



НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ХИРУРГИИ  
имени А.Н. БАКУЛЕВА  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

14-16 мая  
2023

XXVI

Ежегодная Сессия НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева  
с Всероссийской конференцией молодых ученых

# Применение ротационной атерэктомии и внутрисосудистой визуализации при кальцинированных поражениях коронарных артерий.

Бадеев К.Ю., Голухова Е.З., Бузиашвили Ю.И., Петросян К.В., Донаканян С.А.,  
Абросимов А.В., Караев А.В. (Москва, Россия)



## Актуальность

- Умеренное или тяжелое кальцинированное поражение коронарных артерий выявляется у каждого пятого пациента при ЧКВ.
- Кальциноз коронарной артерии усложняет процедуру ЧКВ, а именно проведение, доставку коронарных баллонов и стентов, увеличивает риск процедурных осложнений (недораскрытие или ассиметричное раскрытие стента), а также увеличивает постпроцедурные осложнения, включая рестеноз и тромбоз.
- При выраженных кальцинированных поражениях использование NC и режущих баллонных катетеров может не привести к адекватной дилатации сосуда и оптимальной имплантации стента.
- Ассиметричная кальцификация артерии является фактором риска диссекции и перфорации.

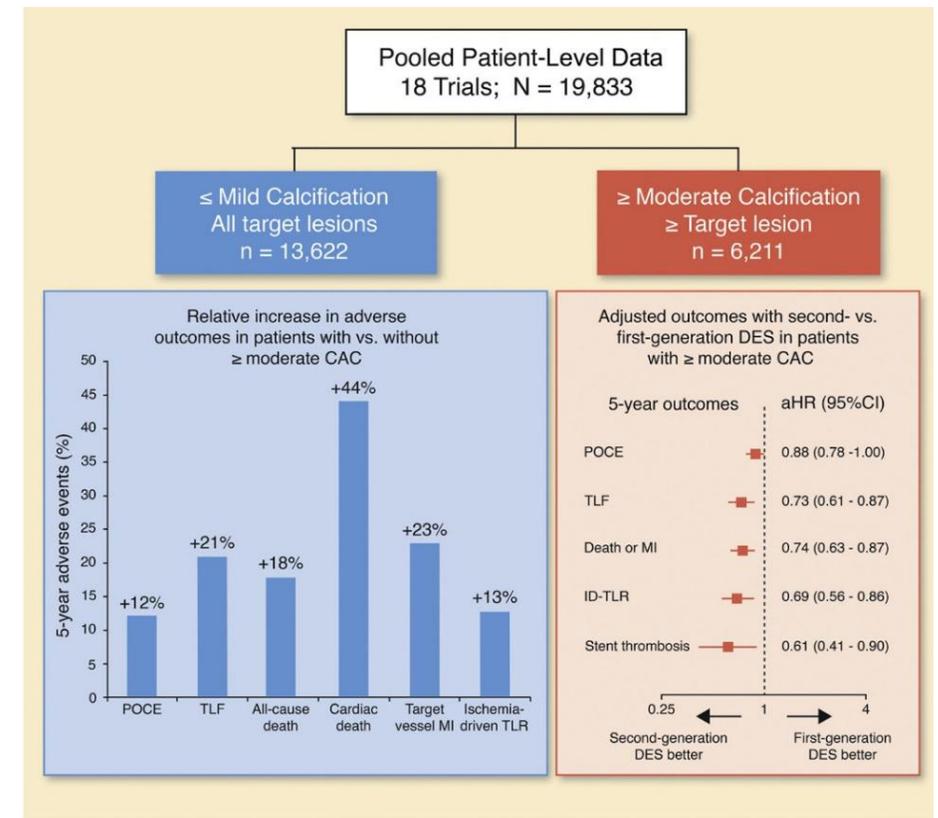
# Кальциноз коронарных артерий является предиктором неблагоприятных событий после имплантации стентов с антипролиферативным покрытием.

Focus on Complex High-Risk Indicated PCI

## Coronary Calcification and Long-Term Outcomes According to Drug-Eluting Stent Generation

Paul Guedeney MD<sup>a, b</sup>, Bimmer E. Claessen MD, PhD<sup>a</sup>, Roxana Mehran MD<sup>a, c</sup>, Gary S. Mintz MD<sup>c</sup>, Mengdan Liu MS<sup>c</sup>, Sabato Sorrentino MD, PhD<sup>a</sup>, Gennaro Giustino MD<sup>a</sup>, Serdar Farhan MD<sup>a</sup>, Martin B. Leon MD<sup>c, d</sup>, Patrick W. Serruys MD, PhD<sup>a, f</sup>, Pieter C. Smits MD<sup>g</sup>, Clemens von Birgelen MD, PhD<sup>h, i</sup>, Ziad A. Ali MD, DPhil<sup>c, d, j</sup>, Philippe G n reux MD, PhD<sup>c, k, l</sup>, Bj rn Redfors MD, PhD<sup>c, d, m</sup>, Mahesh V. Madhavan MD<sup>c, d</sup>, Ori Ben-Yehuda MD<sup>c, d</sup>, Gregg W. Stone MD<sup>a, c, g, n</sup>

- 19,833 пациентов из 21 рандомизированных исследований
- Тяжелый кальциноз КА - 6,211 пац (31.3%)



# Метаанализ исследований, сравнивающих DES и BMS при кальцинированных поражениях

First Author (Ref. #)	Intervention	Follow-Up (Months)	Restenosis (%)	TLR (%)	MI (%)	Death (%)	TCR (%)
Moussa et al. (74)	PES	12	7.5	5.1	4.1	2.5	11.8
	BMS		18.3	11.9	3.2	0.8	16.8
	p value		0.10	0.09	0.68	0.29	0.27
Seo et al. (82)	SES	6-9	8.8	7.9	0.0	0.0	7.9
	BMS		33.3	19.5	0.0	2.4	24.4
	p value		<0.05	NS	NS	NS	<0.05
Khattab et al. (83)*	DES	9	7.4	7.4	0.0	0.0	7.4
	BMS		52.7	35.2	2.9	2.9	38.2
	p value		0.0008	0.006	0.4	0.4	0.004
Rathore et al. (84)*	DES	6-9	11.0	10.6	—	—	—
	BMS		28.1	25.0	—	—	—
	p value		<0.001	0.001	—	—	—
Bangalore et al. (81)*	DES	12	—	—	5.6	3.9	—
	BMS		—	—	5.8	4.9	—
	p value		—	—	0.90	0.35	—
Schwartz et al. (125)*	DES	In-hospital	—	—	2.7	0.9	3.6
	BMS		—	—	0.0	5.3	5.3
	PTCA		—	—	0.0	11.1	14.8
	p value		—	—	1.0	0.0246	0.047

**ВЫВОД:** при кальцинированных поражениях стенты с лекарственным покрытием более эффективны, чем BMS по частоте развития рестеноза и повторной реваскуляризации целевого поражения. Однако, данные исследования по частоте тромбоза смертности и инфаркта миокарда получены сопоставимые показатели.

## Факторы риска развития и прогрессирования кальциноза коронарных сосудов.

Risk Factor	Intimal Calcification	Medial Calcification
Advanced age	Yes	Yes
Diabetes mellitus	Yes	Yes
Dyslipidemia	Yes	No
Hypertension	Yes	No
Male	Yes	No
Cigarette smoking	Yes	No
Renal etiology		
Dysfunction ( $\downarrow$ GFR)	No	Yes
Hypercalcemia	No	Yes
Hyperphosphatemia	Yes	Yes
PTH abnormalities	No	No
Duration of dialysis	No	Yes

First Author (Ref. #)	Year	N	Design	Intervention	Outcomes
Motro and Shemesh (59)	2001	201	RCT	Nifedipine vs. HCTZ/amiloride	Nifedipine was associated with significantly reduced coronary calcium progression at 3 years in hypertensive patients.
Chertow et al. (61)	2002	200	RCT	Sevelamer vs. calcium-based phosphate binder	Sevelamer was associated with significantly lower CAC score progression in hemodialysis patients at 52 weeks.
Arad et al. (57)	2005	1,005	RCT	Atorvastatin vs. vitamin C vs. vitamin E vs. placebo	Treatment arms did not have a significant effect on CAC progression.
Houslay et al. (124)	2006	102	RCT	Atorvastatin vs. placebo	Statins had no significant effect on rate of CAC progression.
Manson et al. (60)	2007	1,064	RCT	Estrogen vs. placebo	Women treated with estrogen had significantly lower calcified plaque burden.
Maahs et al. (58)	2007	478	CS	ACEi/ARB vs. other antihypertensives	Diabetics with albuminuria had nonsignificant reduction in CAC progression with ACEi/ARB treatment.
Qunibi et al. (62)	2008	203	RCT	Calcium acetate/atorvastatin vs. sevelamer/atorvastatin	Calcium acetate and sevelamer groups had comparable rates of CAC progression in hemodialysis patients at 1 year.
Budoff et al. (63)	2009	65	RCT	AGE/vitamins B12 and B6/folic acid/L-arginine vs. placebo	Treatment group experienced significantly lower rates of CAC progression at 1 year.
Zeb et al. (64)	2012	65	RCT	AGE/CoQ10 vs. placebo	AGE/CoQ10 was associated with significantly lower rates of CAC progression at 1 year.

## Возможна ли медикаментозная терапия кальциноза коронарных сосудов?

*Применение нифедипин был связан со значительным снижением прогрессирования коронарного кальция через 3 года у пациентов с гипертонической болезнью.*

Прием Севеламер был связан с замедлением прогрессированием ККА у пациентов с гемодиализом через 52 недели.

Статины не оказали существенного влияния на скорость прогрессирования САС.

Статины не оказали существенного влияния на скорость прогрессирования САС.

Гормональная терапия связана с замедлением кальциноза

> Z Kardiol. 1987;76 Suppl 6:59-65.

## Rotational approaches to atherectomy and thrombectomy

J L Ritchie<sup>1</sup>, D D Hansen, M J Intlekofer, M Hall, D C Auth

Использование ротационной атерэктомии в клинической практике – 1986 г.

**Table 1. Rate of rotational atherectomy as function of total PCI numbers in some EU countries (source Boston Scientific).**

Country	Rate (%)
United Kingdom	3.1
France	2.9
Spain	2.3
Austria	1.8
Portugal	1.5
The Netherlands	1.4
Italy	1.3
Belgium	1.3
Switzerland	1.1
Germany	0.8

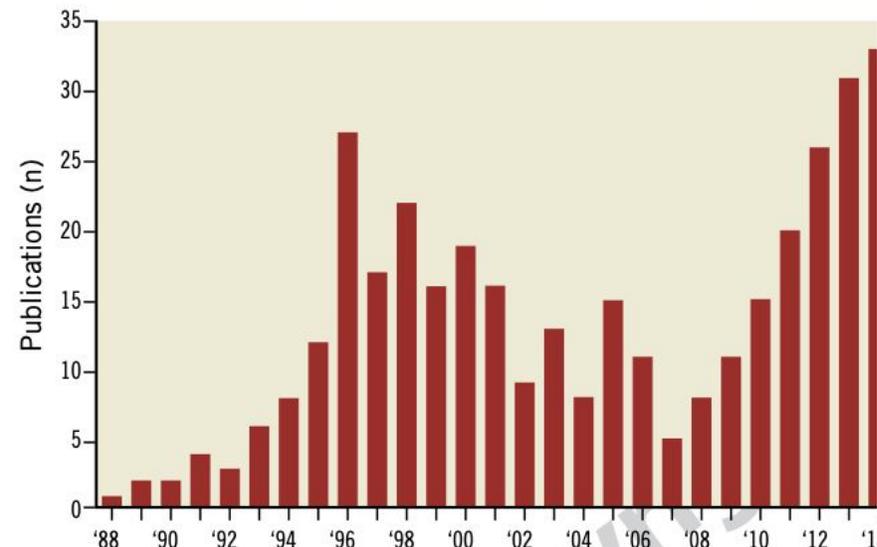
Ротационная атерэктомия за счёт измельчения и удаления (с током крови) фрагментов атеромы увеличивает просвет артерии, тем самым позволяя выполнить баллонную ангиопластику с последующим стентированием.

## Первый опыт использования ротационной коронарной атерэктомии у пациентов, перенесших инфаркт миокарда

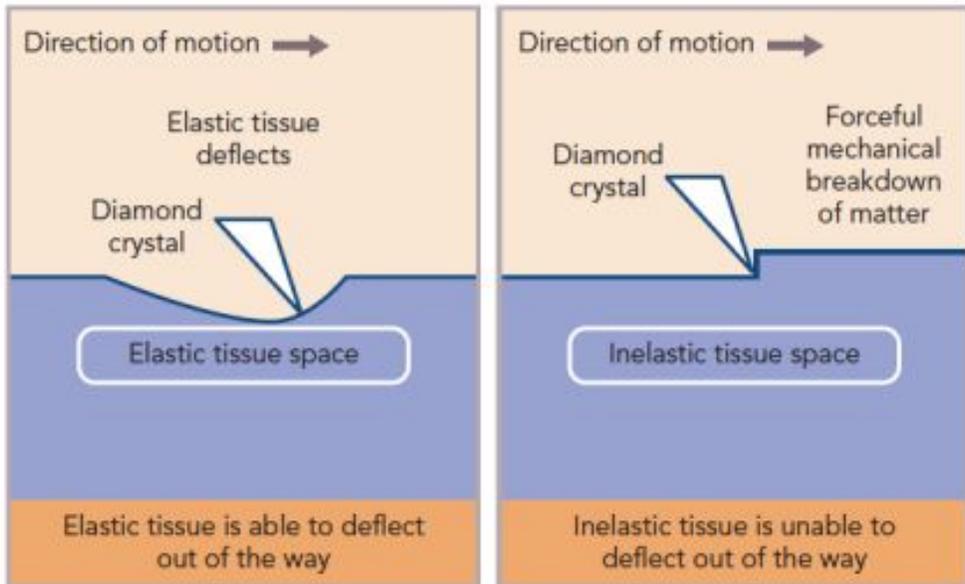
А.В. АРДАШЕВ, А.А. ШАВАРОВ, М.С. РЫБАЧЕНКО, А.В. КОНЕВ

Рентгенохирургический центр интервенционной кардиологии; Главный военный клинический госпиталь им. акад. Н.Н. Бурденко, 105229 Москва, Госпитальная пл., 3

Первые вмешательства с применением метода ротационной атерэктомии в нашей стране были выполнены в 2005 г.

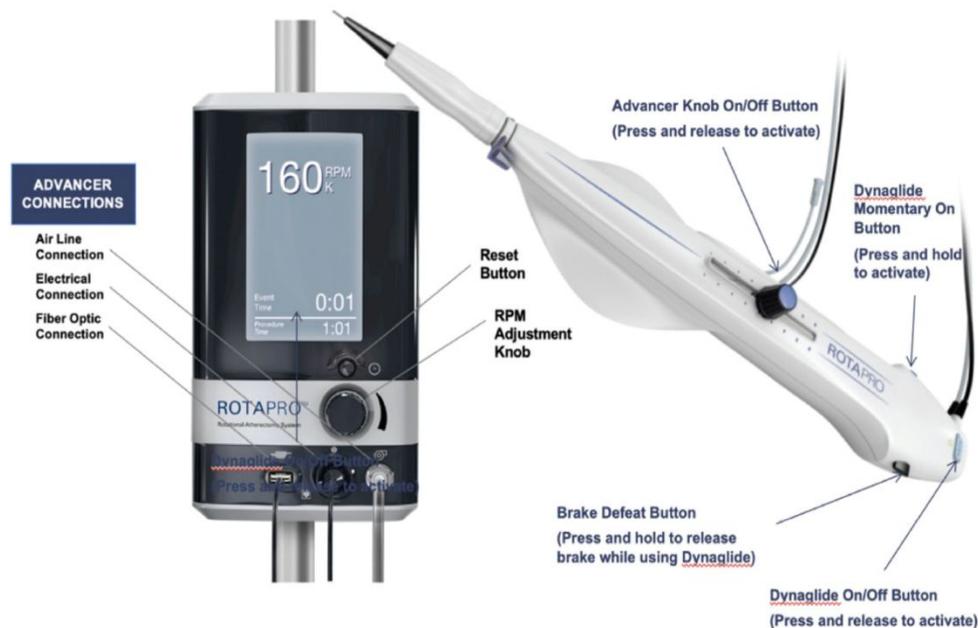


Число публикаций по ротационной атерэктомии (источник Pubmed).



Бур срезает кальцинированный материал, сохраняя эластичные ткани. Преимущественное срезание неэластичного субстрата происходит как на низких, так и на высоких скоростях.

Микрочастицы атеромы вымываются с током крови. Происходит постепенное срезание слоев бляшки. Удаляется более ригидная ткань, эластичные слои остаются неповрежденными



Система ротационной атерэктомии ротаблоатора (Boston Scientific, Natick, MA) была коммерчески доступна для использования в коронарных артериях в течение последних 3 десятилетий.

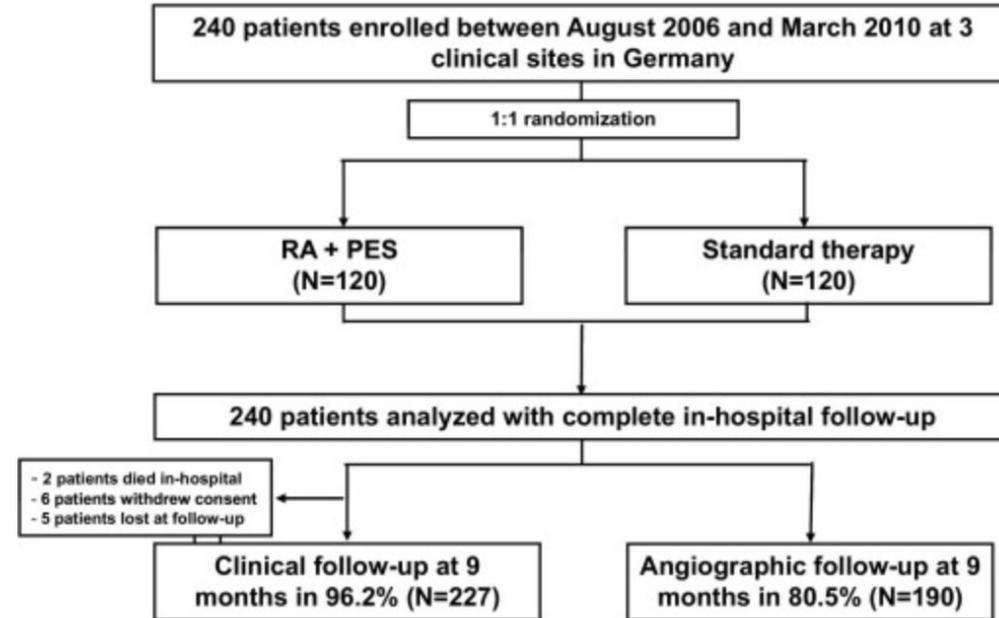


# Исследование ROTAXUS

Clinical Research

High-Speed Rotational Atherectomy Before Paclitaxel-Eluting Stent Implantation in Complex Calcified Coronary Lesions: The Randomized ROTAXUS (Rotational Atherectomy Prior to Taxus Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease) Trial

Первичной конечной точкой была потеря просвета стента через 9 месяцев. Вторичные конечные точки включали ангиографический успех, рестеноз, тромбоз стента и неблагоприятные сердечные события через 9 месяцев.



## The Randomized PREPARE-CALC Trial

Дизайн исследования - 200 пациентов с выраженными кальцинированными поражениями коронарных артерий.

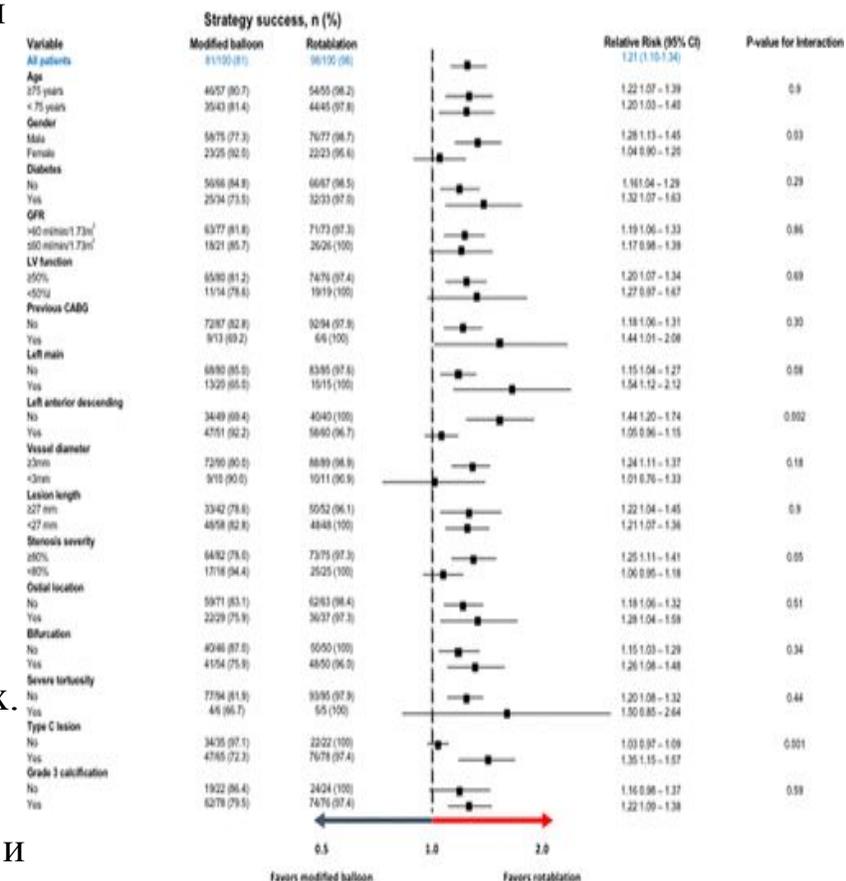
I группа - пациенты, которым выполнялось ЧКВ с применением ротационной атерэктомии, II - ЧКВ с применением режущих или «скоринговых» баллонных катетеров.

**Конечными точками** -технический успех выполнения операции (остаточный стеноз <20 %, кровоток TIMI 3) и поздняя потеря просвета стента в течение 9 месяцев).

**Непосредственный** послеоперационный успех в группе РА был достоверно выше и составил 98% против 81% второй группы ( $P=0.0001$ ). **Среднеотдаленные результаты** оценивались спустя 9 месяцев после вмешательства и были сопоставимы в обеих группах.

### Выводы:

PREPARE – CALC доказали возможность сочетания методики ротационной атерэктомии и ЧКВ с использованием стентов последних поколений у пациентов с выраженными кальцинированными поражениями коронарных артерий для достижения наилучших непосредственных и отдаленных результатов.



# Современные показания к ротационной атерэктомии

- Невозможность проведения баллонного катетера и датчиков ВСУЗИ/ОКТ
- Неадекватная дилатация баллонным катетером («песочные часы»)
- Протяжённые кальцинированные поражения
- Устьевые кальцинированные поражения ( в т.ч. ствол ЛКА)

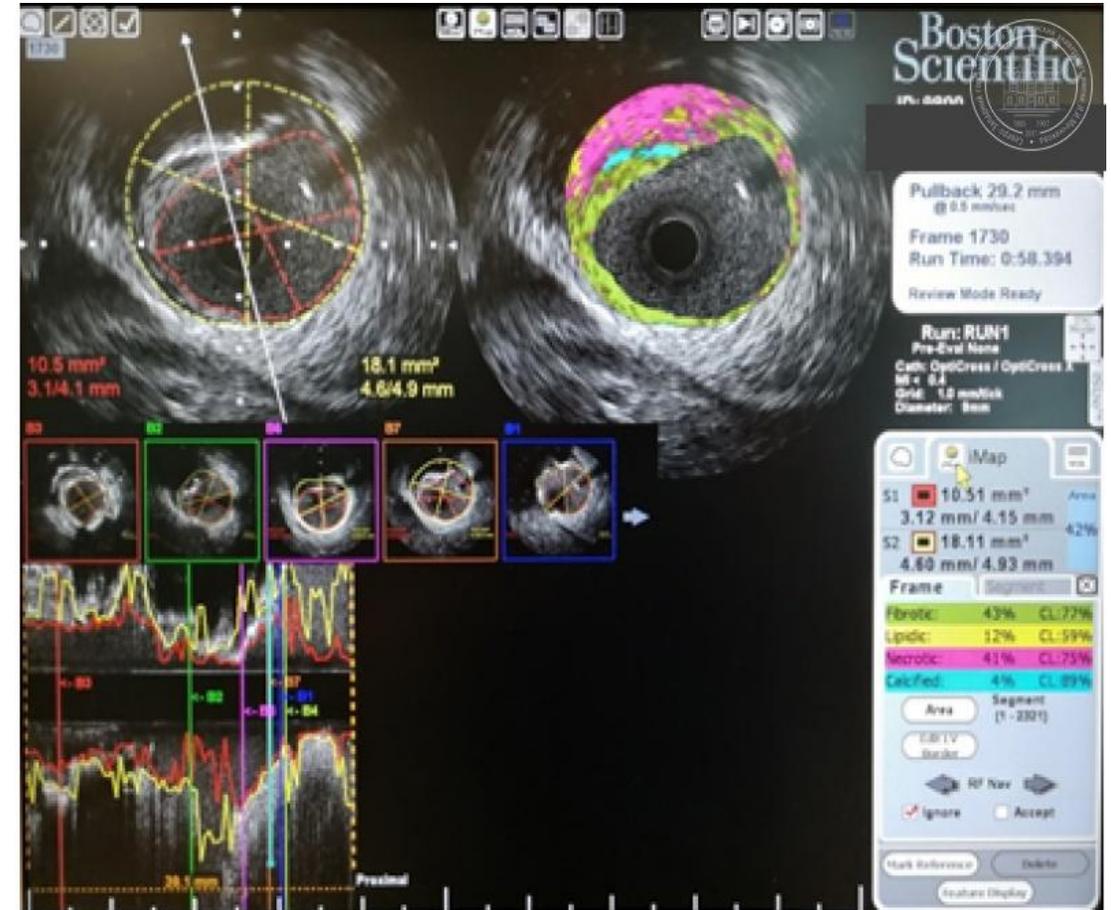
# Роль визуализации при ЧКВ кальцинированных поражений

## До ЧКВ

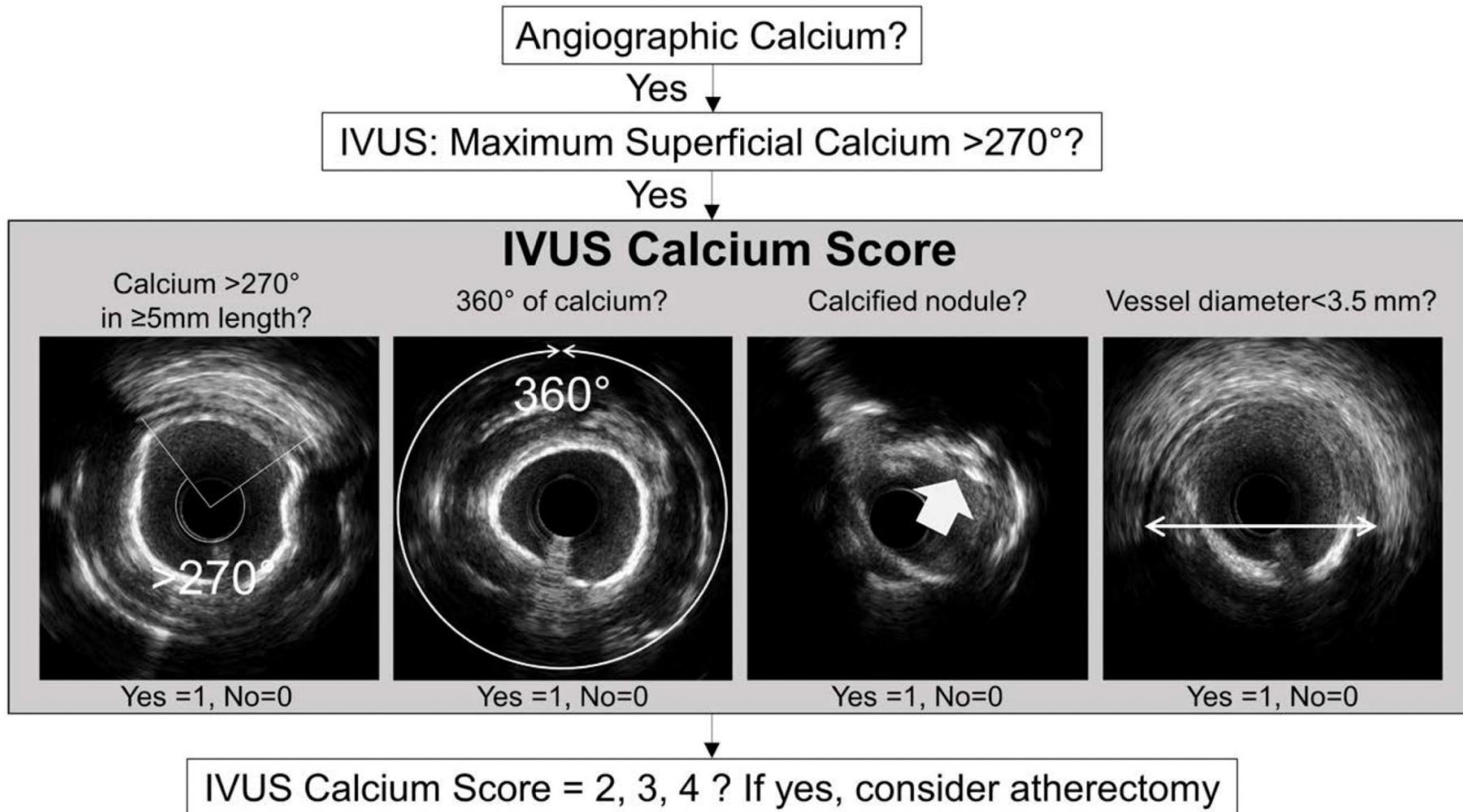
- ✓ Оценить состав и распределение АСБ (кальциноз, бляшки, богатые липидами);
- ✓ Выявить потребность в более агрессивных (ротационная атерэктомия, режущие баллоны) или менее агрессивных (прямое стентирование, чтобы избежать смещения липидного ядра) методах воздействия;
- ✓ Облегчить выбор стента (измерить диаметр сосуда и длину поражения).

## После ЧКВ

- Недораскрытие стента
- Мальаппозиция стента,
- Краевая диссекция
- Пролапс АСБ через страты стента
- Тромб в просвете КА



# IVUS-Based Calcium Scoring System



# Intravascular ultrasound enhances the safety of rotational atherectomy ☆

Kenichi Sakakura  , Kei Yamamoto, Yousuke Taniguchi, Yoshimasa Tsurumaki, Shin-ichi Momomura, Hideo Fujita

ВСУЗИ может быть полезен для снижения риска осложнений, особенно перфорации сосудов или диссекции при выполнении РА.

Желательно выполнять ВСУЗИ до (если удаётся провести датчик) и после РА. Выполнение визуализации поможет с выбором длины и диаметра стента, бура, что должно повысить безопасность процедуры.

# Comparison of optical coherence tomography-guided and intravascular ultrasound-guided rotational atherectomy for calcified coronary lesions

Weili Teng <sup># 1</sup>, Qi Li <sup># 1</sup>, Yuliang Ma <sup>1</sup>, Chengfu Cao <sup>1</sup>, Jian Liu <sup>1</sup>, Hong Zhao <sup>1</sup>, Mingyu Lu <sup>1</sup>, Chang Hou <sup>1</sup>, Weimin Wang <sup>2</sup>

## Осложнения и результаты

	OCT-guided RA (32 patients, 33 lesions)	IVUS-guided RA (47 patients, 51 lesions)	P value
Procedure success	33 (100%)	51 (100%)	1.000
Complications	5 (15.2%)	7 (13.7%)	0.856
Perforation	0	1 (2.0%)	0.607
Slow flow/no reflow	2 (6.1%)	3 (5.9%)	0.973
Dissection	1 (3.0%)	3 (5.9%)	0.940
Emergency CABG	0	0	–
Longitudinal stent compression	2 (6.1%)	0	0.151
Cardiac tamponade	0	0	–
Contrast induced nephropathy	1 (3.0%)	0	0.393
MACE	1 (3.1%)	3 (6.4%)	0.517
Cardiovascular death	0	2 (4.3%)	0.351
Myocardial infarction	1 (3.1%)	0	0.405
TVR	0	1 (2.1%)	0.595
Stent thrombosis	0	1 (2.1%)	0.595

OCT, Optical coherence tomography; IVUS, Intravascular ultrasound; RA, rotational atherectomy; CABG, coronary artery bypass grafting; MACE, major adverse cardiac event; TVR, Target vessel revascularization

# Optical coherence tomography—versus intravascular ultrasound-guided stent expansion in calcified lesions

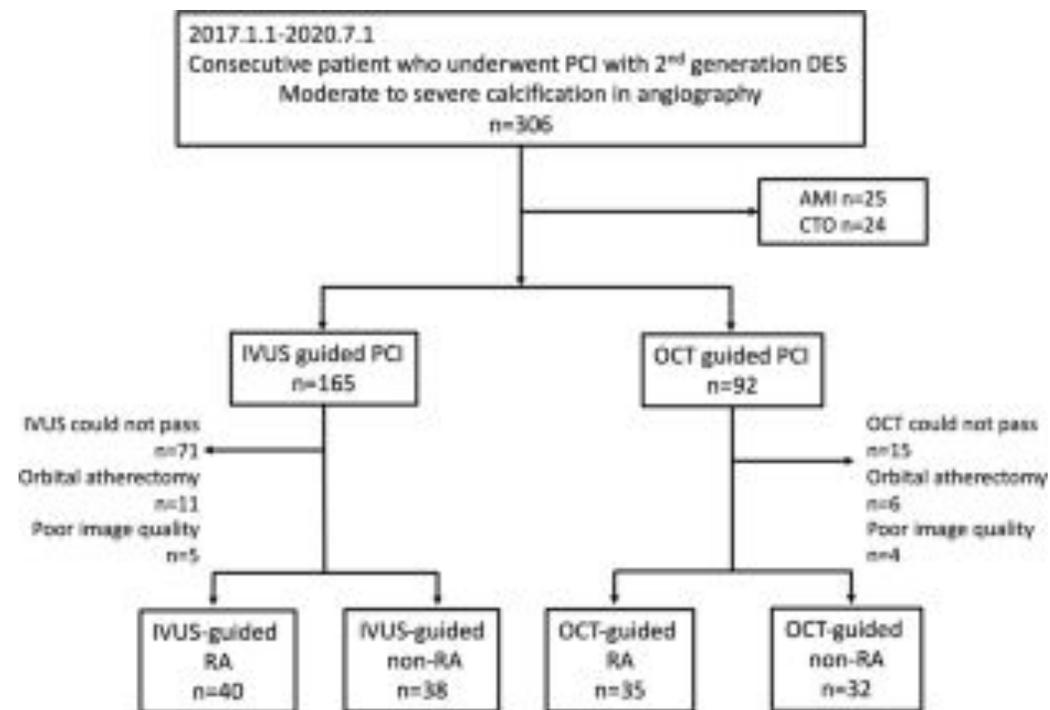
Kazumasa Kurogi, Masanobu Ishii , Sou Ikebe, Ryota Kaichi, Takayuki Mori, Soichi Komaki, Nobuyasu Yamamoto, Kenshi Yamanaga, Yuichiro Arima, Eiichiro Yamamoto, Koichi Kaikita, Kenichi Matsushita & Kenichi Tsujita

*Cardiovascular Intervention and Therapeutics* 37, 312–323 (2022) | [Cite this article](#)

В этом одноцентровом ретроспективном наблюдательном исследовании 2022 года 145 поражений с кальцификацией средней и тяжелой степени были разделены на четыре группы: 40 ротационных атерэктомий (РА) под контролем ВСУЗИ, 38 без РА под контролем ВСУЗИ, 35 РА под контролем ОКТ и 32 без РА под контролем ОКТ.

## Выводы:

Не было выявлено существенной разницы в частоте реваскуляризации целевого поражения, вызванного ишемией, между четырьмя группами ( $P = 0,37$ ). При определении показаний и конечной точки модификации поражения с помощью РА на основе толщины кальциевого слоя ЧКВ под контролем ОКТ было ассоциировано со значительно большим расширением стента по сравнению с ЧКВ под контролем IVUS.

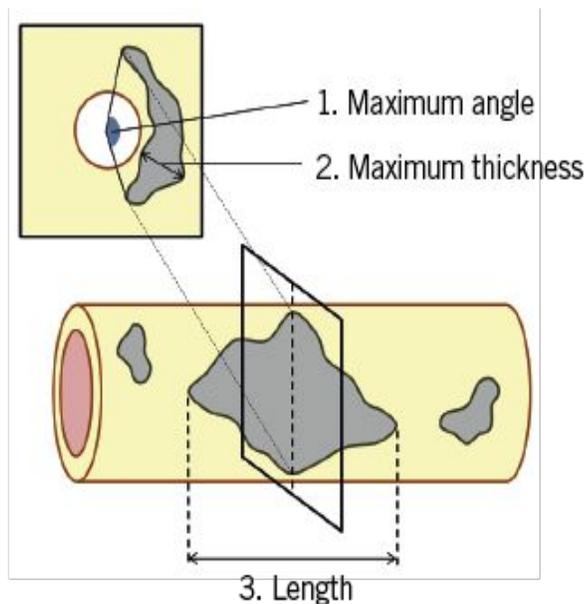


## A new optical coherence tomography–based calcium scoring system to predict stent underexpansion

Akiko Fujino<sup>1</sup>, Gary S Mintz, Mitsuaki Matsumura, Tetsumin Lee, Song-Yi Kim, Masahiro Hoshino, Eisuke Usui, Taishi Yonetsu, Elizabeth S Haag, Richard A Shlofmitz, Tsunekazu Kakuta, Akiko Maehara

Было обнаружено, что максимальный кальциевый угол, максимальная толщина кальция и длина кальция являются независимыми предикторами расширения стента. Основываясь на этих результатах, были присвоены 1 или 2 балла каждому из трех условий: 2 балла за максимальный кальциевый угол  $> 180^\circ$ , 1 балл за максимальную толщину кальция  $> 0,5$  мм и 1 балл за длину кальция  $> 5$  мм.

Эта система оценки кальция на основе ОКТ может быть полезна для выявления кальцифицированных поражений, которым была бы полезна модификация бляшек перед имплантацией стента.



OCT-based calcium score	
1. Maximum calcium angle (°)	$\leq 180^\circ$ ➔ 0 point $> 180^\circ$ ➔ 2 points
2. Maximum calcium thickness (mm)	$\leq 0.5$ mm ➔ 0 point $> 0.5$ mm ➔ 1 point
3. Calcium length (mm)	$\leq 5.0$ mm ➔ 0 point $> 5.0$ mm ➔ 1 point
<b>Total score</b>	<b>0 to 4 points</b>

## Combined rotational atherectomy and cutting balloon angioplasty prior to drug-eluting stent implantation in severely calcified coronary lesions: The PREPARE-CALC-COMBO study

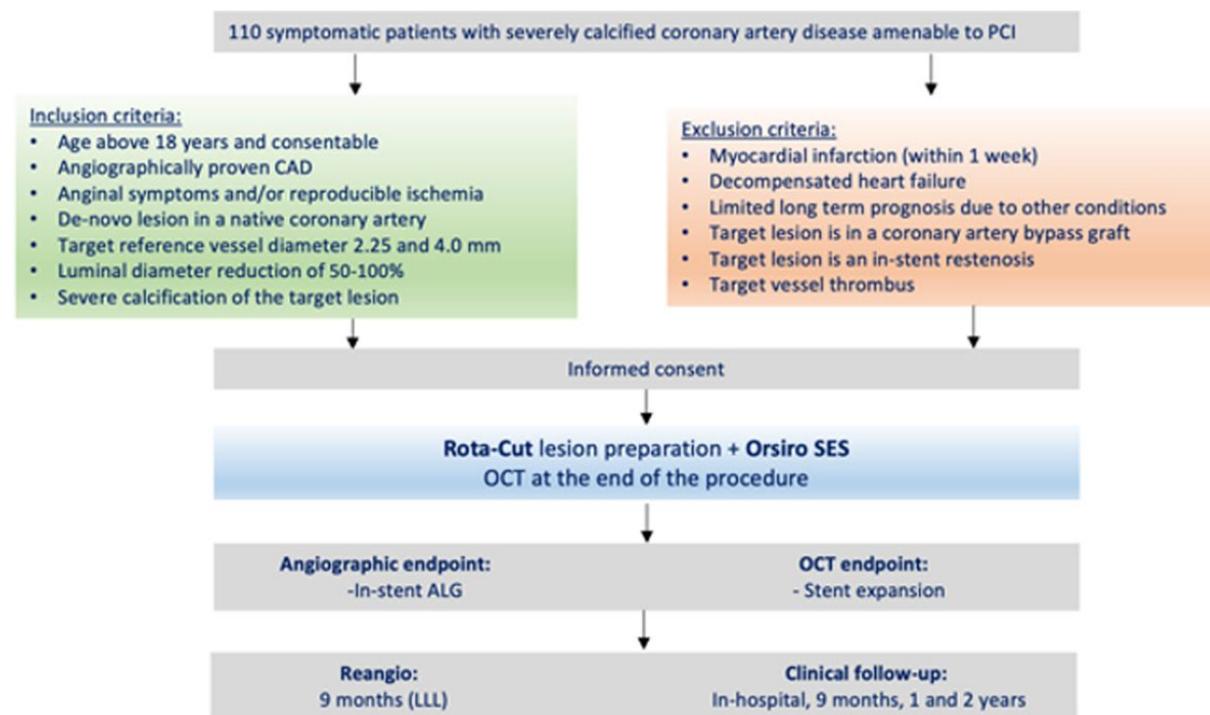
Abdelhakim Allali<sup>1, 2</sup>, Ralph Toelg<sup>1</sup>, Mohamed Abdel-Wahab<sup>3</sup>, Rayyan Hemetsberger<sup>4</sup>, Adnan Kastrati<sup>5</sup>, Nader Mankerious<sup>1</sup>, Hussein Traboulsi<sup>1</sup>, Karim Elbasha<sup>1, 6</sup>, Tobias Rheude<sup>5</sup>, Martin Landt<sup>1</sup>, Volker Geist<sup>1</sup>, Gert Richardt<sup>1</sup>

### Методика

PREPARE-CALC-COMBO - это проспективное исследование с одной группой, в котором 110 пациентов лечили с помощью стратегии Rota-Cut перед имплантацией стентов с сиролимусовым покрытием и сравнивали с пациентами, получавшими модифицированный баллон (скоринг) или РА из исторической когорты (рандомизированное исследование PREPARE-CALC). Исследование имело две первичные конечные точки: острое увеличение просвета в стенте (УПС) с помощью количественного ангиографического анализа и расширение стента (РС) на оптической когерентной томографии.

### Результаты

УПС в стенте был значительно выше при использовании Rota-Cut по сравнению с РА или МБ ( $1,92 \pm 0,45$  мм против  $1,74 \pm 0,45$  мм с МБ против  $1,70 \pm 0,42$  мм с РА;  $p = 0,001$  и  $p < 0,001$  соответственно). РС было сопоставимо между группами ( $75,1 \pm 13,8\%$  против  $73,5 \pm 13,3$  с МБ против  $73,1 \pm 12,2$  с РА;  $p = 0,19$  и  $p = 0,39$  соответственно). Комбинация Rota-Cut привела к увеличению минимальной площади стента ( $7,1 \pm 2,2$  мм<sup>2</sup> против  $6,1 \pm 1,7$  мм<sup>2</sup> с МБ против  $6,2 \pm 1,9$  мм<sup>2</sup> с РА;  $p = 0,003$  и  $p = 0,004$  соответственно).



# Осложнения РА

**Table 5. Complications of Rotational Atherectomy in the Drug-Eluting Stent Era**

Series	Year	N	Death, %	Myocardial Infarction, %	Dissection, %	Perforation, %	Slow-Flow / No-Reflow, %
Kawamoto et al <sup>65</sup>	2016	1176	0.6	7.4	7.0	1.0	1.1
ROTAXUS trial <sup>20</sup>	2013	120	1.7	1.7	3.3	1.7	0.0
Abdel-Wahab et al <sup>66</sup>	2013	205	1.5	2.4	4.4	0.5	2.0
Naito et al <sup>67</sup>	2012	233	0.0	1.3	1.7	0.4	...
Benezet et al <sup>68</sup>	2011	102	1.0	1.0	2.9	0.0	...
Dardas et al <sup>69</sup>	2011	184	0.0	...	...	...	...
Garcia de Lara et al <sup>70</sup>	2010	50	4.0	14.0	2.0	2.0	0.0
Rathore et al <sup>71</sup>	2010	391	1.0	6.9	5.9	2.0	2.6
Vaquerizo et al <sup>72</sup>	2010	63	0.0	3.2	...	...	...
Furuichi et al <sup>73</sup>	2009	95	0.0	3.2	2.1	1.1	1.1
Clavijo et al <sup>74</sup>	2006	81	0.0	19.8	1.9	...	...

ROTAXUS indicates Rotational Atherectomy Prior to TAXUS Stent Treatment for Complex Native Coronary Artery Disease.

# Клинические характеристики

## пациентов

Всем (n=29) пациентам ЧКВ было выполнено с помощью метода ротационной атерэктомии

Показатель	Значение, n(%)
Возраст (M±σ), лет	68,55±8,66
Число мужчин	20 (69)
Артериальная гипертензия	26 (90)
Сахарный диабет	10 (34)
Курение	11 (38)
АКШ в анамнезе	4 (14)
ЧКВ в анамнезе	14 (48)
ФВ ЛЖ по результатам ЭхоКГ (M±σ)	53,22±11,5
SYNTAX Score (M±σ), балл	22,7±10,64

# Технические характеристики ЧКВ

Показатель	Значение, n(%)
Трансрадиальный доступ	22 (76)
Проводниковый катетер 6 F	27 (93)
Выполнена визуализация	23 (79)
ППС сосуда ( $M\pm\sigma$ ), мм <sup>2</sup>	3,2±2,46
Имплантированный стент	50
Среднее к-во стентов на одного п-та ( $M\pm\sigma$ )	1,75±0,75
Диаметр стента ( $M\pm\sigma$ ), мм	2,84±0,39
Длина стентированного сегмента ( $M\pm\sigma$ ), мм	52,5±24,51
Диаметр бура, ( $M\pm\sigma$ ), мм	1,36±0,13
Диаметр баллонного кататера для постдилатации ( $M\pm\sigma$ ),	3 38±0 5

# Непосредственные результаты

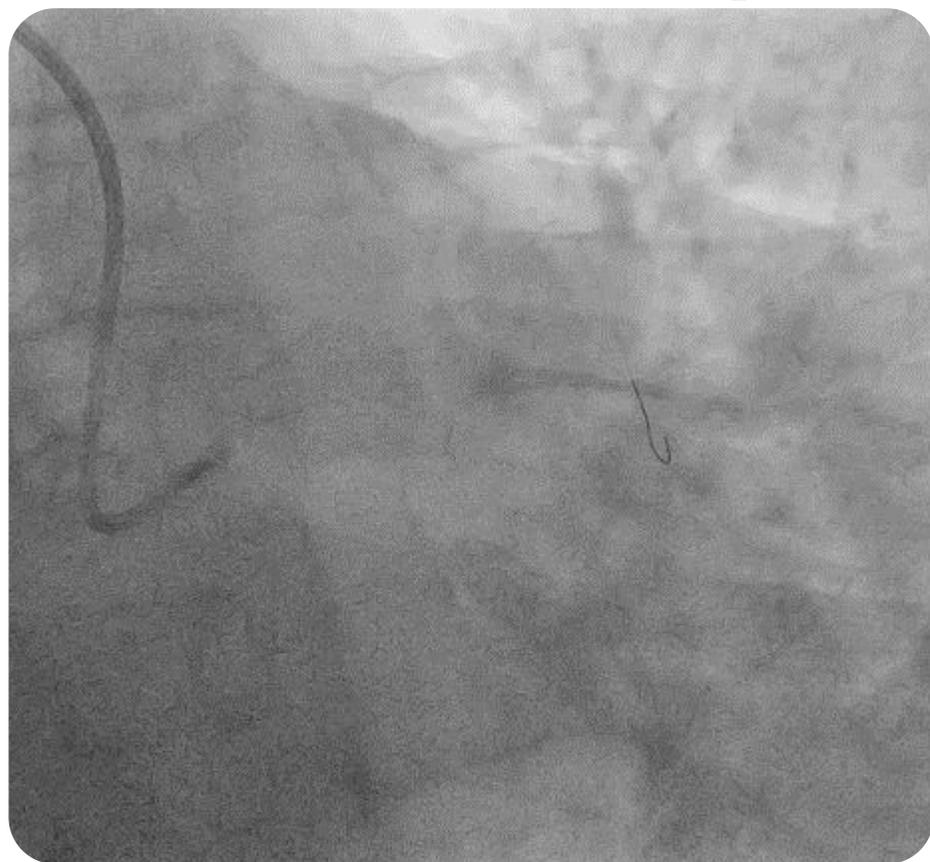
Показатель	Значение, n(%)
Ангиографически успешное ЧКВ	28 (97)
Механические осложнения ЧКВ	
• Резидуальный стеноз	1 (3)
Средняя ППС стентированного сегмента ( $M \pm \sigma$ ), $\text{мм}^2$	$8,3 \pm 2,47$
ФВ ЛЖ по результатам ЭхоКГ ( $M \pm \sigma$ ), %	$56 \pm 9,85$
Клинический исход	
• Выписаны с улучшением	29 (100)
• Летальность	0 (0)

# Клинический случай

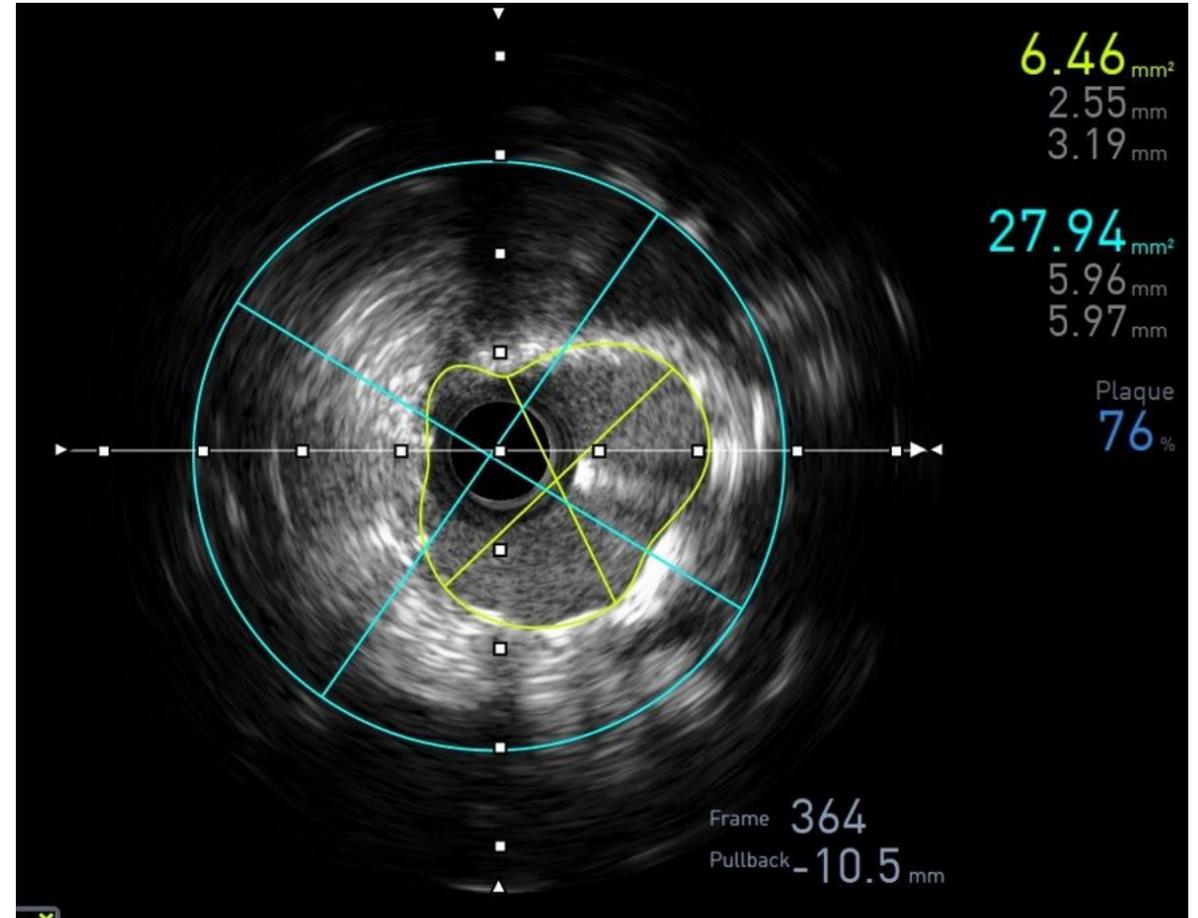
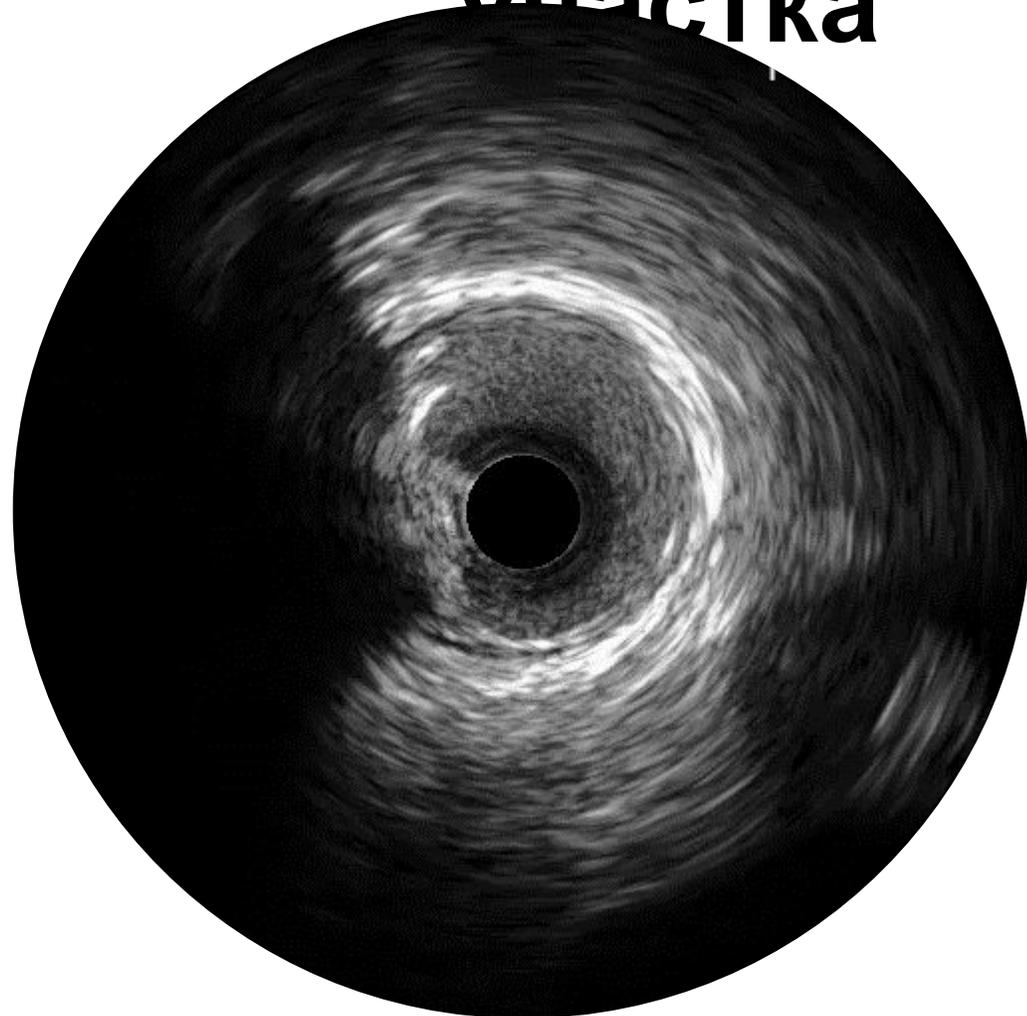
- 66-летний мужчина. В анамнезе: ГБ, одышка при умеренной физической нагрузке с прерывистыми эпизодами боли в груди  
ЭКГ: Ритм сердца синусовый с ЧСС 70 уд./мин.  
Атеросклероз брахиоцефальных артерий и артерий нижних конечностей

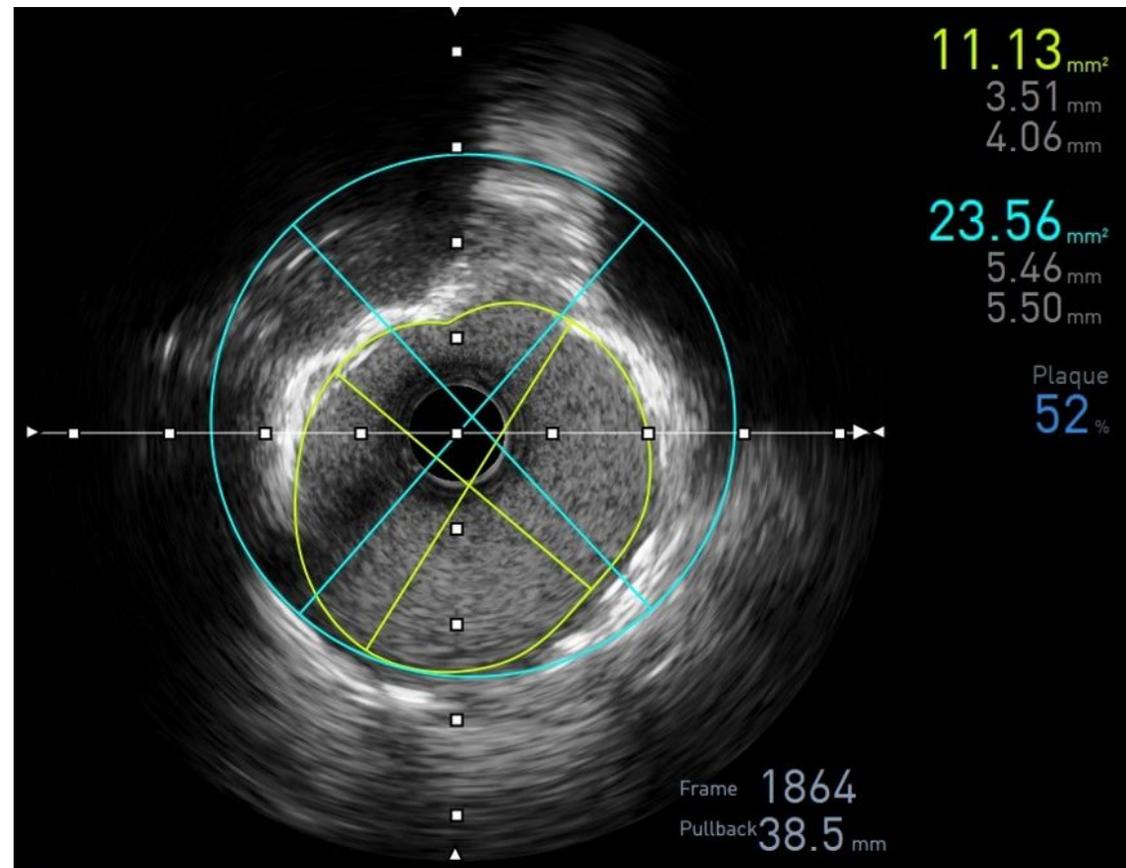
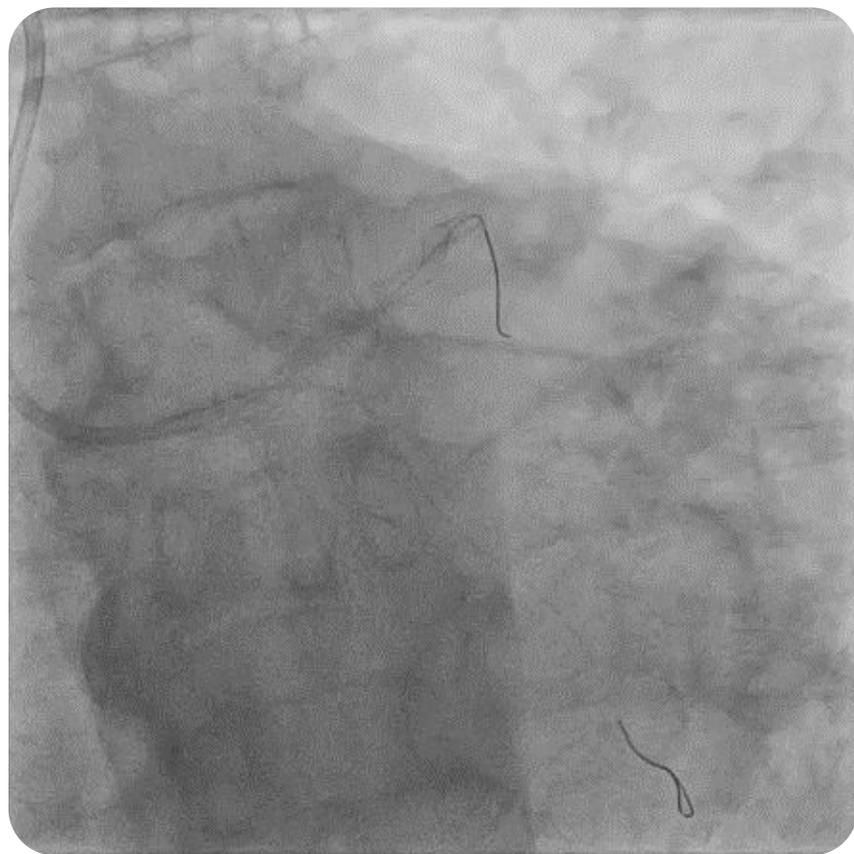


# Ротационная атерэктомия буром



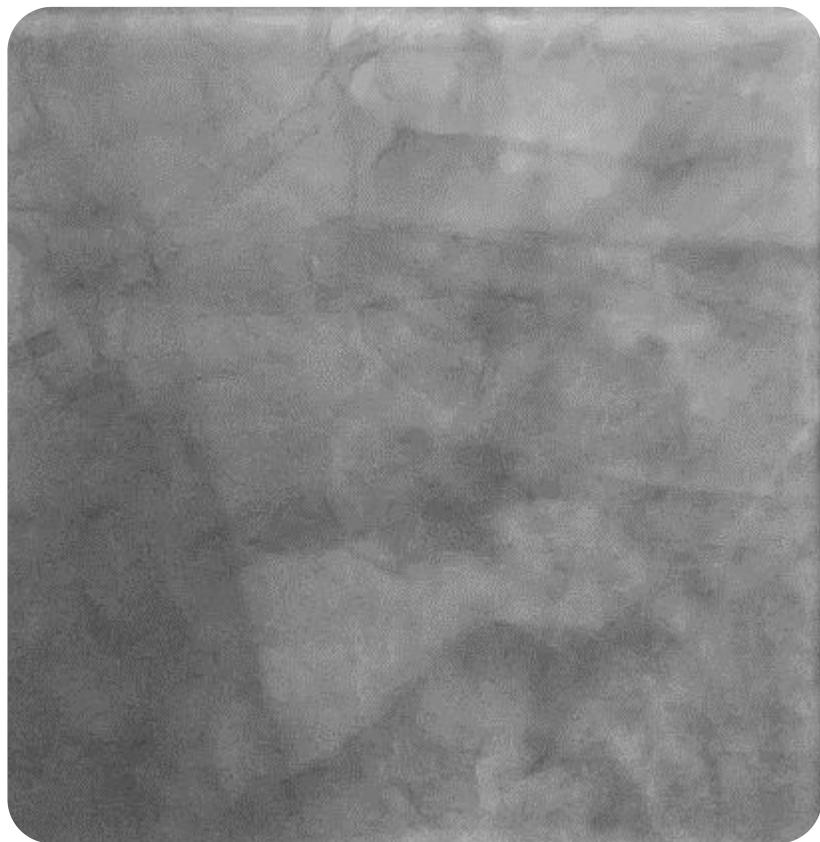
# ВСУЗИ пораженного участка





Имплантация стентов с с антипролиферативным покрытием (3,5 x 30 мм и 4,0x 38 мм);  
Постдилатация NC 3,75 мм и 5,0 мм.

ВСУЗИ контроль.



# Вывод

## ы

- Ротационная атерэктомия с внутрисосудистой визуализацией - процедура, позволяющая выполнить оптимальное ЧКВ при кальцинированных поражениях коронарного русла с высокой степенью эффективности и безопасности при низкой частоте осложнений.

**Спасибо за внимание!**