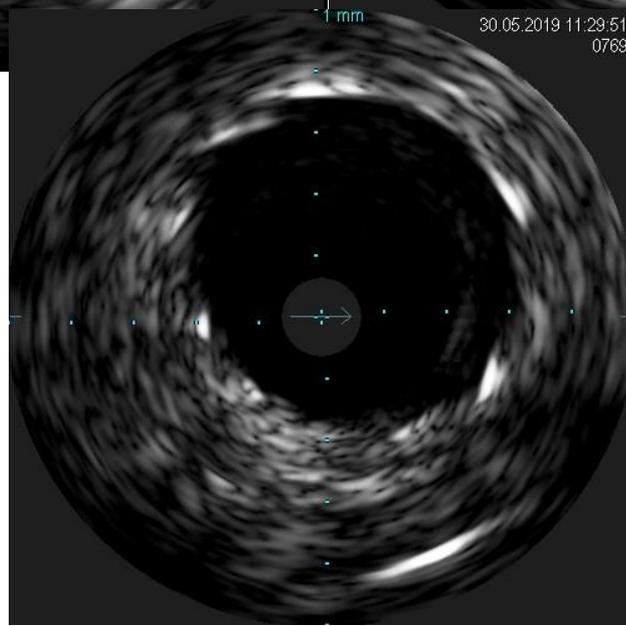
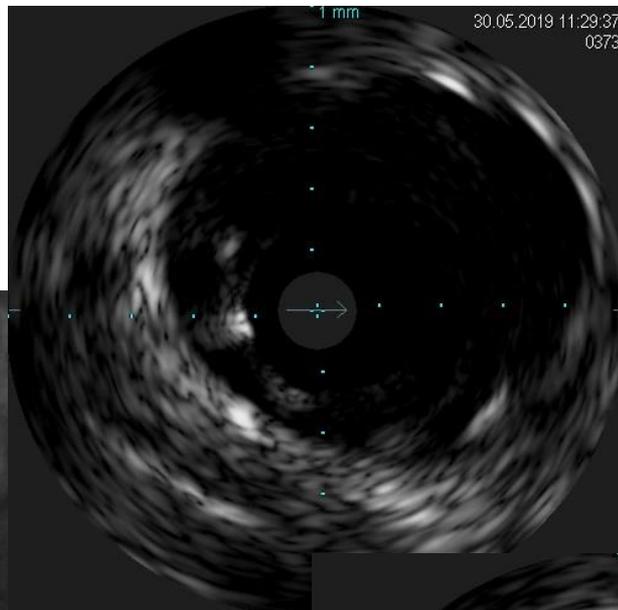


# Финальный результат

Дист



Прокс

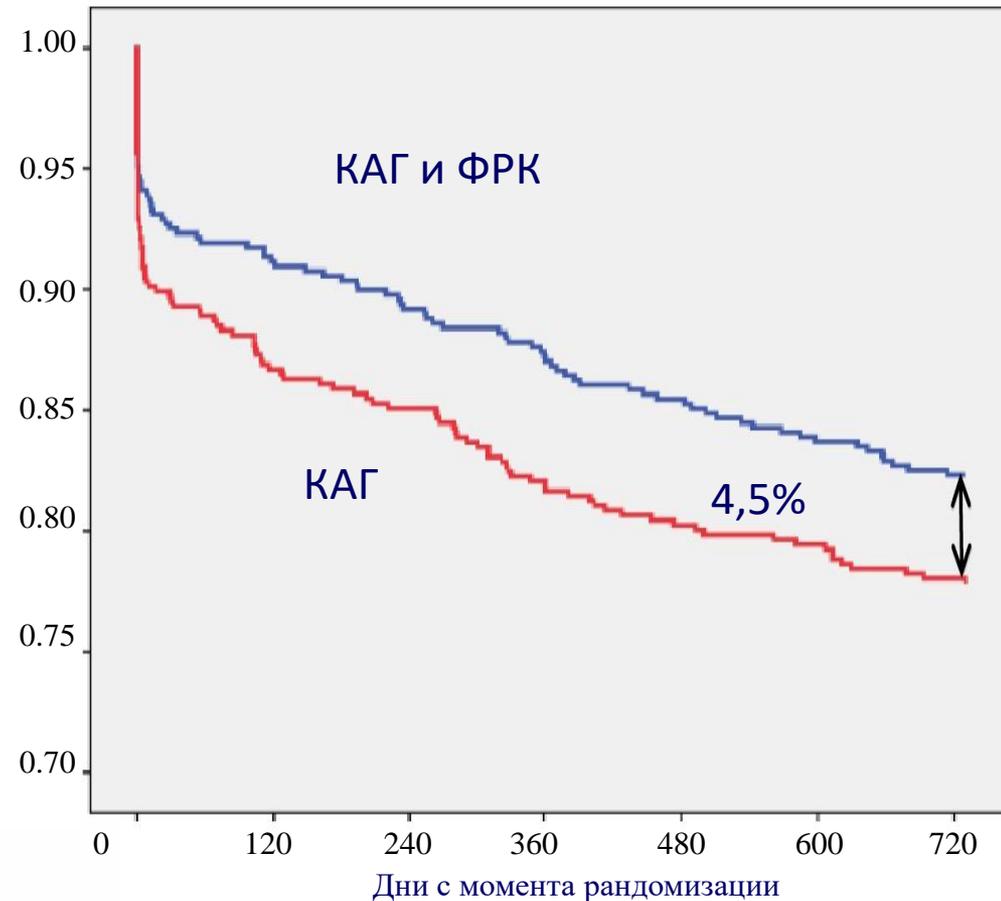


# **Определение фракционного резерва кровотока**

# FAME

## Выживаемость без МАСЕ через 2 года

- Рандомизированное исследование, 1005 стабильных больных, 20 центров
- 2 группы, стенты слП:
  - ЧКВ по данным КАГ
  - ЧКВ по данным КАГ+ФРК (<80)
- Конечные точки: МАСЕ (смерть, ИМ, повторная ЧКВ и КШ) через 1 год



# FAME II

*(Fractional Flow Reserve-Guided PCI versus Medical Therapy in Stable Coronary Disease)*

**Больные со стабильной ИБС с пограничными стенозами,  
которым запланировано ЧКВ, n=1220**

**ФРК во всех целевых стенозах**

**Рандомизация**

**Медикаментозная терапия**

**Если хотя бы в одном  
стенозе ФРК  $\leq 0.80$  (n=888)**

**Рандомизация 1:1**

**ЧКВ + МТ**

**МТ**

**73%**

**ФРК во всех стенозах  $> 0.80$   
(n=332)**

**МТ**

**27%**

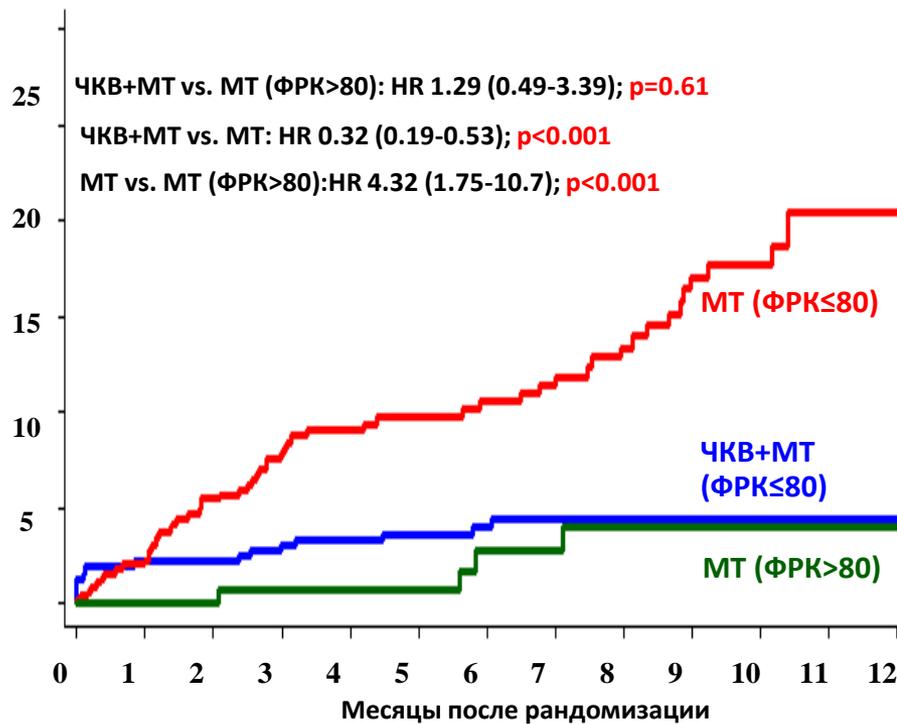
**Клиническое наблюдение 1, 6 месяцев, 1, 2, 3, 4, и 5 лет**

# FAME II

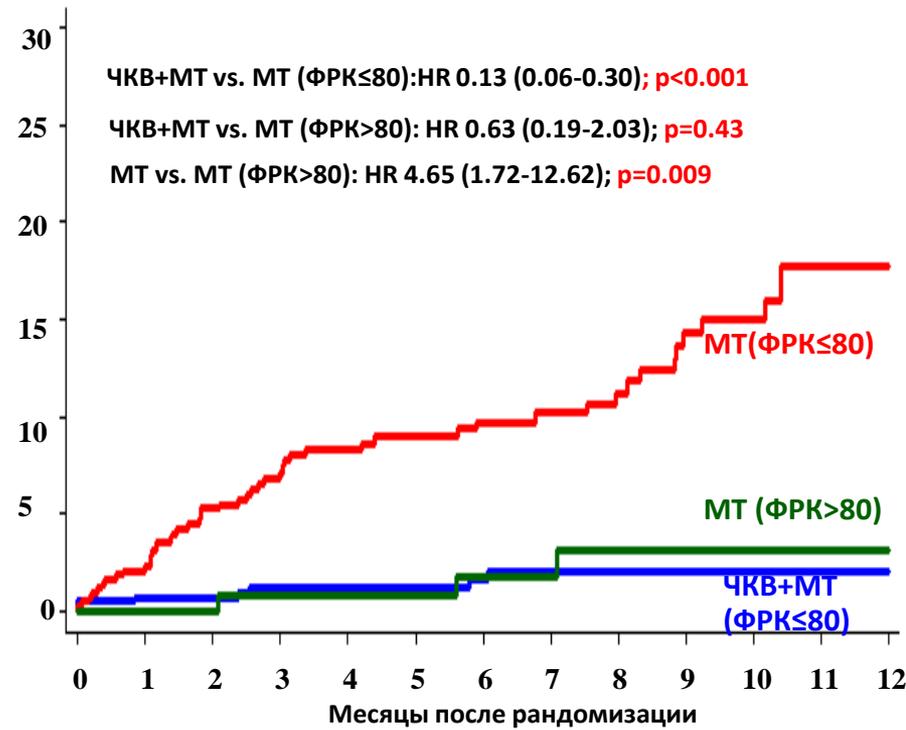
(Fractional Flow Reserve-Guided PCI versus Medical Therapy in Stable Coronary Disease)

Первичные конечные точки

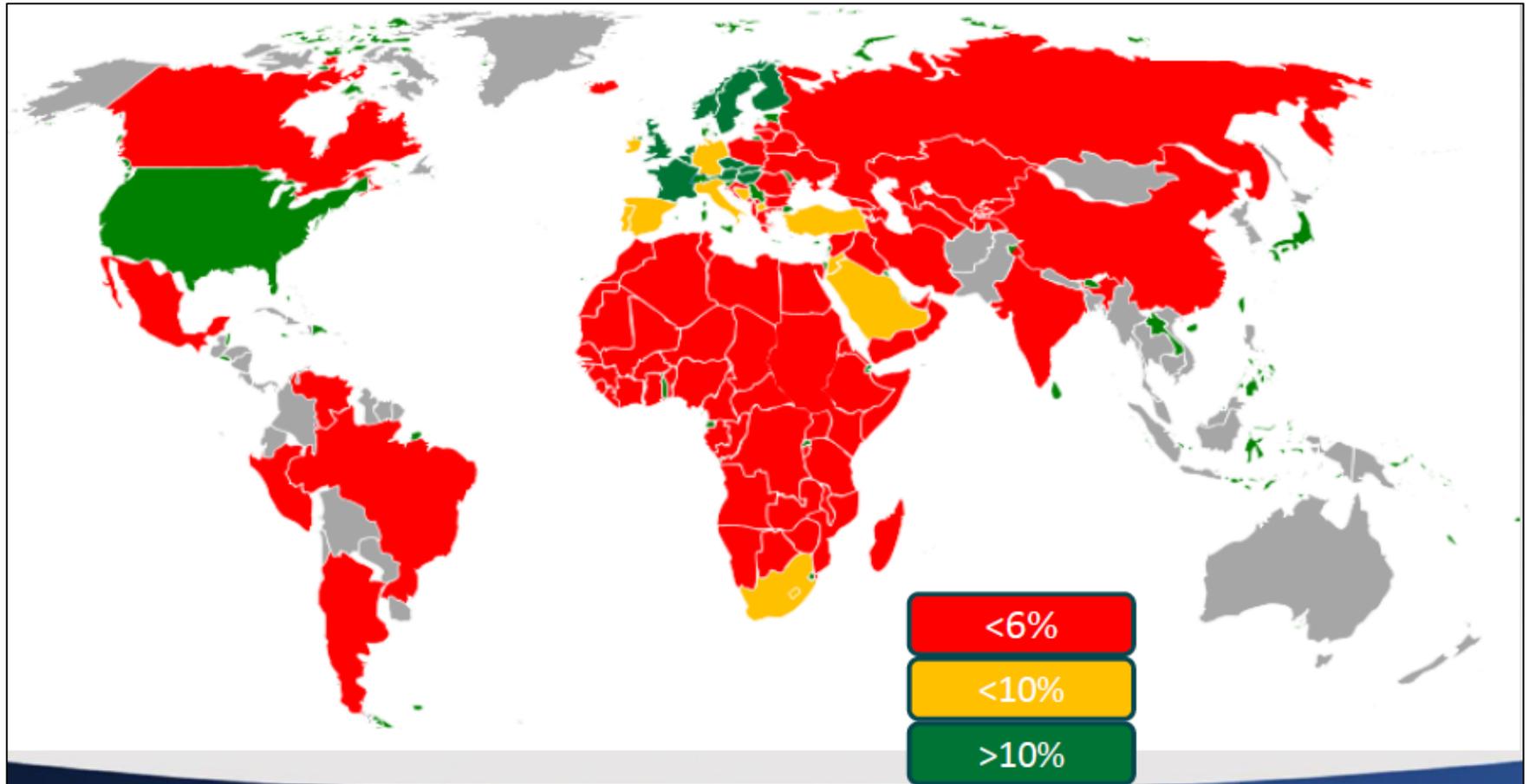
## Смерть+ИМ+экстренная госпитализация



## Частота экстренных госпитализаций



# Распространенность методики ФРК в различных странах

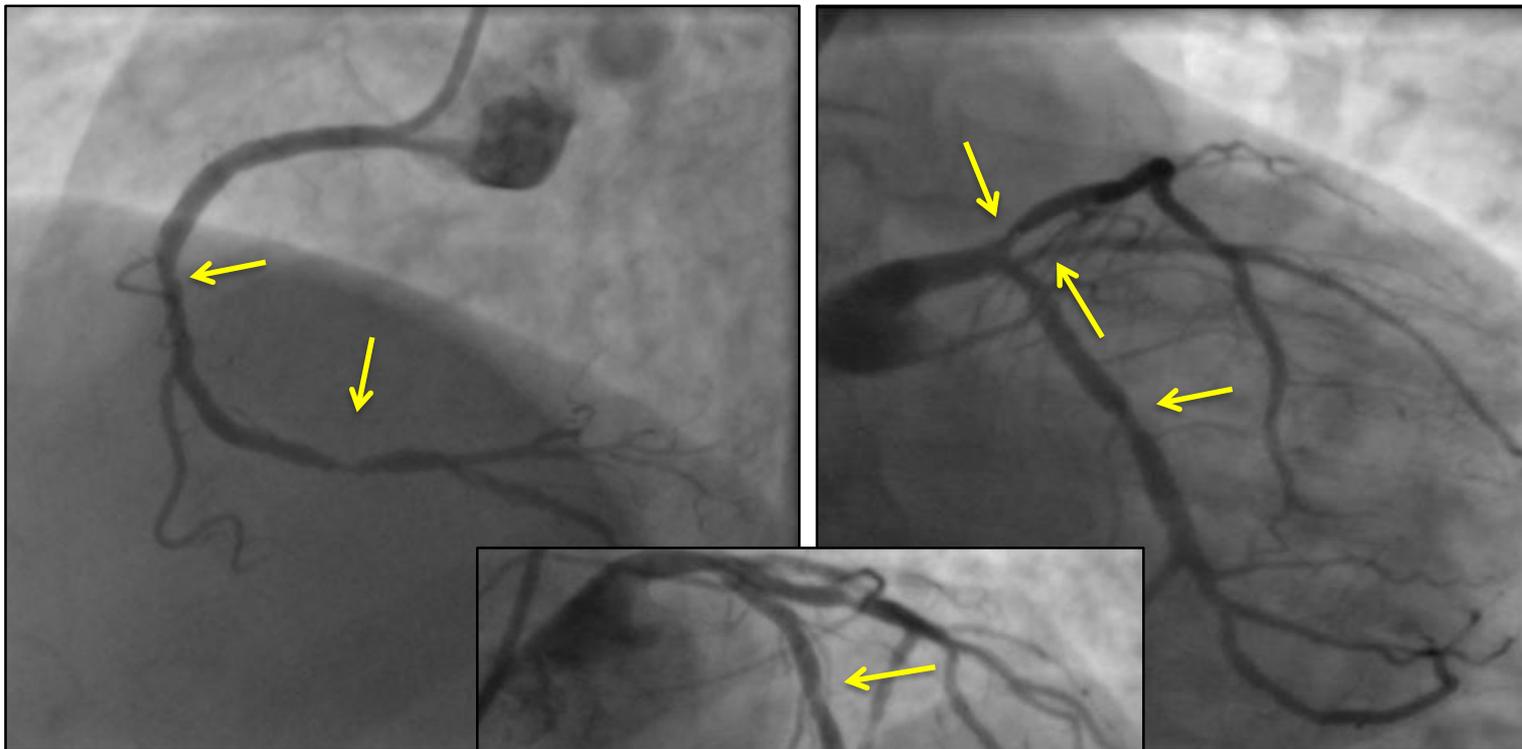


Данные за 2016 г.

# Ограничения метода ФРК <sup>1</sup>

- Необходимость использования вазодилататора для создания гиперемии (в т.ч. побочные эффекты)
- Увеличение продолжительности процедуры, побочные действия
- Увеличение стоимости процедуры
- Нестабильность значения индекса ФРК во время сердечного цикла и относительно низкая воспроизводимость результатов.

# Больной П., 67 лет



*Для определения ФРК всех стенозов у этого больного требуется вводить 4 дозы папаверина*

# Осложнения при интракоронарном введении папаверина

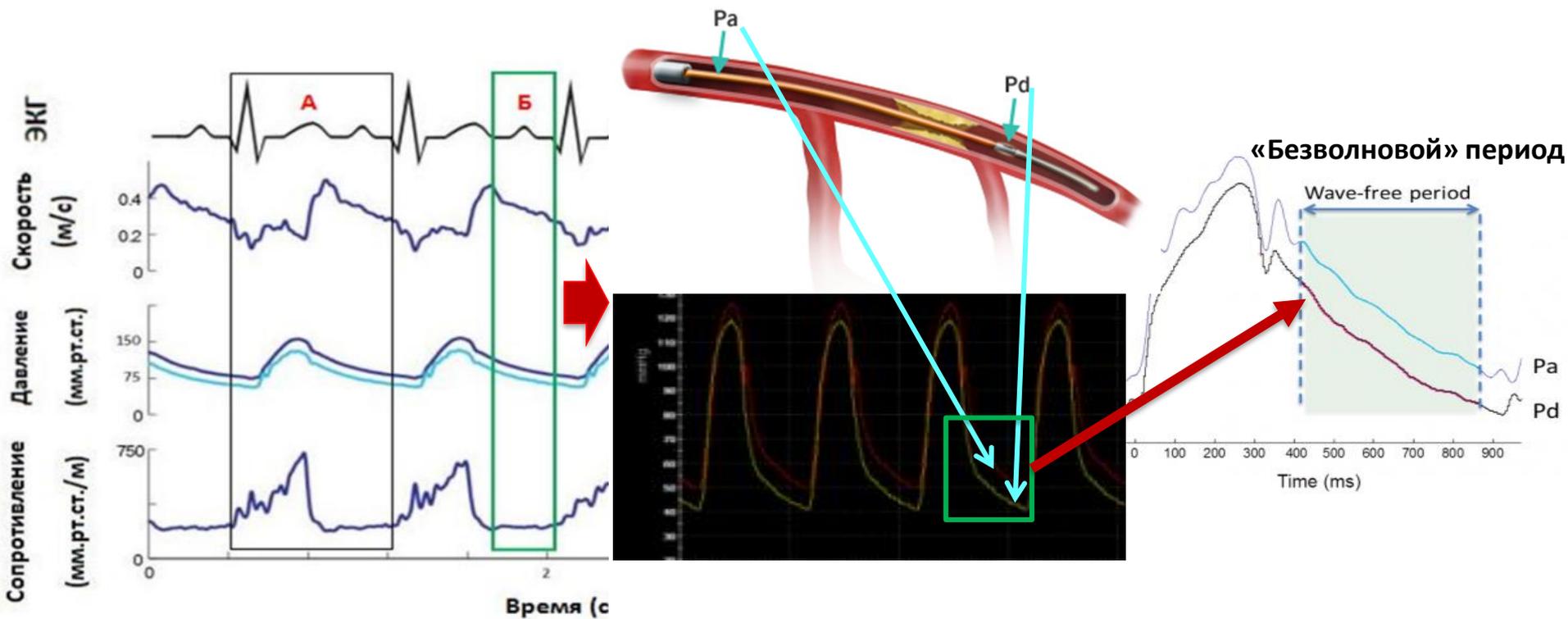
Желудочковая тахикардия и фибриляция  
желудочков – 3-7%



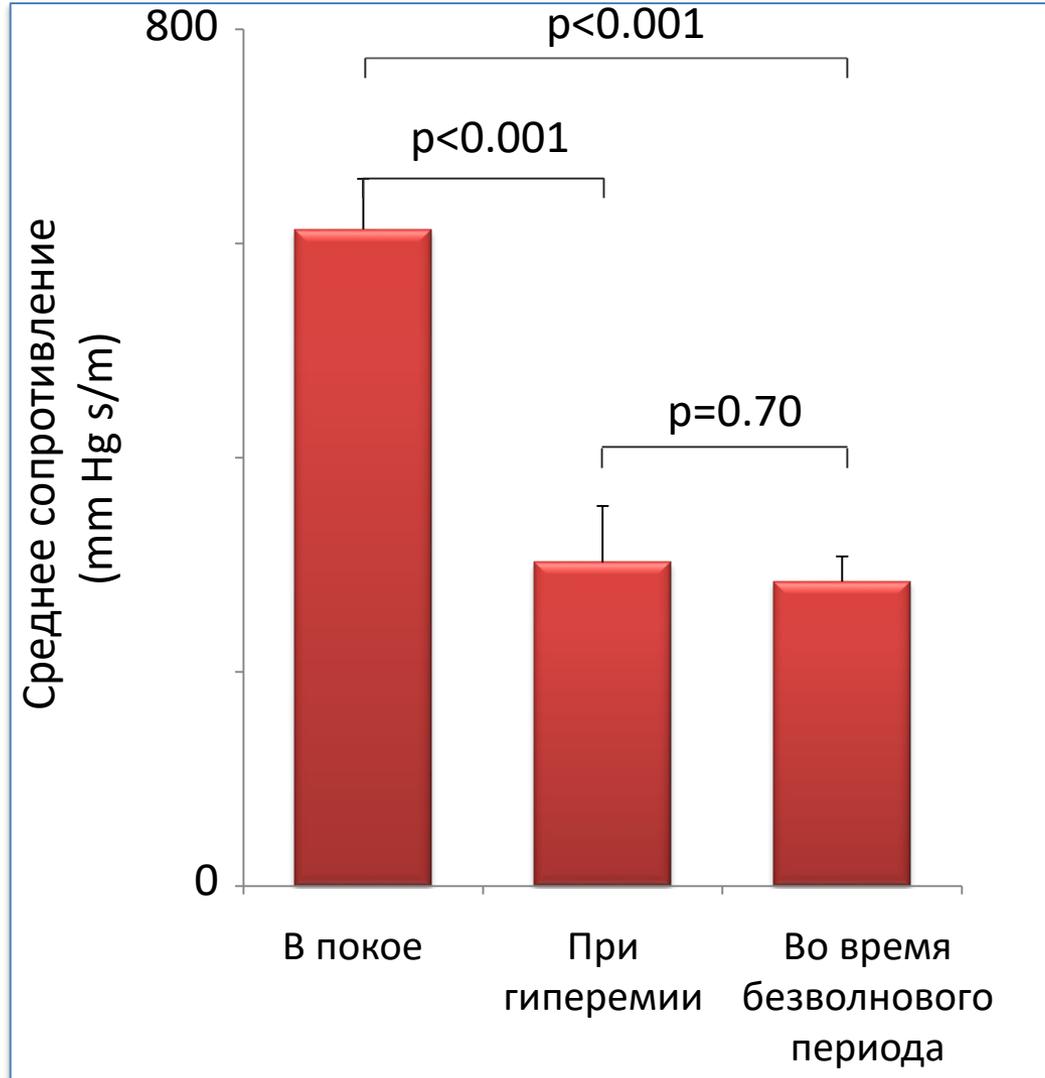
# Моментальный резерв кровотока (мРК/iFR)

- Новый метод оценки функциональной значимости стеноза не требующий введения гиперемических препаратов
- Англоязычный термин - **iFR** (*instant wave-free ratio*)
- Является модификацией традиционного ФРК, не требующей использования вазодилататоров.
- **мРК** - отношение давления дистальнее исследуемого стеноза коронарной артерии ( $P_d$ ) к давлению в аорте ( $P_a$ ), зарегистрированных во время «безволнового» периода

# Метод моментального резерва кровотока (iFR)



# Степень микрососудистого сопротивления во время безволнового периода и гиперемии одинаковые



# Критерии оценки значимости стеноза по результатам мРК/iFR

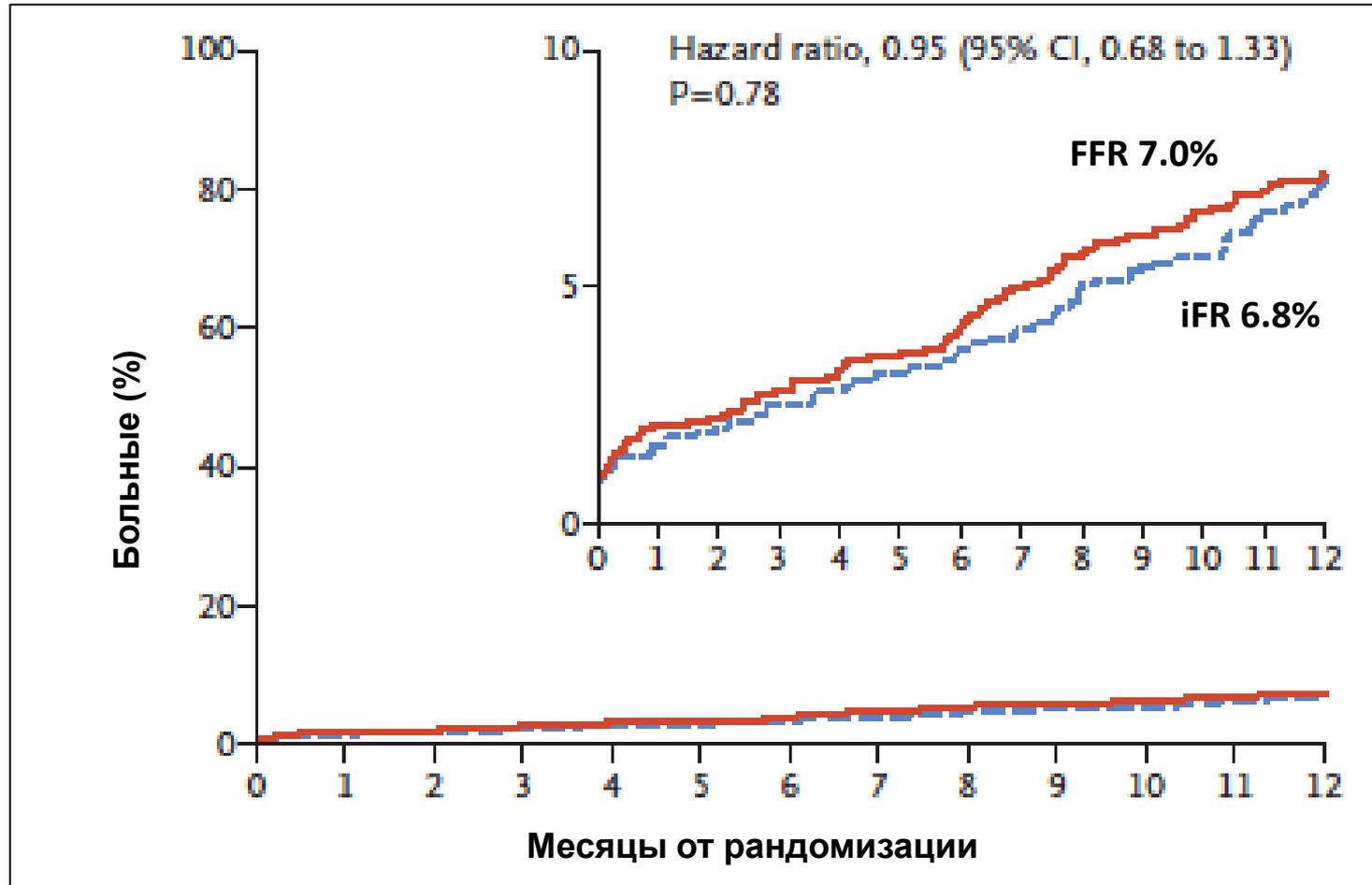
Значение iFR 0.89 соответствует значению FFR 0.80



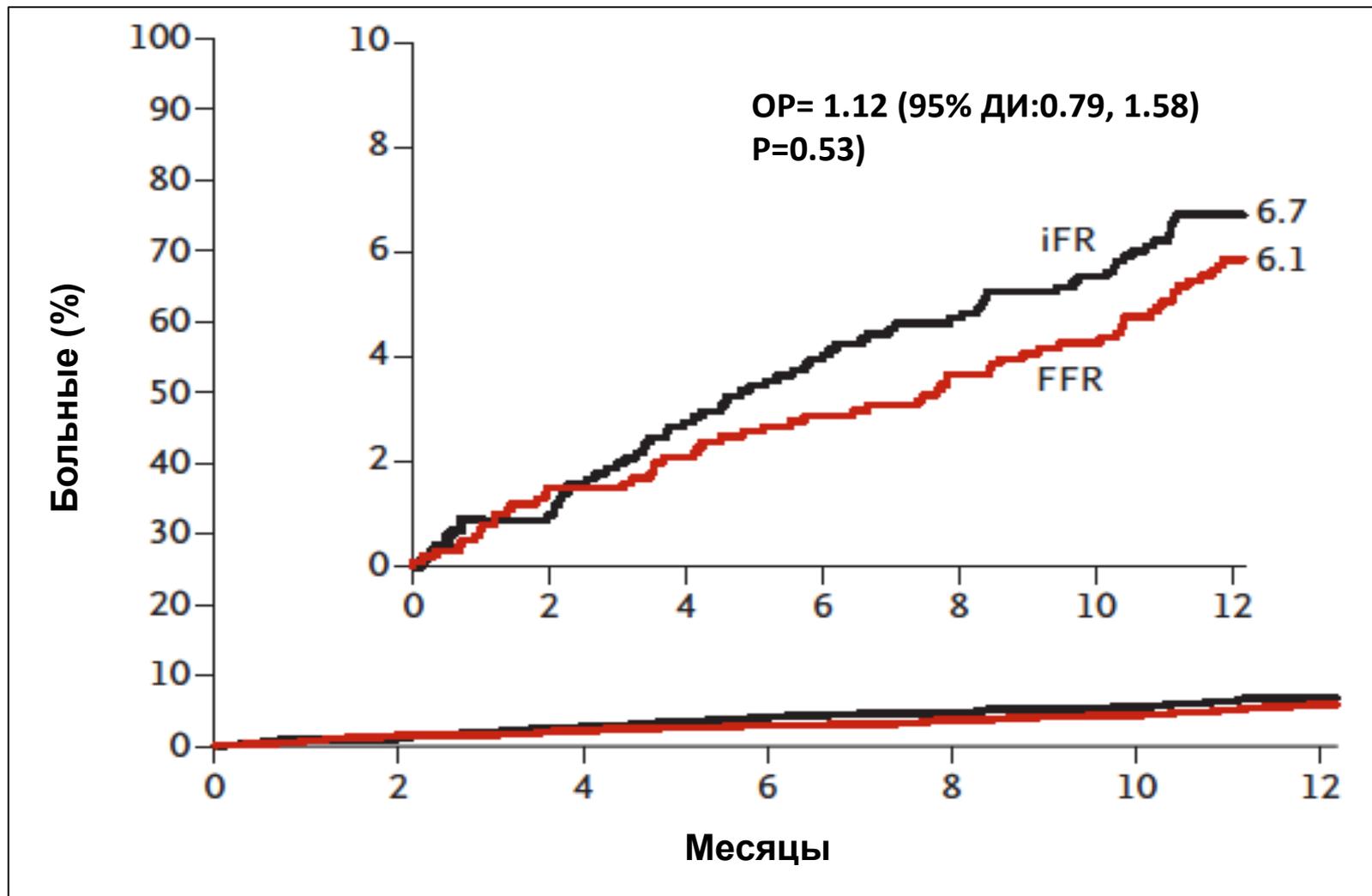
# MPK/iFR – доказательная база

DEFINE-FLAIR (наблюдение 12 мес)	iFR-SWEDEHEART (наблюдение 12 мес)
2492 больных с пограничными стенозами (40-70%)	2037 больных со стабильной ИБС или ОКС с показаниями для оценки стеноза
Рандомизированное исследование 1,242 больных – <b>iFR</b> (критерий значимости для ЧКВ $\leq 0.89$ ) 1, 250 больных – <b>FFR</b> (критерий значимости для ЧКВ $\leq 0.80$ )	Рандомизированное исследование 1,019 больных – <b>iFR</b> (критерий значимости для ЧКВ $\leq 0.89$ ) 1, 018 больных – <b>FFR</b> (критерий значимости для ЧКВ $\leq 0.80$ )
<b>Конечные точки:</b> MACE (смерть от любой причины, н/ф ИМ, незапланированная реваскуляризация первые 12 мес)	
<b>Цель исследований:</b> Показать no nonferiority iFR перед FFR с разницей в риске до 3.4% - 3.2%	

# Результаты исследования DEFINE-FLAIR

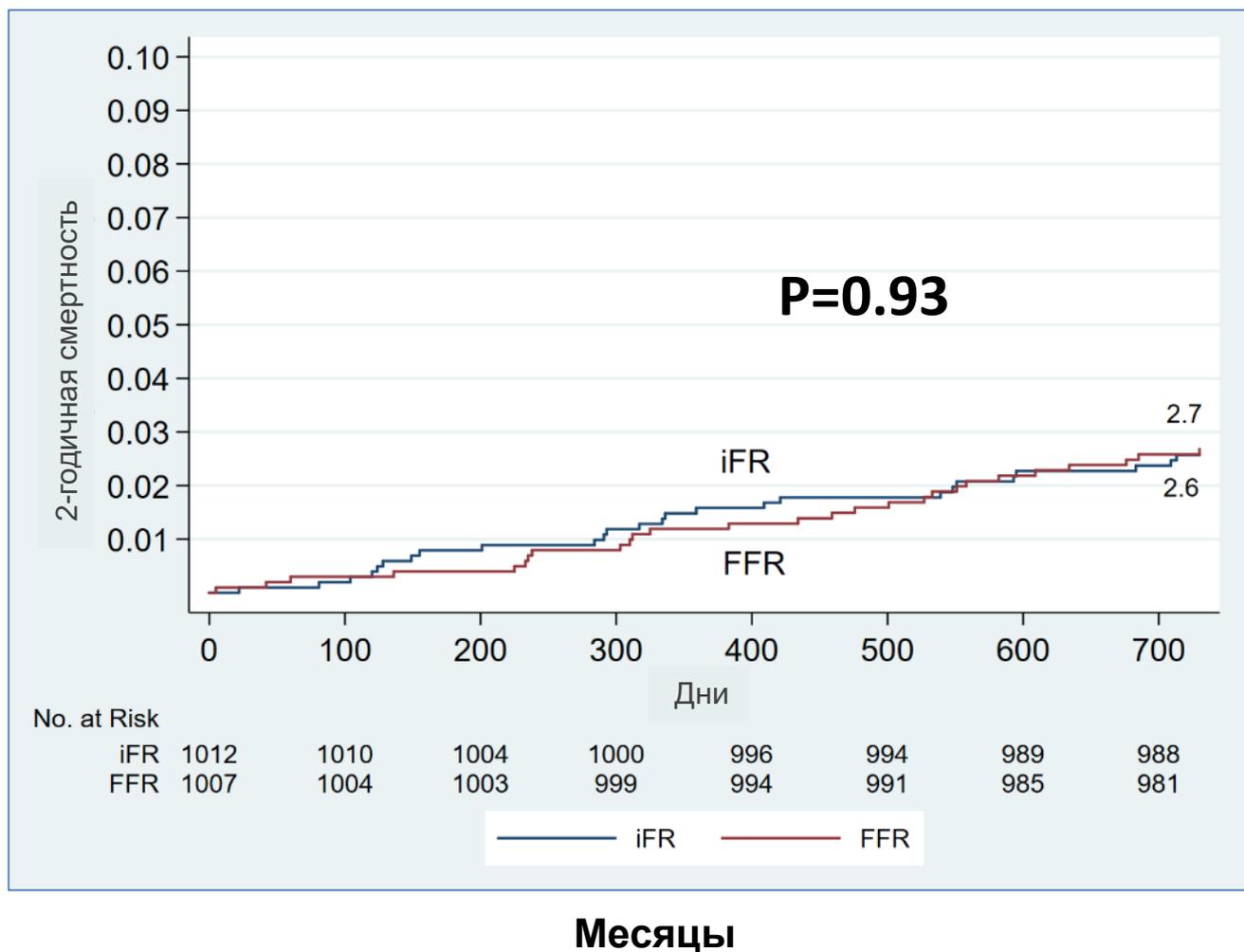


# Результаты исследования iFR Swedeheart



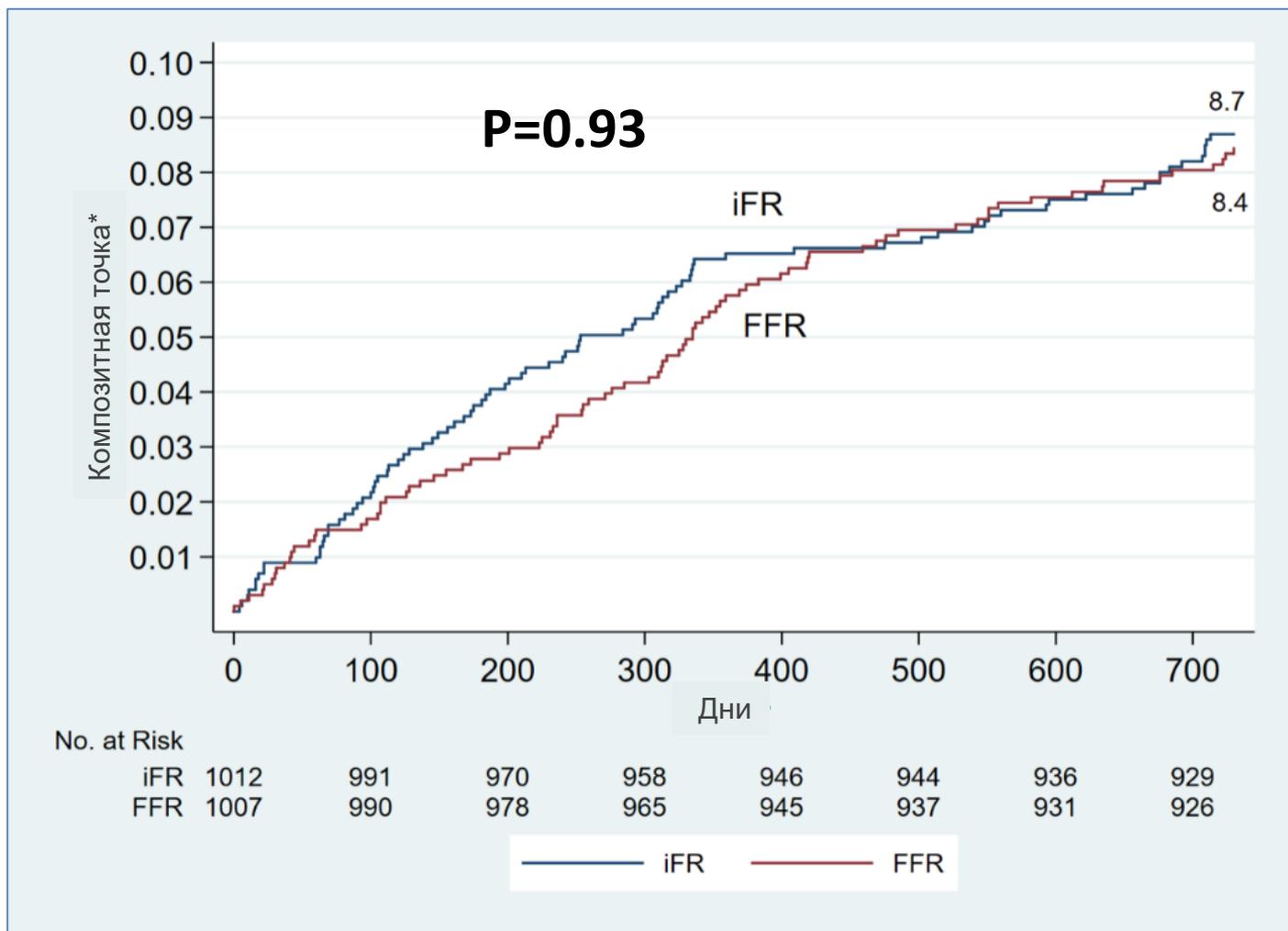
# Исследования iFR-Swedeheart

## 2-годовые результаты - *смертность*



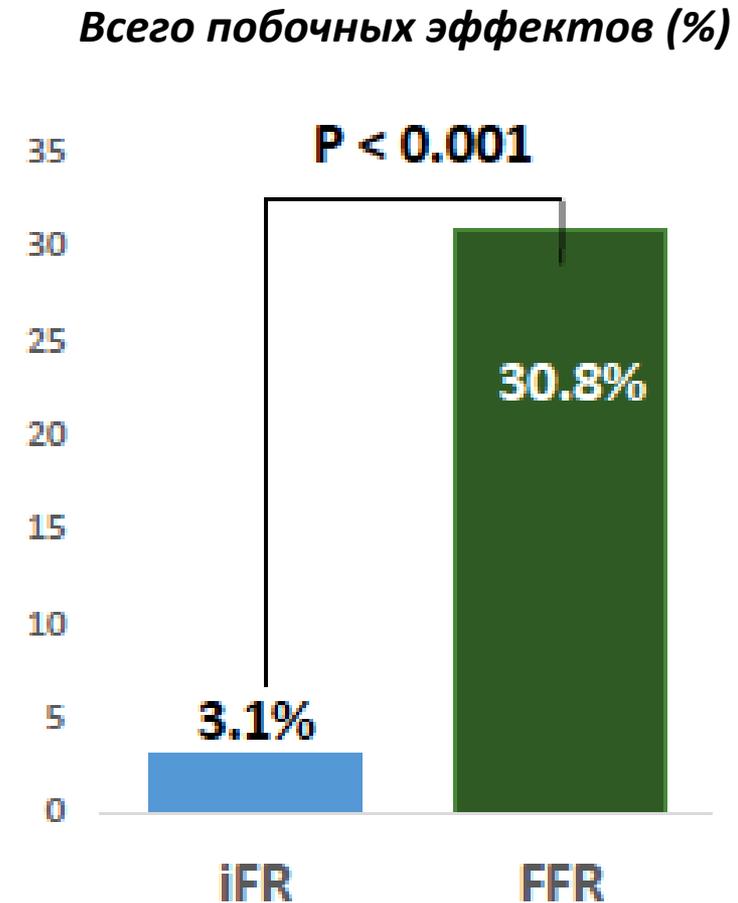
# Исследования iFR-Swedeheart

## 2-годовые результаты – **композиционная точка\***



# Побочные действия в исследовании DEFINE-FLAIR

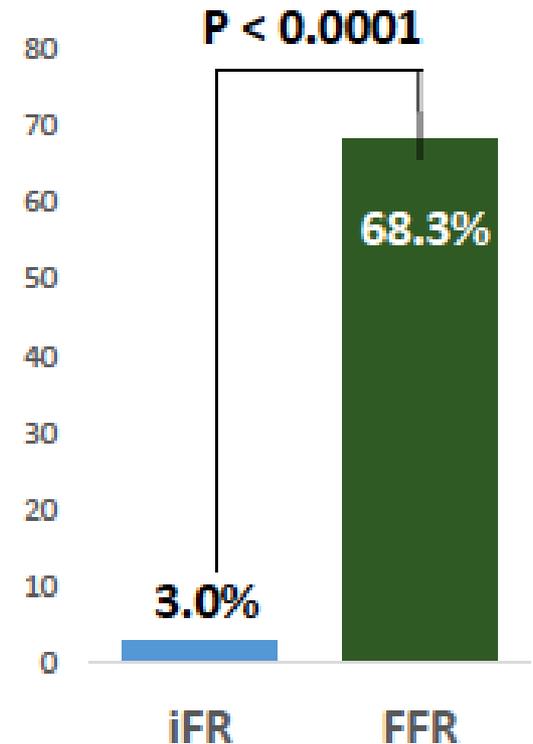
Побочные действия	IFR N=124 2	FFR N=1250
Одышка	13	250
Боль в груди	19	90
Нарушения ритма	2	60
Гипотензия	4	13
Тошнота, рвота	1	11
Бронхоспазм	1	8
Всего	39	385



# Побочные действия в исследовании iFR SWEDENHEART

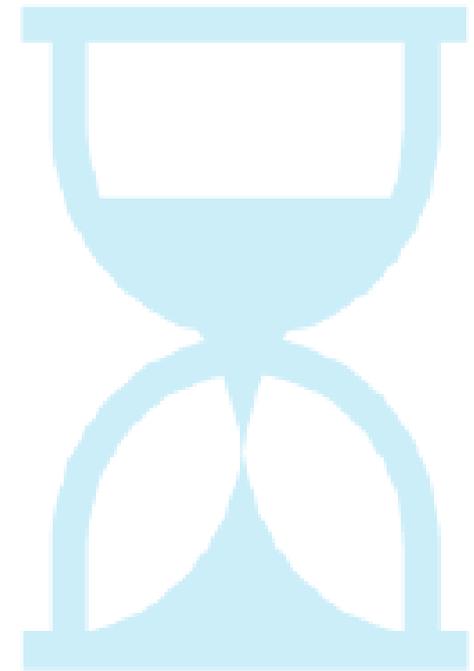
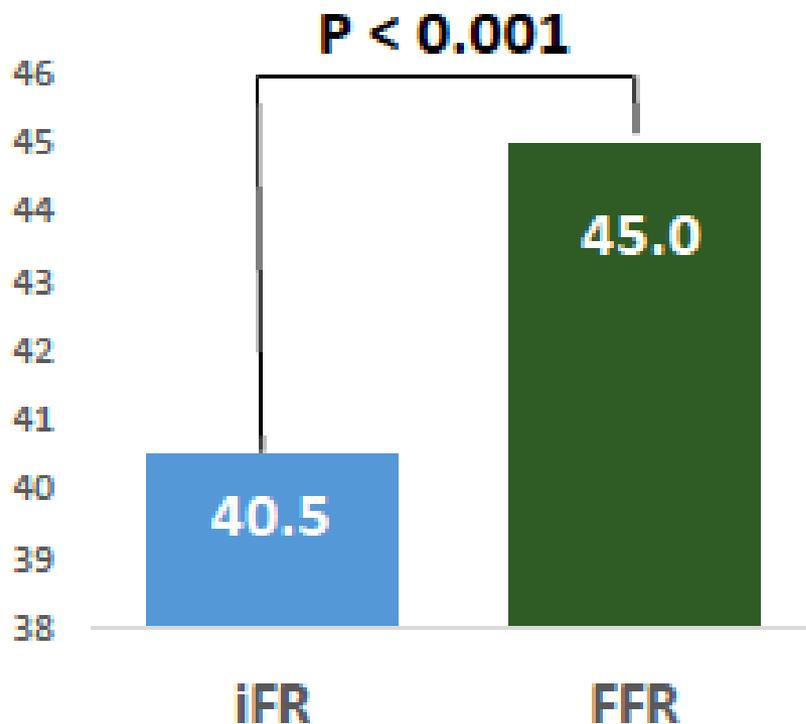
	IFR N=1012	FFR N=1007
Дискомфорт во время процедуры		
Нет	982	319
Легкий	26	316
Умеренный	2	285
Выраженный	2	87

Всего побочных эффектов (%)



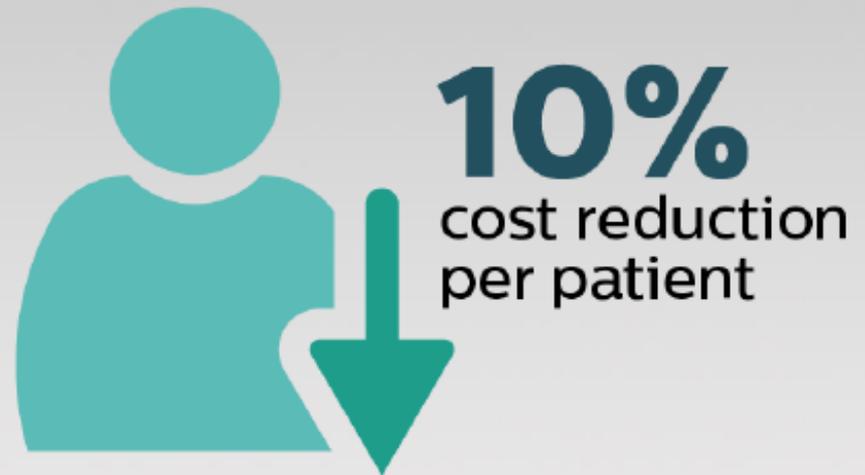
# ЭЛ под контролем iFR снижает продолжительность процедуры (DEFINE-FLAIR)

*Время процедуры, мин*



# Экономическая эффективность iFR

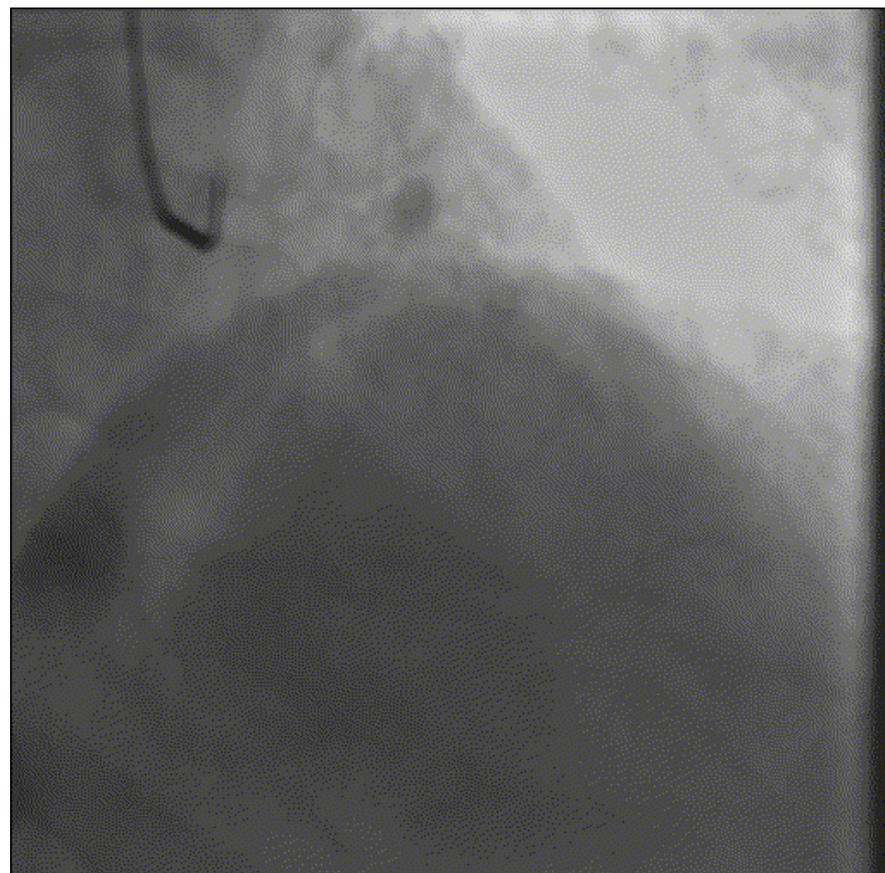
*Субанализ экономических затрат в исследовании DEFINE FLAIR продемонстрировал снижение общей стоимости затрат на 1 больного в течение 1-го года на 896 \$ США в группе iFR по сравнению с группой ФФР*



# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

### *Клинический пример*

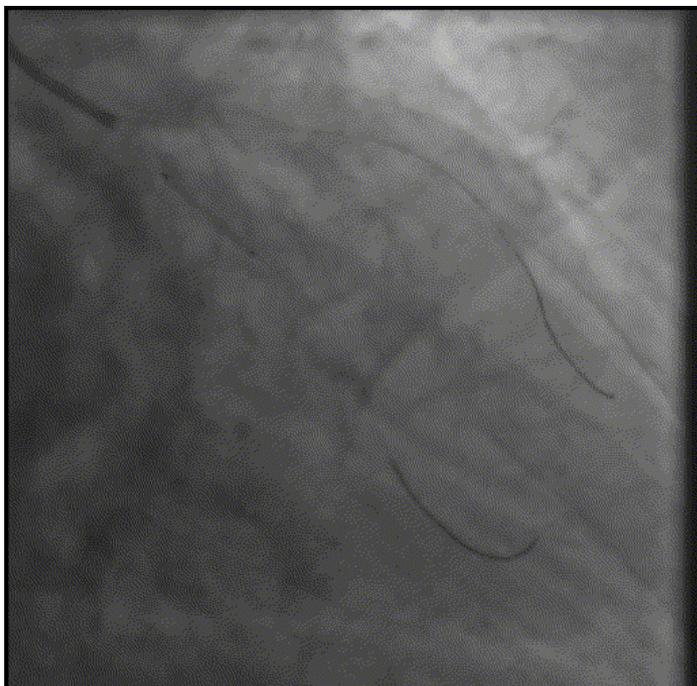


Исходная КАГ

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

*Клинический пример*

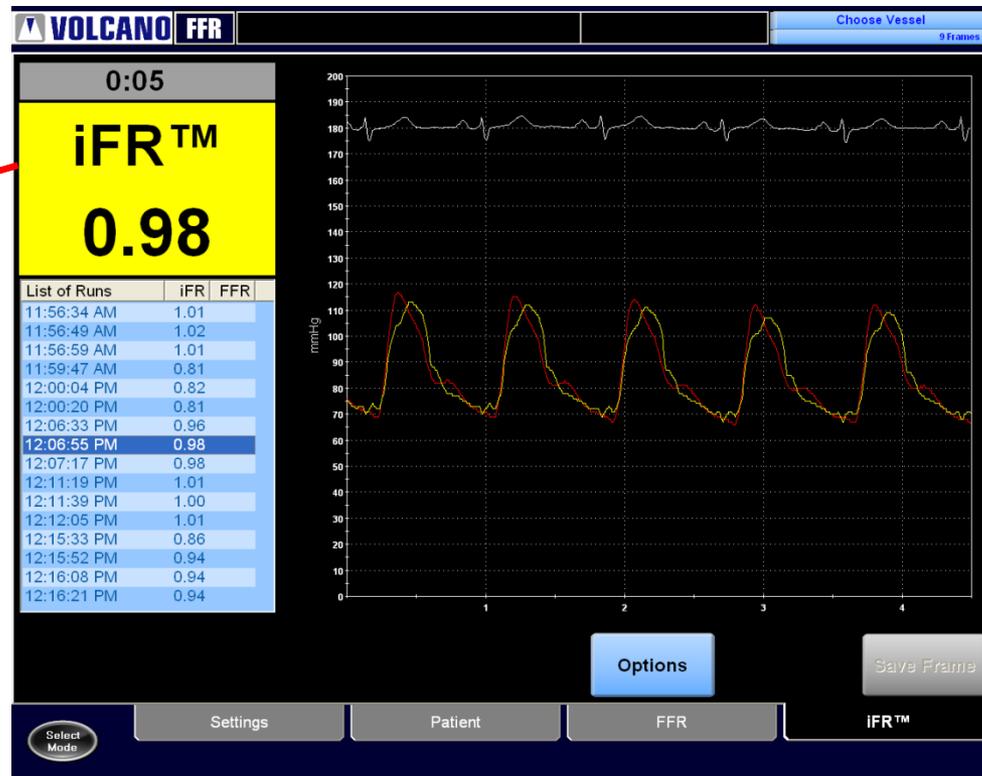
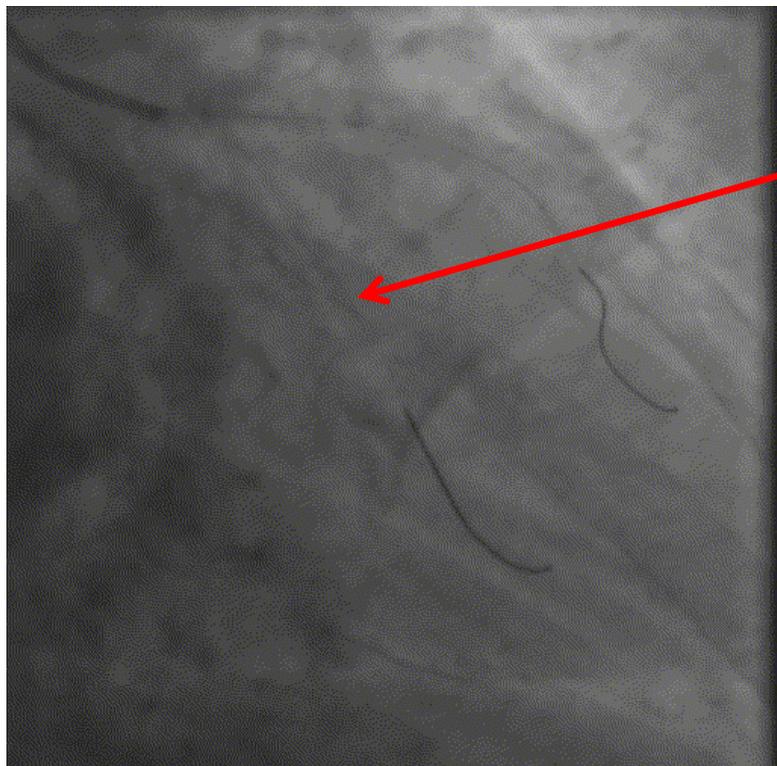


Стентирование АК (СЛП 2.5x18)

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

### Клинический пример

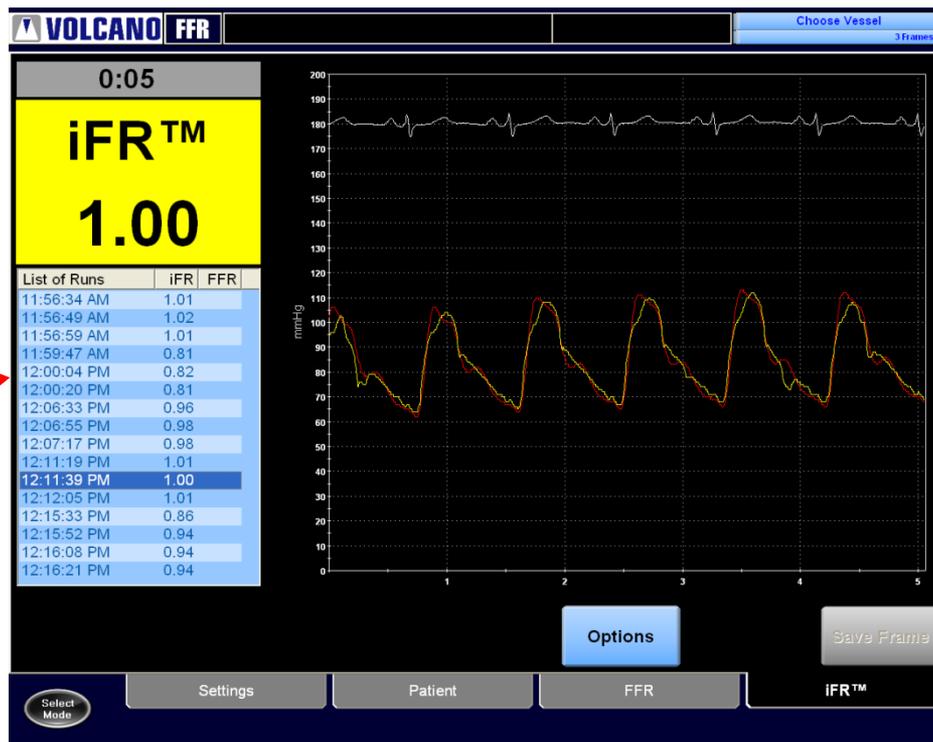
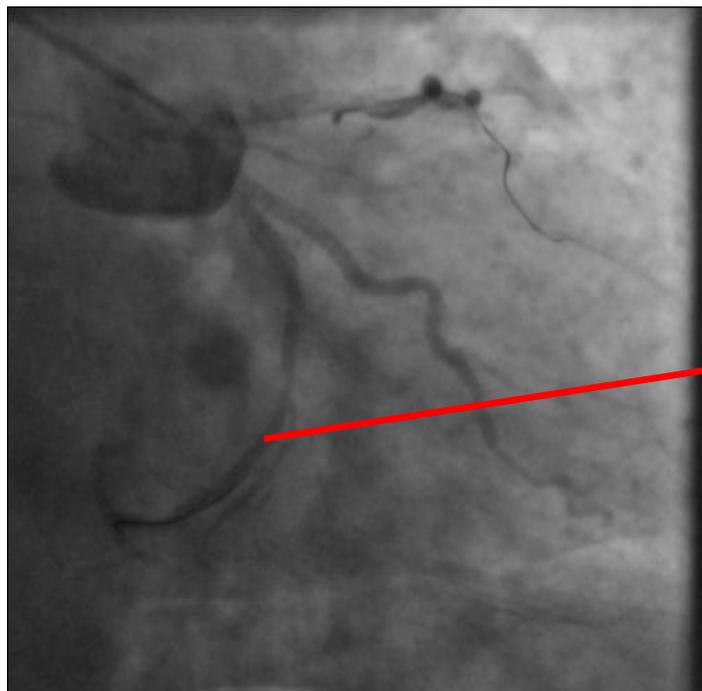


iFR контроль после стентирования

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

### Клинический пример

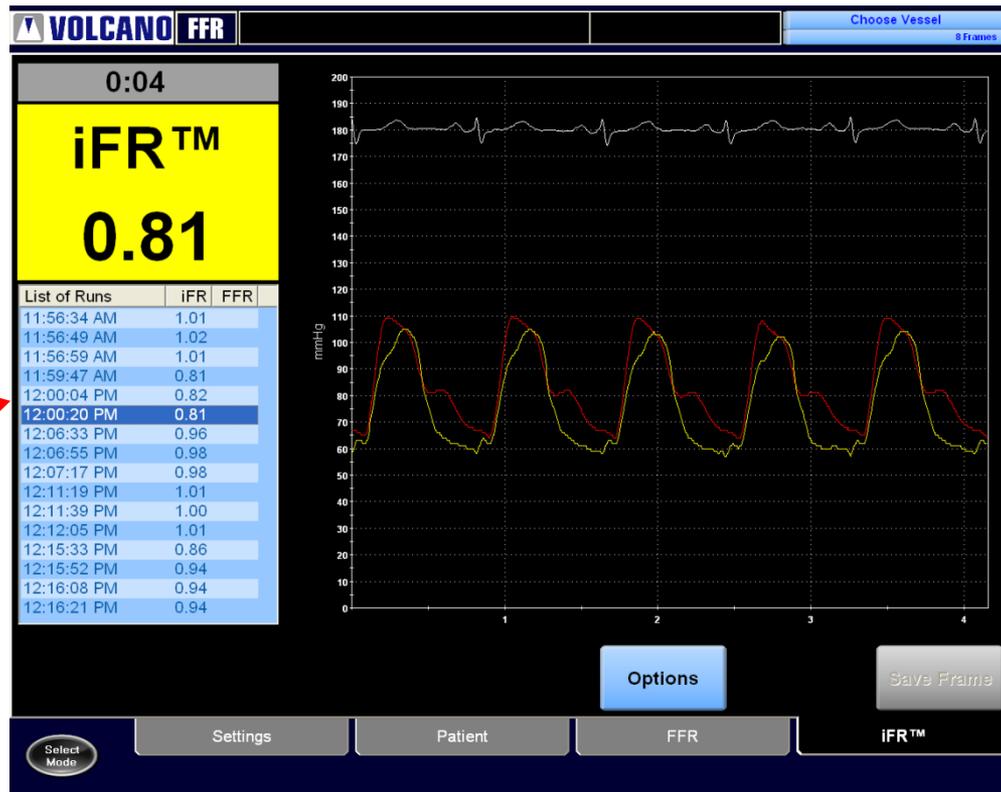
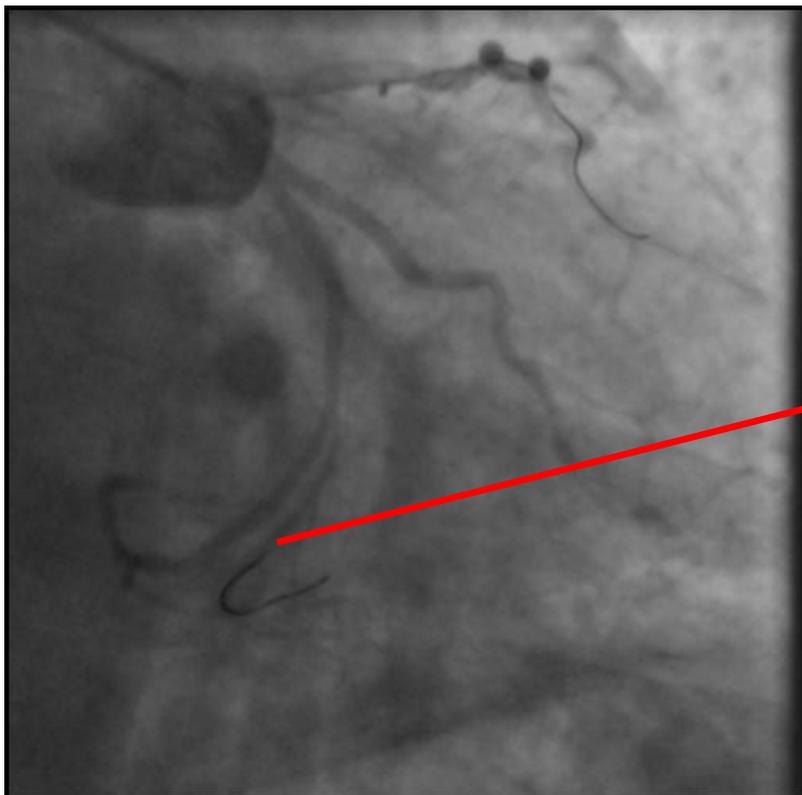


iFR дистального сегменте ОА

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

*Клинический пример*

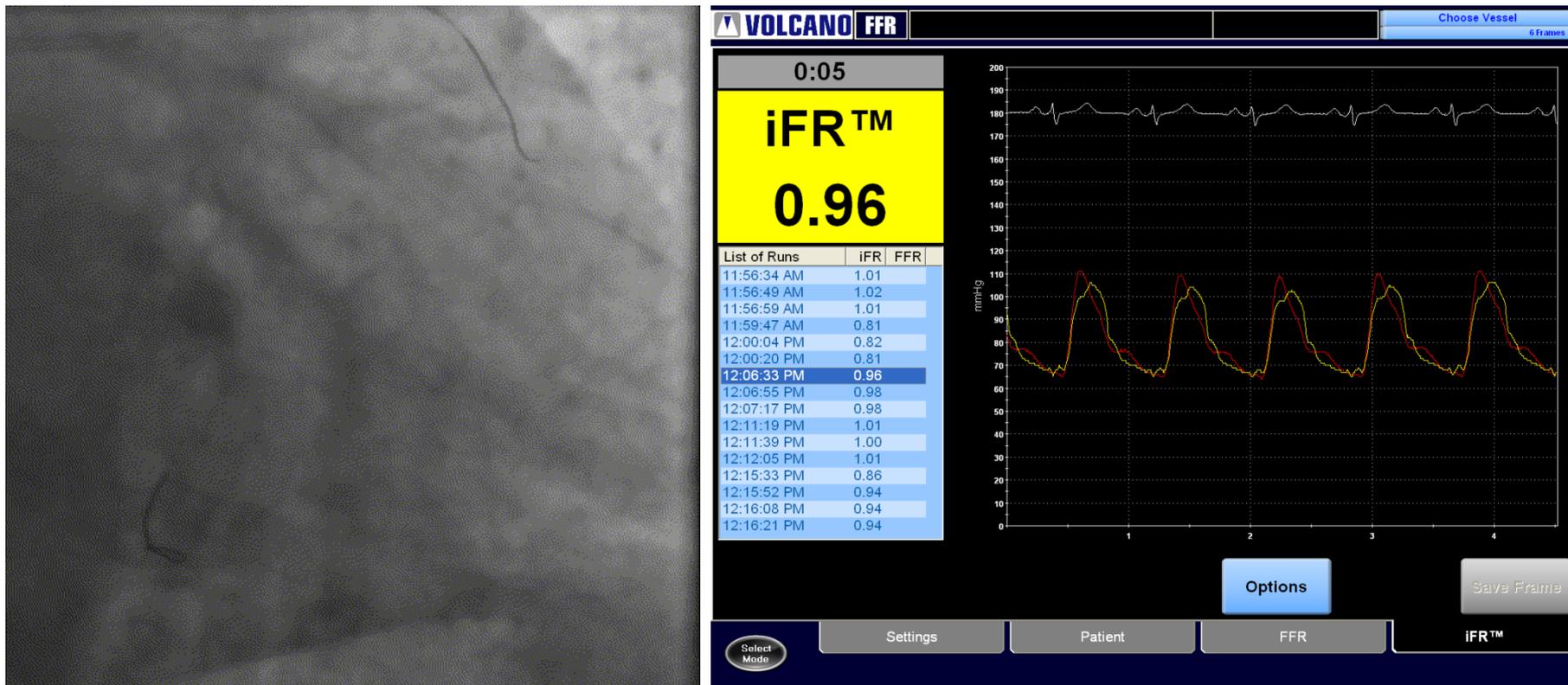


iFR в 3БВ

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

### Клинический пример

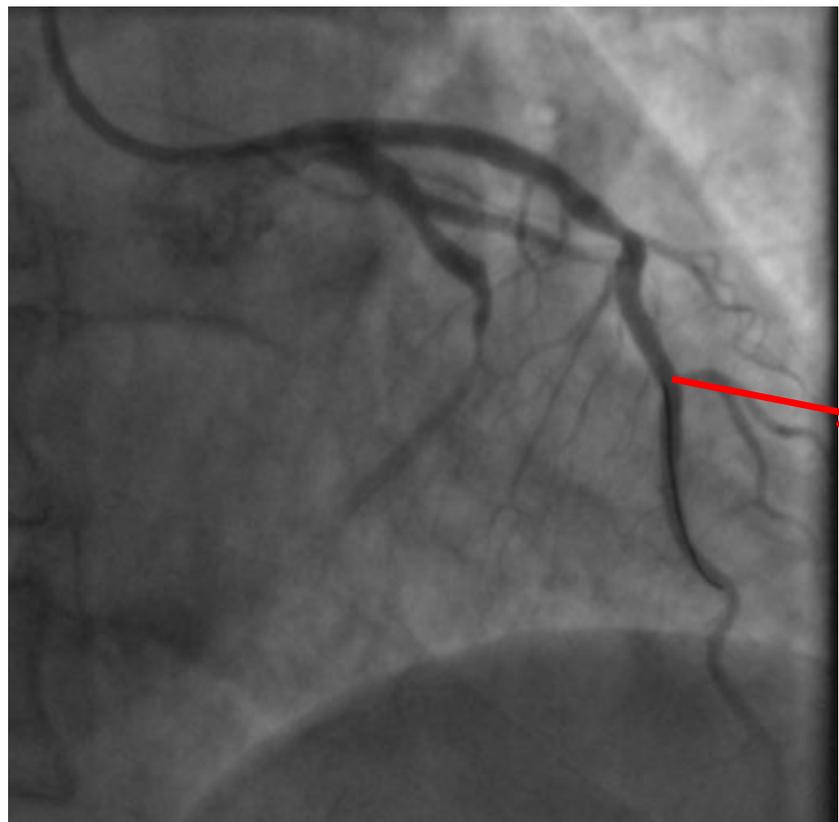


Балонная ангиопластики 3БВ, 2.25x20 мм, iFR контроль

# Применение iFR для определения показаний и оценки результатов ЧКВ

## Критерий ишемии iFR $\leq 0.89$

*Клинический пример*

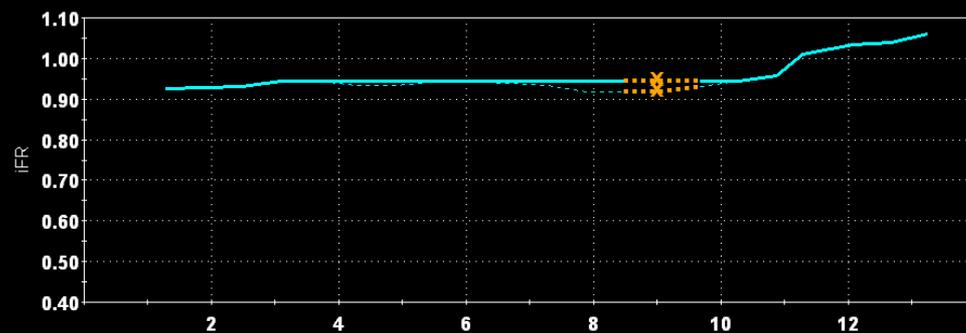


Измерение iFR в ПНА

# мРК/iFR с протяжкой (pullback)



# мРК/iFR с протяжкой (pullback)

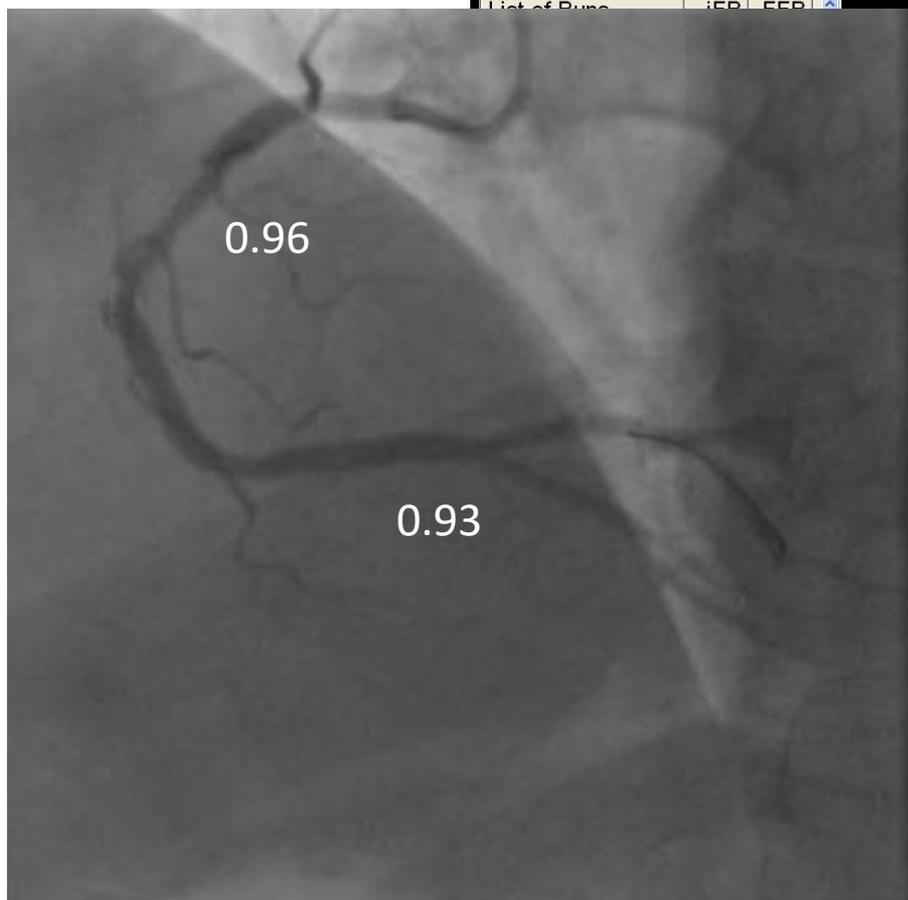


Navigation and control buttons:

- Zoom out (magnifying glass with minus sign)
- Zoom in (magnifying glass with plus sign)
- Options
- Save Frame

Measurement mode tabs:

- Patient
- FFR
- iFR



После стентирования (СЛП 3.0x12 мм)

# Европейские рекомендации по реваскуляризации миокарда 2018 г.

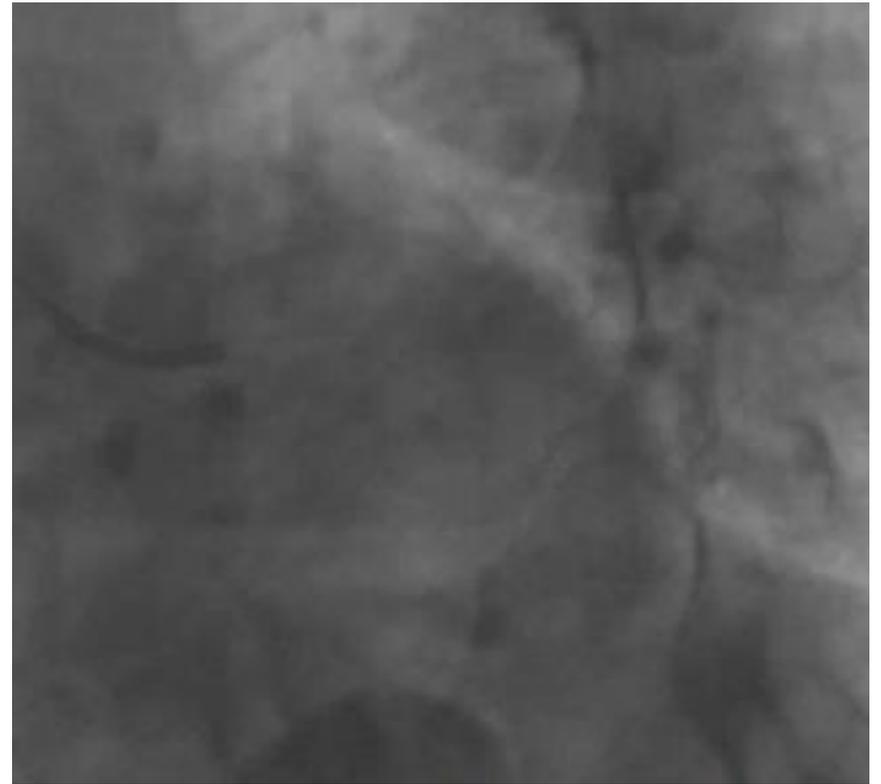
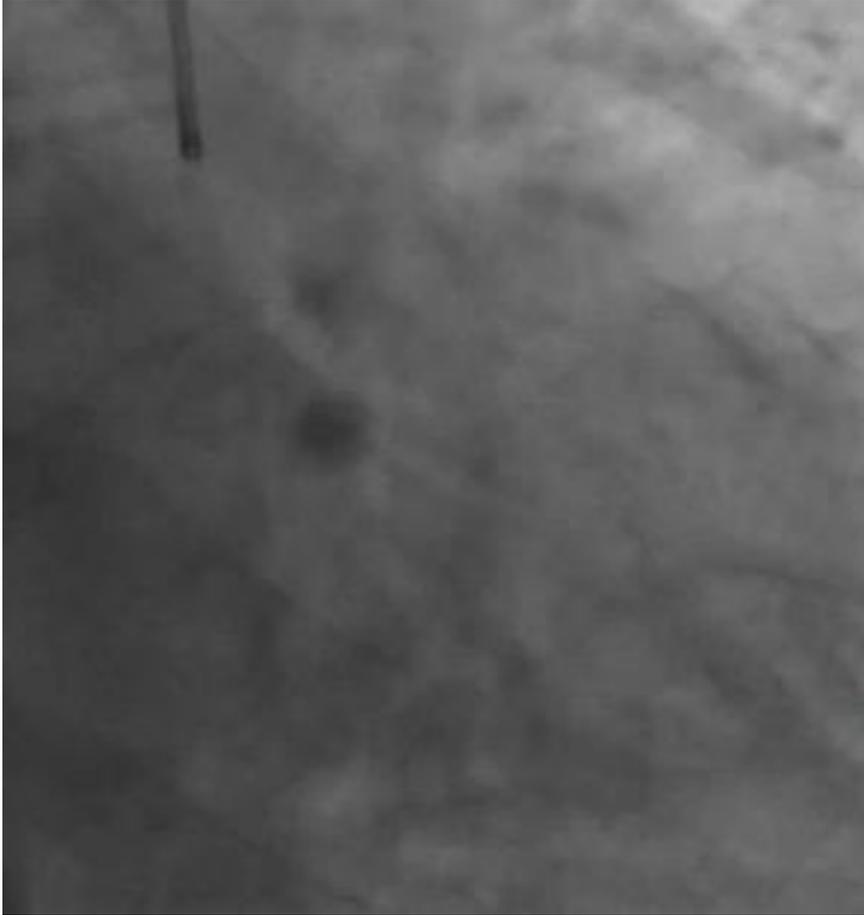
Рекомендации	Класс	Уровень
<b>FFR</b> или <b>iFR</b> рекомендованы для оценки значимости «пограничных» стенозов когда ишемия не подтверждена другими методами	<b>I</b>	<b>A</b>
Проведение ЧКВ под контролем <b>FFR</b> должно рассматриваться у больных с многососудистым поражением	<b>Ia</b>	<b>B</b>
Проведение <b>ВСУЗИ</b> должно рассматриваться для оценки степени выраженности стеноза при поражениях ствола ЛКА (незащищенного)	<b>Ia</b>	<b>B</b>

# Сопоставление мРК/iFR и ФРК

	iFR	FFR
Эффективность использования	+++	+++
Доказательная база	+++	+++
Побочные действия	+++	+
Продолжительность процедуры	+++	++
Затраты на лечение в течение 1 года, включая процедуру	+++	++

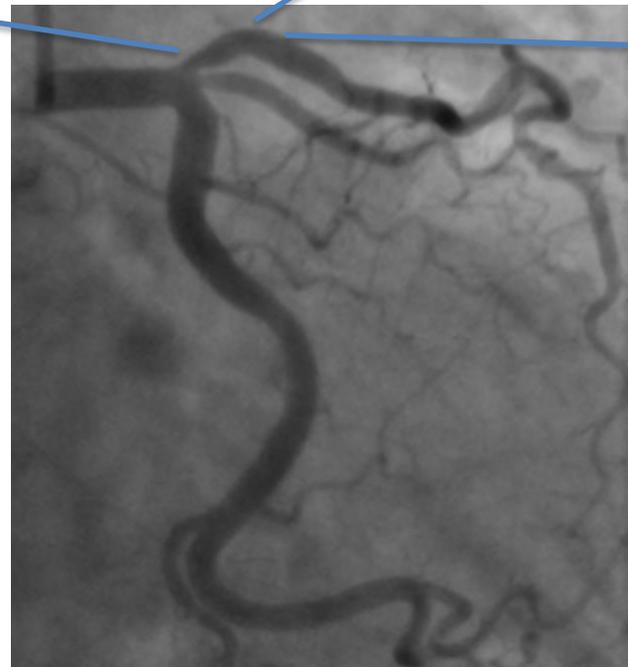
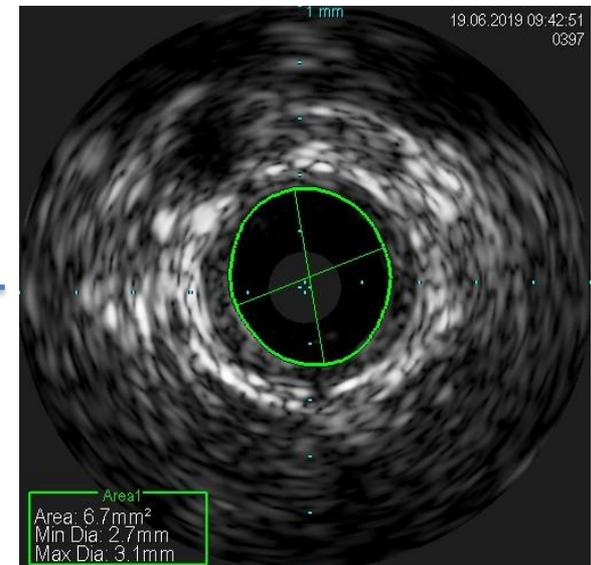
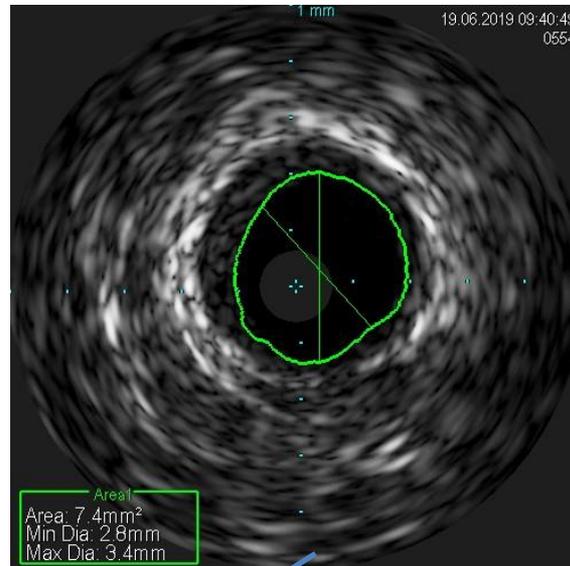
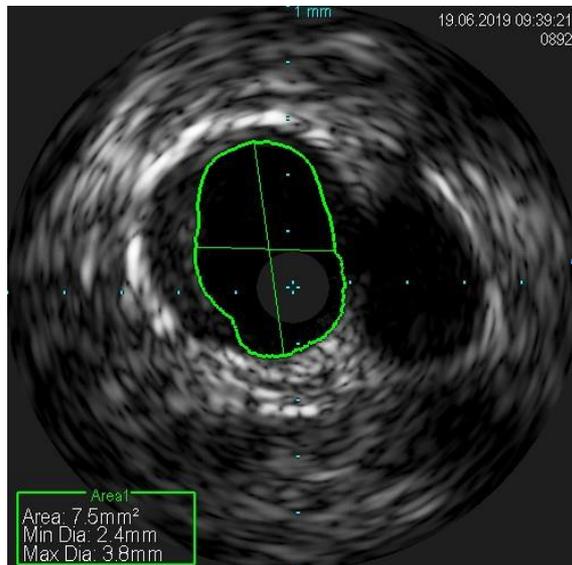
# Клинический случай

Больная С., 64 года



# Клинический случай

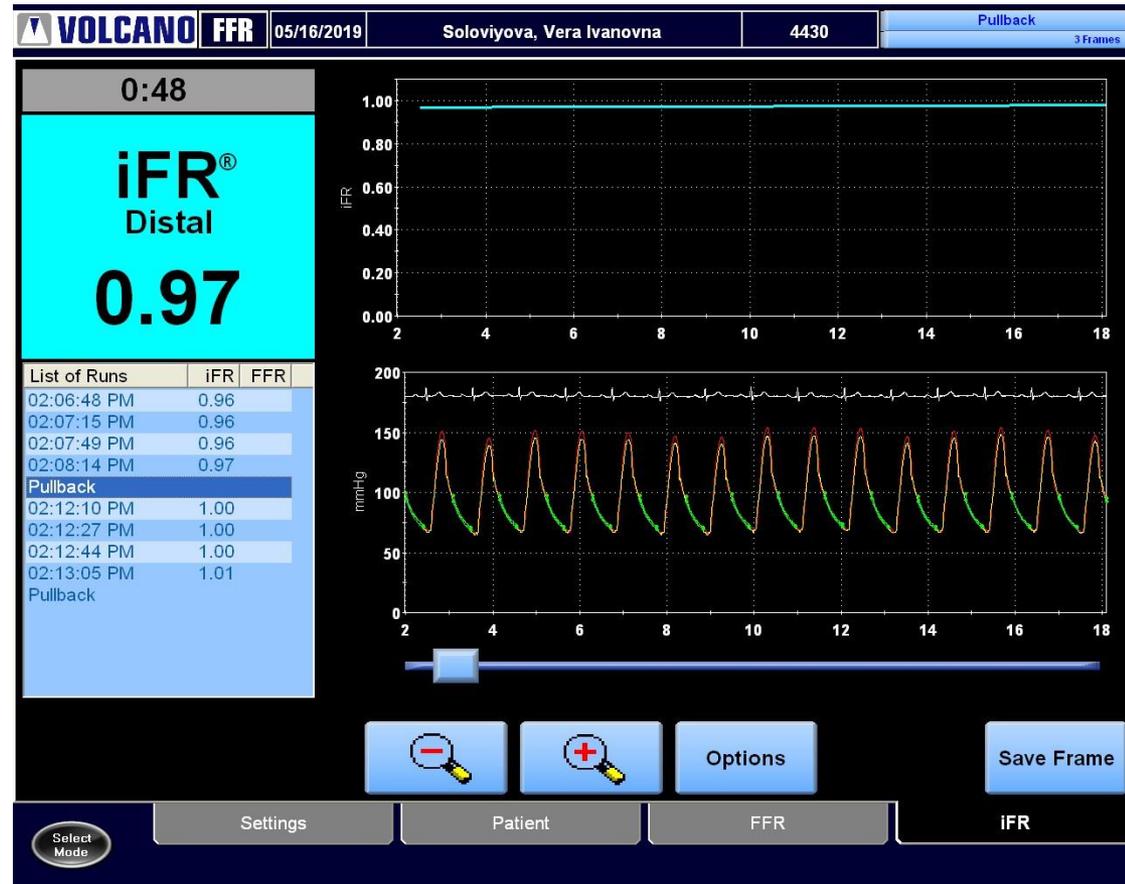
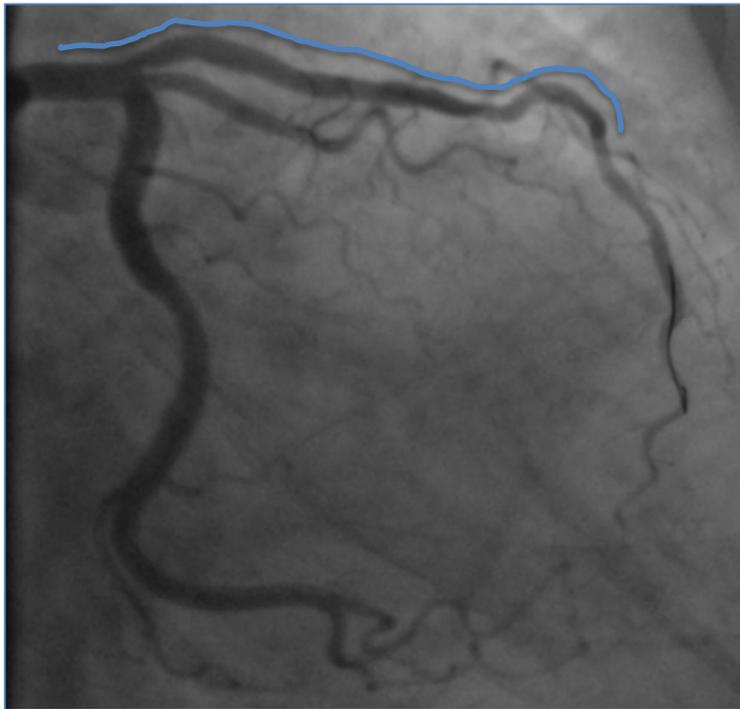
Больная С., 64 года



# Клинический случай

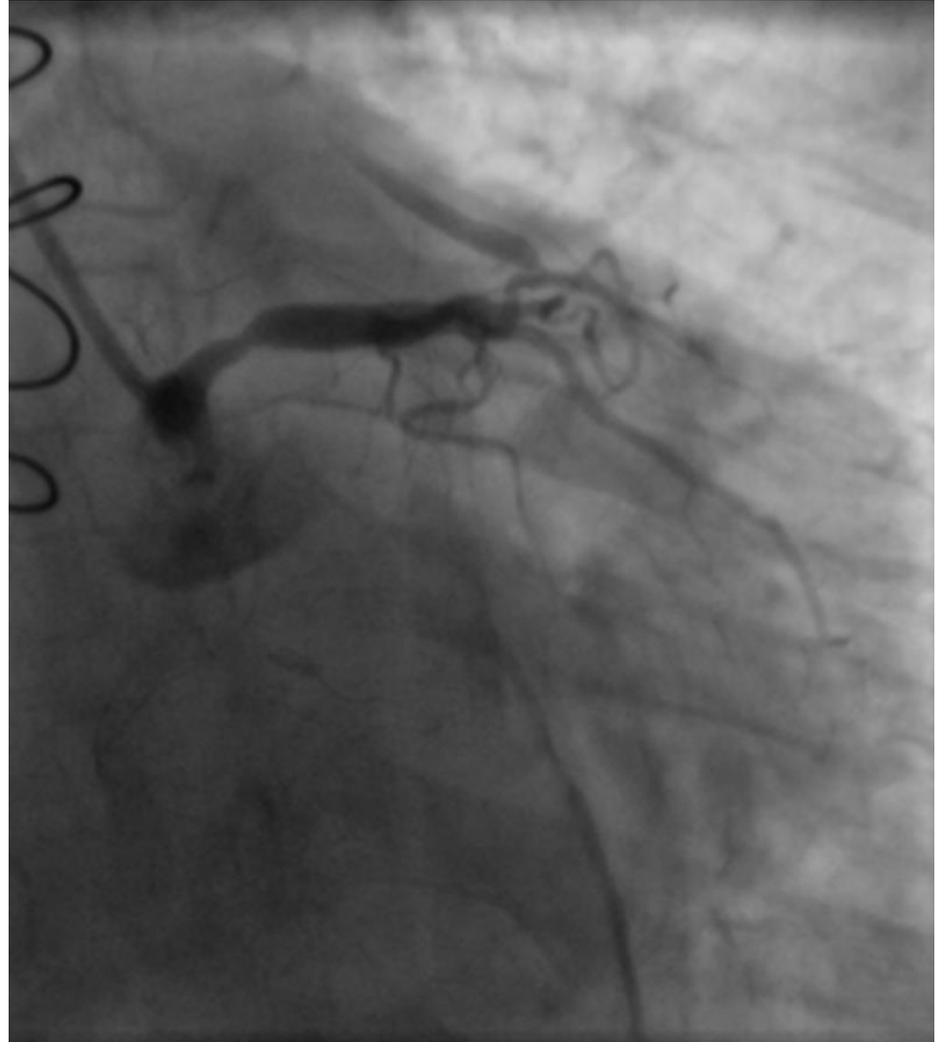
Больная С., 64 года

## Моментальный резерв кровотока МПК/(iFR)



# Клинический случай

Больная Ч., 79 лет, АКШ 11 лет, окклюзия маммарного шунта



# Клинический случай

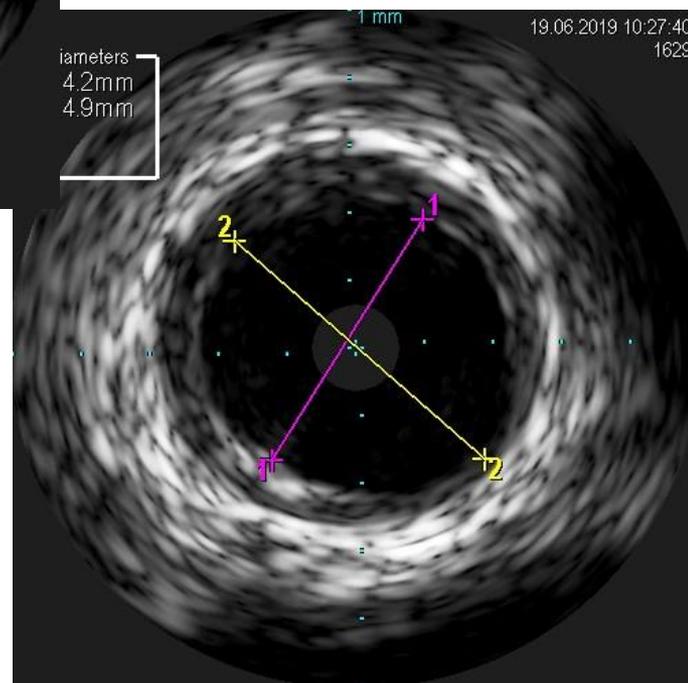
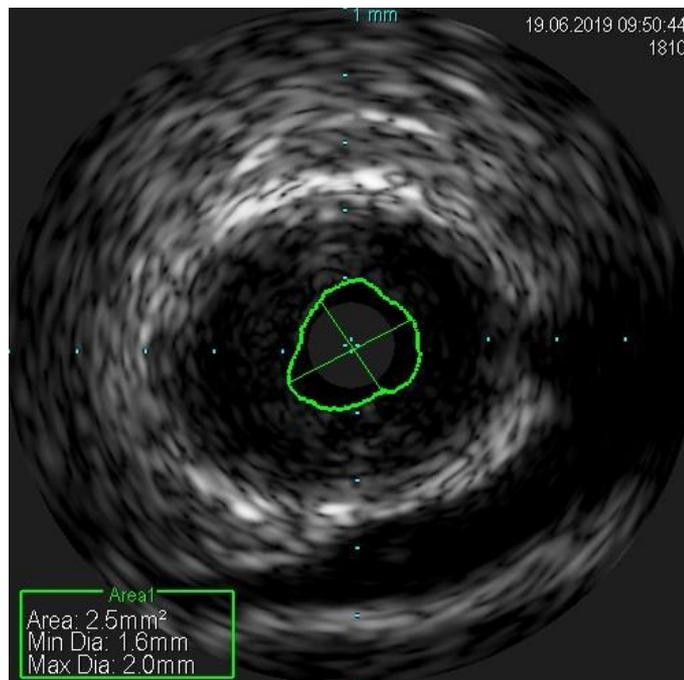
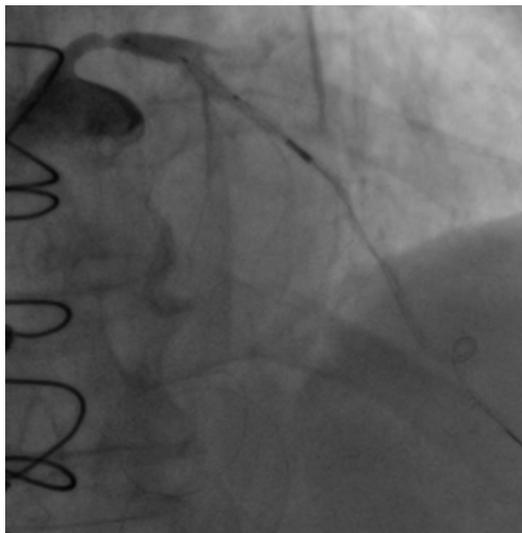
Больная Ч., 79 лет, АКШ 11 лет, окклюзия маммарного шунта

## Моментальный резерв кровотока (МРК/iFR)



# Клинический случай

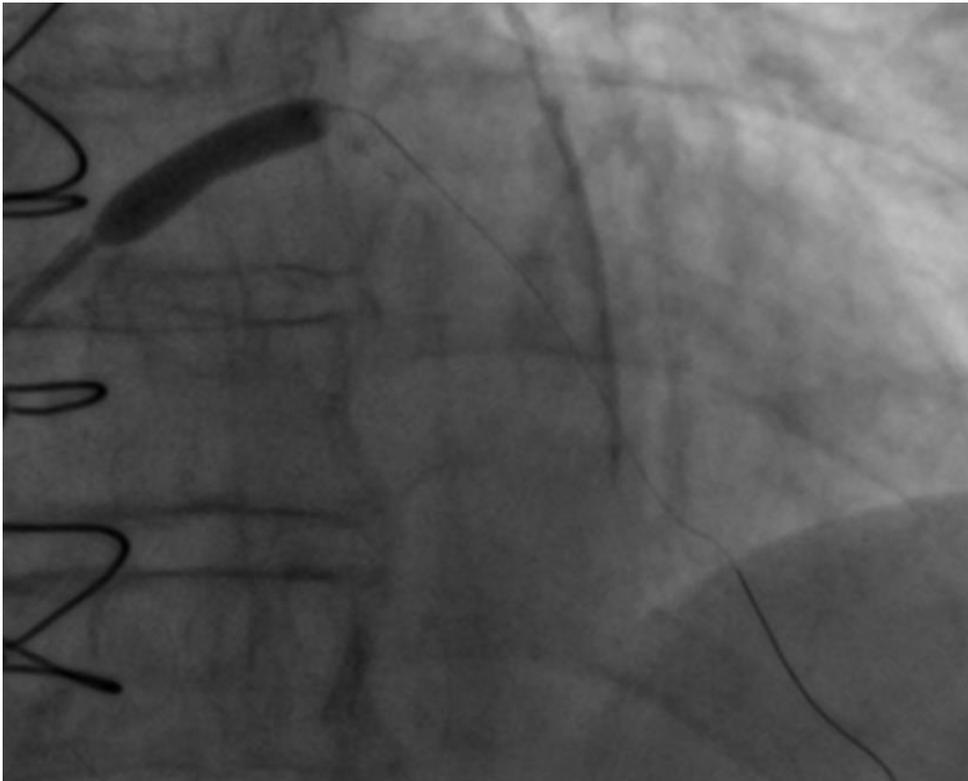
Больная Ч., 79 лет, АКШ 11 лет, окклюзия маммарного шунта



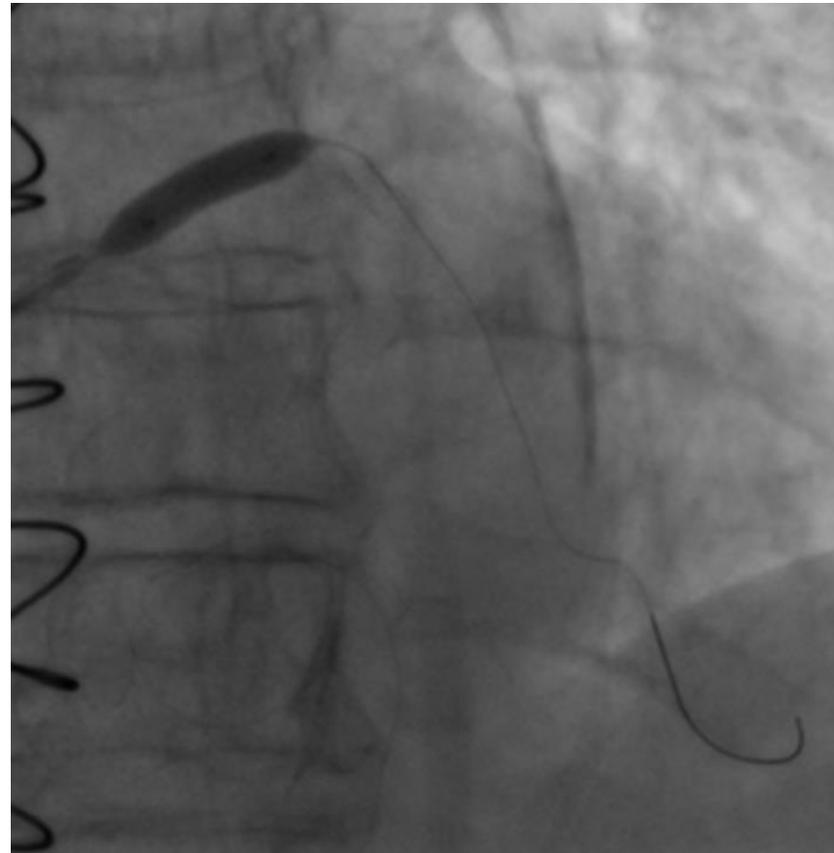
# Клинический случай

Больная Ч., 79 лет, АКШ 11 лет, окклюзия маммарного шунта

Стент Оникс 5.0x12мм, 16 атм



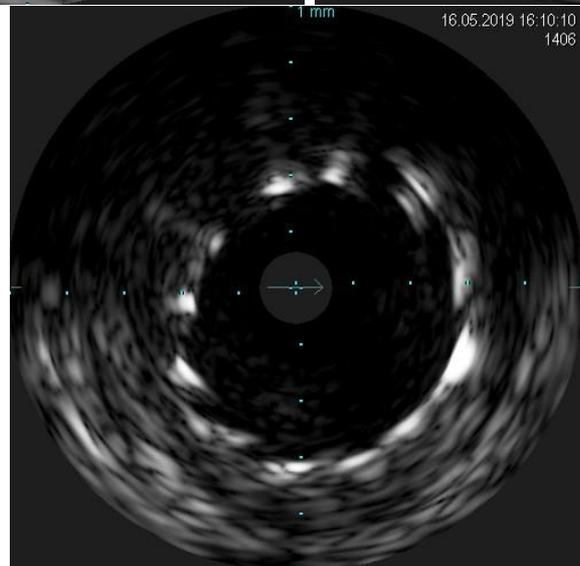
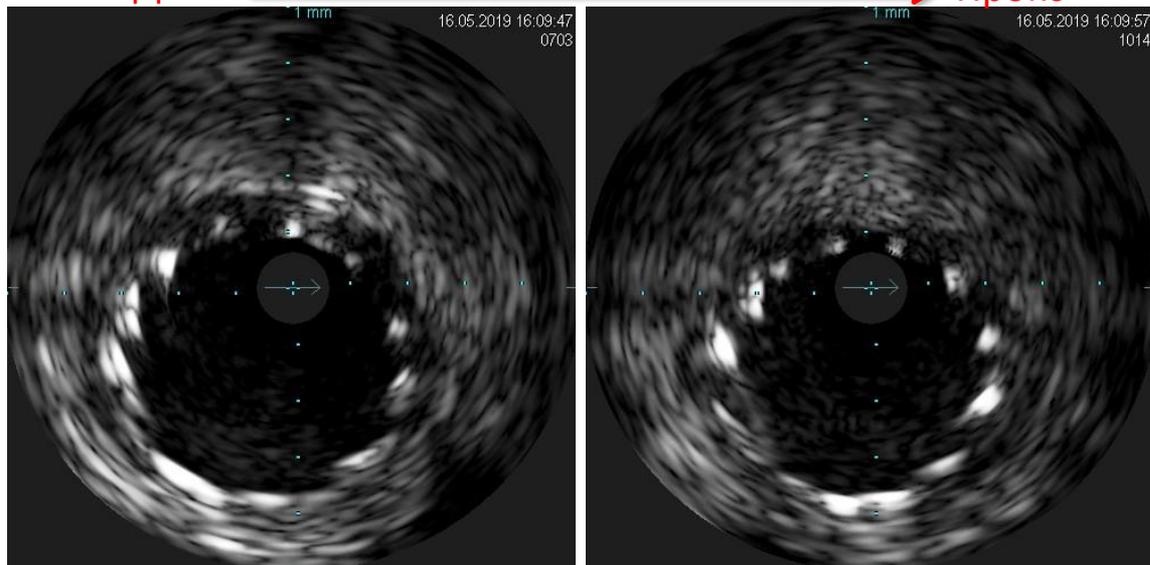
Баллон NC 5.5x8 мм, 24 атм



# Клинический случай

Больная Ч., 79 лет, финальный результат

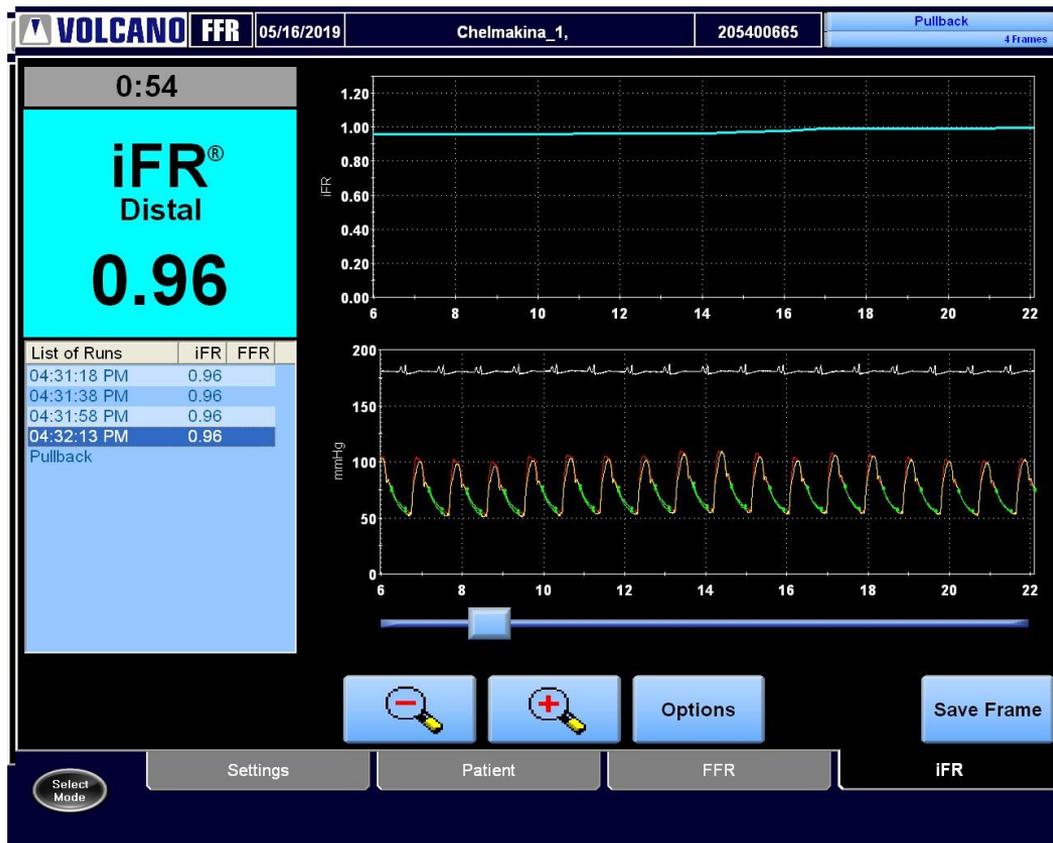
Дист → Прокс



# Клинический случай

Больная Ч., 79 лет, финальный результат

Моментальный резерв кровотока (МРК/iFR)



# Заключение

- ВСУЗИ- контроль значительно улучшает отдаленные результаты ЧКВ, особенно у больных с поражением ствола ЛКА и комплексными поражениями коронарных артерий
- Применение методики iFR во время проведения ЧКВ столь же эффективно, как и FFR по данным 2 летнего наблюдения
- Использование iFR имеет преимущества, обусловленные снижением побочных действий, уменьшением длительности процедуры, а также снижением финансовых затрат на лечение 1 больного в течение первого года

***Спасибо за внимание!***

