

Tomografia de coherència òptica (OCT)

Indicacions en l'estudi de la malaltia coronària.

Gerard Roura i Ferrer

Unitat d'Hemodinàmica i Cardiologia Intervencionista

Àrea Malalties del Cor

Hospital Universitari de Bellvitge – IDIBELL

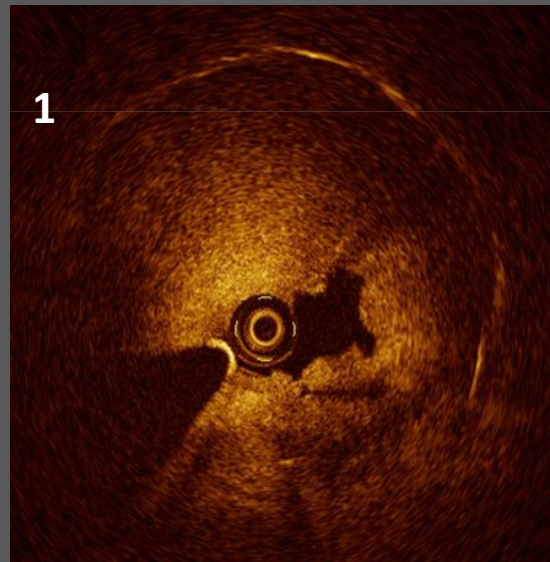
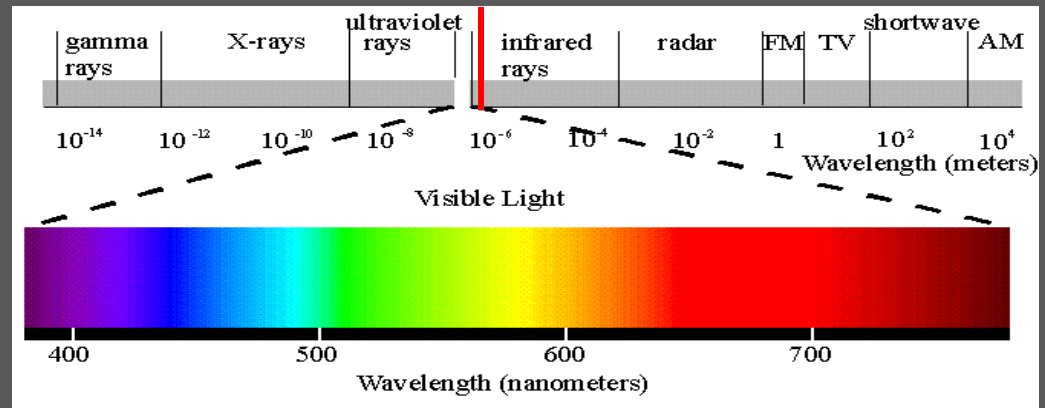
Índex

- Bases
- Diferències amb IVUS
- Aplicacions clíniques
 - 1.- Artèria nativa
 - 2.- Valoració lesions intermitges
 - 3.- Optimització ICP
 - 4.- Seguiment. Valoració reestenosis/trombosis
 - 5.- Valoració recobriment stents
- Rercerca
- Experiència al nostre centre. Cas clínic i utilitat a la pràctica clínica diària

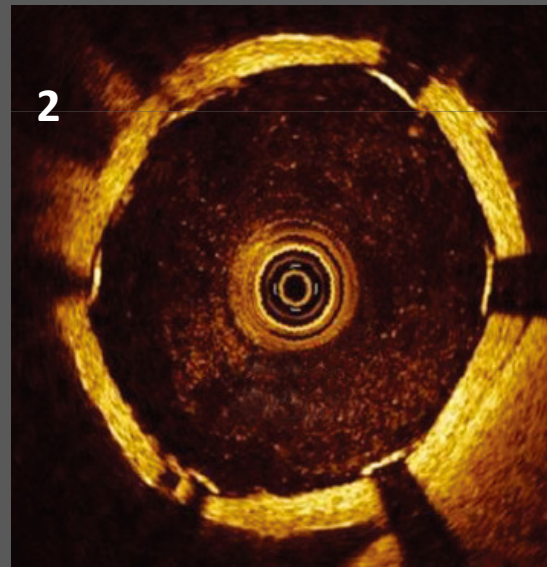
1. Bases del OCT

Tècnica imatge intravascular d'alta resolució que utilitza ones de llum (longitud d'ona de $1.3 \mu\text{m}$)

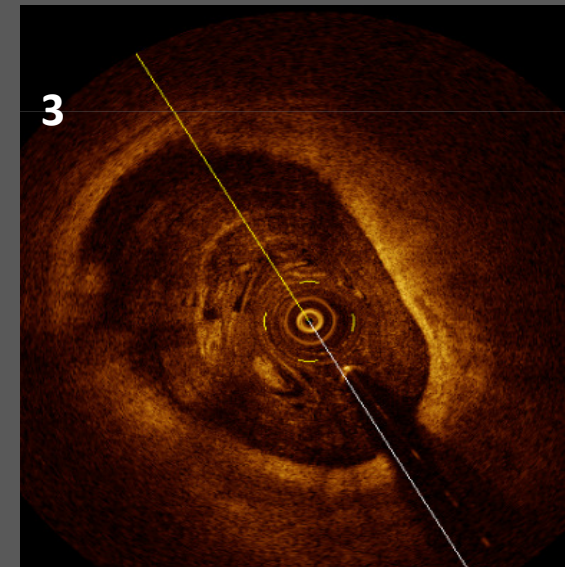
Punts clau:



1 La llum perd intensitat amb la profunditat dels teixits.

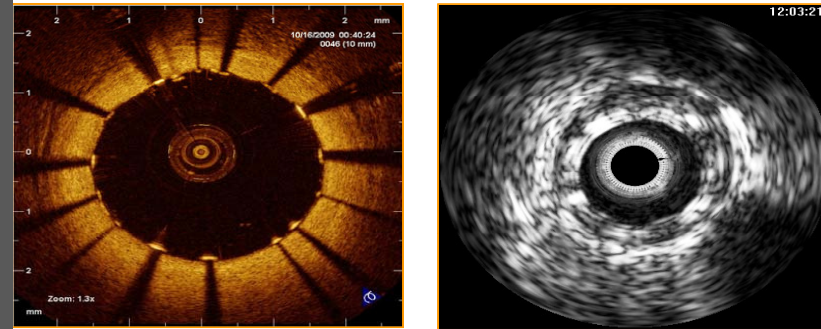


2 La llum es incapaç de travessar el metall. Aparició d'ombres.



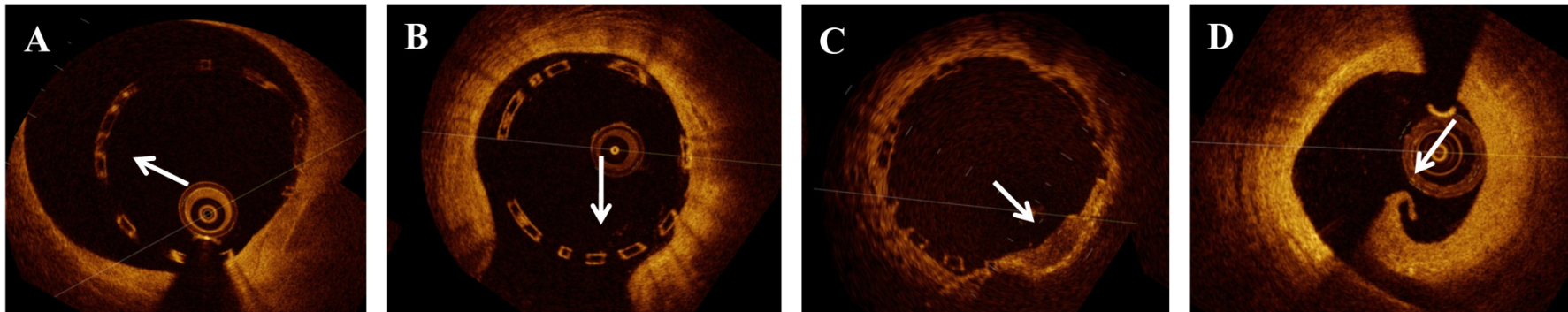
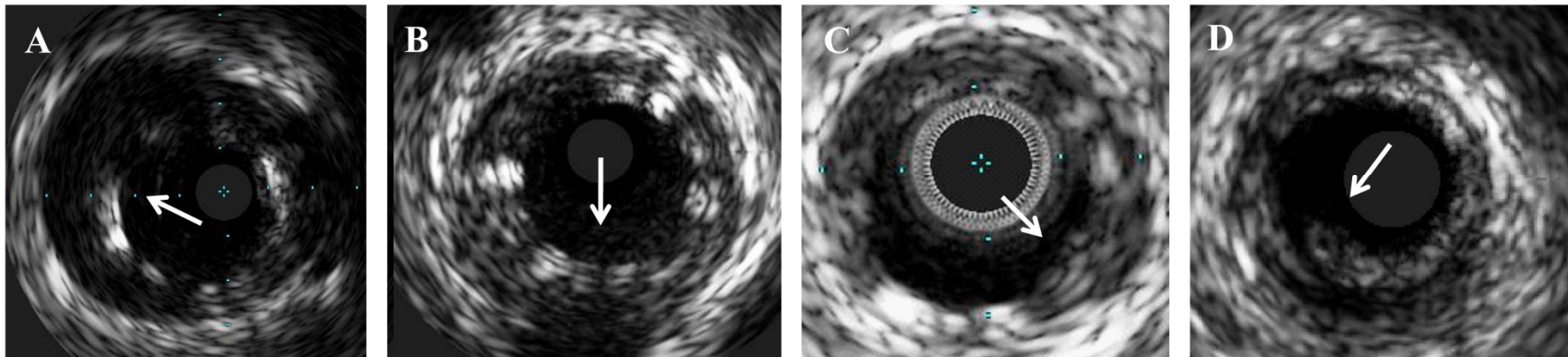
3 La sang dispersa llum i atenua les imatges.

2. Diferències amb IVUS



	OCT	IVUS
Axial resolution (μm)	15-20	150-200
Lateral resolution (μm)	20-40	200-300
Frames acquired/s	100-180	30
Pullback speed (mm/s)	20-40	0.5- 1
Tissue penetration (mm)	1-3	10
Blood flushing	Required	Not required

2. Diferències amb IVUS



Struts malposats

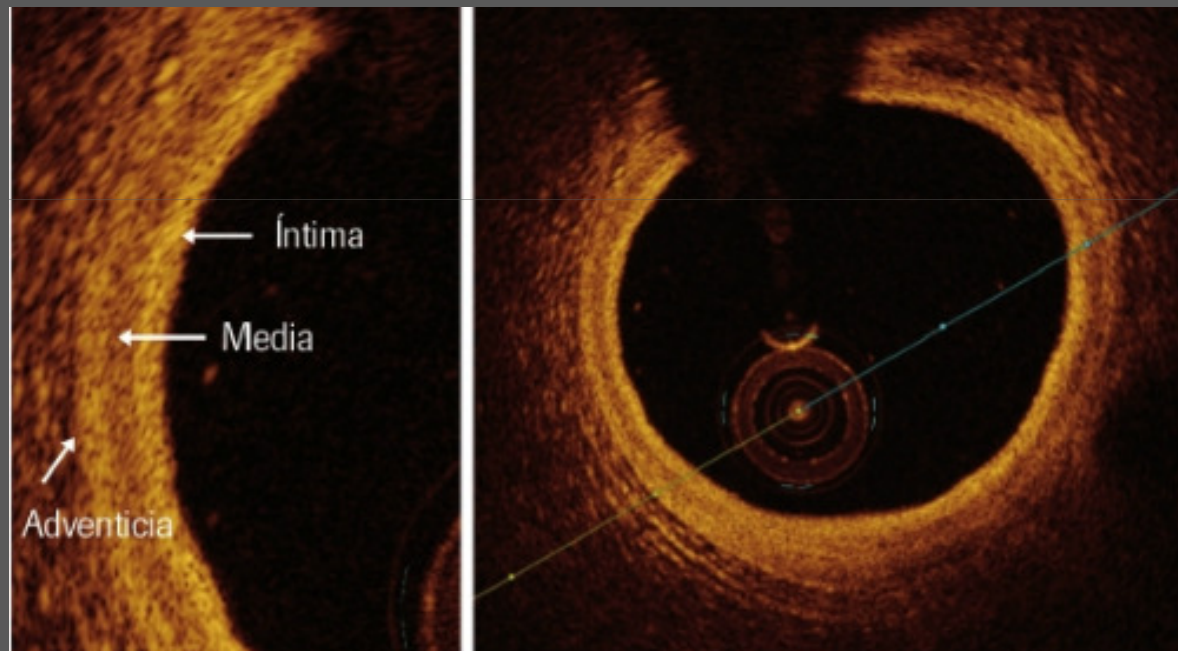
Struts a Side Branch

Prolapse de teixit

Disseccions de vora

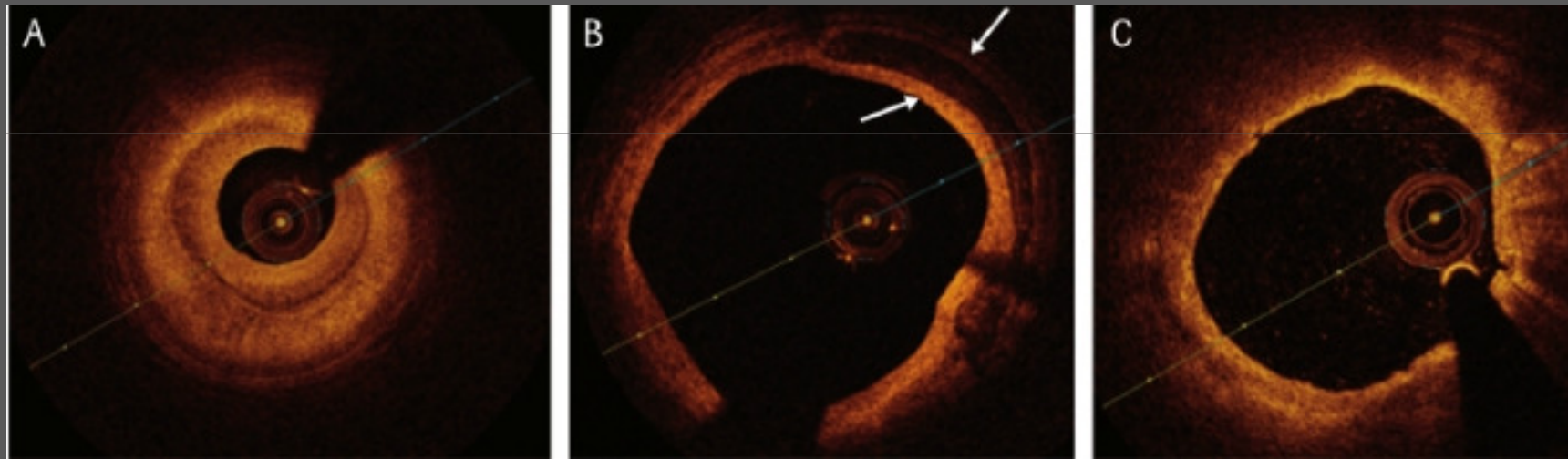
3. Aplicacions clíniques

El vas normal



3. Aplicacions clíniques

1.- Artèria nativa



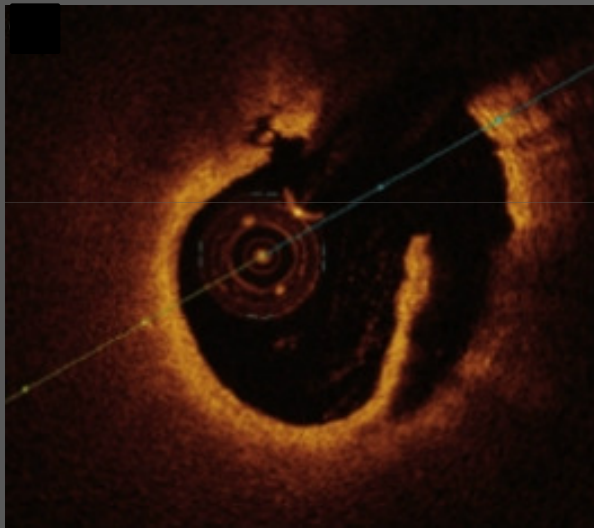
Placa fibròtica

Placa calcificada

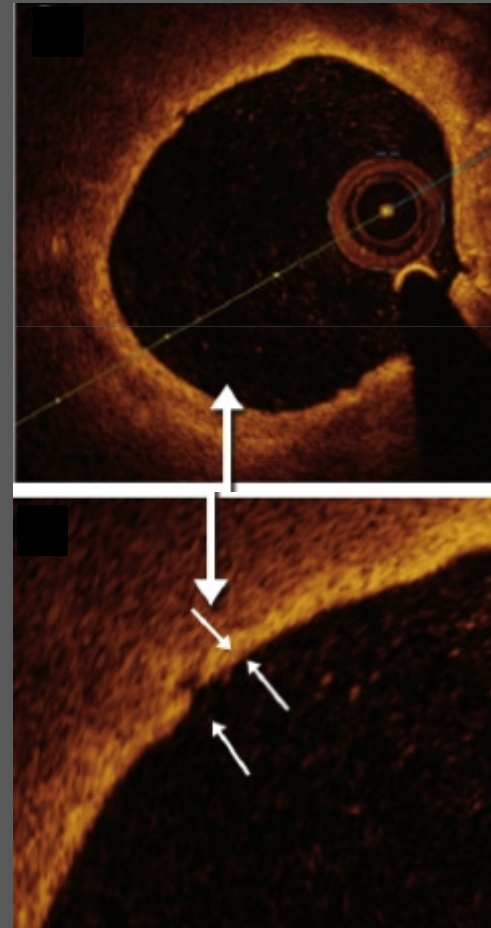
Placa lipídica

3. Aplicacions clíniques

Mecanismes d'inestabilització de la placa



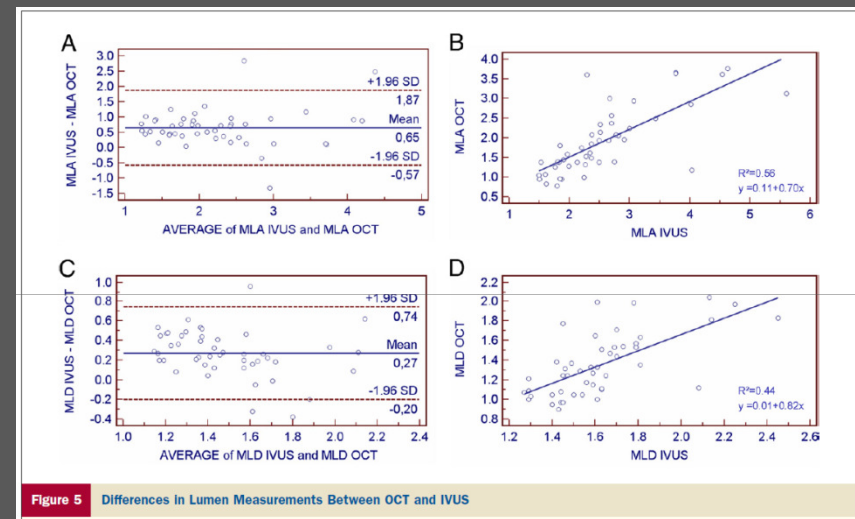
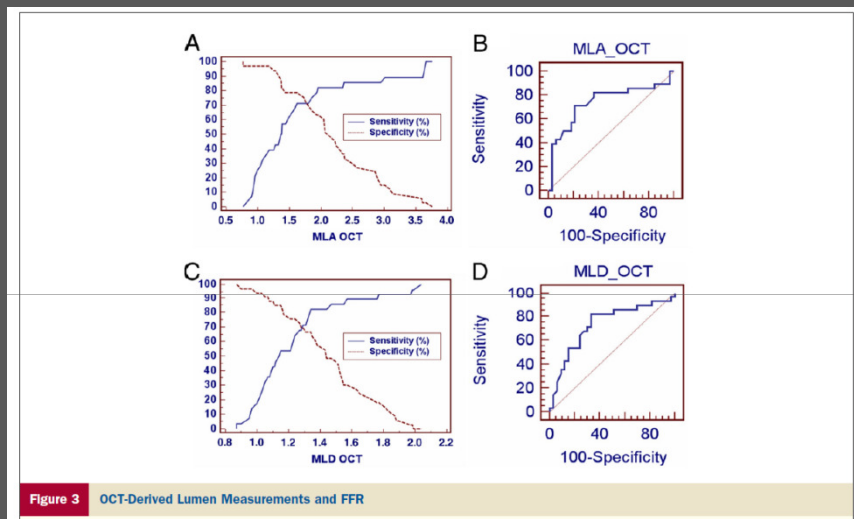
Placa trencada



Erosió de placa

3. Aplicacions clíniques

2.- Valoració lesions límit

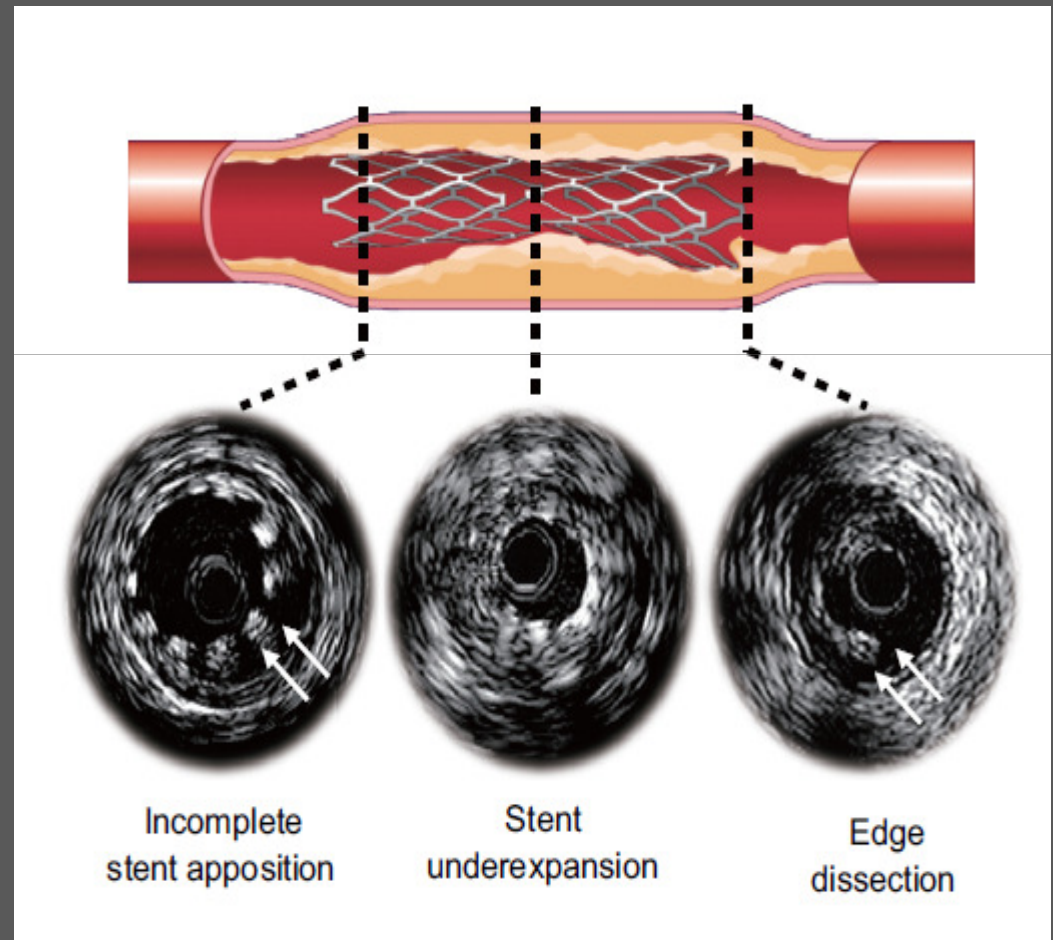


Among the different OCT parameters evaluated, the MLA was the best to predict functional significance. An OCT-derived MLA cutoff point of 1.95 mm² showed a moderate diagnostic efficiency with a sensibility of 82% and an NPV of 80%. OCT had therefore a moderate value to

3. Aplicacions clíniques

3.- Optimització ICP

- No existeix consens sobre la “optima implantació de stents” guiat per IVUS.
- El criteris més usats per valorar la òptima implantació d’stents utilitzen els paràmetres de:
 - Mal aposició.
 - Infraexpansió.
 - Disseccions de vora.



• Controvèrsies sobre si les ICPs guiades per IVUS milloren els resultats respecte ICPs guiades per angiografia.



= a favor del IVUS

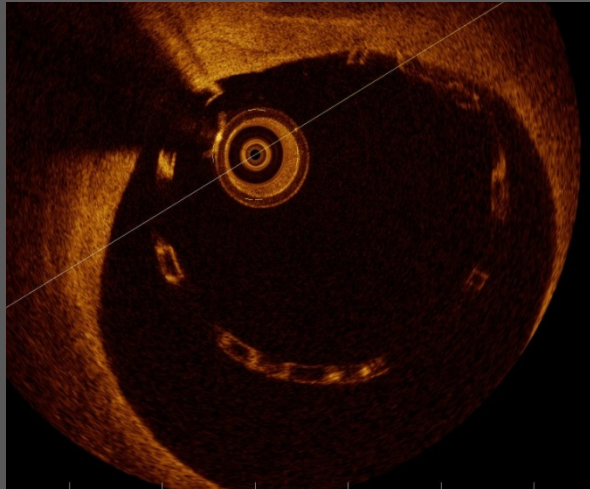


= IVUS similar a angiografia

	Balloon Sizing (BS)	IVUS Criteria	Results		Study Design	
			Angiographic	IVUS		
CLOUT [8] 1997	(MLD+MVD)*0.5 in the proximal and distal segment	If PTCA balloon size was already equal to BS obtained according to the formula, no further dilatation performed (27% lesions)	MLA 2.21±0.47 Acute gain 0.20	MLA 4.52±1.14, p=0.001 Acute gain 0.26, p=0.001	155 pts; observational study; only postprocedural endpoints	✓
MUSIC [11] 1998	IVUS used for evaluation of appropriate stent apposition.	1. Complete apposition against the vessel wall of the entire stent. 2. a) MLA ≥90% of the average reference lumen area or ≥100% of lumen area of the reference segment with the lowest lumen area. b) MLA ≥9.0 mm ² . c) MLA ≥80% of the average reference lumen area or ≥90% of lumen area of the reference segment with the lowest lumen area. 3. Symmetric stent expansion.	MLD 2.90±0.36; Acute gain 1.79±0.39	MLD 3.10±0.40	161 pts; observational	✓
SIPS [17] 2000	(MLD+MVD)*0.5 in the prox & distal segment		MLD 2.38±0.67; Acute gain 1.67±0.76	MLD 2.49±0.66, p=0.12; Acute gain 1.85±0.72, p=0.02	269 pts, randomized prospective; 6 mo angiographic and 2 years clinical FU	✓
CRUISE [12] 2000	No detailed IVUS criteria	Post procedure IVUS analysis in the core lab	MLD 2.59±0.43 MLA 7.06±2.13	MLD 2.96±0.55, p=0.001 MLA 7.78±1.72	525 pts, multicenter prospective observational IVUS substudy	✓
			9-month FU			
BEST [19] 2003	Balloon diameter closest to the vessel diameter (EEM mean diameter)	IVUS criteria for crossover to stent: >30% stenosis or MLA < 6 mm ²	MLD 2.55±0.49 MLA 6.60±2.05	MLD 2.75±0.49, p=0.013 MLA 7.28±2.22, p=0.02	254 pts, multicenter, randomized	✗
			6-mo FU: no significant angiographic and MACE differences			
RESIST [23] 1998		Stent CSA ≥80% of the mean proximal and distal reference vessel CSA Only 77% of pts with adequate angiographic result satisfied IVUS criteria	MLD 2.46±0.46 Acute gain 1.45±0.53 MLA 7.16±2.48	MLD 2.57±0.41 Acute gain 1.62±0.43, p=0.04 MLA 7.95±2.21, p=0.04	155 pts; multicenter, randomized, single-blinded	✗
			6-months FU			
OPTICUS [24] 2001		MUSIC criteria for optimal stent implantation achieved in only 56% of patients	MLD 2.91±0.41 Acute gain 1.91±0.66	MLD 3.02±0.49, p=0.01 Acute gain 2.07±0.50, p=0.0001 MLA 8.10±2.30	550 pts; multicenter, randomized	✗
			6-months FU			
TULIP [25] 2002		1) complete stent apposition; 2) MLD: 80% of the mean of prox and distal reference diameters; 3) MLA: distal reference lumen area. Criteria accomplished in 89% of patients	MLD 2.80±0.31 Acute gain 1.81±0.45	MLD 3.01±0.40, p=0.008 Acute gain 2.04±0.62, p=0.045 MLA 6.00±3.30	150 pts, multicenter, randomized	✓
			6-months FU			
AVID [26, 27] 2000		1. MLA ≥90% of distal minimal vessel CSA; 2. Stent fully apposed. 3. Dissections covered by stent Criteria accomplished only in 48% patients	MLD 2.89±0.51 MLA 6.90±2.43	MLD 2.95±0.49, p=0.15 MLA 7.55±2.82, p=0.001	800 pts, multicenter randomized	✗
			12 months FU			
AVIO	median vessel media-to-media diameters at different sites in the stent segment	AOR (see Table 2)	ongoing multicenter randomized trial			✗

3. Optimització ICP: Mal aposició

Absorb

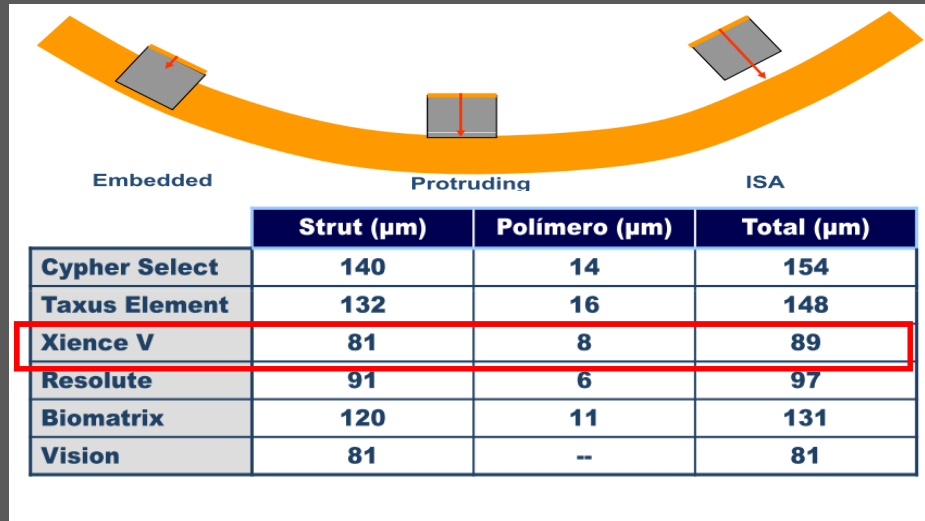
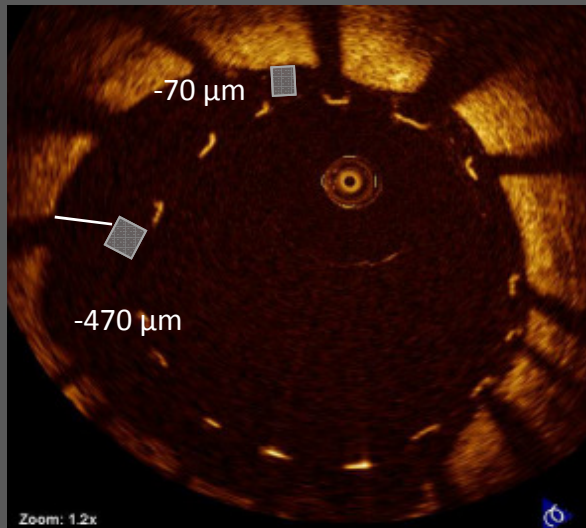


Mal aposició → Retard endotelització struts

OCT alta sensibilitat per detectar i quantificar mal aposició

Distància axial entre superfície luminal strut i superfície vas > gruix del strut (inclòs el polímer si està present)

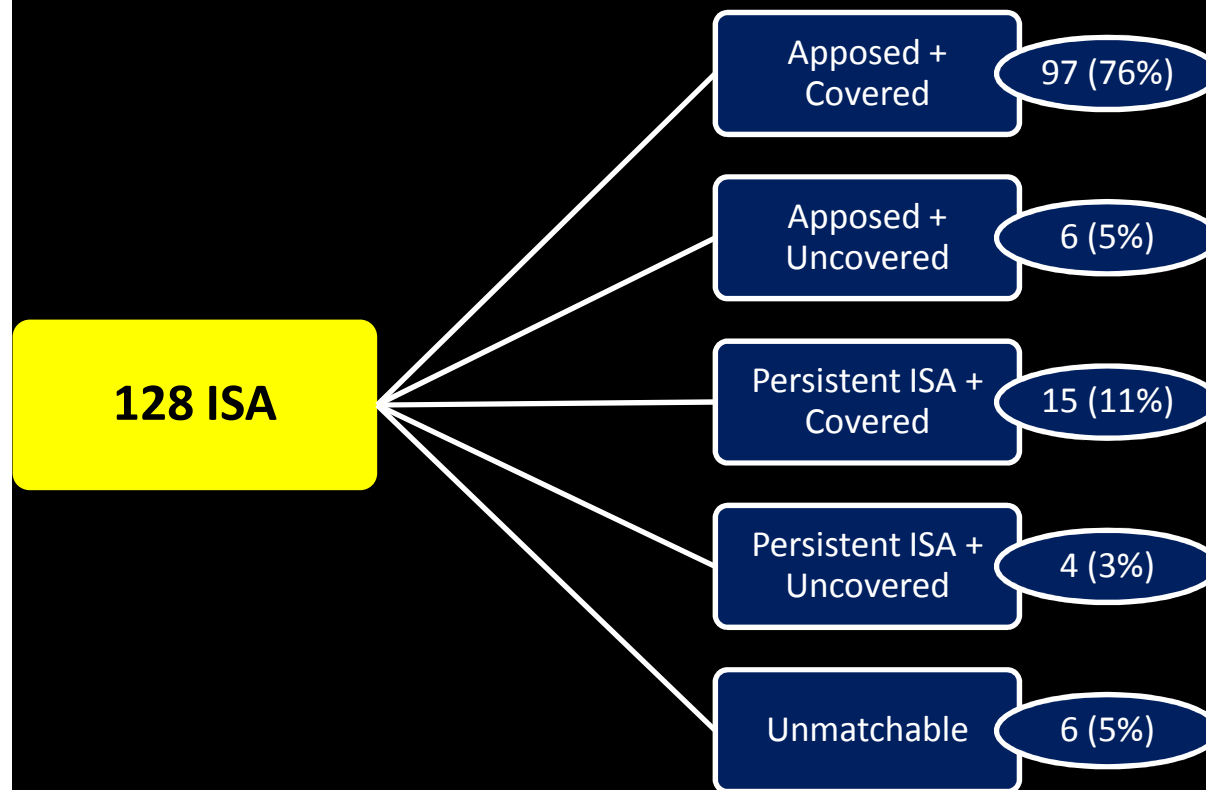
Stent metàl·lic



Optimització ICP: Mal aposició

Baseline (3686 struts):

- *Embedded:* 951 (25.8%)
- *Protruding:* 2554 (69.3%)
- ***Incomplete strut/scaffold apposition:*** **128 (3.5%)**
- *Side-branch struts:* 53 (1.4%)



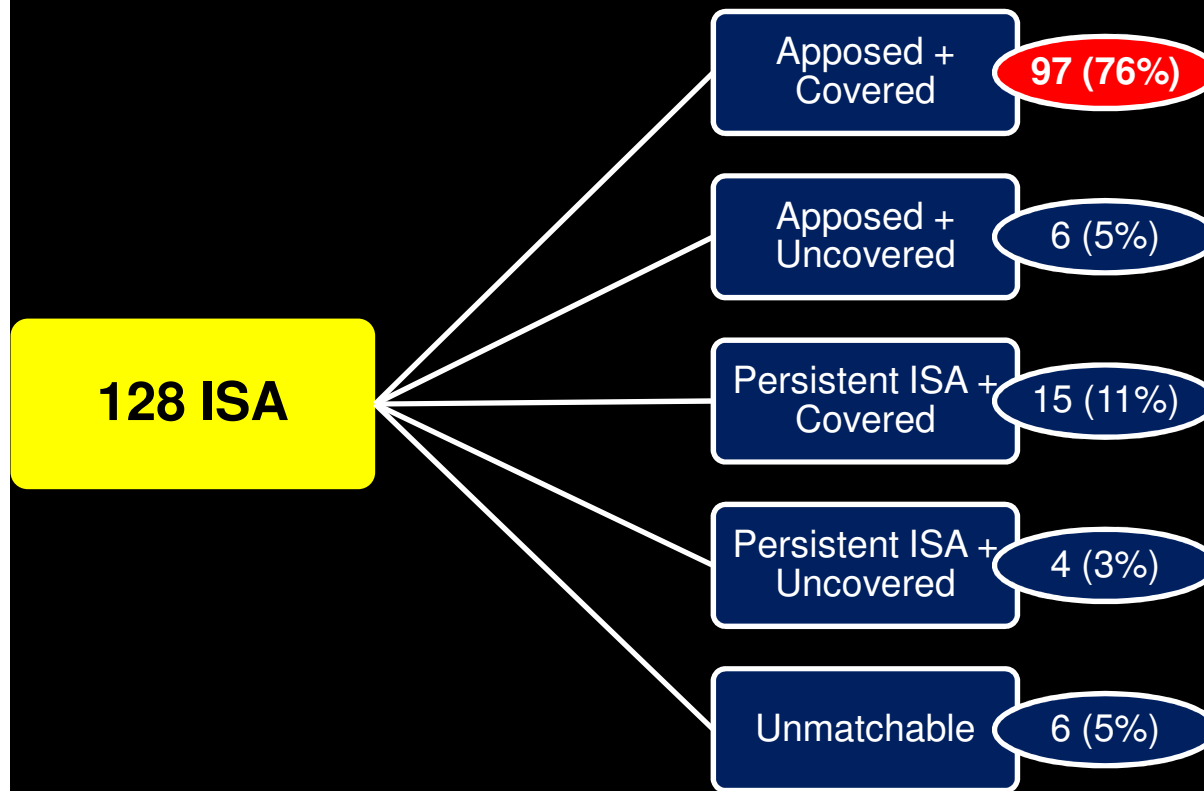
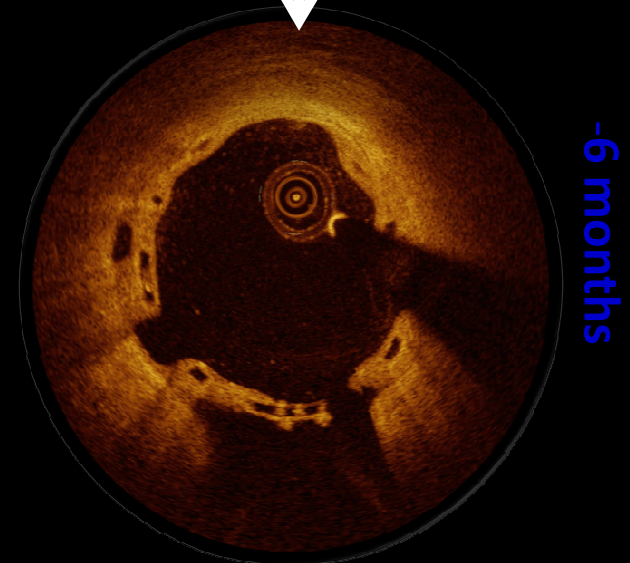
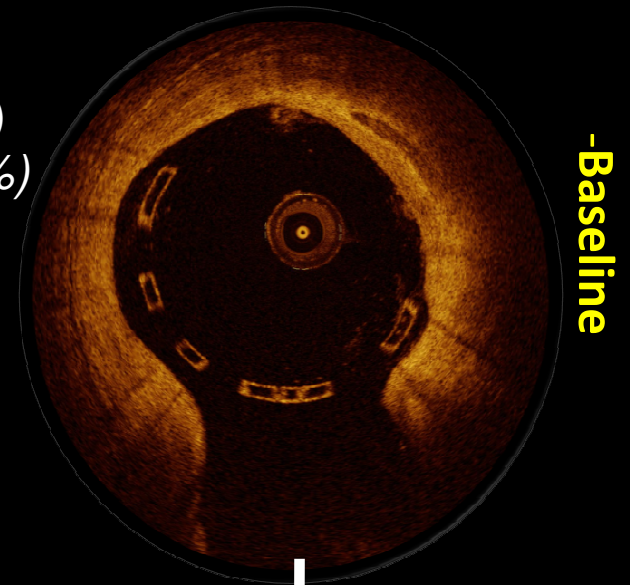
-Baseline

-6 months

Optimització ICP: Mal aposició

Baseline (3686 struts):

- *Embedded:* 951 (25.8%)
- *Protruding:* 2554 (69.3%)
- ***Incomplete strut/scaffold apposition:* 128 (3.5%)**
- *Side-branch struts:* 53 (1.4%)



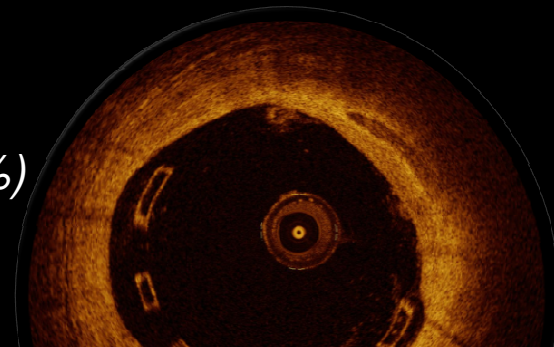
-Baseline

-6 months

Optimització ICP: Mal aposició

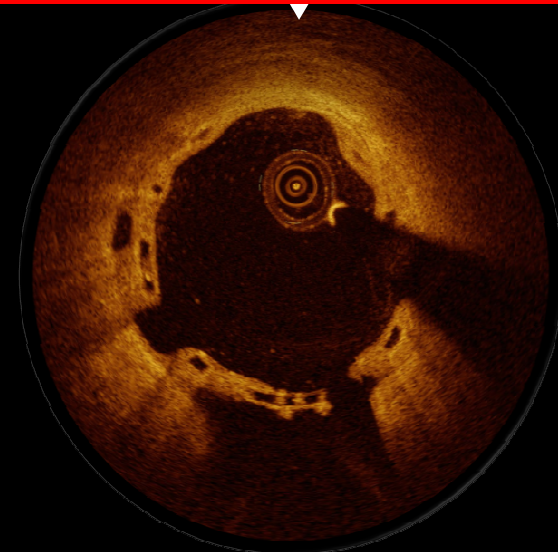
Baseline (3686 struts):

- *Embedded:* 951 (25.8%)
- *Protruding:* 2554 (69.3%)
- **Incomplete strut/scaffold apposition: 128 (3.5%)**
- *Side-branch struts:* 53 (1.4%)

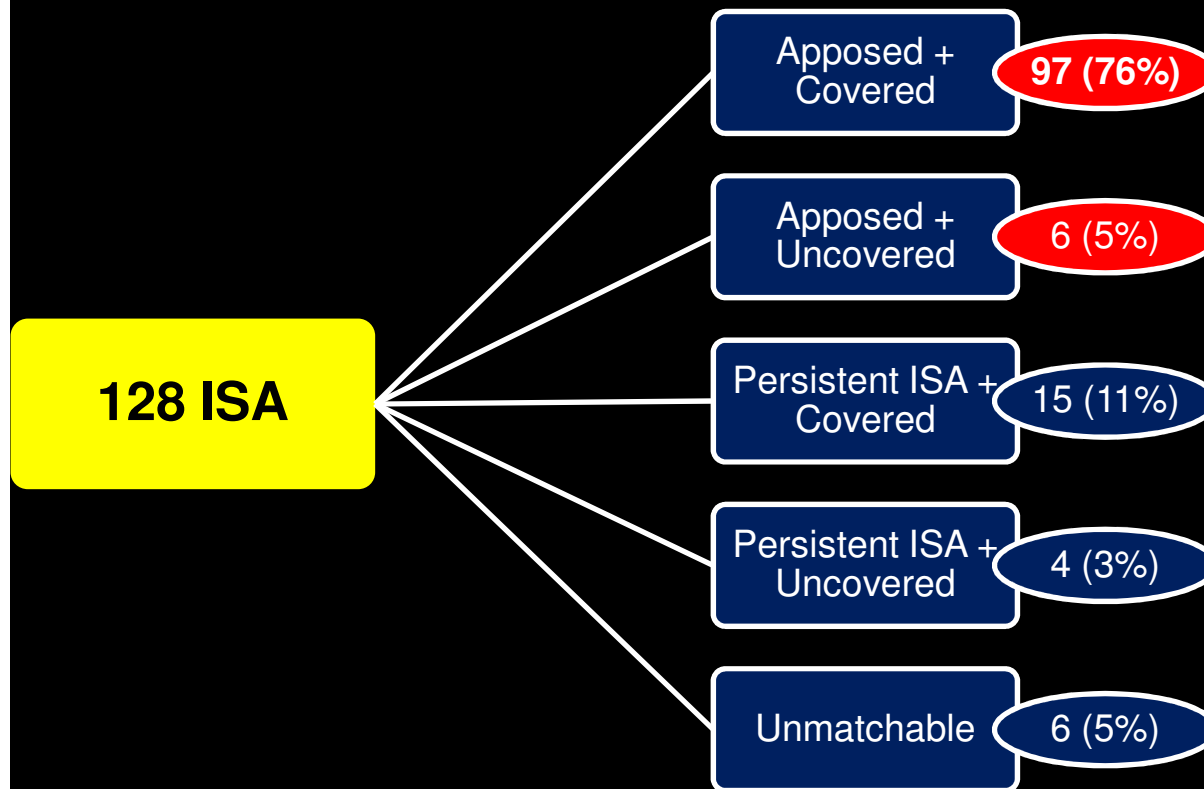


-Baseline

**-81% of ISA
observed at BL were
apposed at 6m**



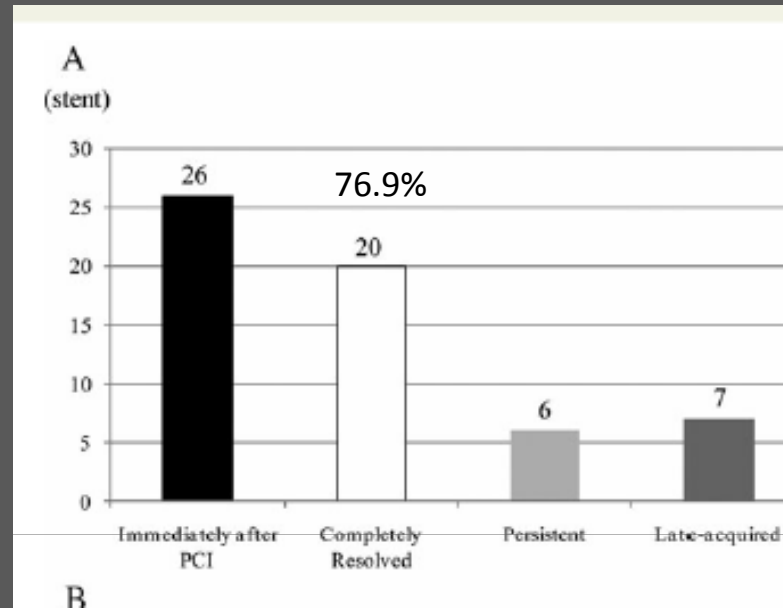
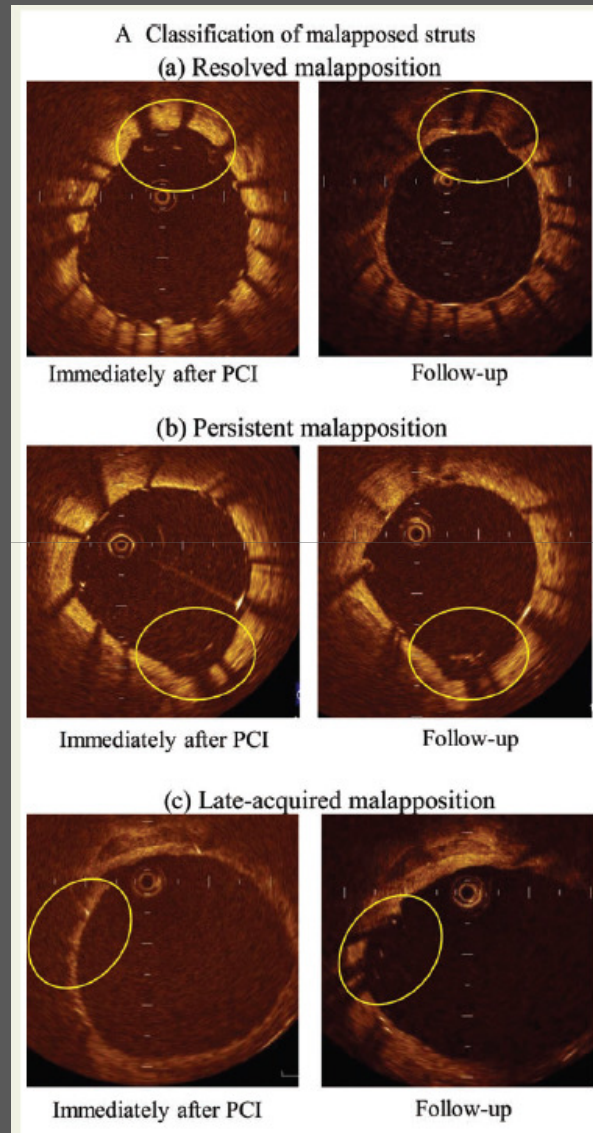
-6 months



-Baseline

-6 months

Optimització ICP: Mal aposició

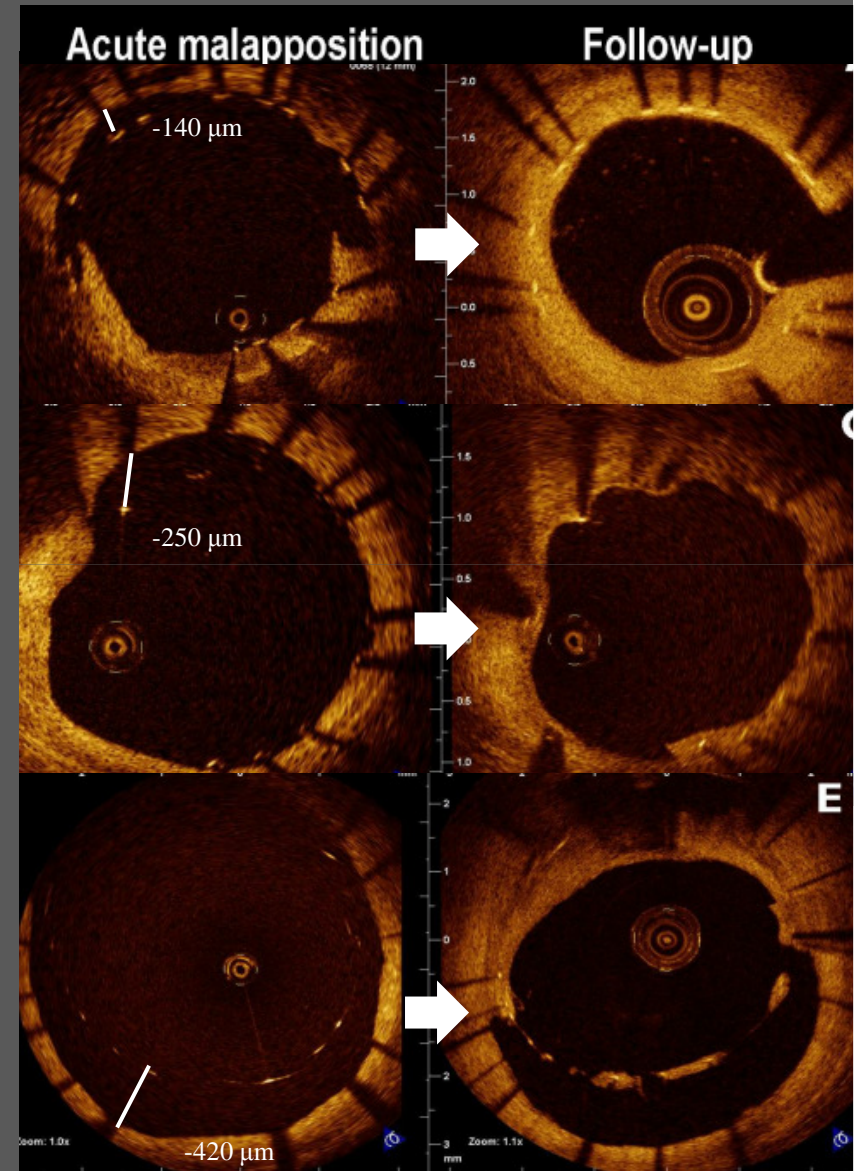


Mean S-V distance		
Persistent malapposition	Resolved malapposition	
342 ± 99	210 ± 49	p<0.01

Optimització ICP: Mal aposició

- El millor predictor de mal aposició en el seguiment és la distància del strut al vas immediatament després de la implantació.
- Resolució de la mal aposició en 71,5 % dels casos

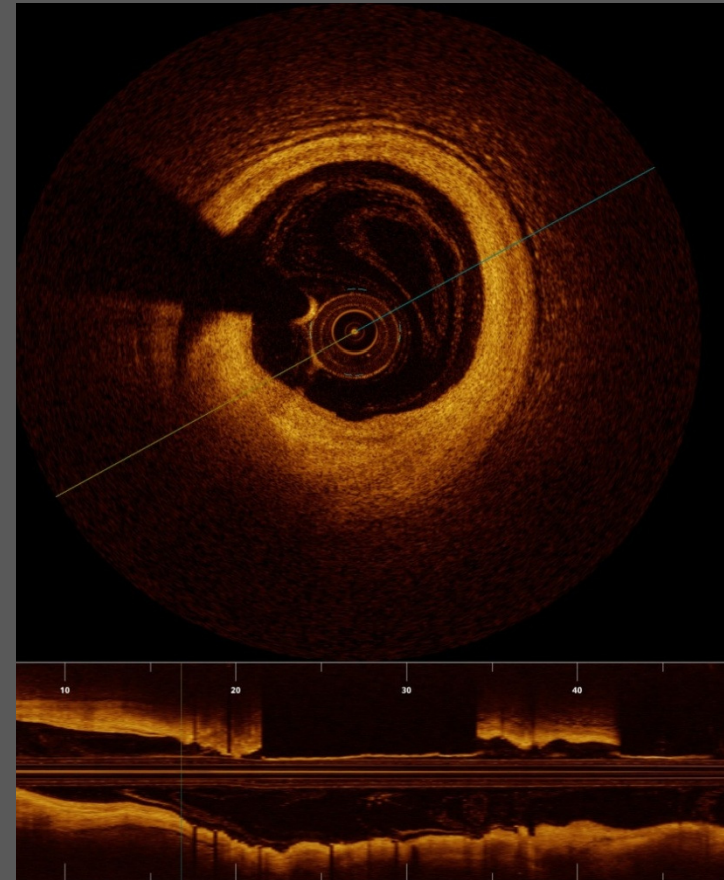
		Likelihood at follow-up of				
		Resolved ISA (%)	Grossly covered (%)		Persistent ISA (%)	Grossly delayed healing (%)
Max ISA distance (µm)	< 270	100	100	≥ 270	46.15	20.5
	< 350	94.9	100	≥ 350	57.1	26.9
	< 400*	92.7	97.6	≥ 400	57.7	28.6
	< 520	83.3	92.6	≥ 520	69.2	30.8
	< 850	75.4	87.9	≥ 850	100	100



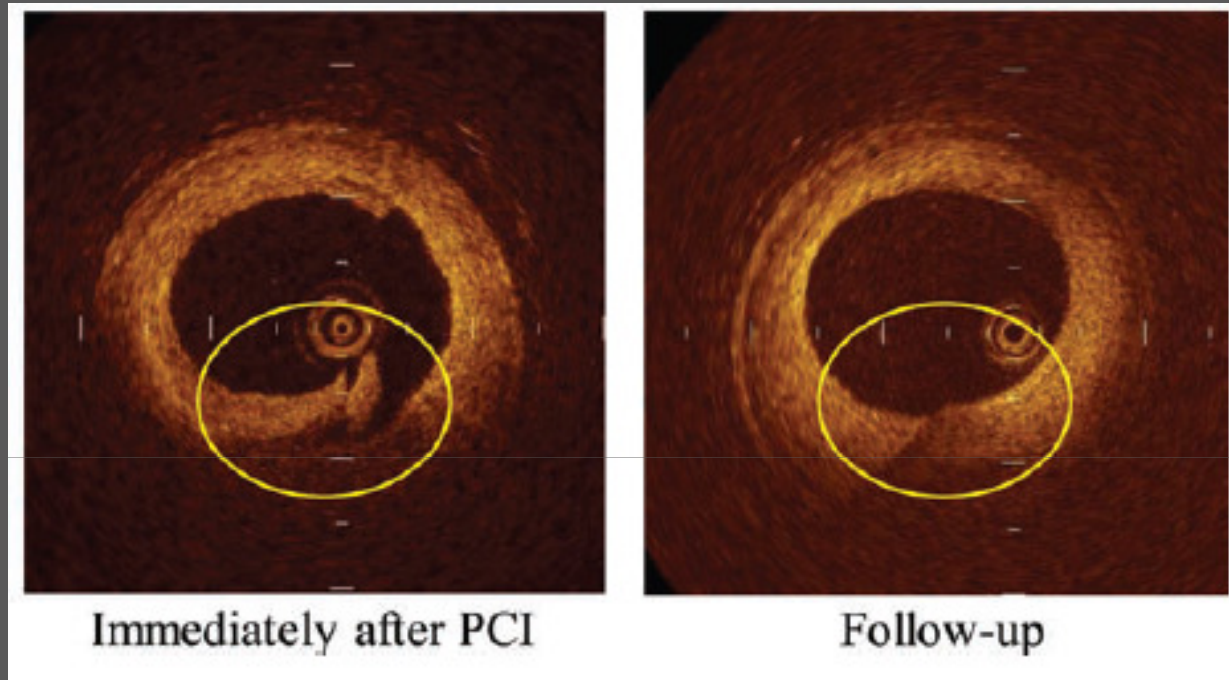
3. Aplicacions clíniques

Optimització ICP: Disseccions de vora

- Disseccions de vora: existència de flap intimal dins dels 5 mm adjacents a la vora del stent.
- En els estudis publicats sobre stents valorats amb OCT: s'han descrit entre 20-26% de disseccions de vora.



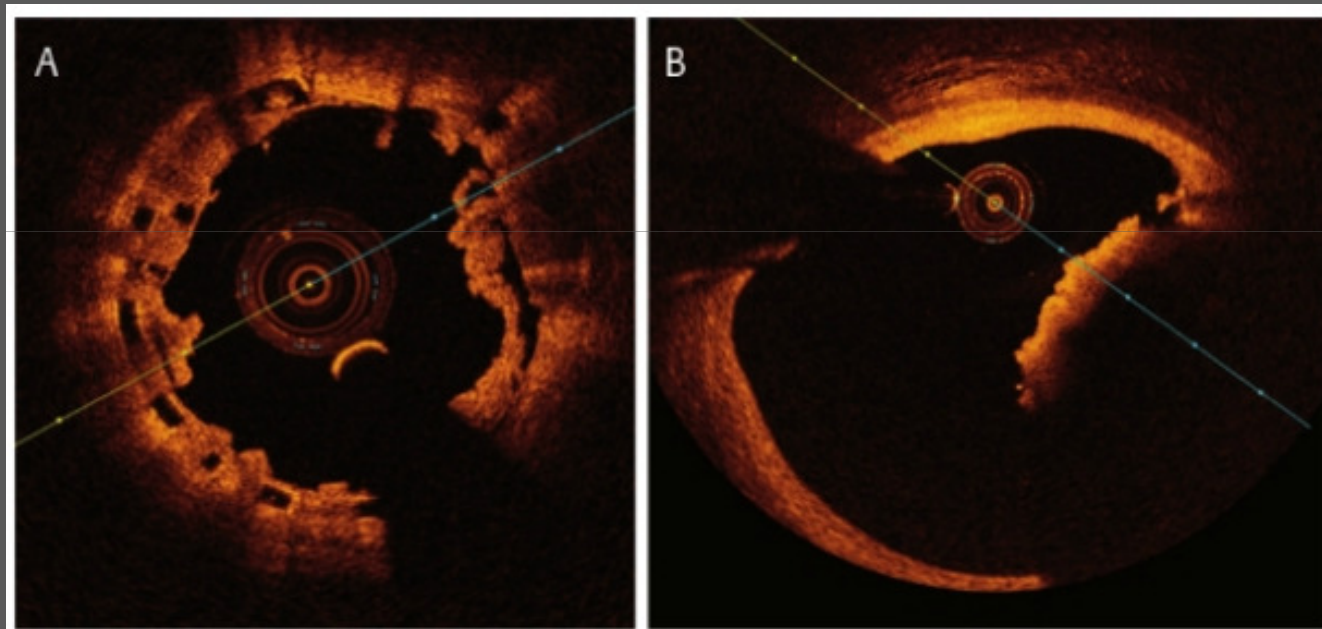
Optimització ICP: Disseccions de vora



100% de les disseccions de vora resoltes als 8 mesos de seguiment amb OCT

3. Aplicacions clíniques

4.- Seguiment. Trombus

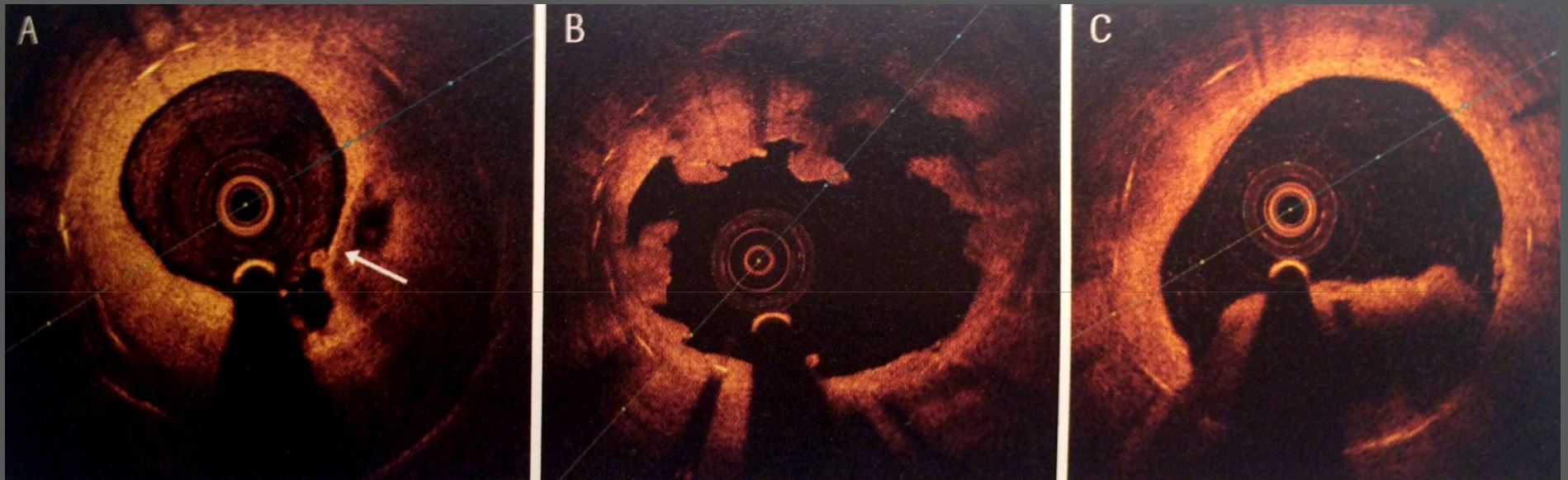


Trombus blanc

Trombus vermell

3. Aplicacions clíniques

Trombosi



Neoaterosclerosi intrastent.
Imatge ruptura intimal com a
causa de la trombosi

Trombosi de l'stent amb
contingut mitxe (trombus
vermell i blanc)

Trombosi amb trombus
vermell que no permet
valorar teixit subjacent

3. Aplicacions clíniques

4. Seguiment Reestenosi

Biological factors:

- Diabetes
- Hypersensitivity reaction ...

Arterial factors:

- Wall shear stress
- Necrotic core ...

Reestenosi intrastent

Implantation factors:

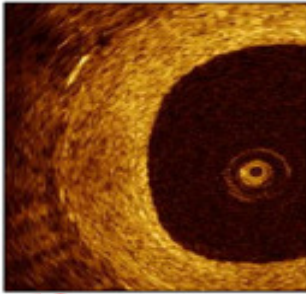
- Underexpansion
- Geographical miss
- Stent gap
- Stent fracture (BL) ...

Stent factors:

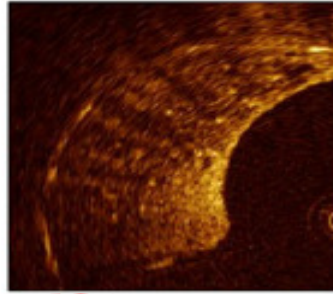
- Release kinetics
- Antiproliferative drug
- Strut thickness
- Stent fracture (FU)
- Polymer disruption

Neoatherosclerosis

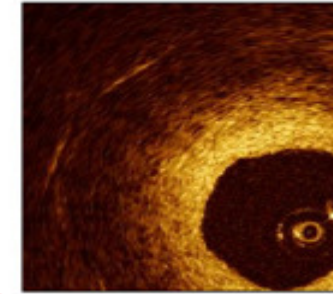
Restenotic tissue structure



Homogeneous: Restenotic tissue has uniform optical properties and does not show focal variations in backscattering pattern.

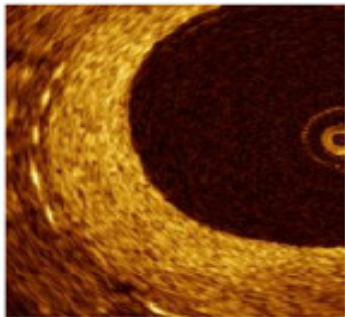


Heterogeneous: Restenotic tissue has focally changing optical properties and shows various backscattering patterns.

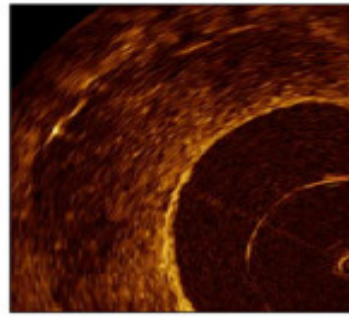


Layered: Restenotic tissue consists of concentric layers with different optical properties: an adluminal high scattering layer and an abluminal low scattering layer.

Restenotic tissue backscatter



High: the majority of the tissue shows high backscatter and appears bright.

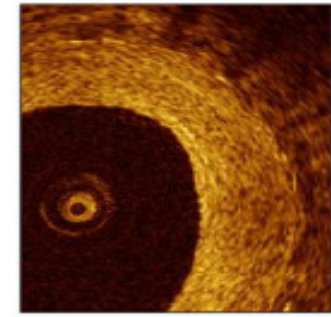


Low: the majority of the tissue shows low backscatter and appears dark or black.

Microvessels visible

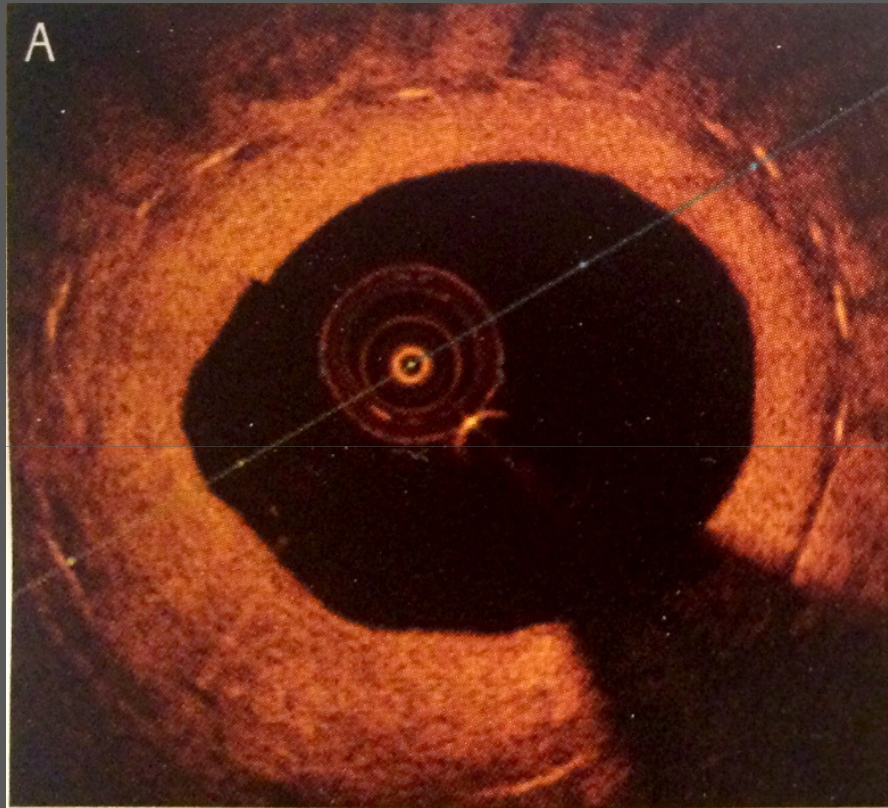


Yes: microvessels appear as well delineated low backscattering structures less than 200 micron in diameter that show a trajectory within the vessel.

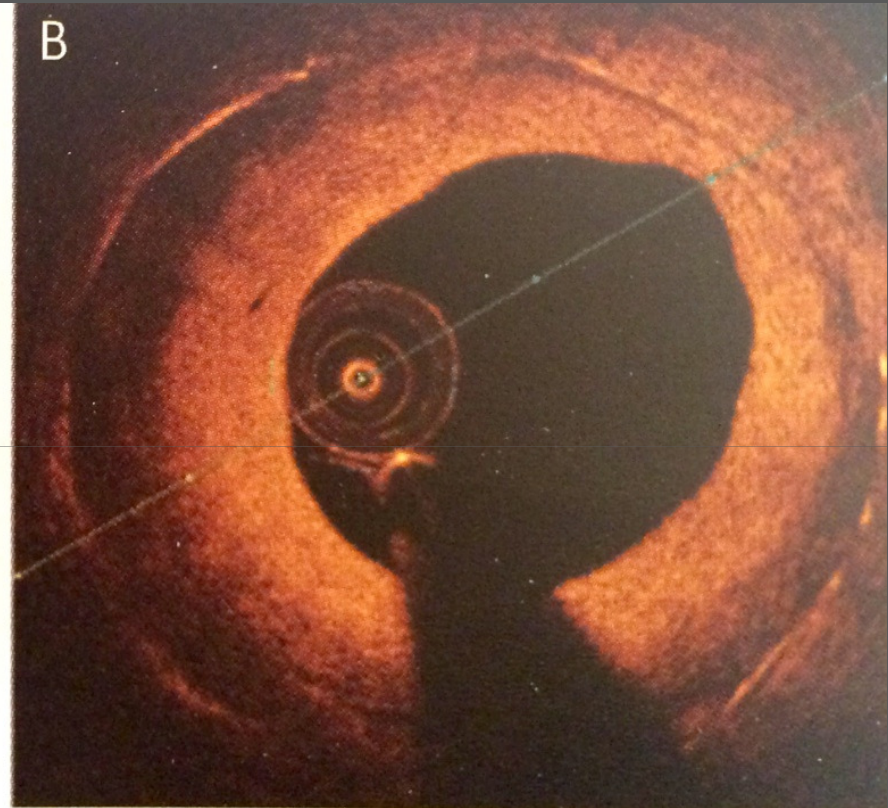


No

Reestenosi



Patró homogeni

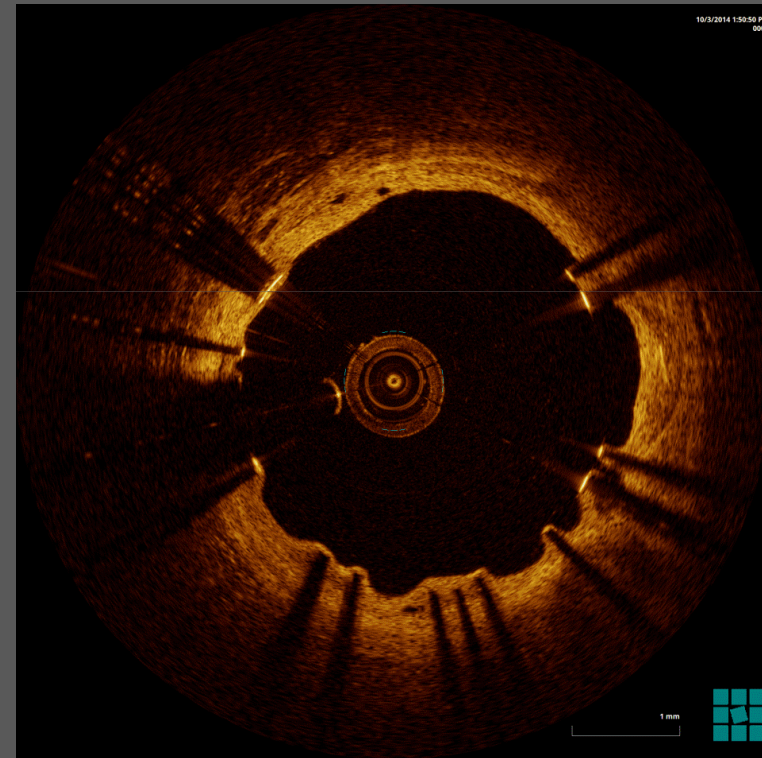


**Patró estratificat
(layered)**

3. Aplicacions clíniques

5.- Recobriment neointimal

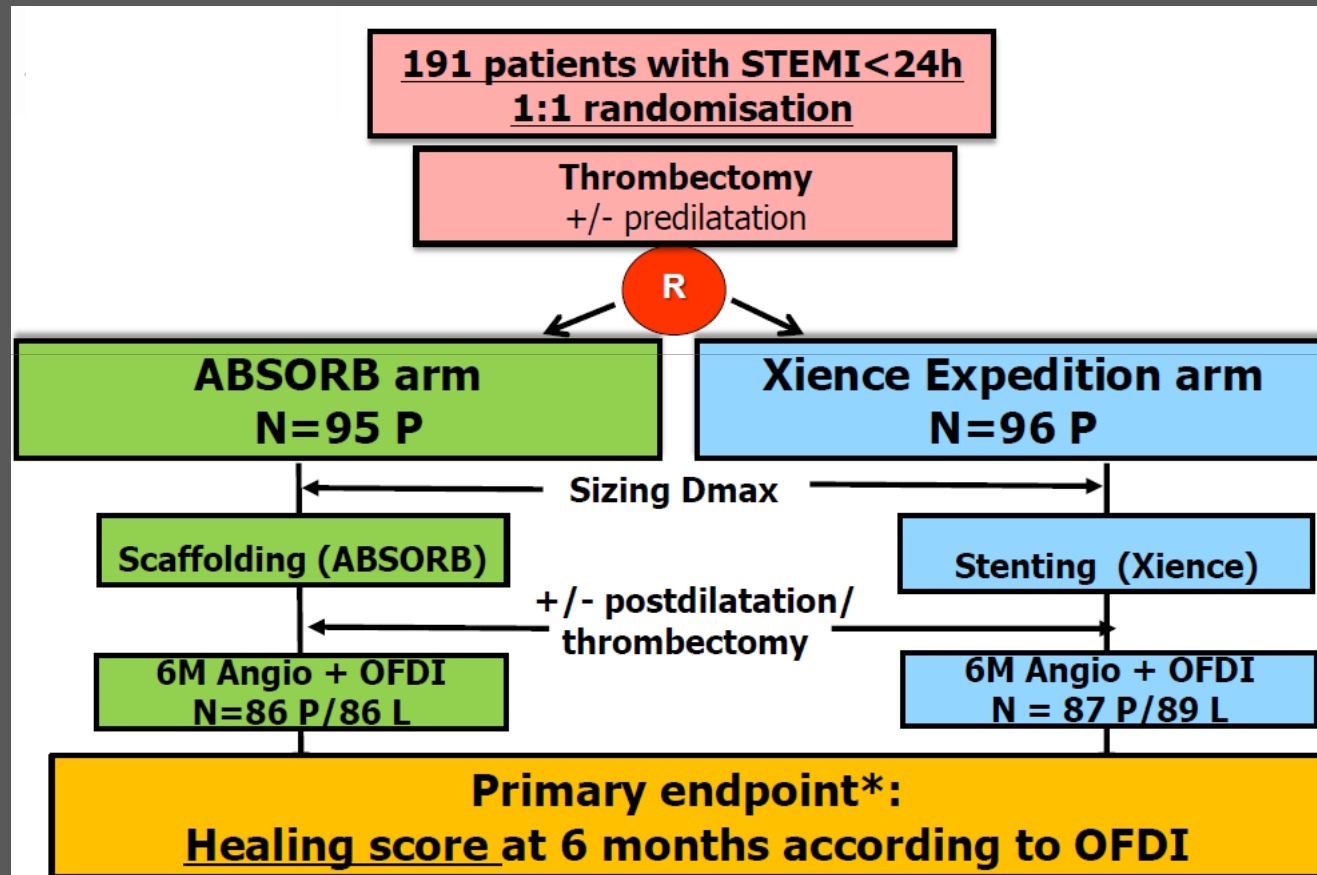
Millor tècnica valorar recobriment intimal (alta resolució)



Struts sense recobriment

4. Recerca

The Trofy II Study



Comparar arterial healing score
a curt termini entre
Absorb i
everolimus eluting
stent (EES)

The Trofy II Study

Primary endpoint: 6 months arterial healing score

$$\text{Healing score} = [\% \text{ILD} \times 4] + [\% \text{MU} \times 3] + [\% \text{U} \times 2] + [\% \text{M}]$$

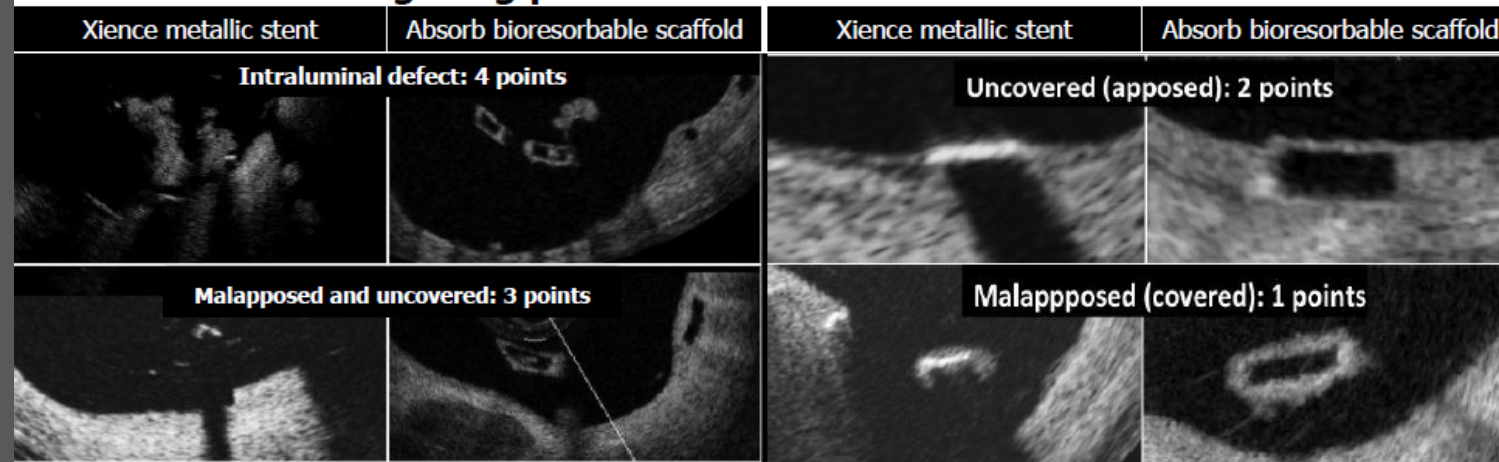
ILD: intraluminal defect

MU: malapposed and uncovered

and their weighting points in the formula

U: uncovered

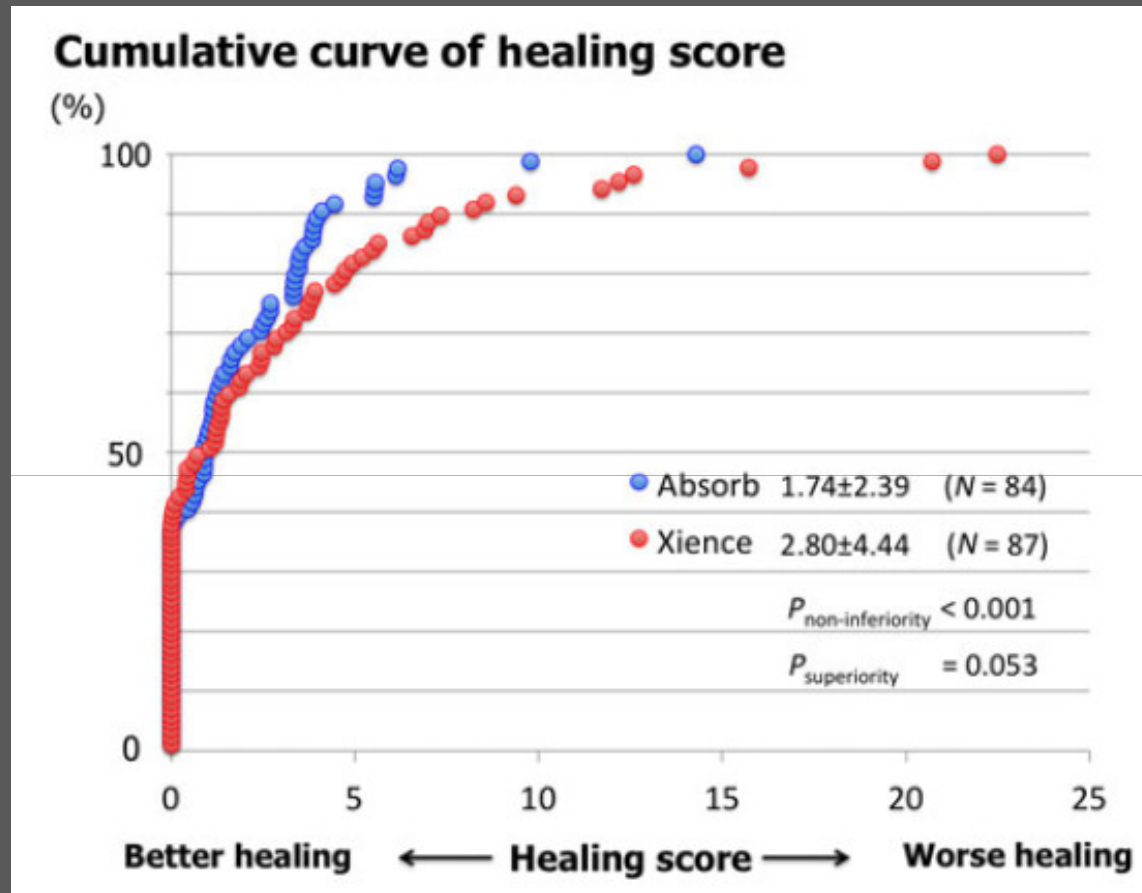
M: malapposed



Reference: TROFI trial *Eur Heart J*.2013;34:1050-1060; *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*.. 2014;15:987-995
Leaders trial *Eur Heart J*. 2010;31:165-176; **Resolute all comers trial** *Eur Heart J*. 2011;32:2454-63
Absorb cohort B *EuroIntervention* 2015;10:1299-306; **NANO Plus** *AsiaIntervention* 2015; 1:57-70.

5

The Trofy II Study

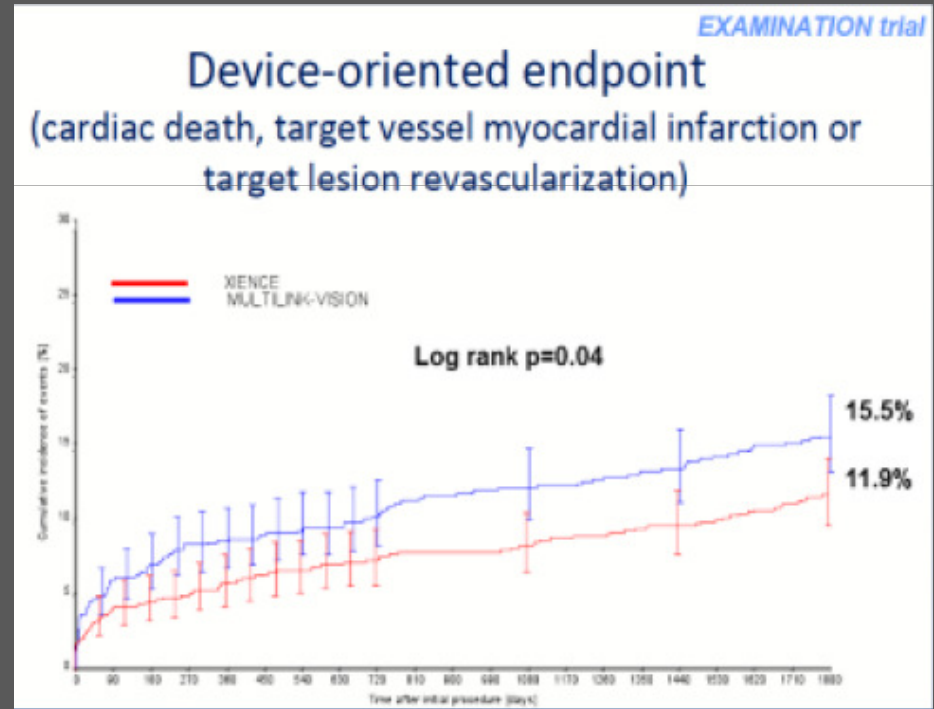
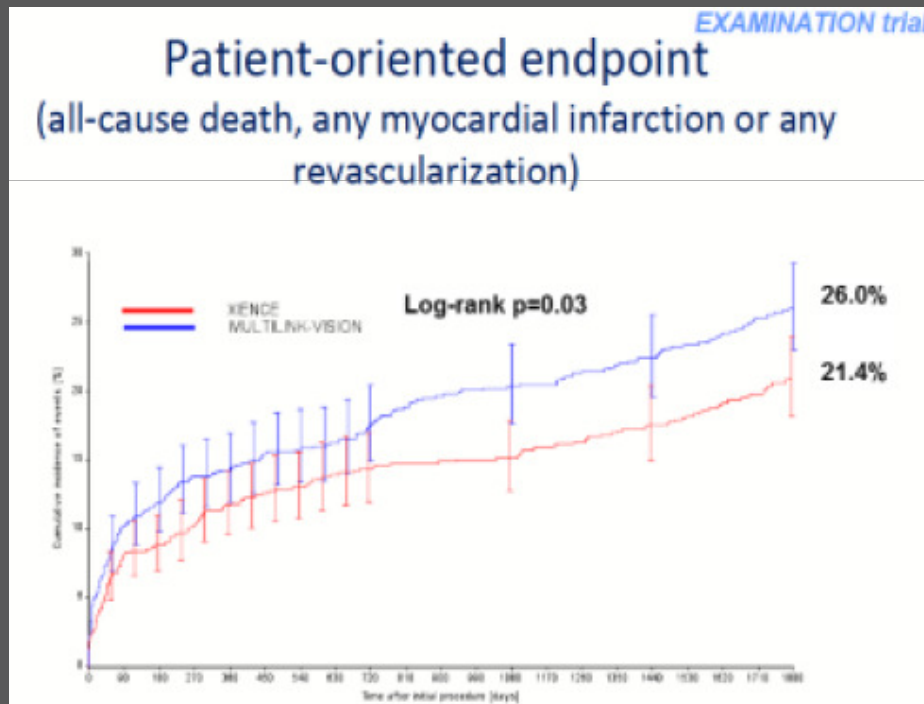


1 cas de trombosi subaguda definitiva en un absorb (1.1% vs. 0% EES; p NS)

4. Recerca

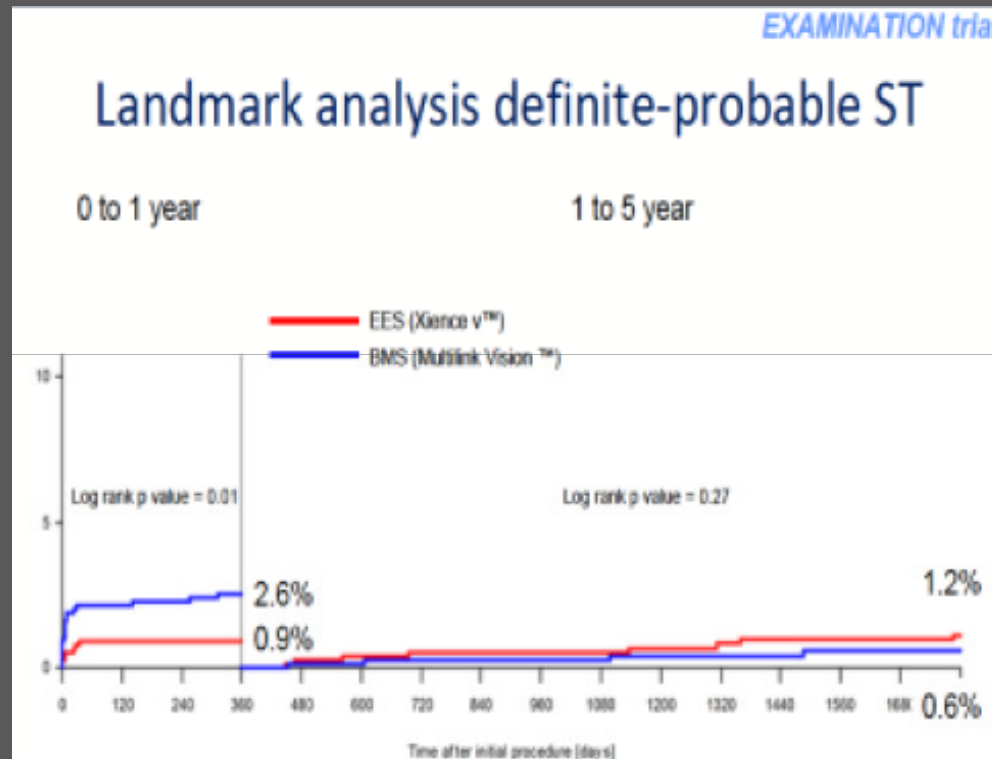
The Re-examination Study

BACK ground: Examination Study: 1504 patients amb IAMEST randomitzats a Everolimus-Eluting stent vs Bare Metal Stent



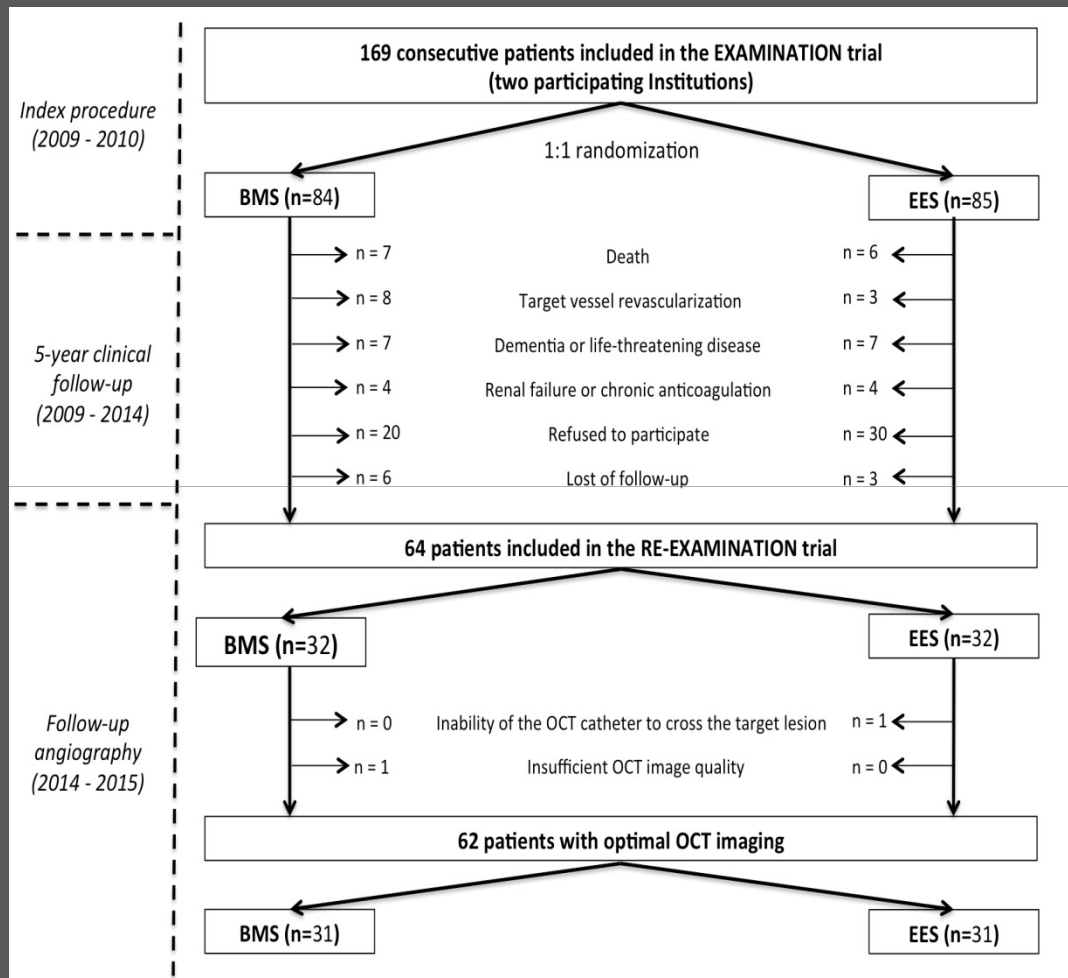
4. Recerca

The Examination Study



A partir de l'any, sense diferències en ST entre els 2 grups

The Re-examination Study



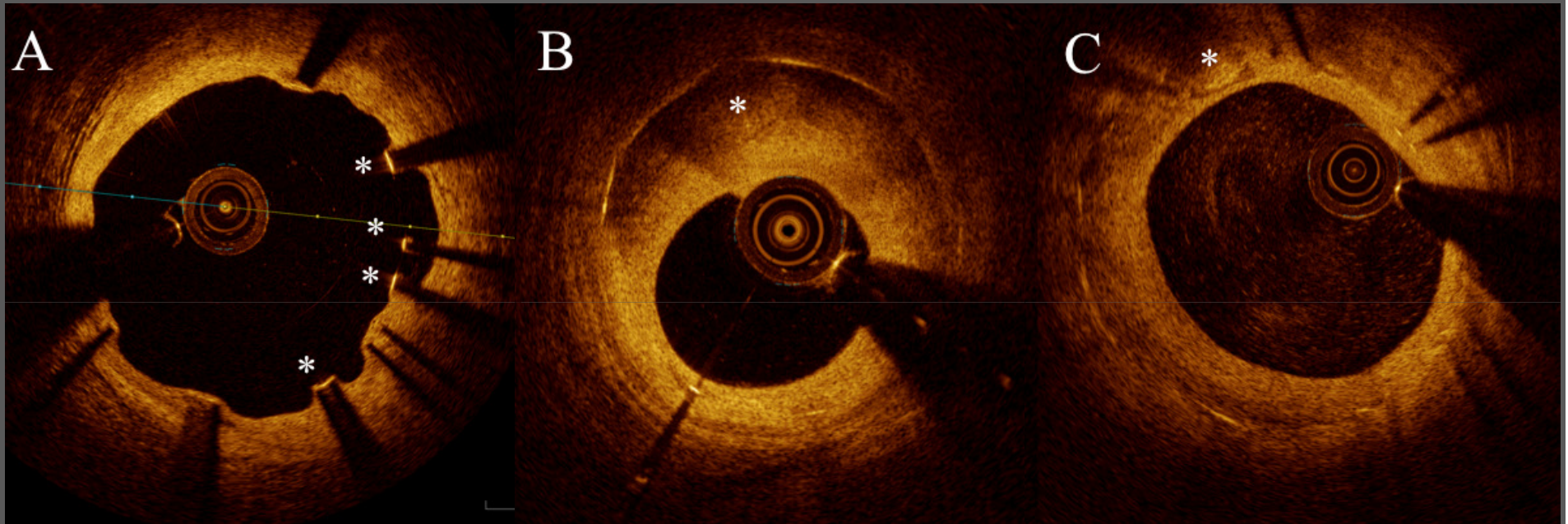
Objectius

Comparar el número de pacients amb al menys 1 secció amb RUTTS > 30% (ratio of uncovered to total struts per cross section) entre EES i BMS avaluat per OCT

OCT end-points:

- 1) Absència cobertura struts (RUTTS > 30%)
- 2) Característiques potencials per OCT de neoaterosclerosi

The Re-examination Study

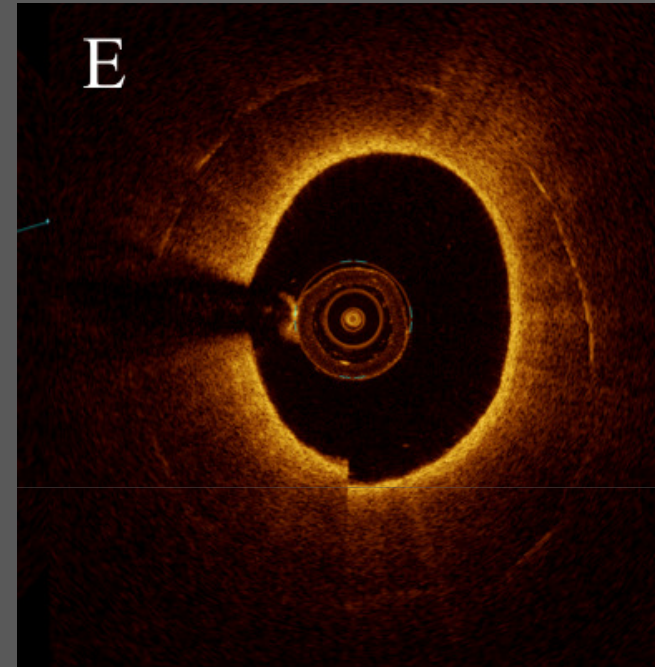
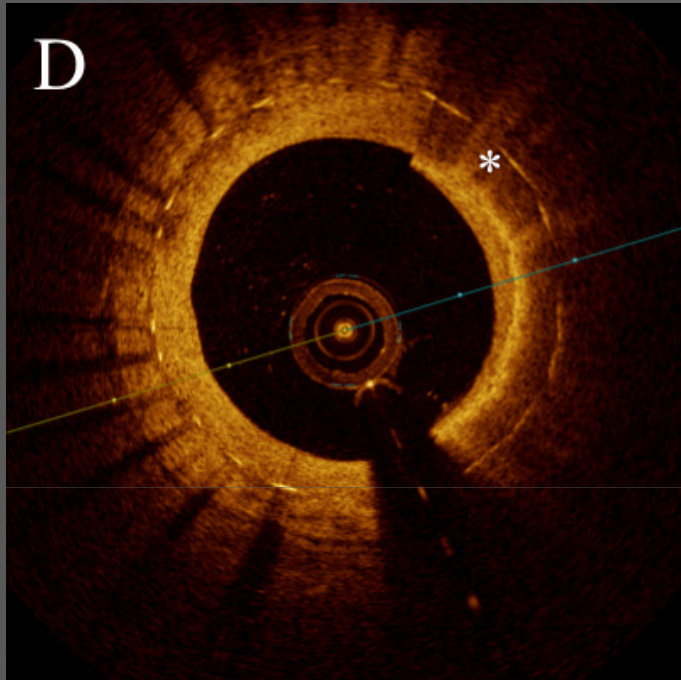


RUTTS > 30%
(Ratio of uncovered to total struts per cross-section)

Neoatherosclerotic lipidic plaque
(baixa intensitat de senyal amb atenuació)

Neoatherosclerotic calcific plaque
(baixa intensitat amb vores ben delimitades y poca atenuació)

The Re-examination Study



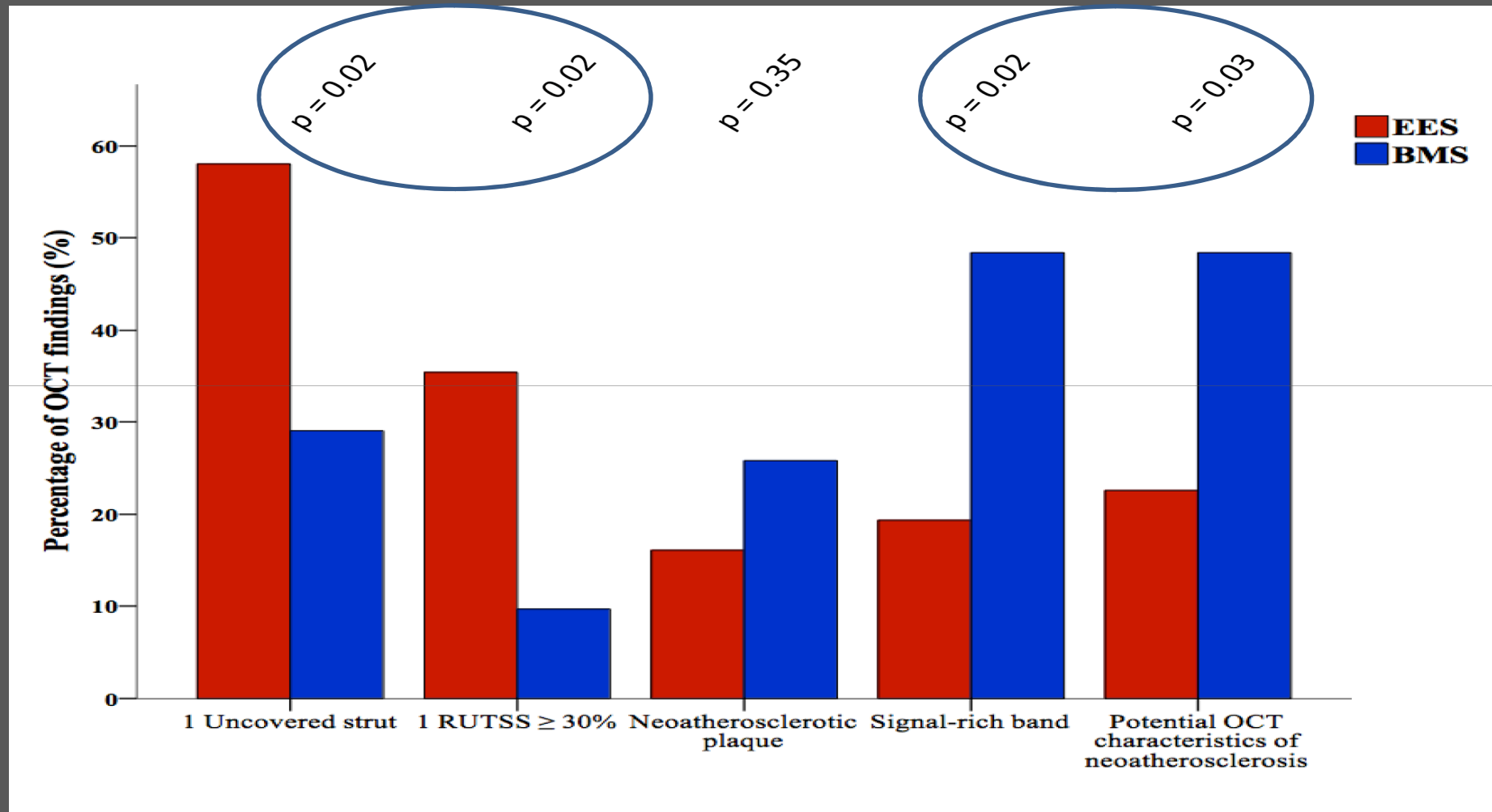
Signal-rich band
(alta intensitat i alta atenuació)



Associat amb macròfags amb contingut lipídic i formació de placa

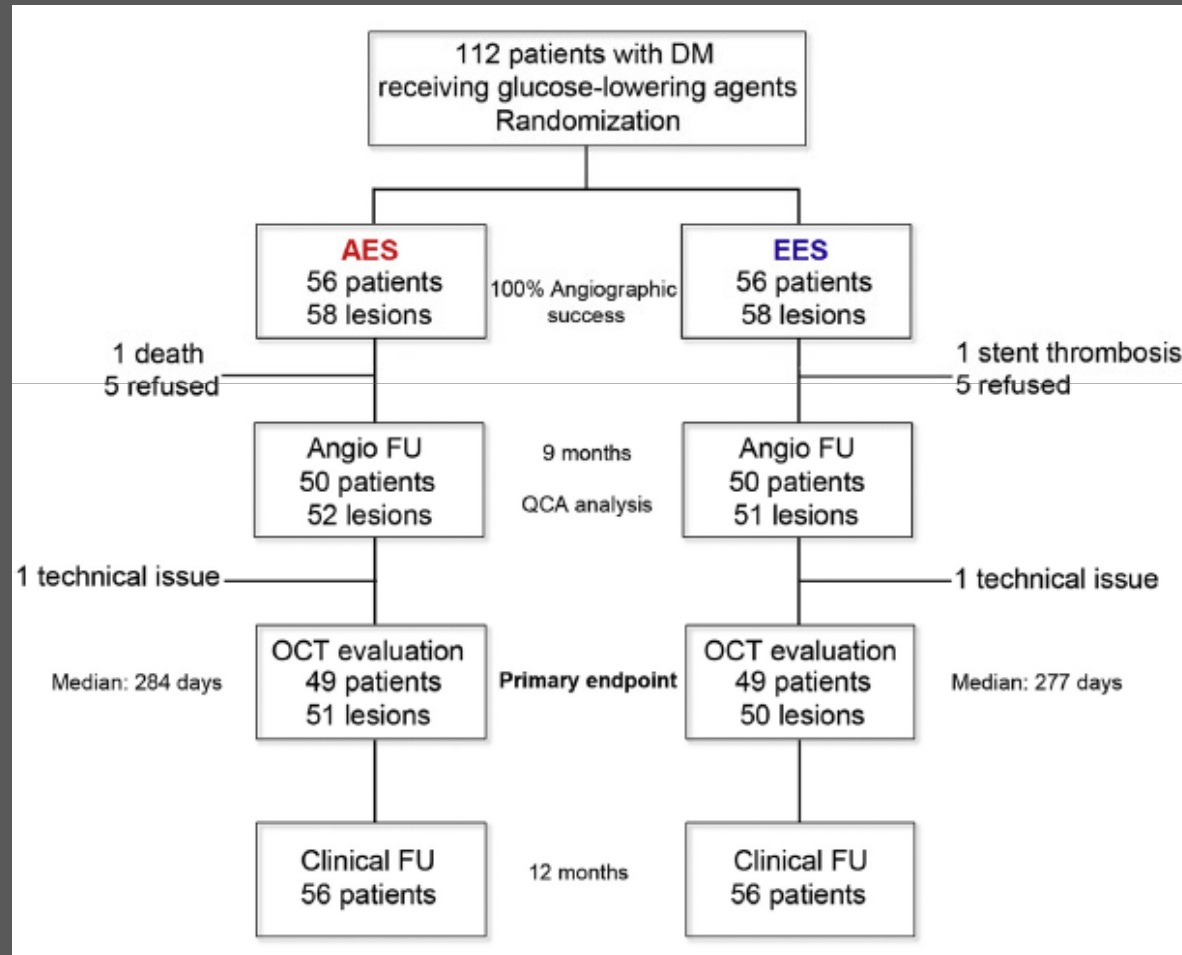
Plaques amb neoaterosclerosi o signal-rich bands → **Característiques per OCT potencials de neoaterosclerosi**

The Re-examination Study



4. Recerca

The reservoir trial



Primary endpoint

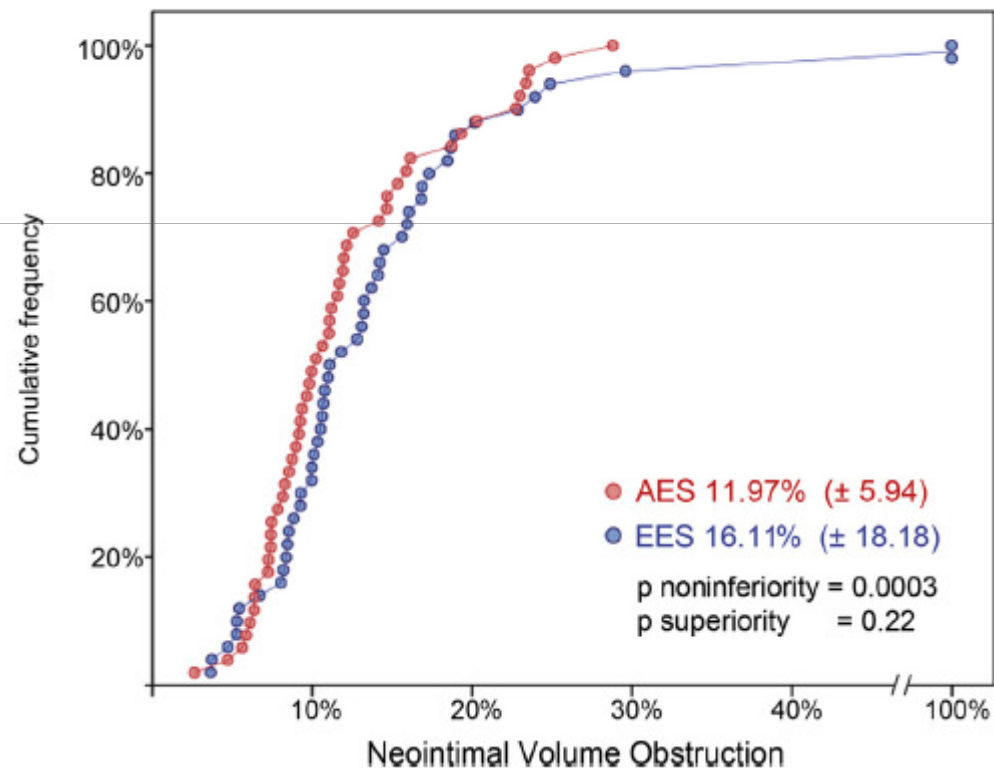
Neointimal (NI) volume obstruction assessed by optical coherence tomography at 9-month follow-up

EN PACIENTS DIABÈTICS

4. Recerca

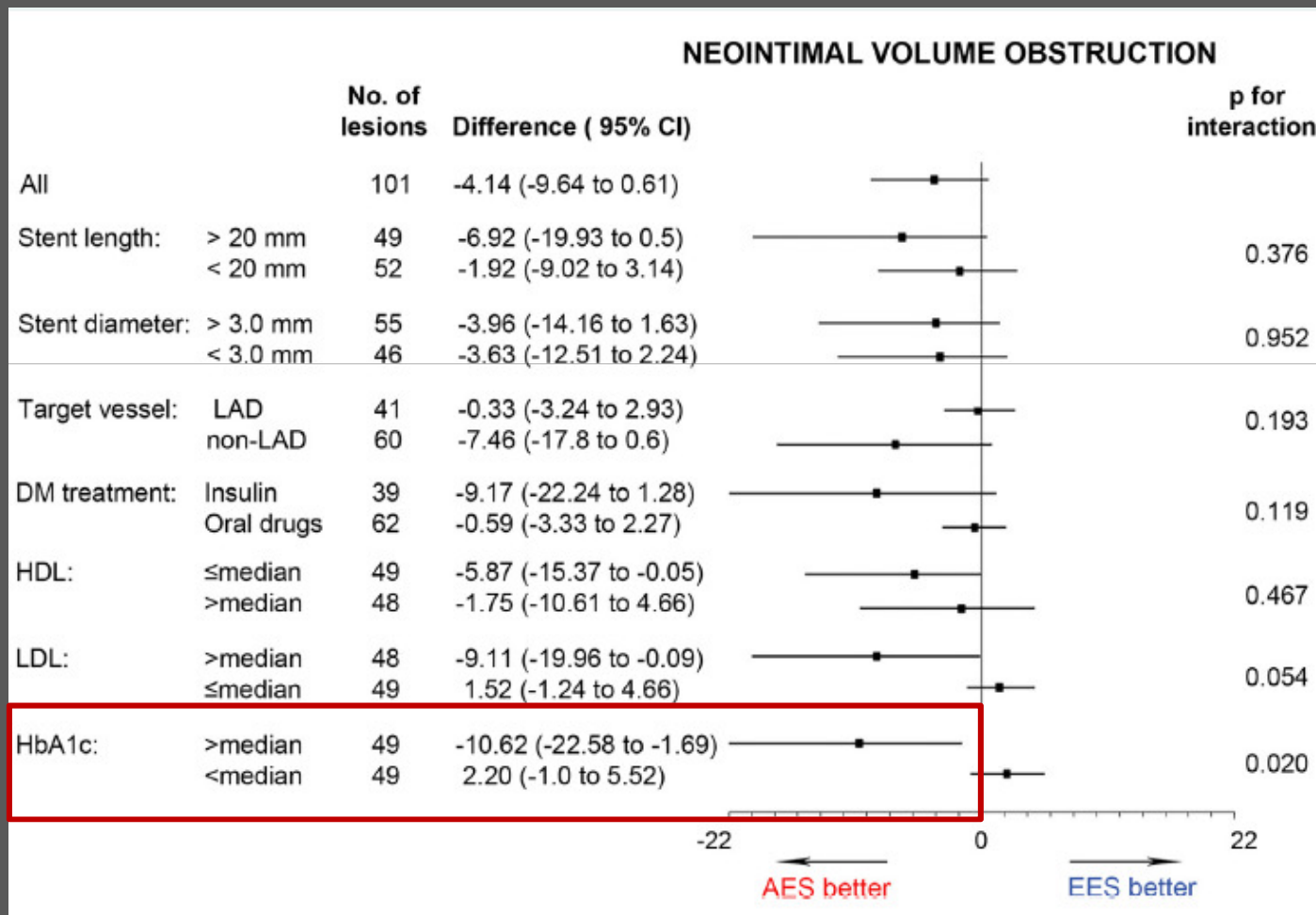
The reservoir trial

FIGURE 3 Cumulative Frequency of Neointimal Volume Obstruction (Primary Endpoint)



4. Recerca

The reservoir trial



5. Experiència al nostre centre

Juliol 2011-Febrer 2015

Pràctica clínica	170 (126 pacients) (55%)
- Diagnòstic/Pre ICP	83 (55%)
- Post ICP	40 (27%)
- Seguiments	27 (18%)
Investigació	140 (45%)
- Reservoir	81
- Re-Examination	34
- Trofi II	2
- Modify	7
- Absorb 2	16
TOTAL	310

5. Experiència al nostre centre

Principals usos al nostre centre:

- Valoració el vas en absència o dubtes lesions (vasoespasme, IAM embòlics, Takosubo, disseccions, dubtes angiogràfics lesions).
- Angioplàsties complexes (tronc, bifurcacions, calcificacions importants, rotablació).
- Valoració disseccions vora de stents.
- Control stents.
- Valoració reestenosis. Excepcional trombosi

5. Experiència al nostre centre.

Cas clínic

Pacient home de 35 anys. Fumador de 1 paquet/dia.

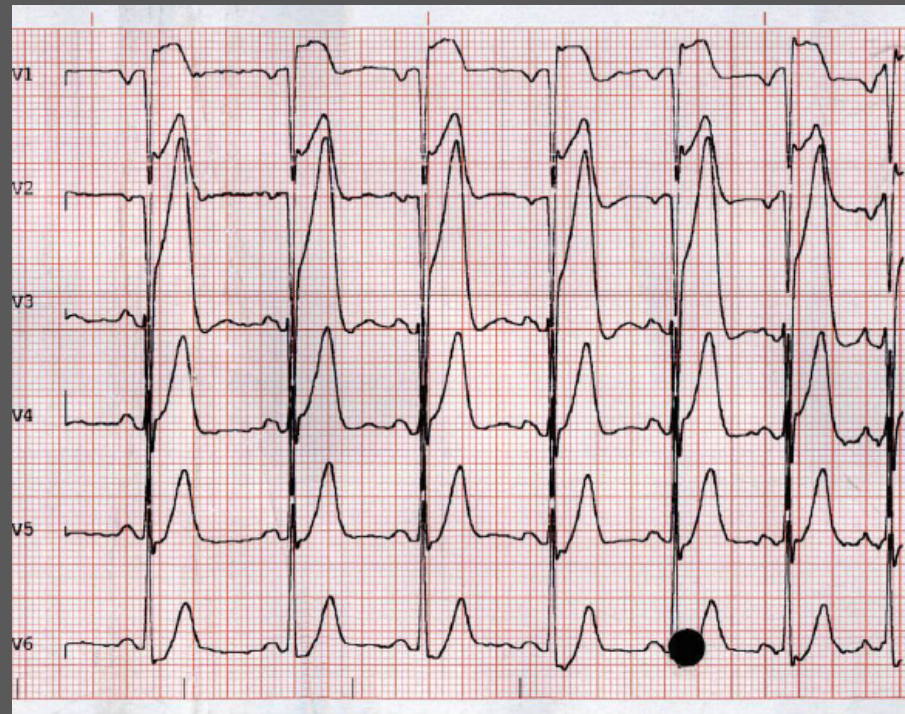
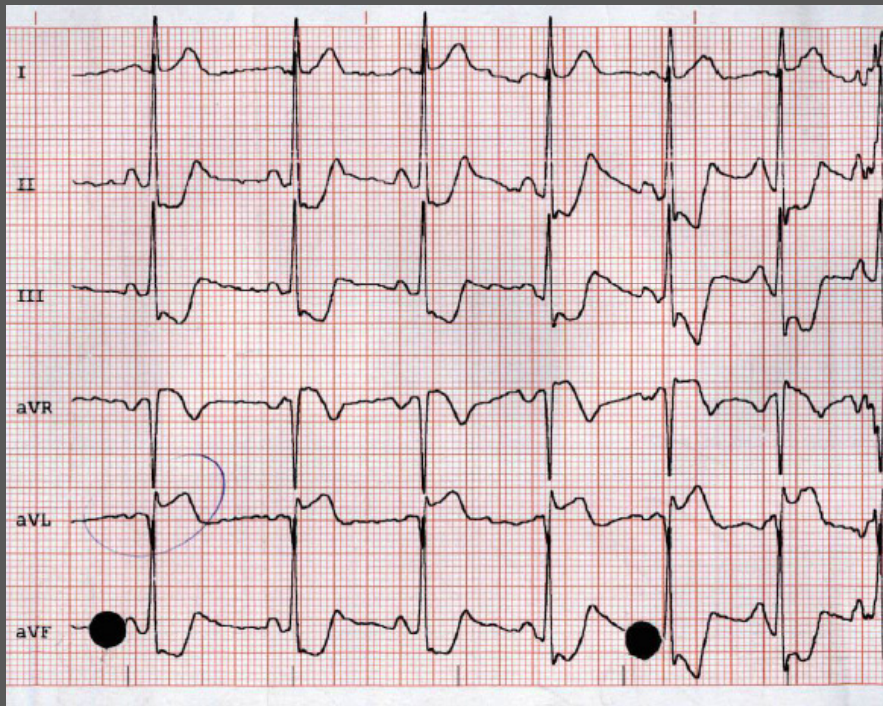
Sense altres FRCV ni antecedents personals o familiars.

23 Abril 2015:

- 11:30 dolor toràcic típic fent esforç (bicicleta).
- Consulta a Hospital de Vilafranca 12:30 amb persistència del dolor.
- ECG 12:39

5. Experiència al nostre centre.

Cas clínic



5. Experiència al nostre centre.

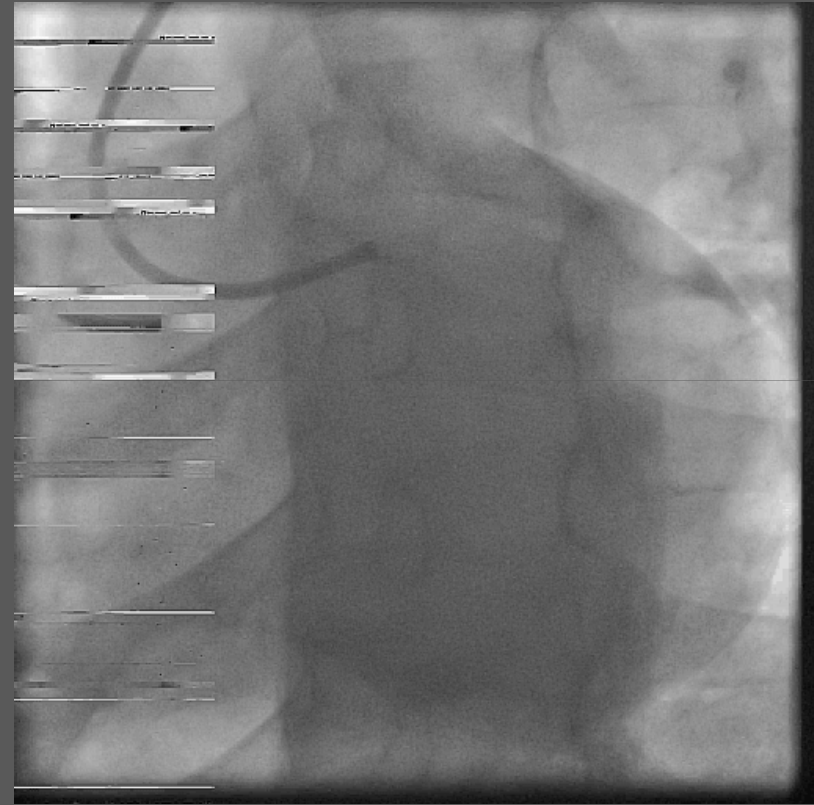
Cas clínic

AAS 250 mg, Clopidogrel 600 mg, heparina sódica 50mg.

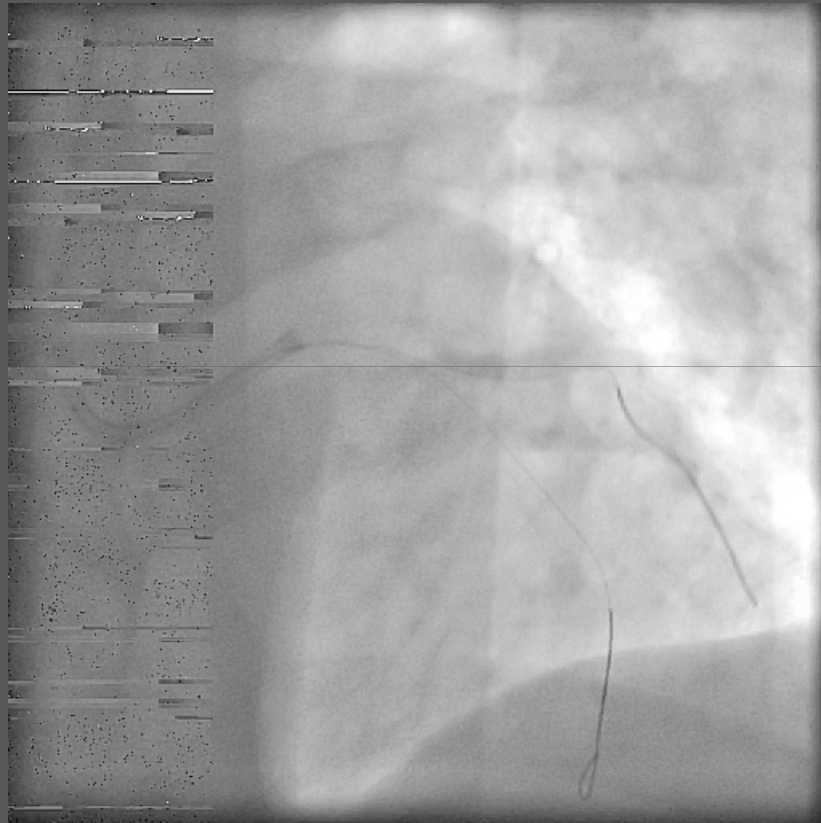
Activació CODI IAM 12:45

13:50: arribada hemodinàmica

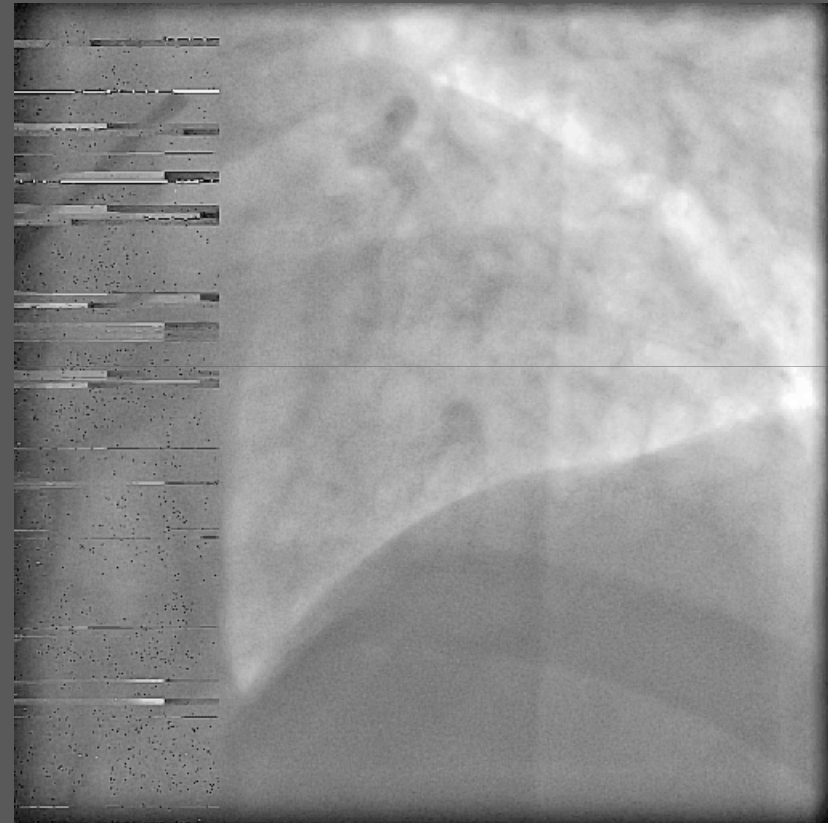
5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



Post reopró IC, tromboaspiració i dilatació amb baló 2x20mm



Imatge final

5. Experiència al nostre centre.

Cas clínic

Implantació baló de contrapols

Perfusió abciximab ev. Triple terapia:

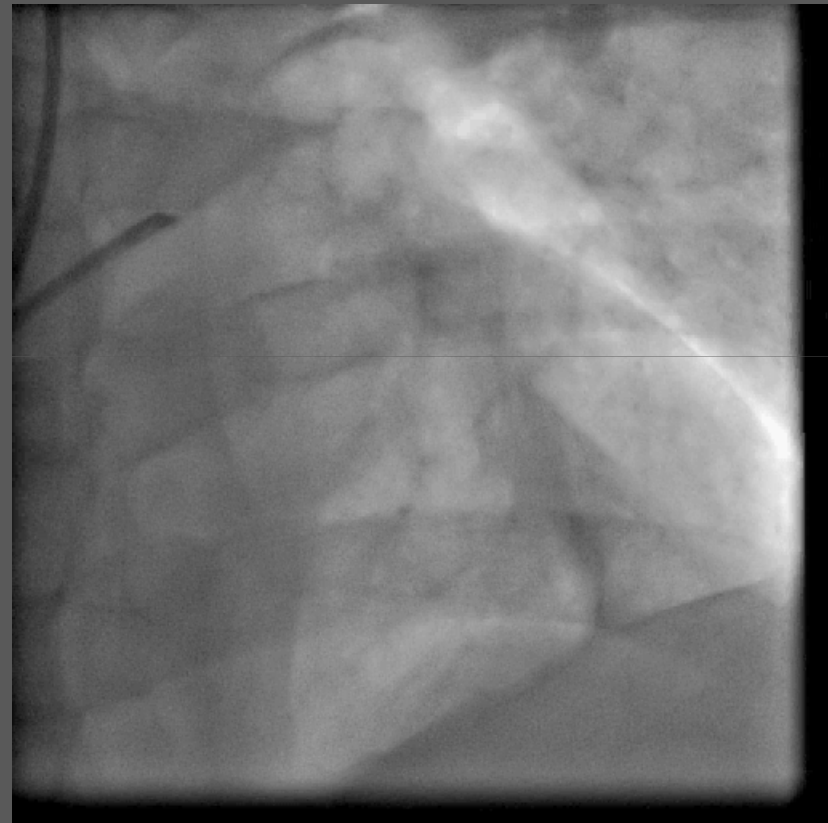
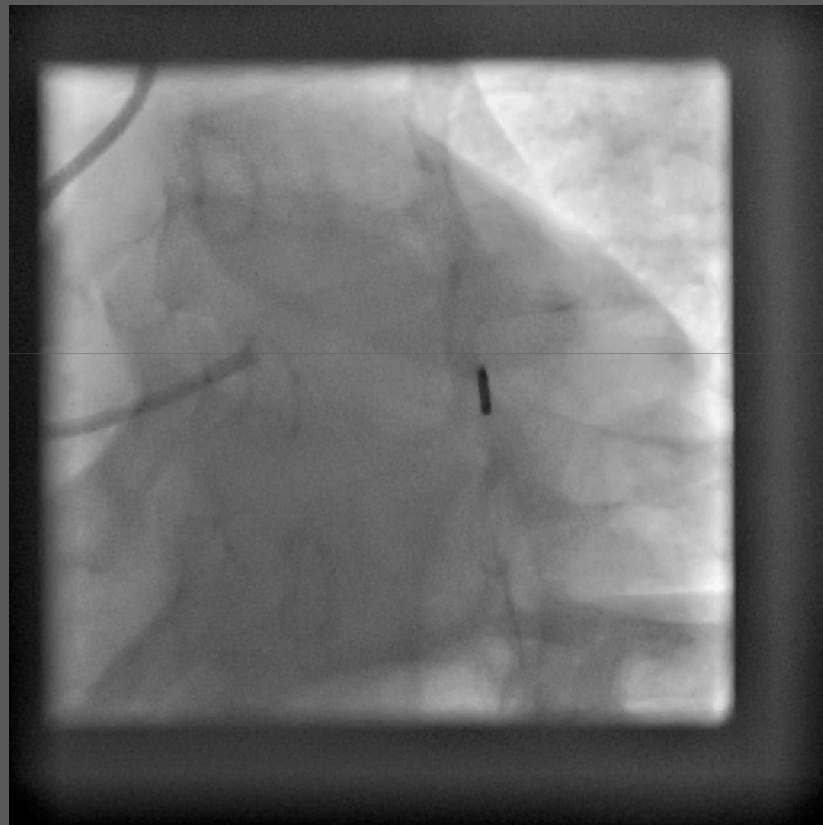
AAS+Clopidogrel+Enoxaparina

Assimptomàtic, sense angor ni insuficiència cardíaca

Ecocardiograma: VE no dilatat, FE 48%. Sense valvulopaties significatives

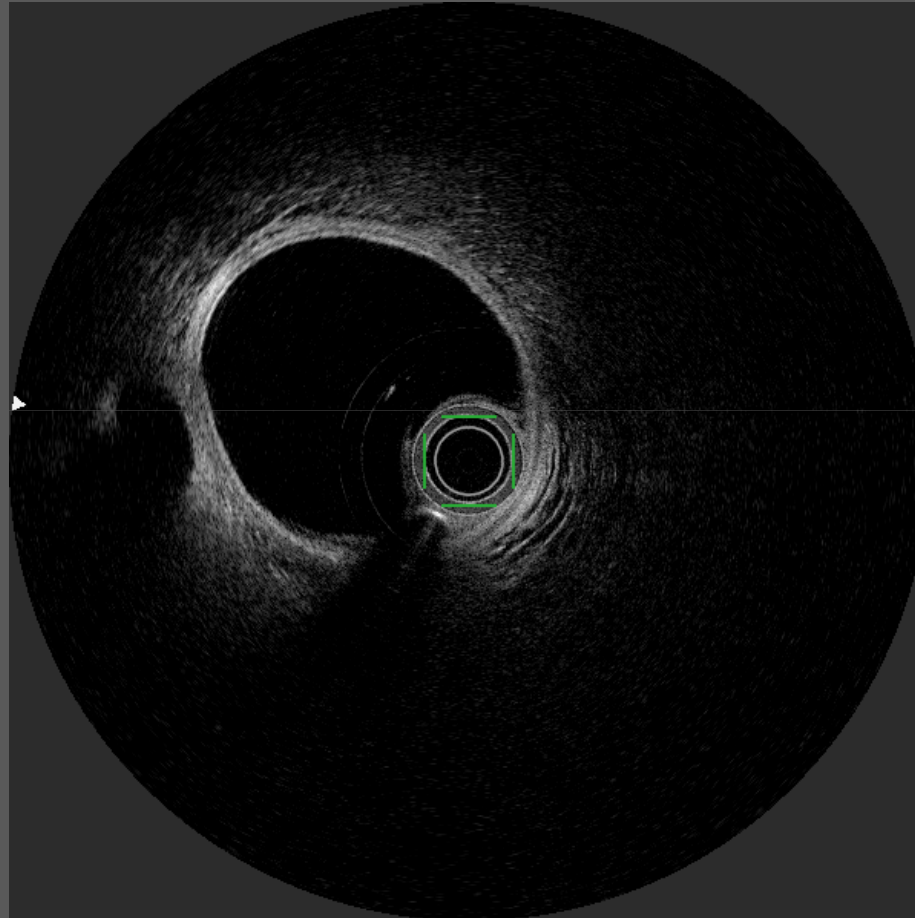
Als 5 dies (28 Abril 2015): Recateterització

5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



28 Abril 2015

5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



28 Abril 2015

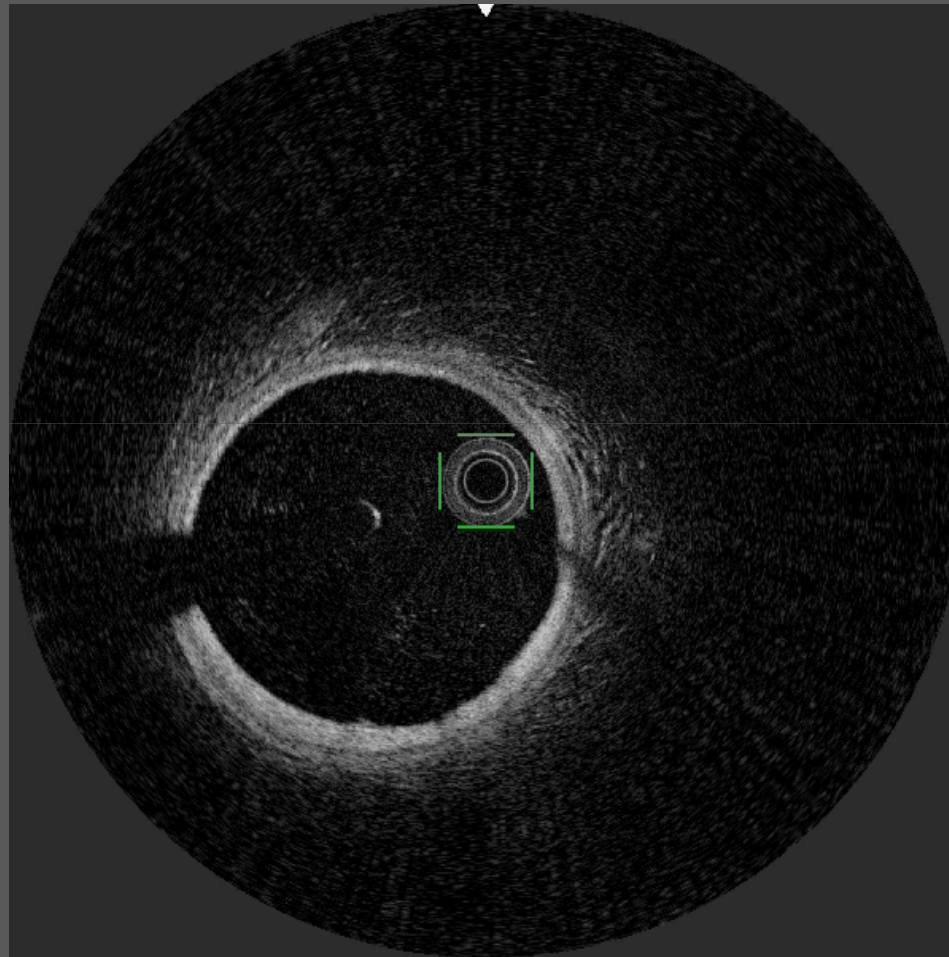
5. Experiència al nostre centre.

Cas clínic

Anticoagulació fins completar 1 setmana. Posterior switch a Ticagrelor.

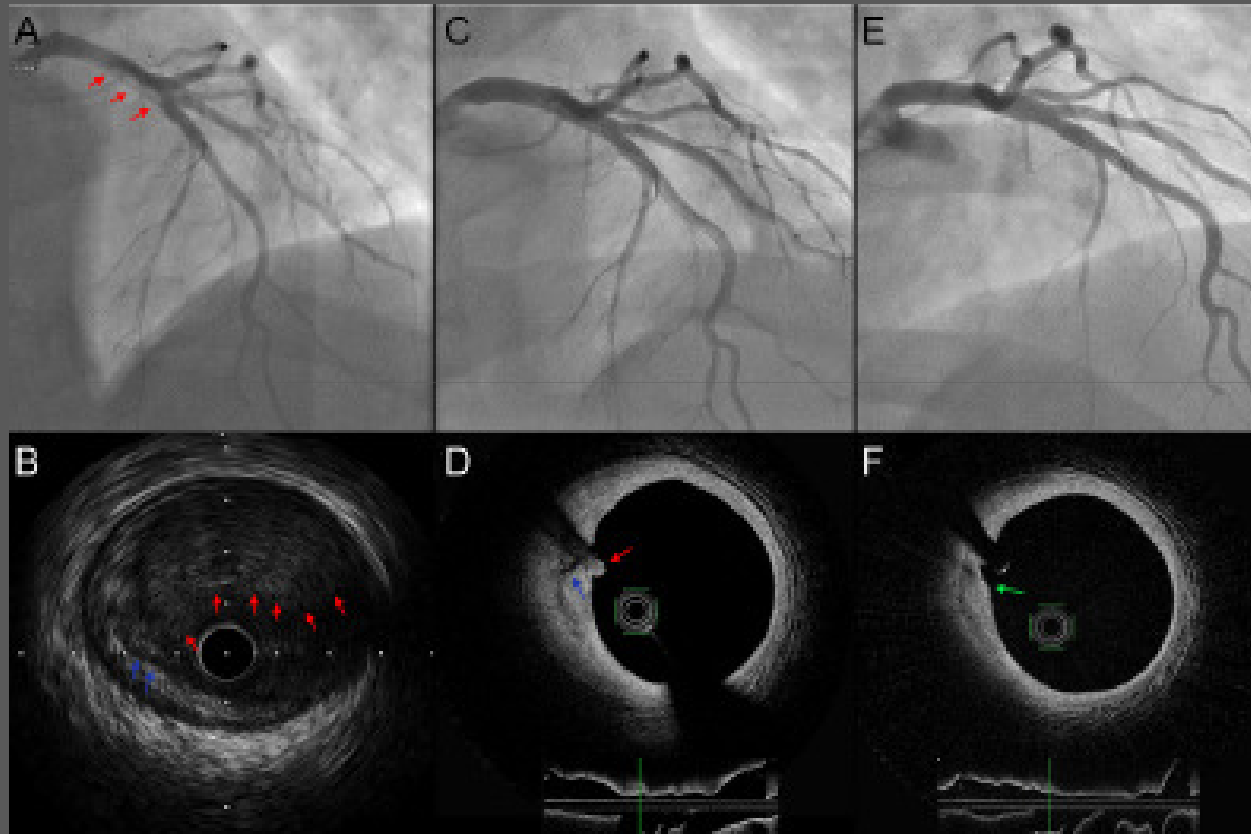
Recateterització 12 Maig 2015: Angiogràficament sense lesions

5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



12 Maig 2015

5. Experiència al nostre centre. Cas clínic



Conclusions

- Eina de gran utilitat per la valoració anatòmica de plaques coronàries
- Valorar el seu ús com a guia en l'intervencionisme coronari de lesions complexes.
- Valoració de complicacions dels stents en el seguiment, especialment en les reestenosis
- Gran eina per la investigació amb stents en seguiment.

