

# V CURSO "JOSÉ GABAY" PARA INTERVENCIONISTAS EN FORMACIÓN

## Ultrasonido Intracoronario. Fundamentos, utilización y estudios clínicos.

Leandro Lasave  
Instituto Cardiovascular de Rosario  
Sanatorio Parque Rosario  
Director ProEducar SOLACI



# Ultrasonido Intracoronario

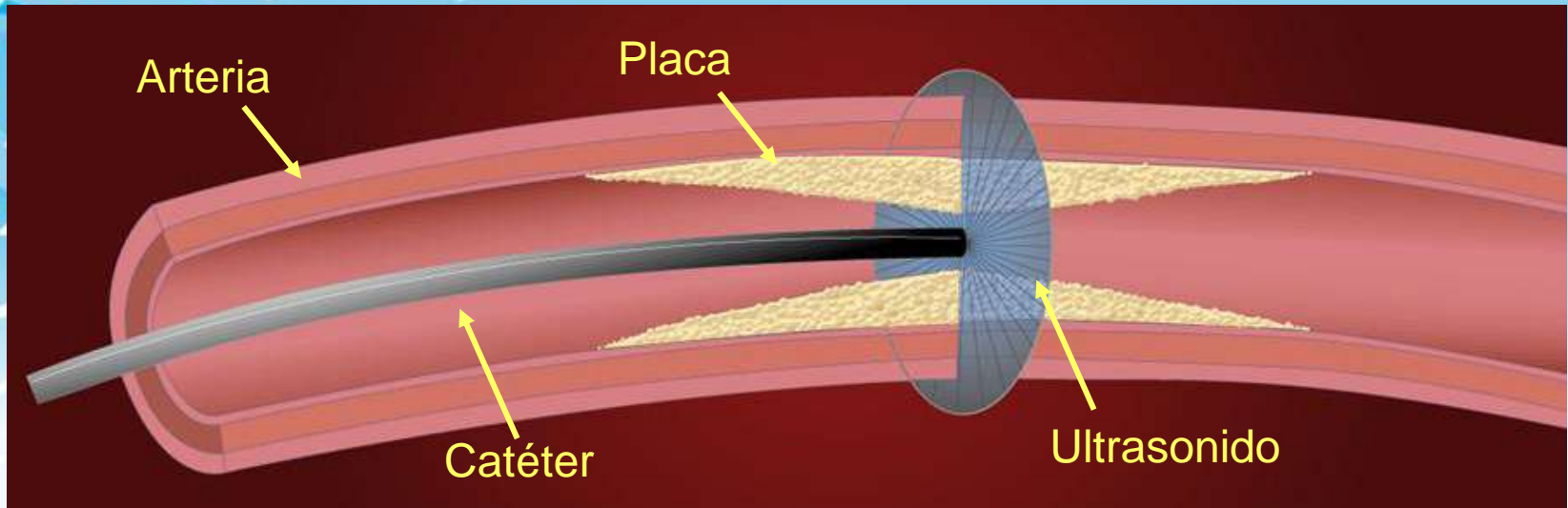
- ❖ **Definición y Fundamentos**
- ❖ **Características de las placas**
- ❖ **Medidas básicas.**
  - ❖ **Criterios de Expansión**
- ❖ **Puntos de Corte**
- ❖ **Indicación Tratamiento**

# Ultrasonido Intracoronario

- ❖ **Definición y Fundamentos**
- ❖ Características de las placas
- ❖ Medidas básicas.
- ❖ Criterios de Expansión
- ❖ Puntos de Corte
- ❖ Indicación Tratamiento

# Definición y Fundamentos

Es un método invasivo que tiene por objetivo la adquisición de imágenes tomográficas del interior de la arteria coronaria utilizando un catéter que tiene incorporado en su extremo un transductor único.



# Definición y Fundamentos

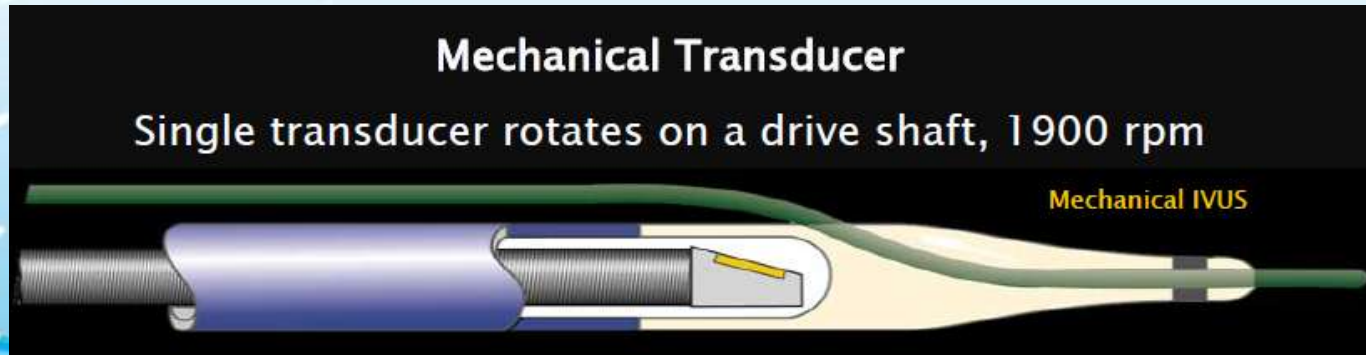
El principio básico es convertir la energía eléctrica en ondas de ultrasonido a través de estímulos de los cristales de cerámica, localizados en el transductor.

De acuerdo con la naturaleza del material sobre el cual inciden, las ondas de ultrasonido retornan al transductor con mayor o menor intensidad.

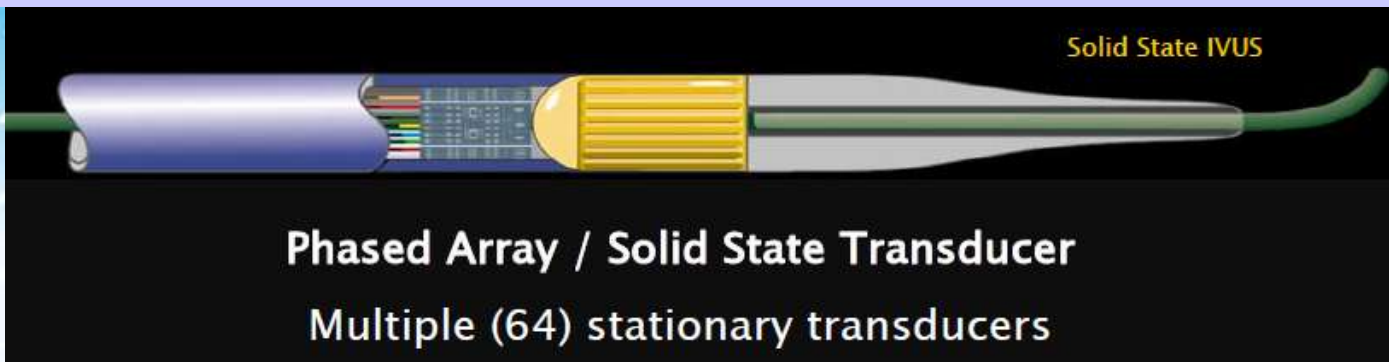
Este a su vez convierte la energía sonora en impulsos eléctricos, los cuales son amplificados, procesados y digitalizados y, por medio de la transformación de Fourier, forman la imagen grafica y diferentes grados de color gris que es proyectada de forma dinámica en un monitor de video

# Tipos de Catéteres

- MECANICO – Único elemento, rotatorio (1900 rpm), 360°. Fcia 40MHz. 20-30 f/s (i Lab – BOSTON SC) Short Monorail system. Ø 2,5–3,6 F

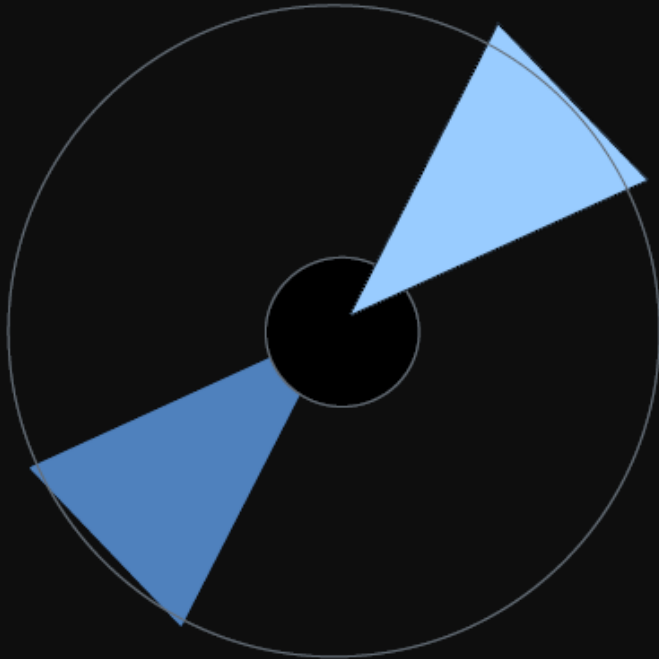


- SYNTETIC PHASED ARRAY - Estado Sólido, 64 transductores accionados en secuencia, 360°. (VOLCANO) Monorail system. Ø 3,6 F. Fcia 20 MHz. 10 frames/seg



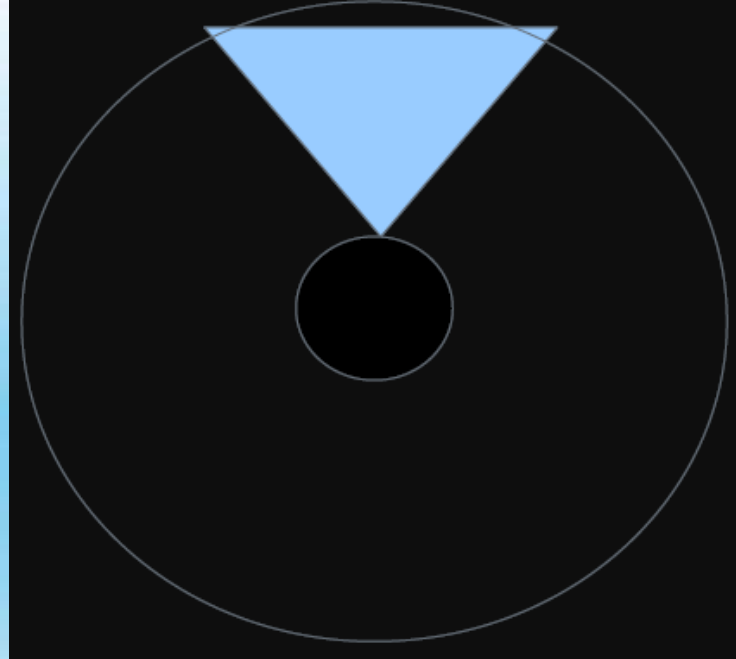
# Tipos de Catéteres

## Mechanical Transducers



Pieza eléctrica rotatoria.  
La señal de ultrasonido cubre todo el vaso  
No hay interferencia de señal. No ringdown  
Puede haber NURDS

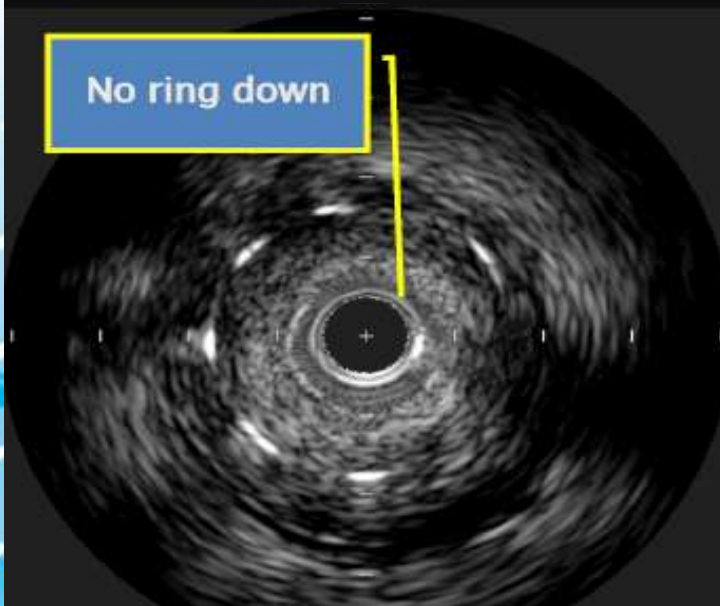
## Phased Array Transducers



Señal de ultrasonido intermitente  
Hay interferencia de señal alrededor  
del catéter.  
Espacio “sin información” (Ringdown)

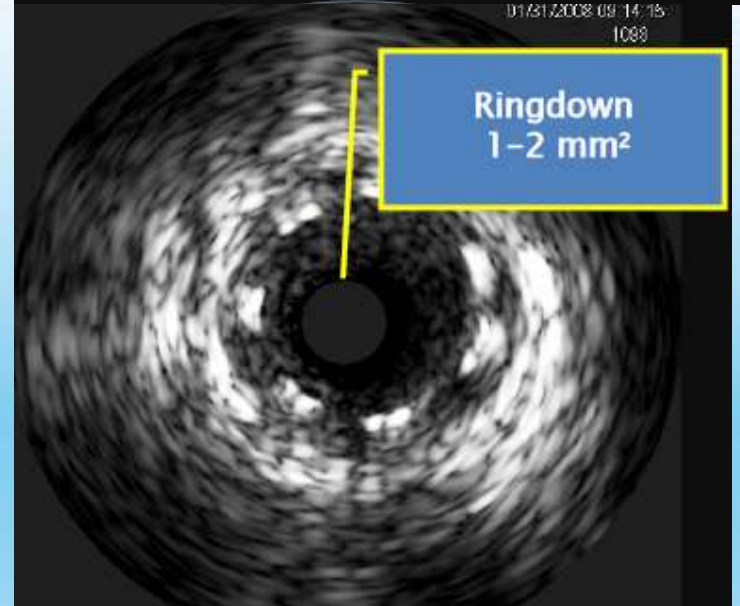
# Tipos de Catéteres

## Mechanical Transducers



40 MHz Atlantis® SR Pro Catheter

## Phased Array Transducers



20 MHz Eagle Eye® Gold Catheter

Pieza eléctrica rotatoria.  
La señal de ultrasonido cubre todo el vaso.  
No hay interferencia de señal. No ringdown. Puede haber NURDS

Señal de ultrasonido intermitente  
Hay interferencia de señal alrededor del catéter. Espacio "sin información" (Ringdown)

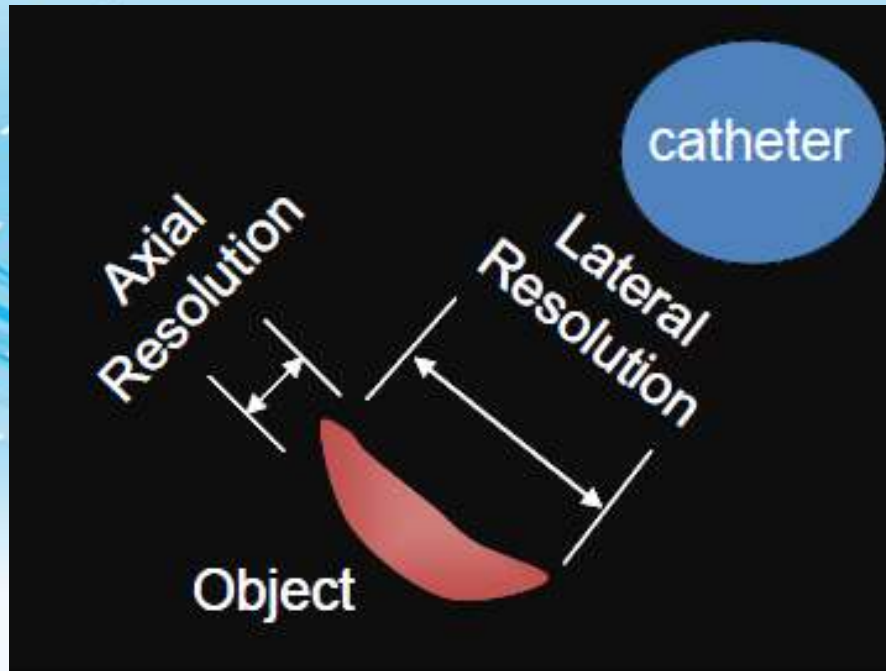


# Calidad de la imagen: Resolución Espacial

- **Resolución Espacial (Axial y Lateral):**

Habilidad para discriminar objetos adyacentes

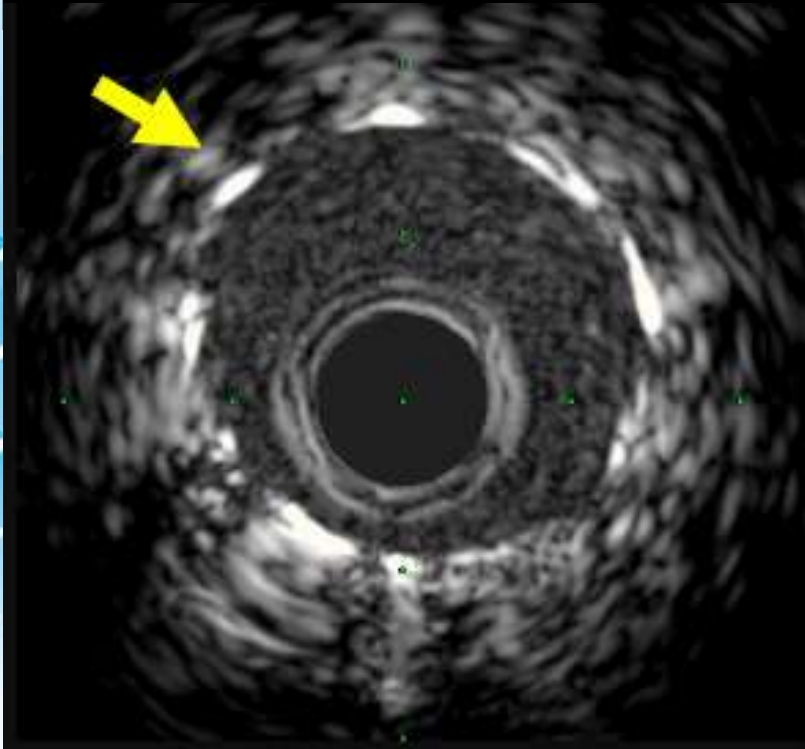
Para los transductores de 40 Mhz la resolución axial es de 100  $\mu\text{m}$  y la resolución lateral es de 250  $\mu\text{m}$



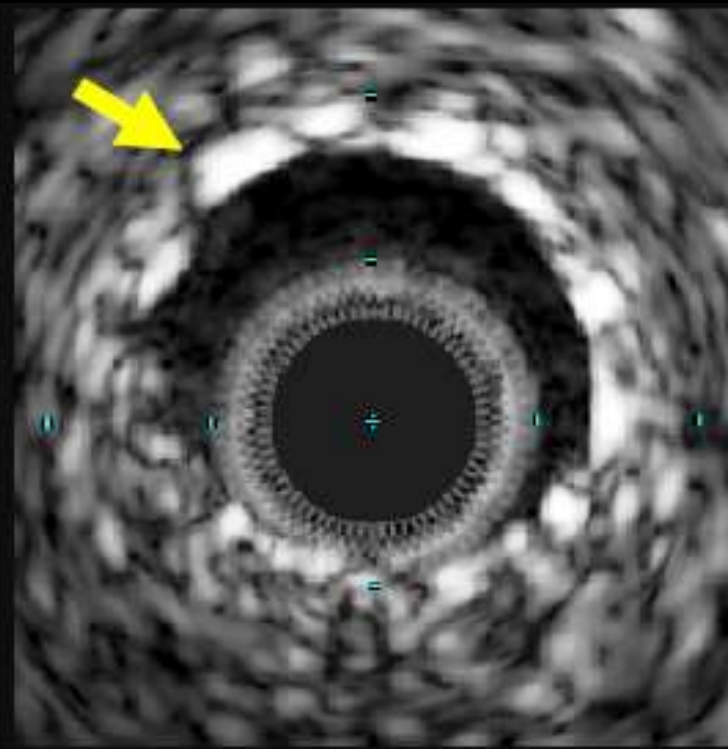
# Calidad de la imagen

Diferencia de resolución espacial . Catéter de 40 Mhz vs 20 Mhz

Catéter 40 Mhz Rotacional

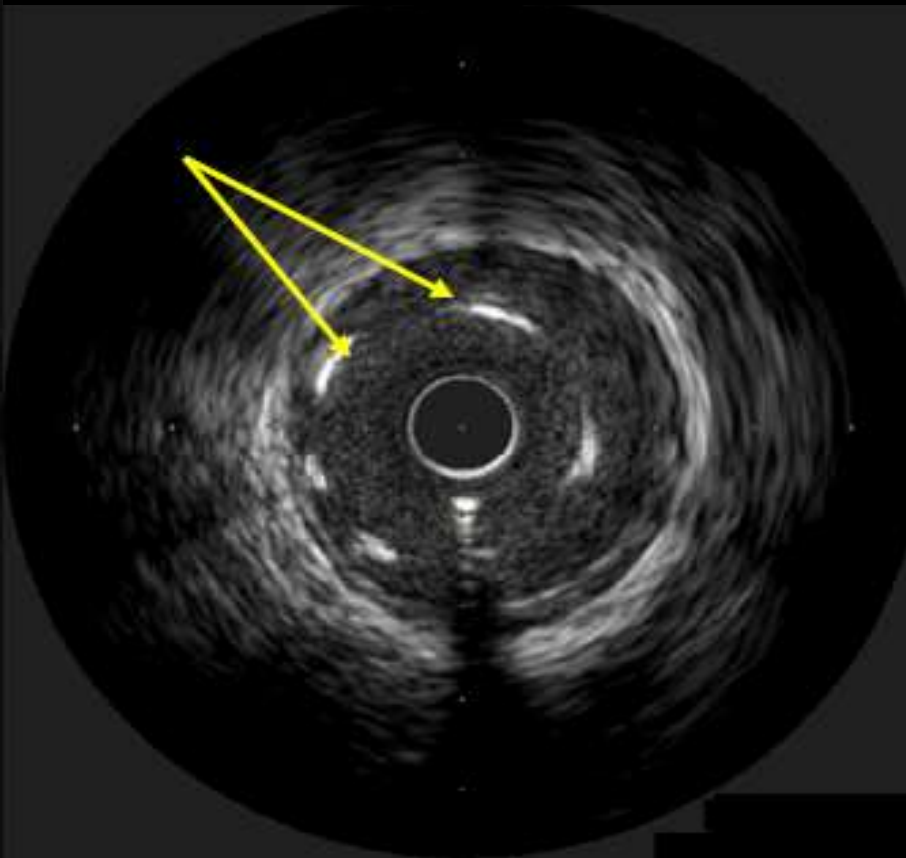


Catéter 20 Mhz Estado Solido

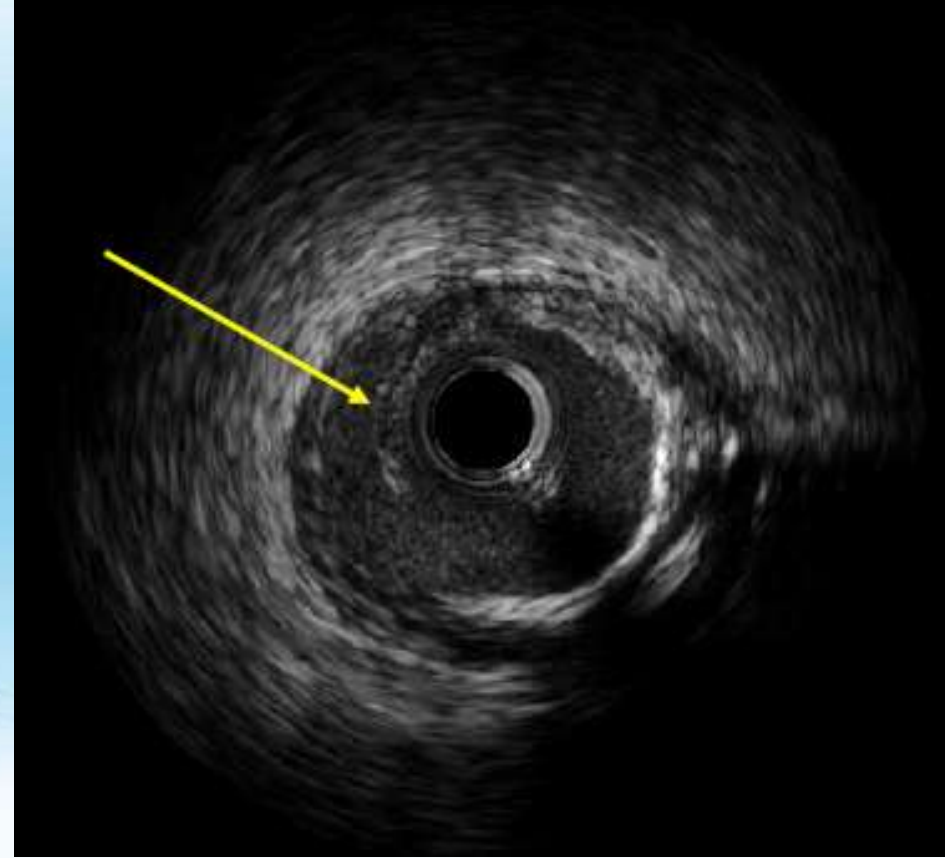


# Calidad de la imagen

Importancia de la resolución Axial:  
Detectar aposición de los stents

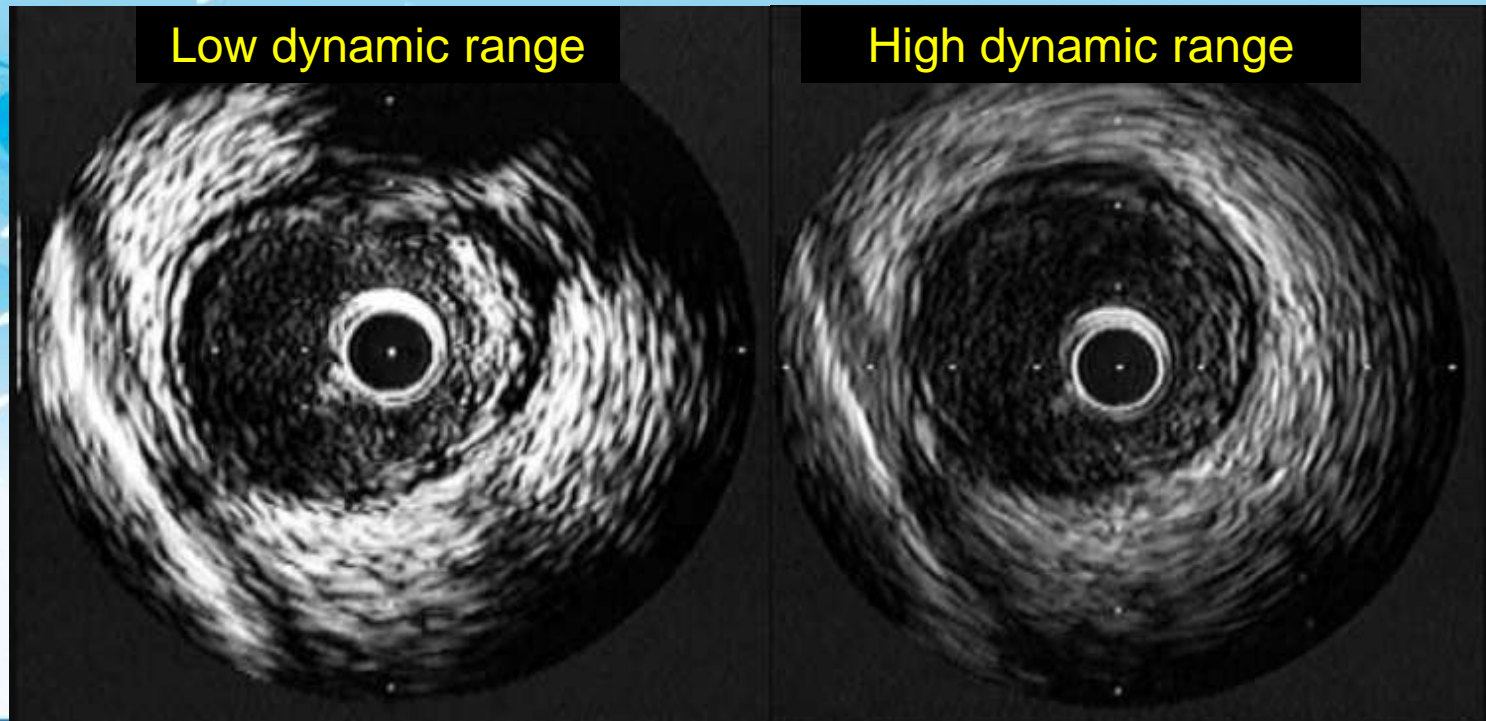


Importancia de la resolución Lateral:  
Detectar disección de bordes



# Calidad de la imagen: Resolución Contraste

- **Resolución de contraste (dynamic range):** determina la distribución de la escala de grises de la señal reflejada
  - Rango dinámico bajo: baja escala, las imágenes se muestran en blanco y negro, con pocos niveles intermedios.
  - Rango dinámico alto: las imágenes tienen mas tonos de gris, son más suaves.

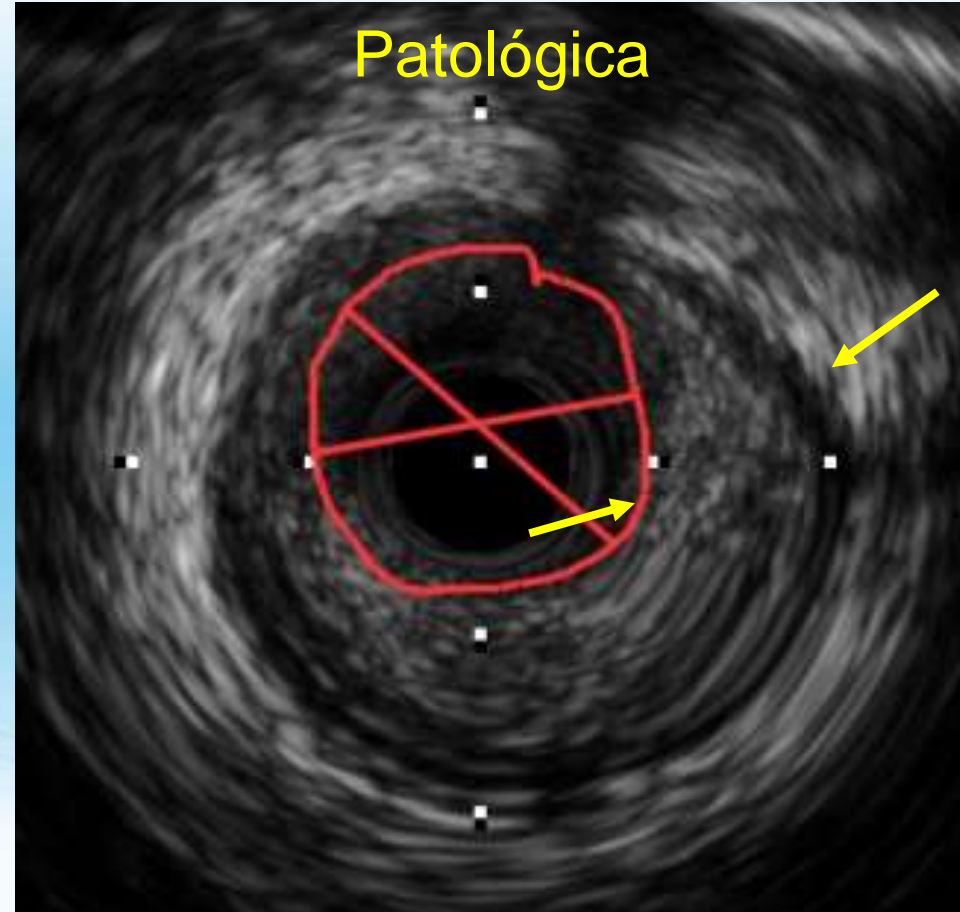
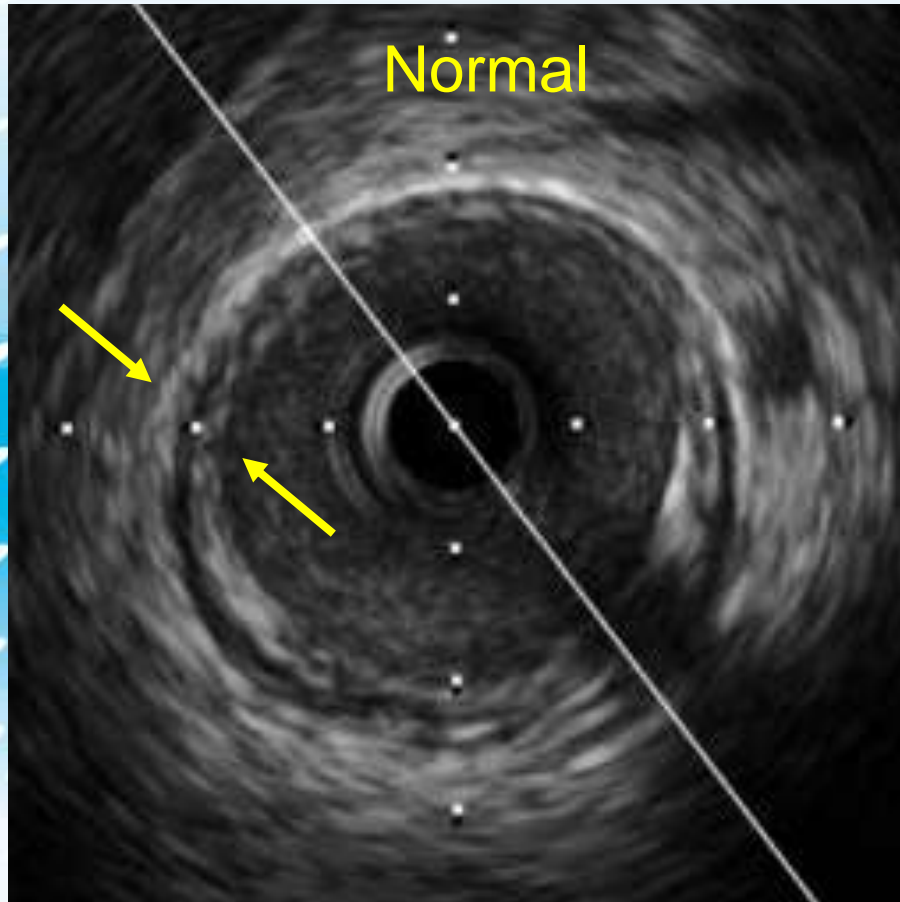


# Ultrasonido Intracoronario

- ❖ Definición y Fundamentos
- ❖ **Características de las placas**
- ❖ Medidas básicas.
  - ❖ Criterios de Expansión
- ❖ Puntos de Corte
  - ❖ Indicación Tratamiento

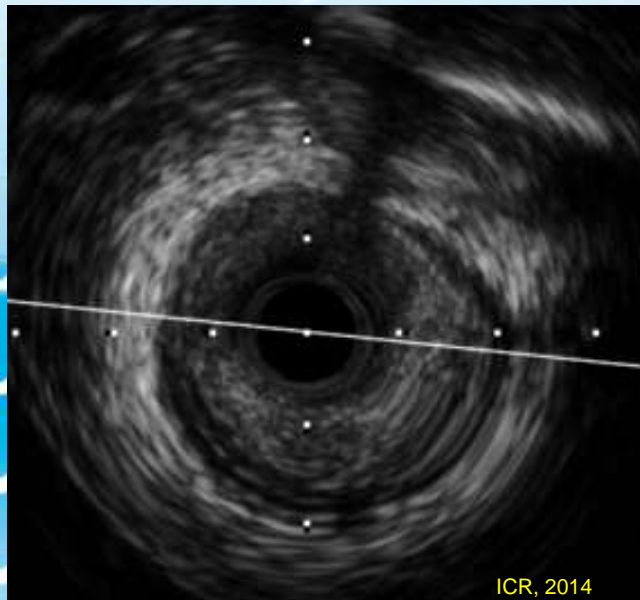
# Características de las placas

Imagen normal: 3 capas



# Características de las placas

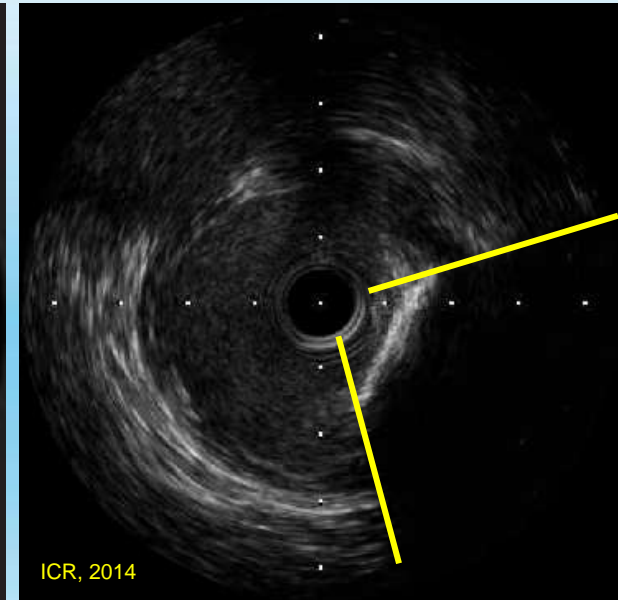
## 3 Tipos de placas:



Fibrosa: rica en cel musc lisas y matrix extracelular



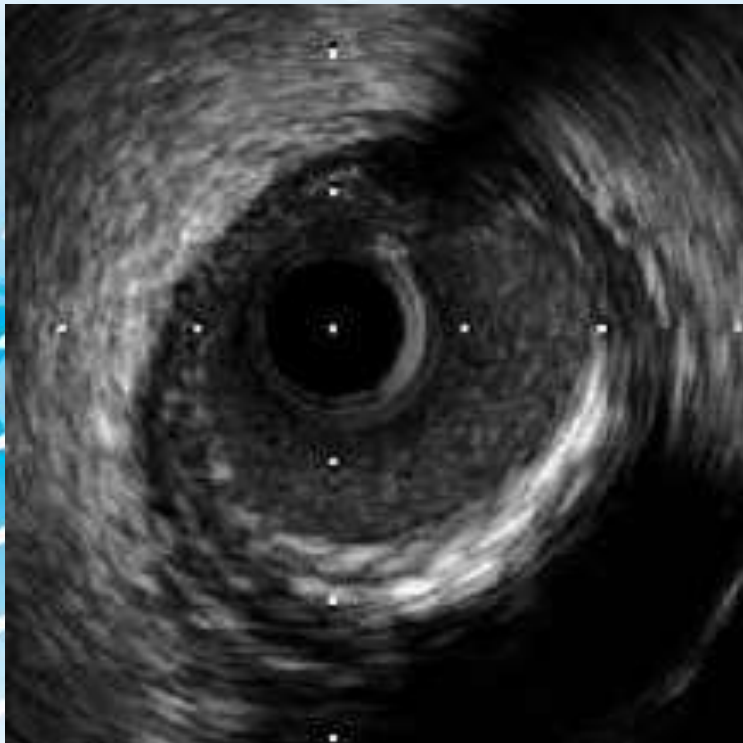
Lipidica: rica en macrofagos cargados, lagos lipidicos, core necrotico



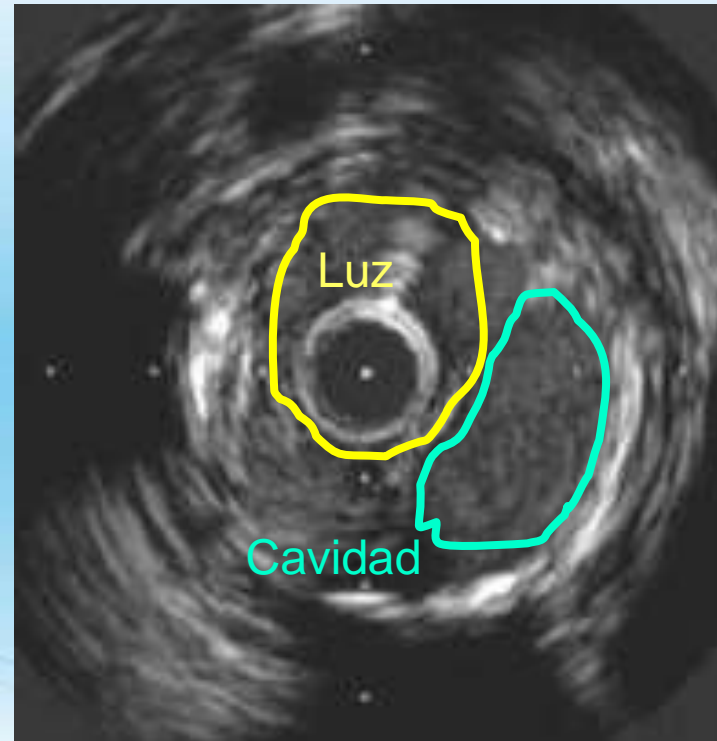
Calcificada: calcio superficial o profundo. Sombra acústica

# Características de las placas

Placa estable



Placa compleja

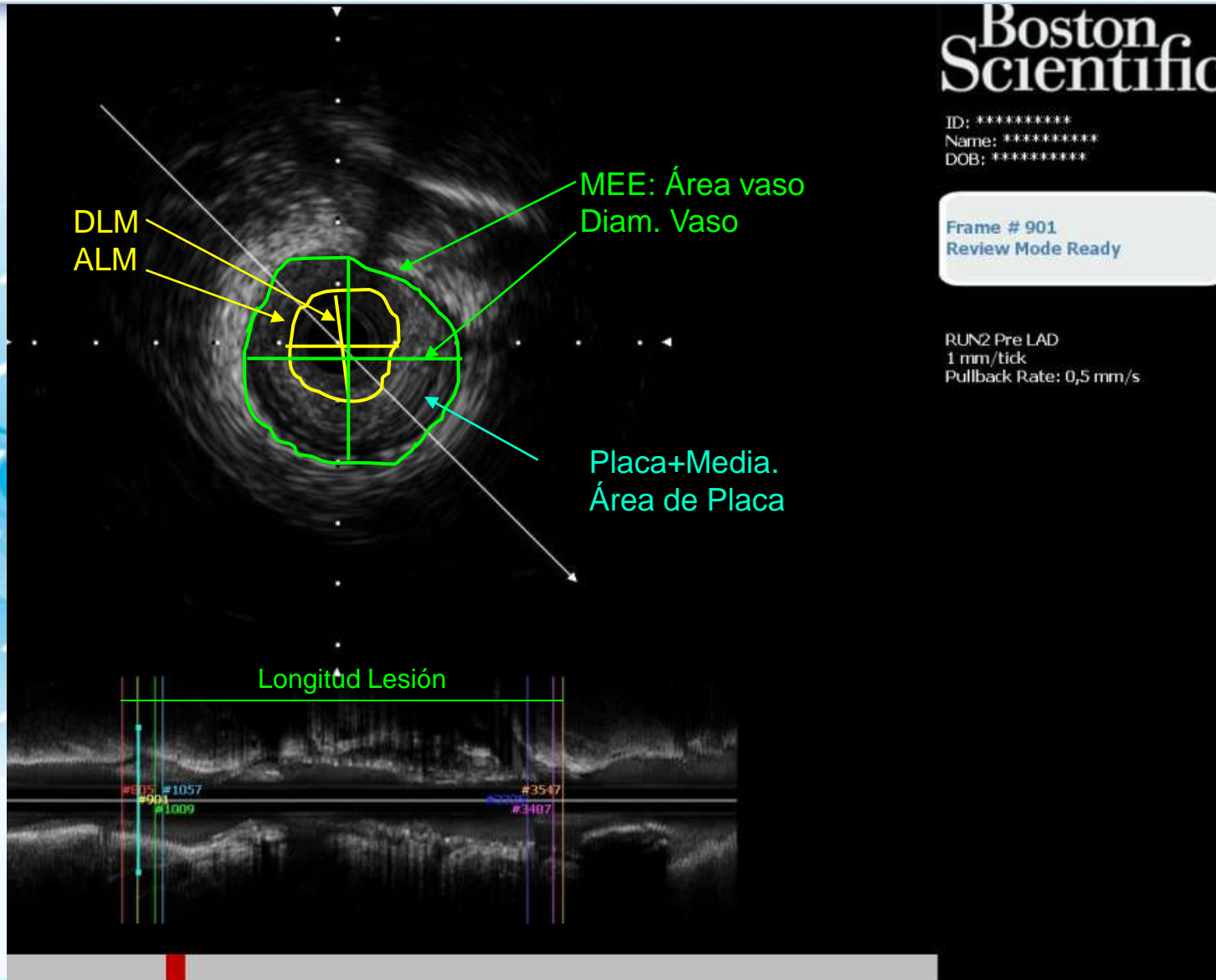




# Ultrasonido Intracoronario

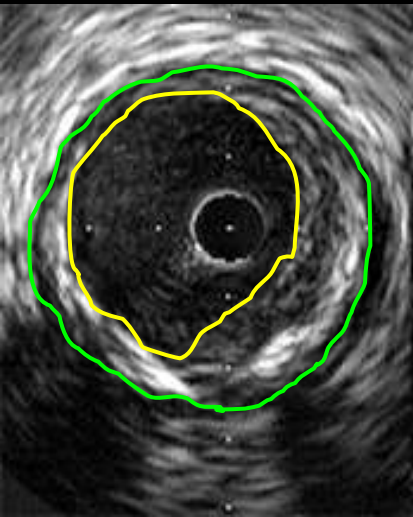
- ❖ Definición y Fundamentos
- ❖ Características de las placas
- ❖ **Medidas básicas.**
  - ❖ **Criterios de Expansión**
- ❖ Puntos de Corte
- ❖ Indicación Tratamiento

# Medidas Básicas

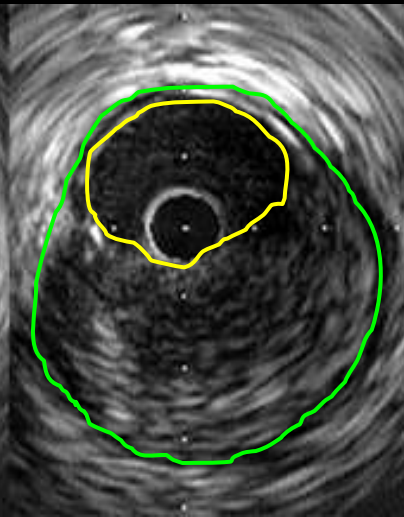


# Medidas Básicas

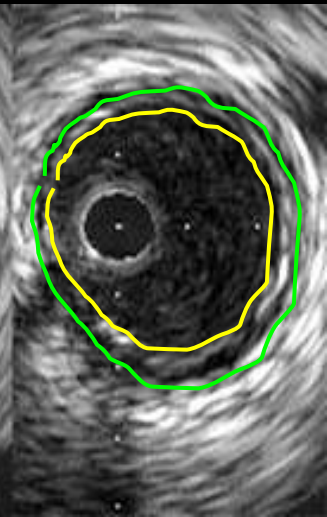
Ref Distal



Lesión



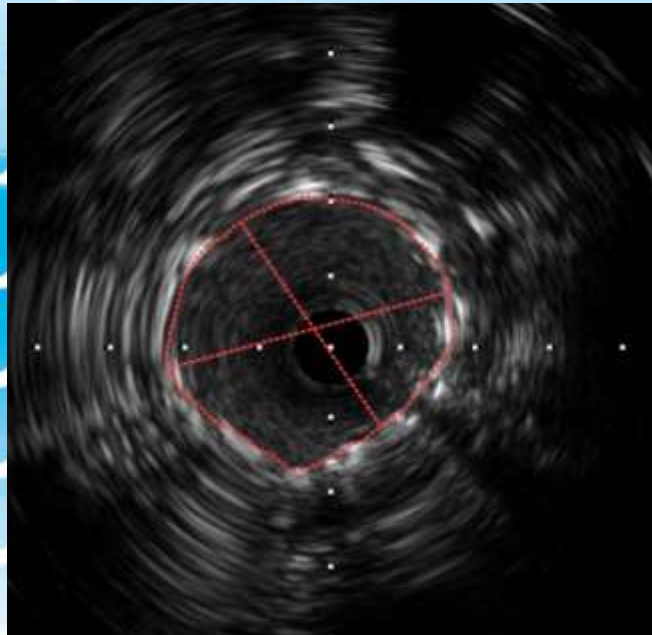
Ref Prox



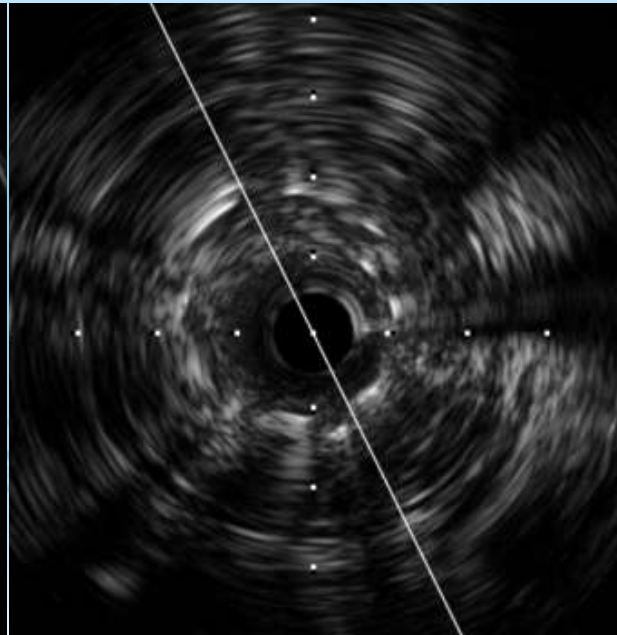
# Medidas Básicas

## Mediciones Stent.

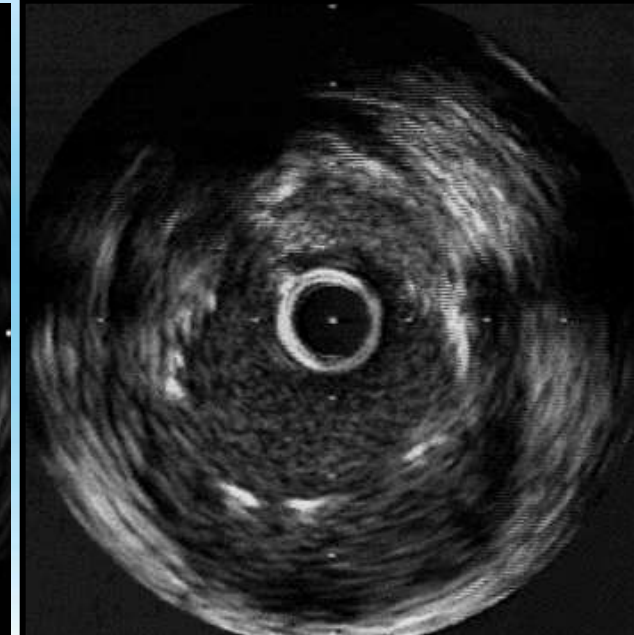
Área mínima



Sub expansión

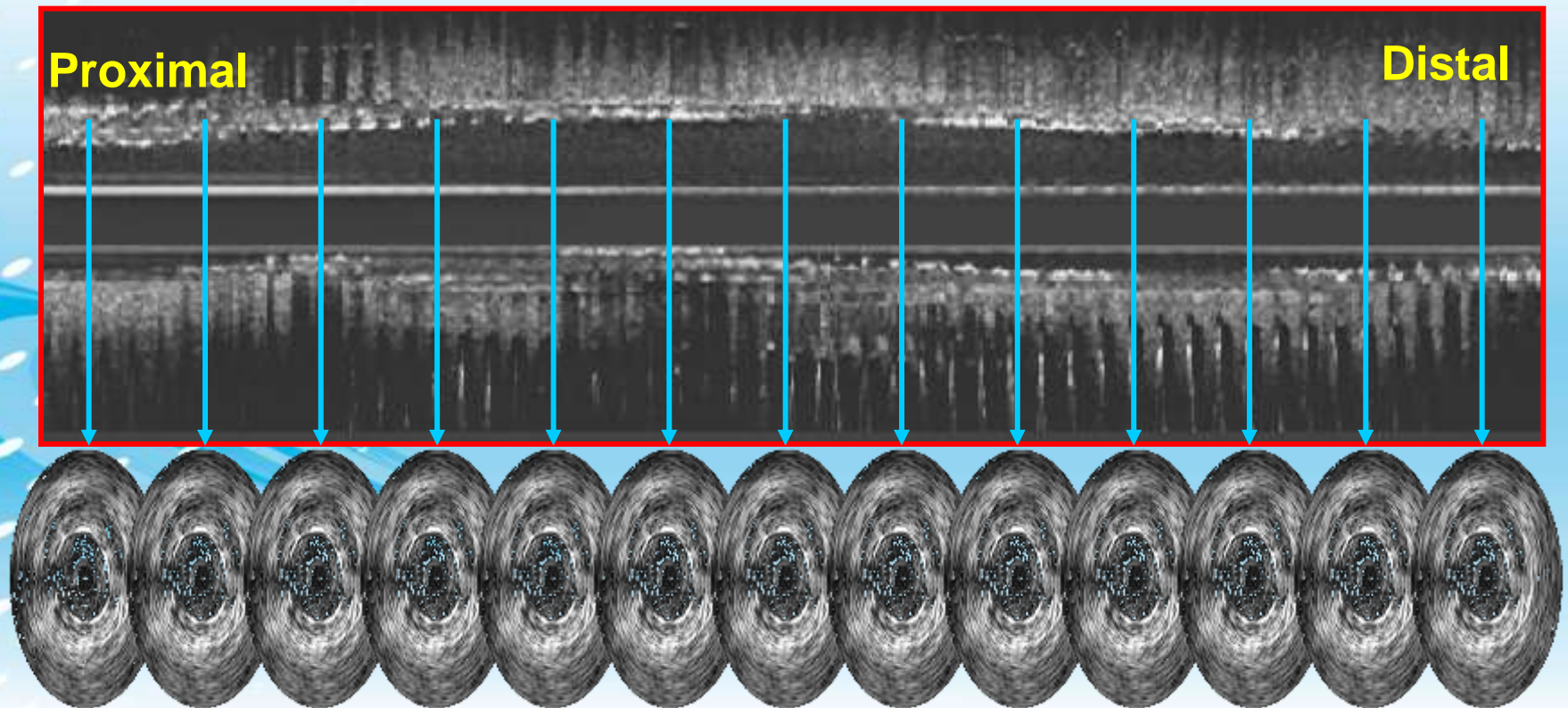


Malaposición



# Medidas Básicas

## Mediciones Volumétricas.



**Fórmula de Simpson :**

**Volumes Vaso, Placa, Stent, Neointimal e Lumen =  $\Sigma$  Áreas**

# Medidas Volumétricas

Measurements On Current Frame

	Area (mm <sup>2</sup> )	Mean	Min	Max	Min/Max
Lumen	7.20	3.05	2.81	3.43	0.82
Vessel	14.90	4.38	3.87	4.86	0.80
Stent	7.20	3.05	2.81	3.43	0.82
Plaque	7.70 (51.7% of Vessel)				
NIH	0.00				

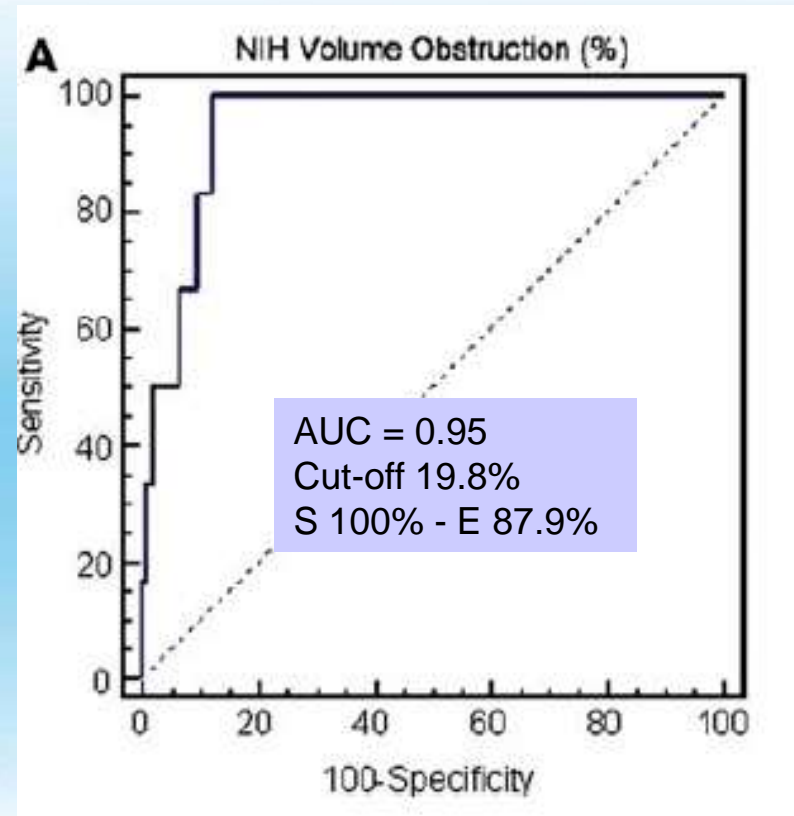
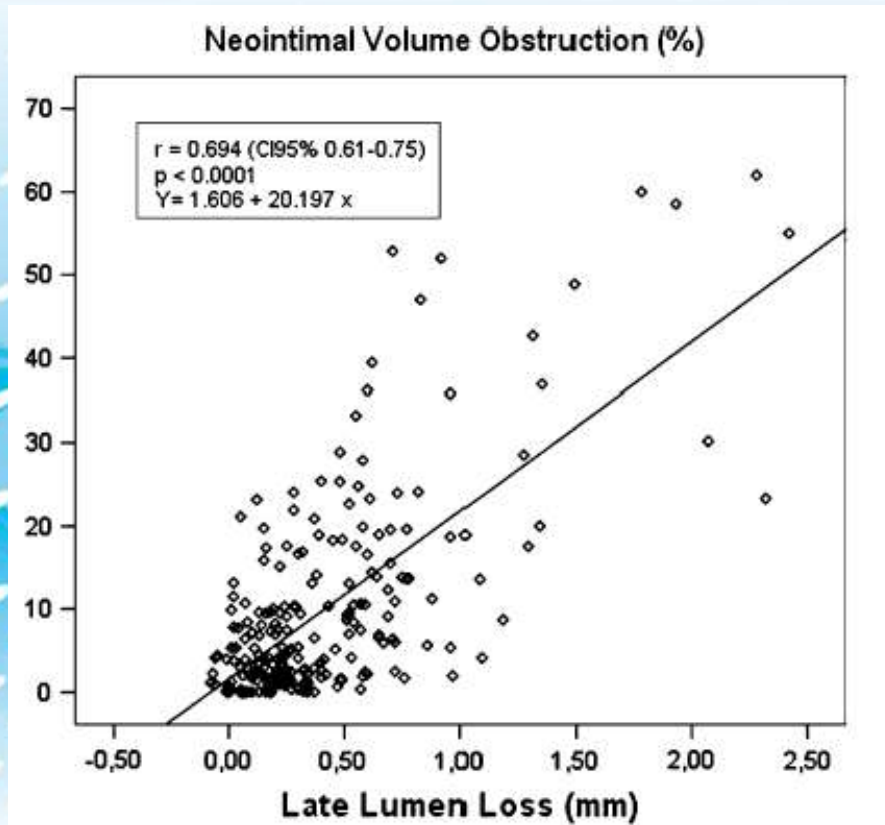
Volumetric Measurements On Pullback [mm<sup>3</sup>] — Method:

Lumen Vol	527.5	58.00mm [1740] <- 0.00mm [0]
Stent Vol	229.9	35.33mm [1060] <- 3.57mm [107]
Plaque Vol	414.3	58.00mm [1740] <- 0.00mm [0]
Intimal Vol	0.0 (0% of Stent Vol)	
Native Plaque	220.2 (in Stent Range)	Vessel Vol 941.8

Mediciones 3D  
Volumen Luz  
Volumen Stent  
Volumen Placa  
Volumen Intimal

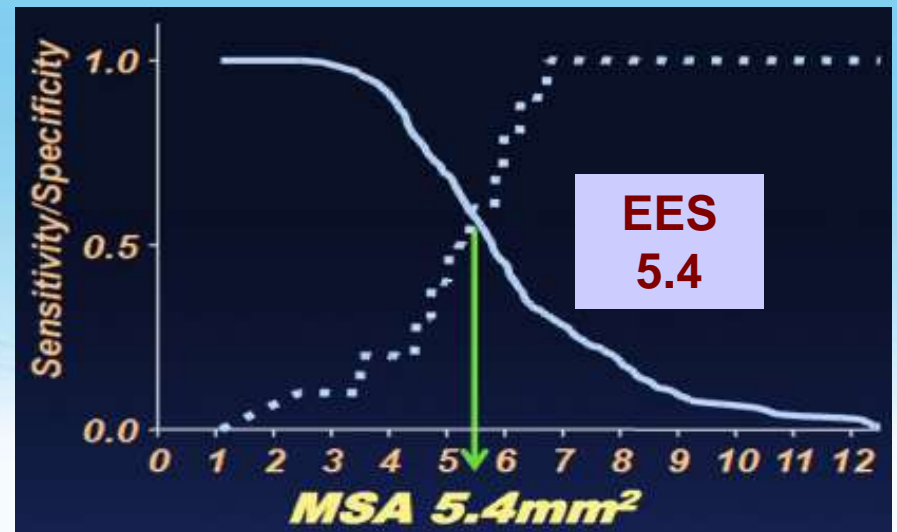
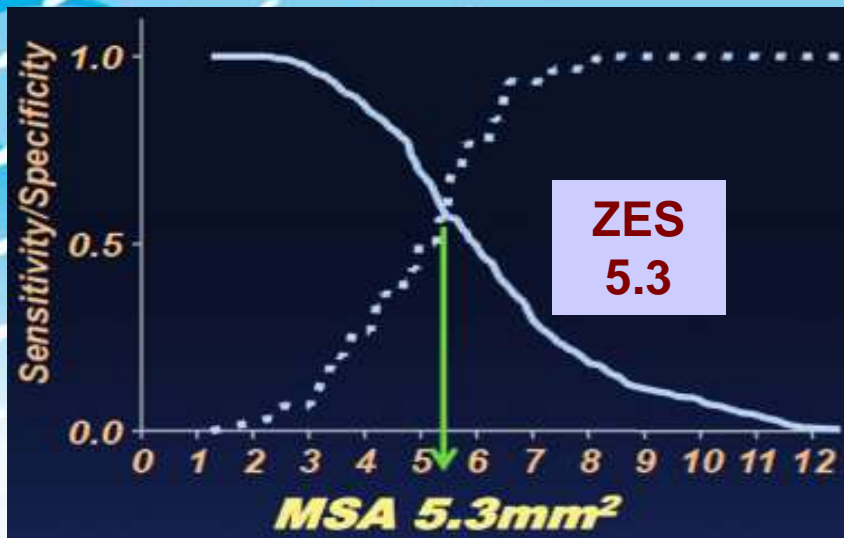
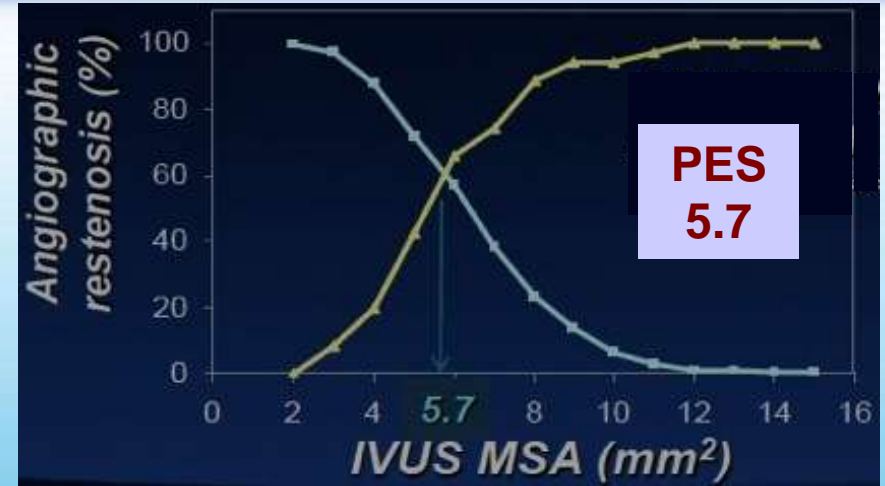
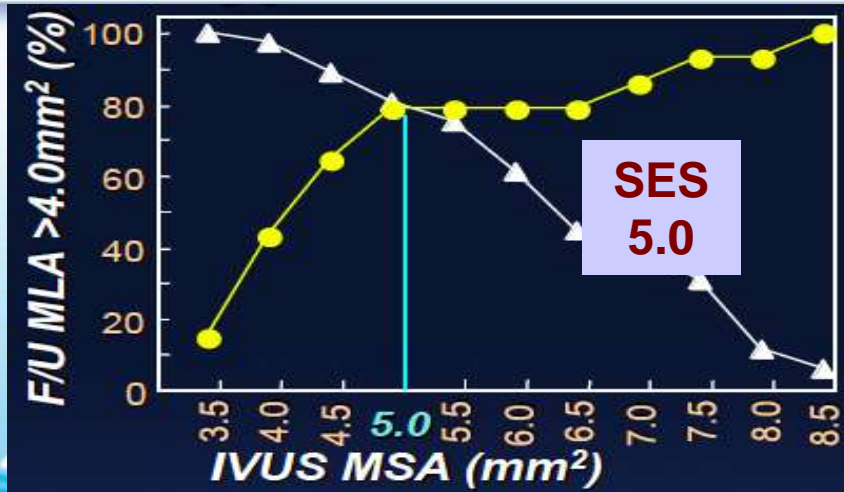
# Medidas Volumétricas

## Correlación LLL con volumen NHI (%). Predictor RIS



Curvas ROC para predecir TLR

# Criteria Expansion. AMS para Prevenir RIS



<sup>1</sup>Sonoda S et al. JACC 2004;43:1959-1963

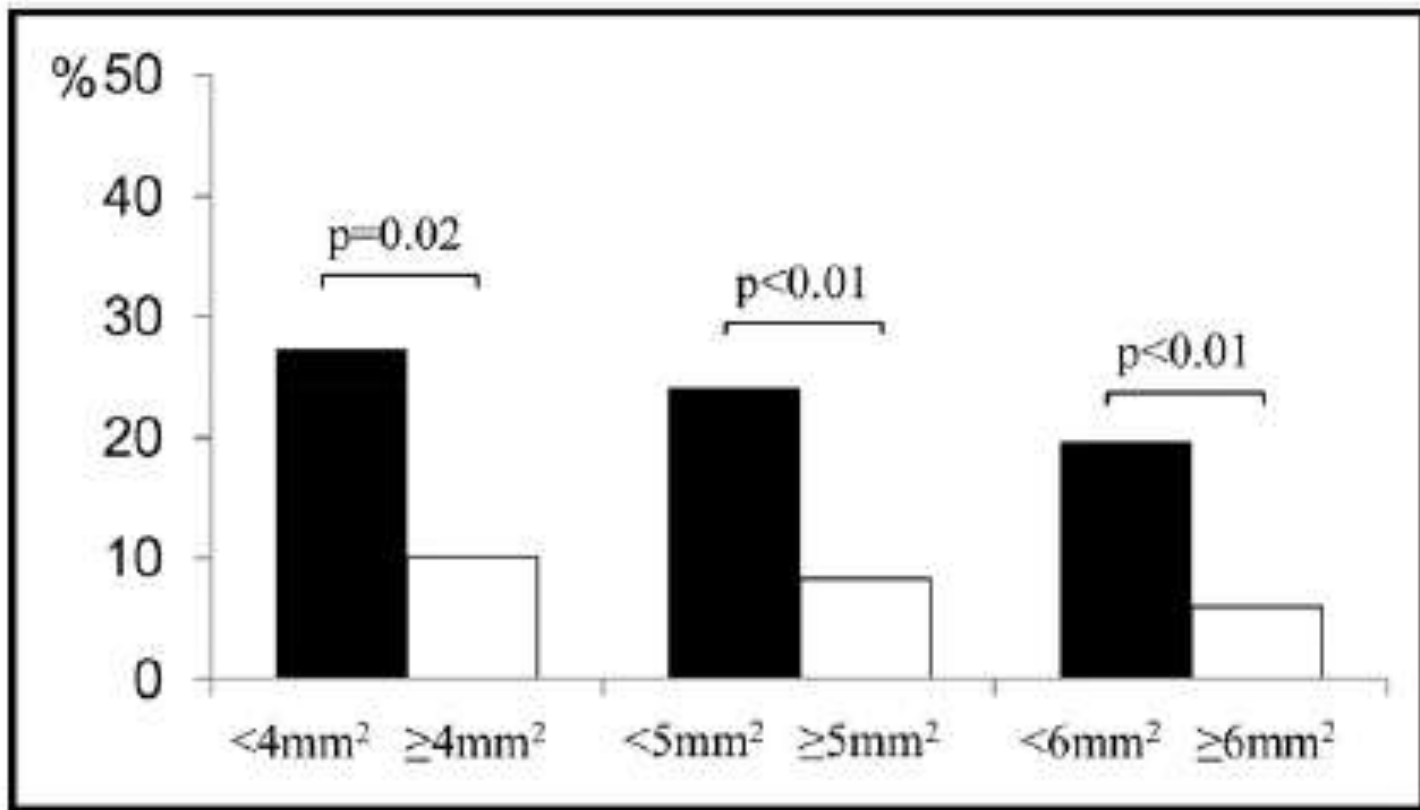
<sup>2</sup>Doi H, et al. JACC Cardiovasc Interv 2009;2:1269-1275

<sup>3</sup>Song HG, et al. Catheter Cardiovasc Interv 2012



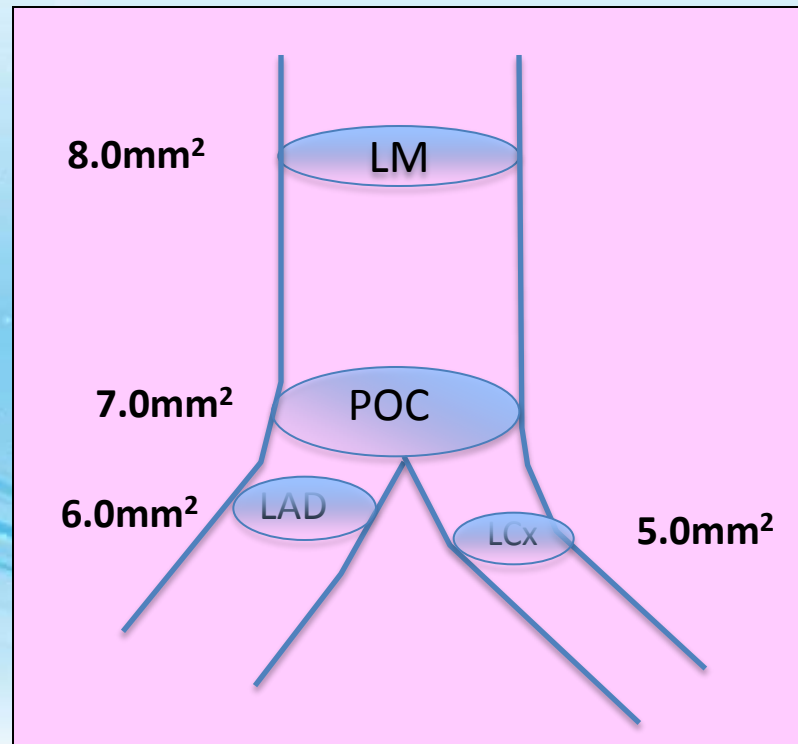
# IVUS AMS para Prevenir RIS

Cuanto menor AMS IVUS mayor RIS post PPCI (IAM).  
HORIZONS AMI Substudy



# IVUS AMS para Prevenir RIS: TCI

## Objetivo de tratamiento en TCI según localización



# Ultrasonido Intracoronario

- ❖ Definición y Fundamentos
- ❖ Características de las placas
- ❖ Medidas básicas.
- ❖ Criterios de Expansión
- ❖ **Puntos de Corte**
- ❖ **Indicación Tratamiento**

# Estudios. Puntos de corte

- **Indicación de tratamiento**
  - Evaluación de lesiones intermedias
  - Estudios de validación
    - **Lesiones No-TCI**
    - Lesiones en TCI

# Lesiones Intermedias No-TCI

	Abizaid et al (AJC, 1998)	Takagi et al (Circulation, 1999)	Nishioka et al (JACC, 1999)	Briguori et al (JACC, 1999)	Kang et al (Circ. Inter, 2011)	Ben-Dor et al. (EuroInterv, 2011)	Waksman et al. (JACC, 2013) FIRST Trial
	86 Pts	42 Pts	70 Lesions	53 Lesions	201	92	367
<b>Cutt-off of MLA (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>&gt; 4.0</b>	<b>&lt; 3.0</b>	<b>&lt; 4.0</b>	<b>&lt;4.0</b>	<b>&lt;2.4</b>	<b>3.2</b>	<b>&lt; 2.4 (RVD &lt;3.0) &lt;2.7 (RVD 3.0- 3.5) &lt;3.6 (RVD &gt;3.5)</b>
<b>Comparator</b>	CFR > 2.0	FFR <0.75	SPECT +	FFR <0.75	FFR	FFR	
<b>Sensitivity</b>	Accuracy	83%	80%	92%	64%	69%	64%
<b>Specificity</b>	92%	92.3%	90%	54%	65%	68%	65%
<b>RVD (mm)</b>	≥2.75 <3.5	≥2.5 <3.5	-	-	>2.5	≥2.5	≥2.5

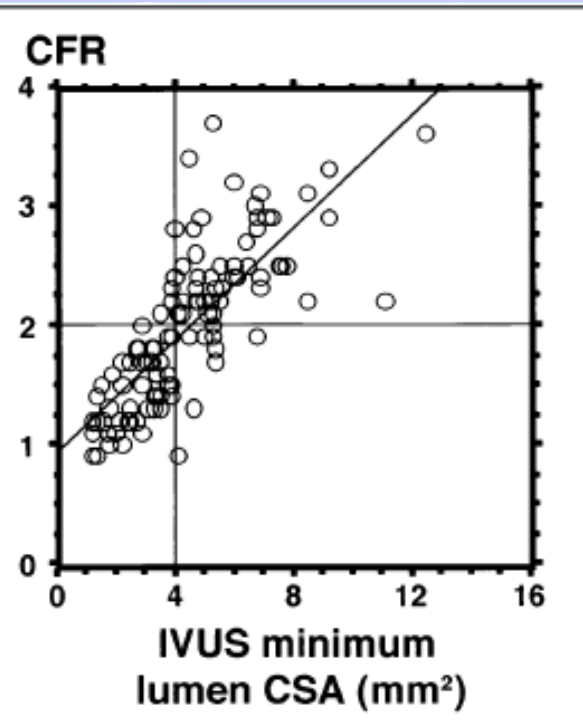
# Lesiones Intermedias. Puntos Corte y validación

86 Pts.

Reserva Flujo Coronario

CSA  $\geq 4\text{mm}^2$ : CRF > 2

Seguridad Diagnóstica: 92%



300 Pts. Seguimiento 1 año. Eventos: IAM-Muerte-TLR

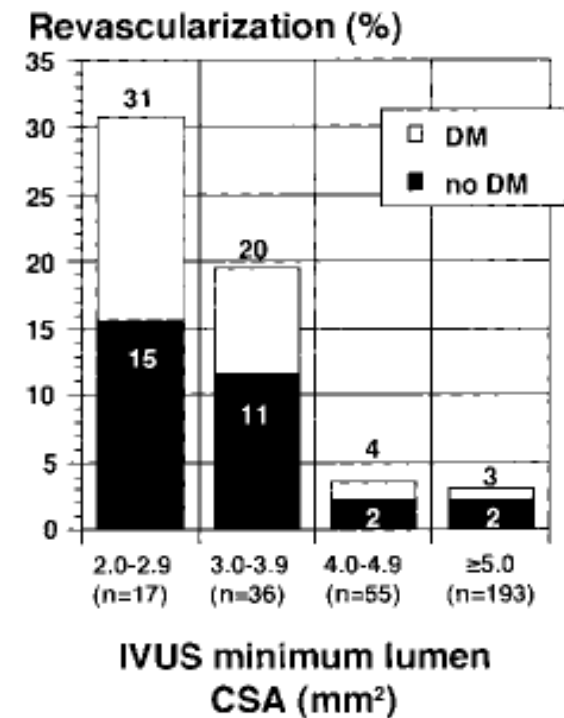
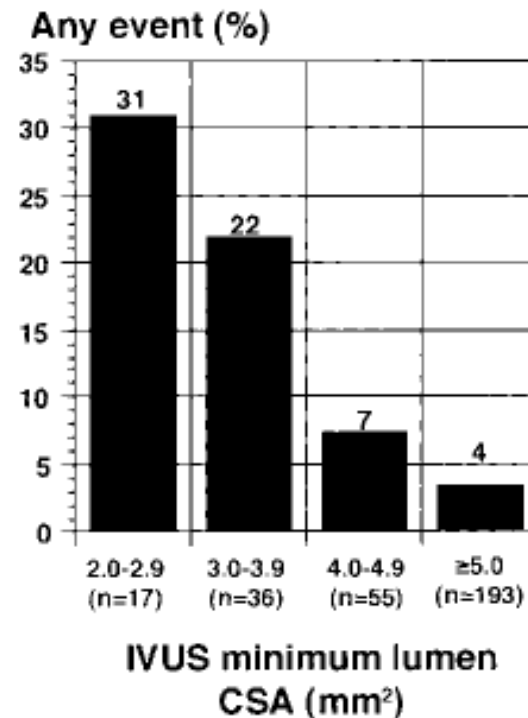
MLA: único predictor de eventos.

MLA y DBT: predictores de TLR

MLA  $\geq 4\text{mm}^2$ :

Tasa de eventos 4%

TLR: 2,8%

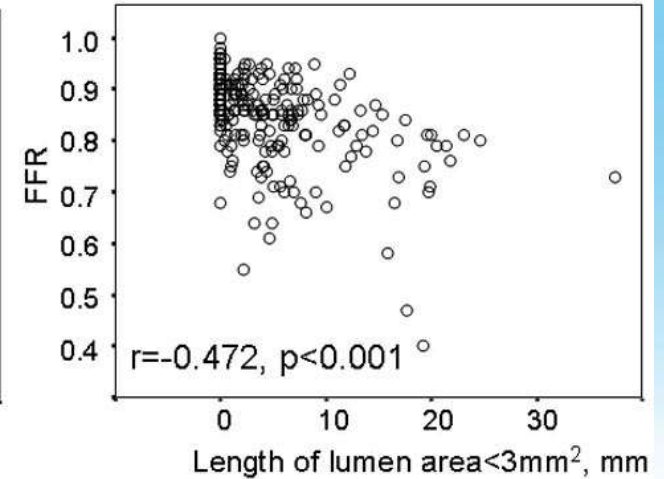
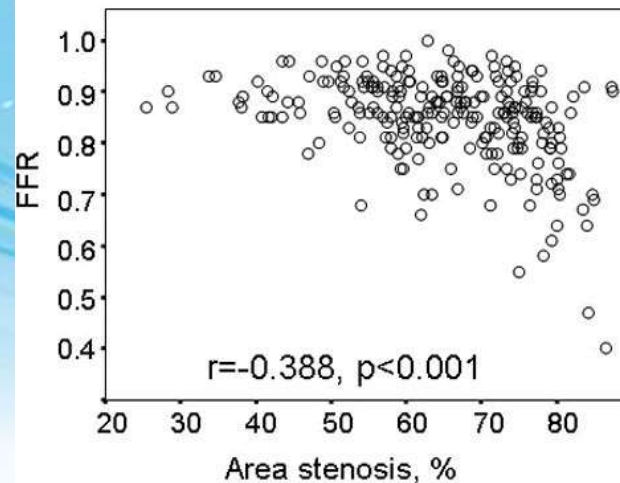
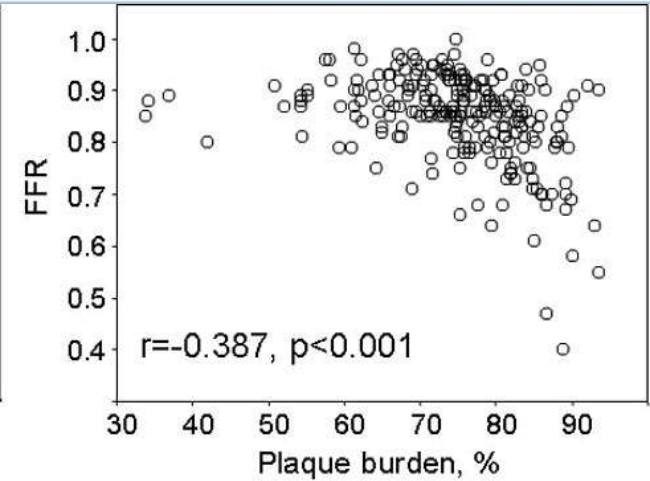
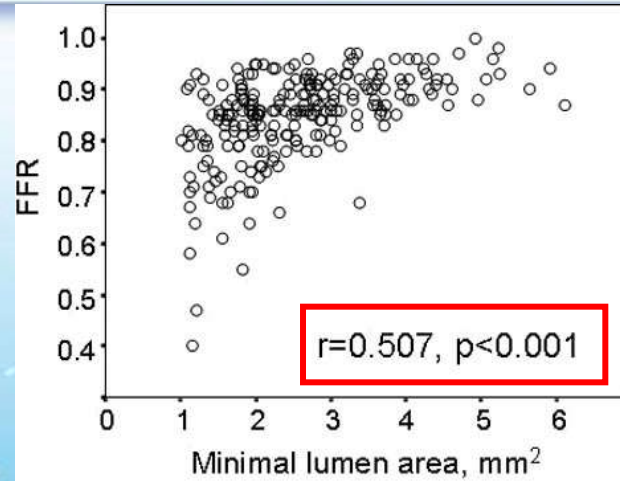


Abizaid A. Am J Cardiol 1998;82:423-428

Abizaid AS. Circulation.1999;100:256-261.

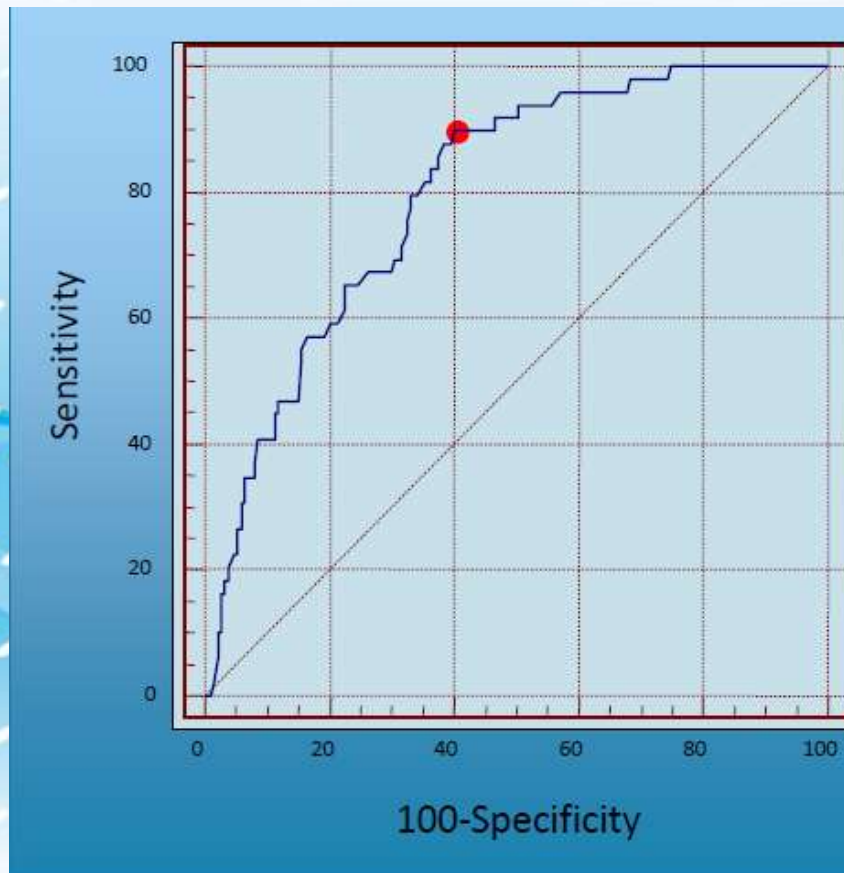
# No-TCI. Puntos de Corte (MLA) para FFR <0.8

201 Pts  
236 lesiones  
intermedias.



# No-TCI. Puntos de Corte (MLA) para FFR <0.8

201 Pts, 236 lesiones intermedias.



**Cut-off  
=2.42mm<sup>2</sup>**

AUC=0.800

95% CI=0.742-0.848

Sensitivity=90%

Specificity=60%

PPV=37%

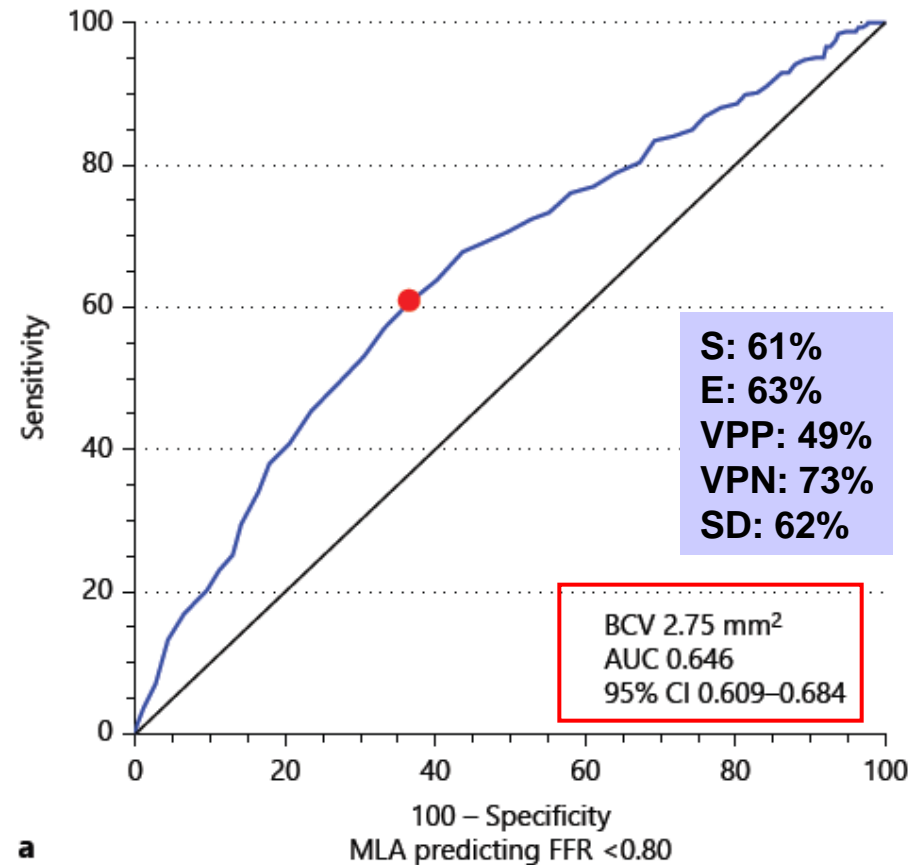
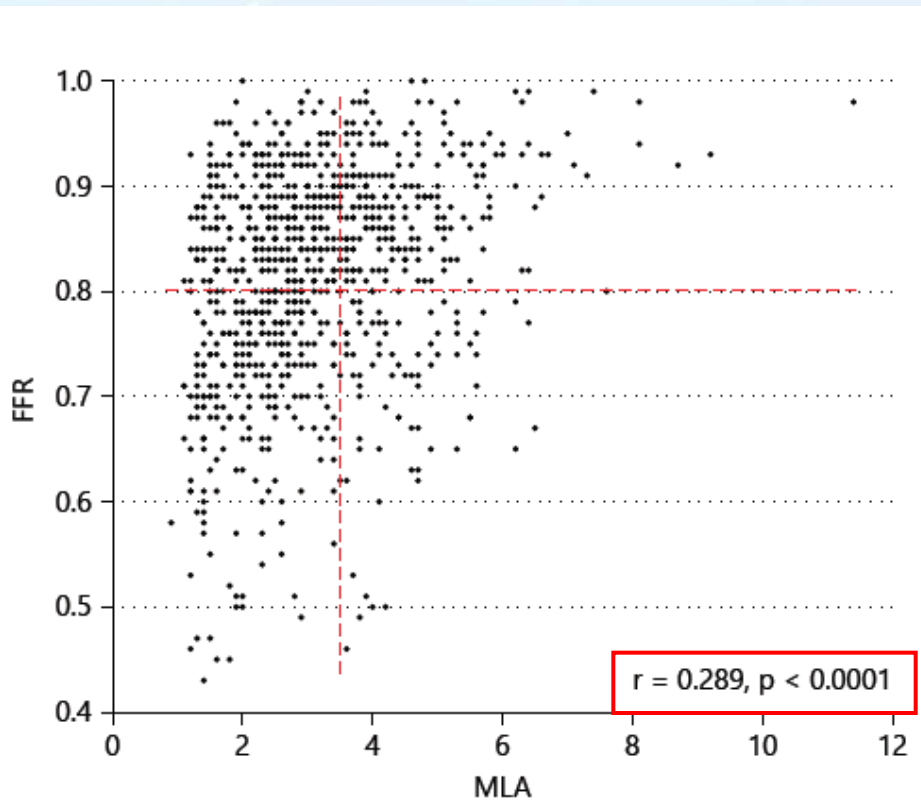
NPV=96%

Accuracy=68%

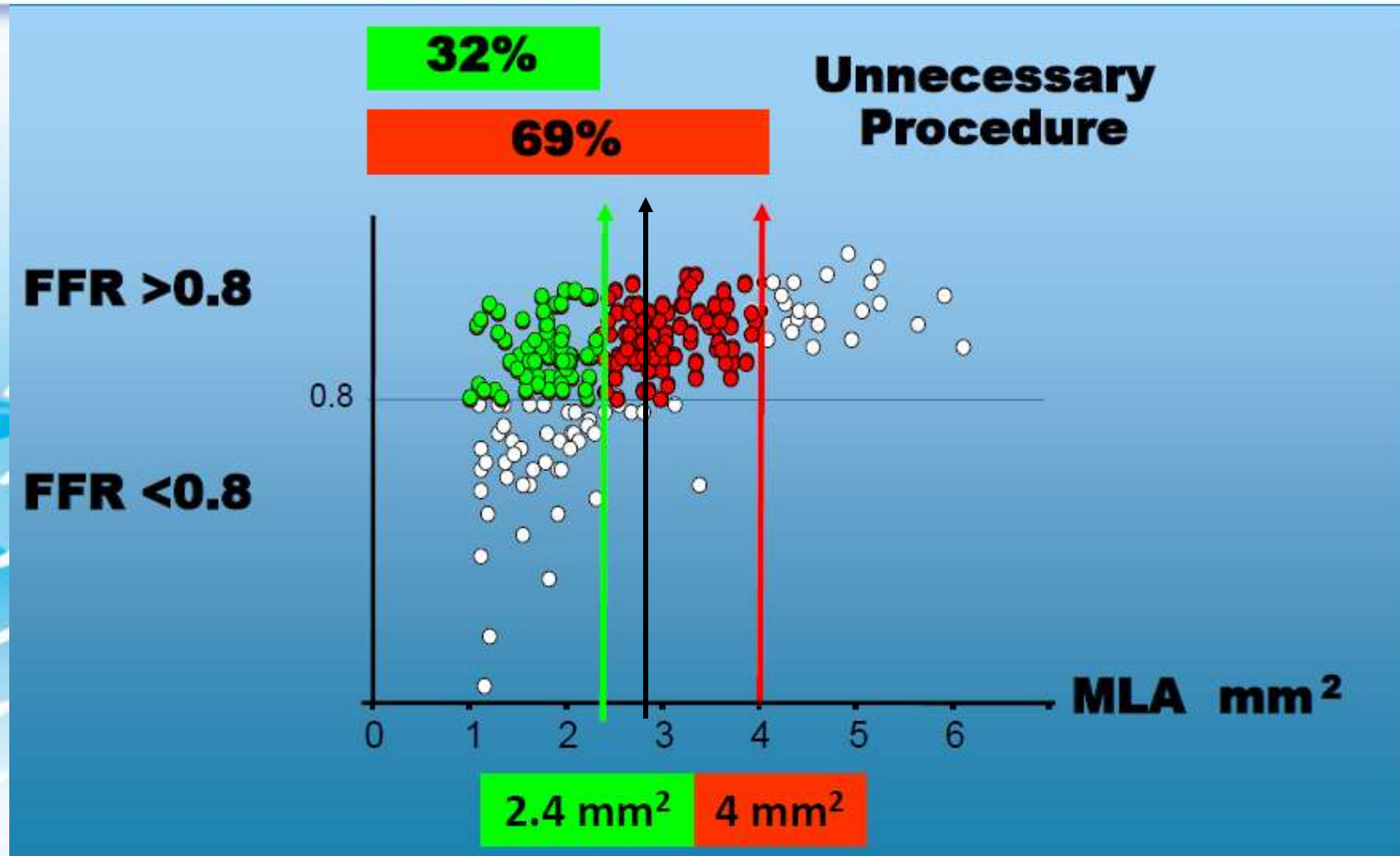


# Punto de corte (MLA) para Isquemia (FFR).

Registro Multicentrico (Análisis de datos). 11 centros. 822 pts. 881 lesiones.

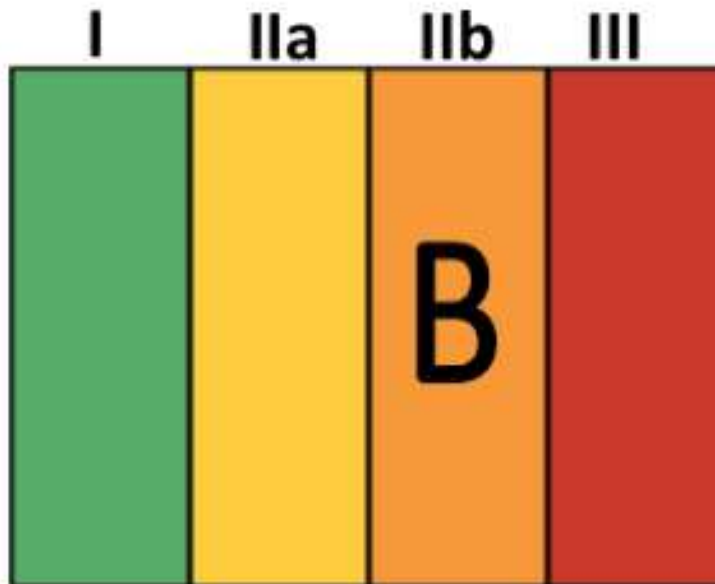


# No-TCI. Diferentes Puntos de Corte para Isquemia.



# Lesiones No-TCI. Guías PCI 2011 ACCF/AHA/SCAI.

Recommendation for non-LM  
intermediate stenosis



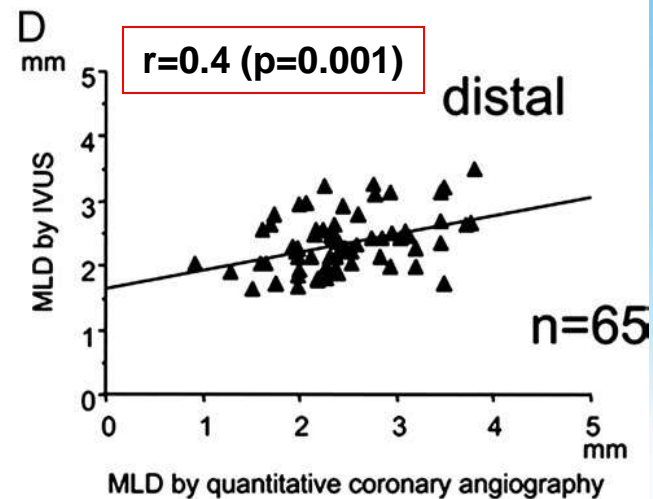
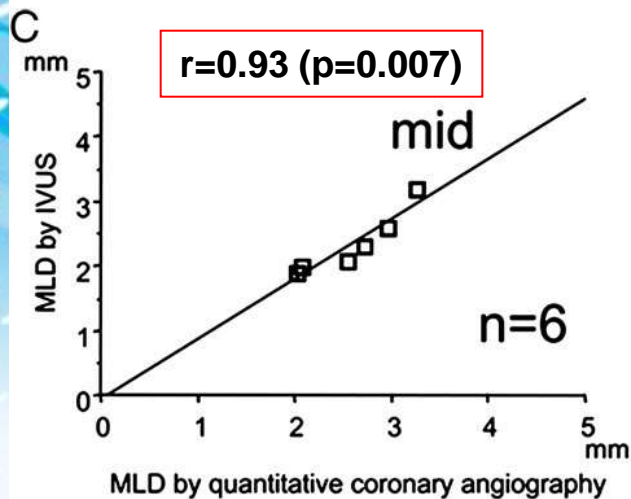
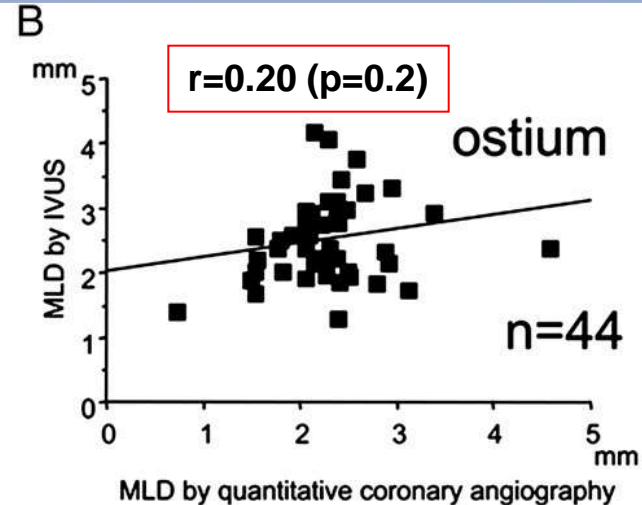
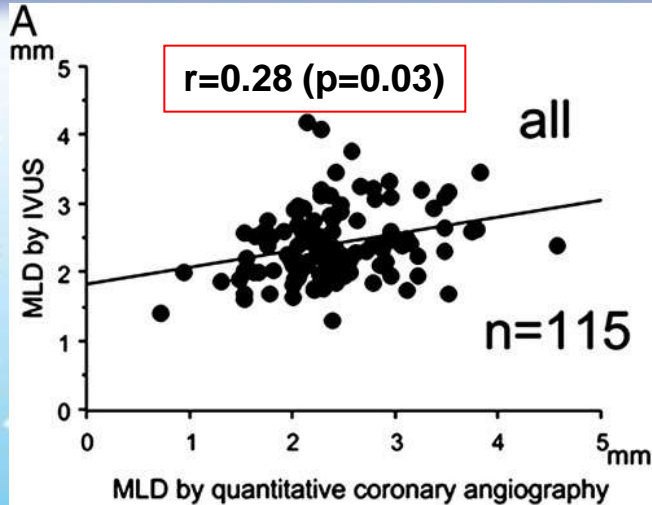
IVUS may be reasonable for the assessment of non-left main coronary arteries with angiographically intermediate coronary stenoses (50% to 70% diameter stenosis).

# Estudios. Puntos de corte

- **Indicación de tratamiento**
  - Evaluación de lesiones intermedias
  - Estudios de validación
    - Lesiones No-TCI
    - Lesiones en TCI

# TCl. Lesiones Intermedias. Correlación con QCA.

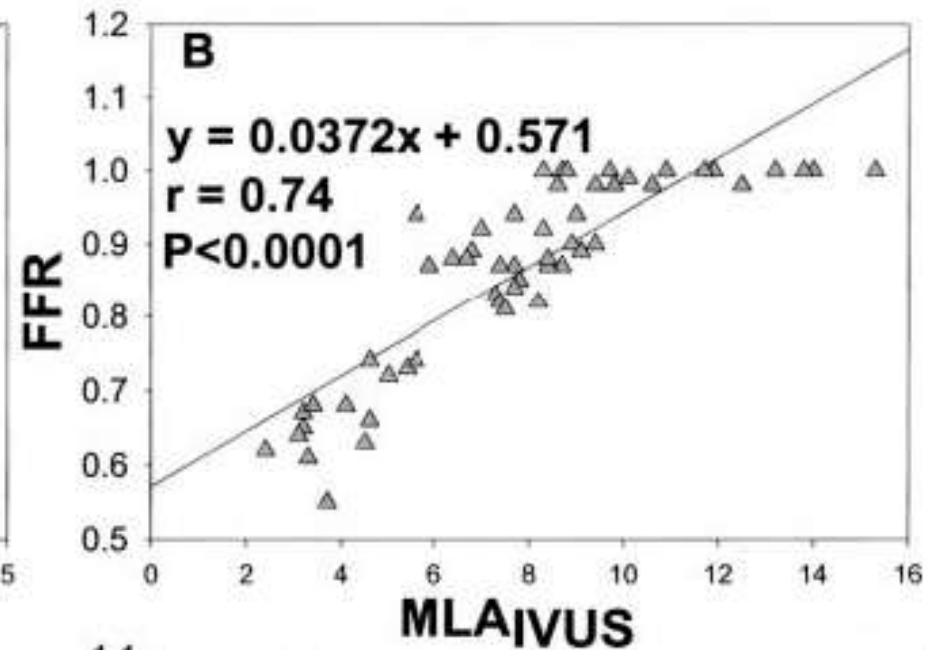
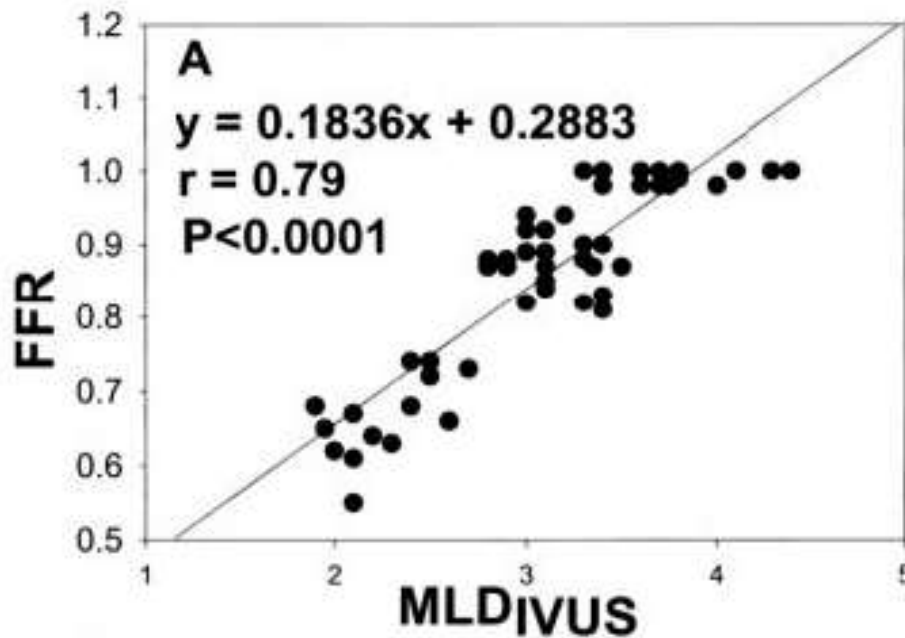
115 Pts.  
Análisis  
de datos



Sano K. Am Heart J 2007;154:983-8

# TCl. Lesiones Intermedias. Correlación con FFR.

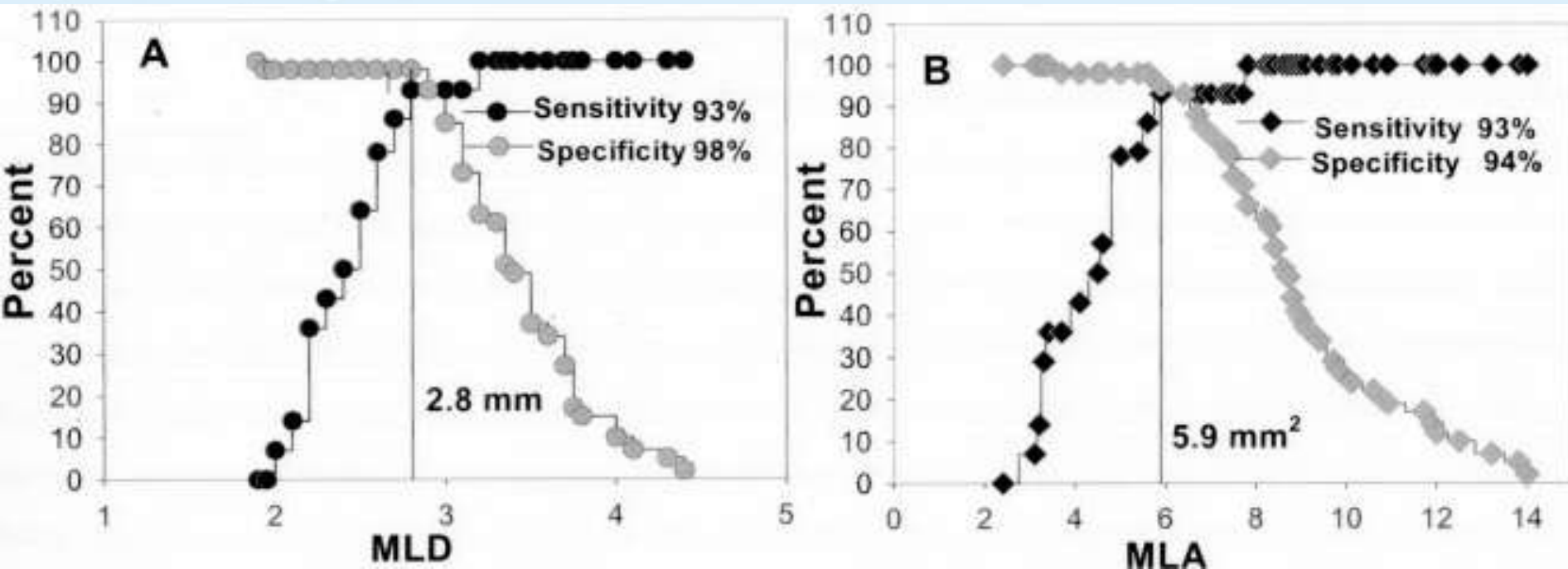
Lesiones intermedias. 55 pts. (32 Distal, 20 Ostial y 3 Cuerpo)



Jasti V. Circulation 2004, 110:2831

# TCl. Lesiones Intermedias. Correlación con FFR.

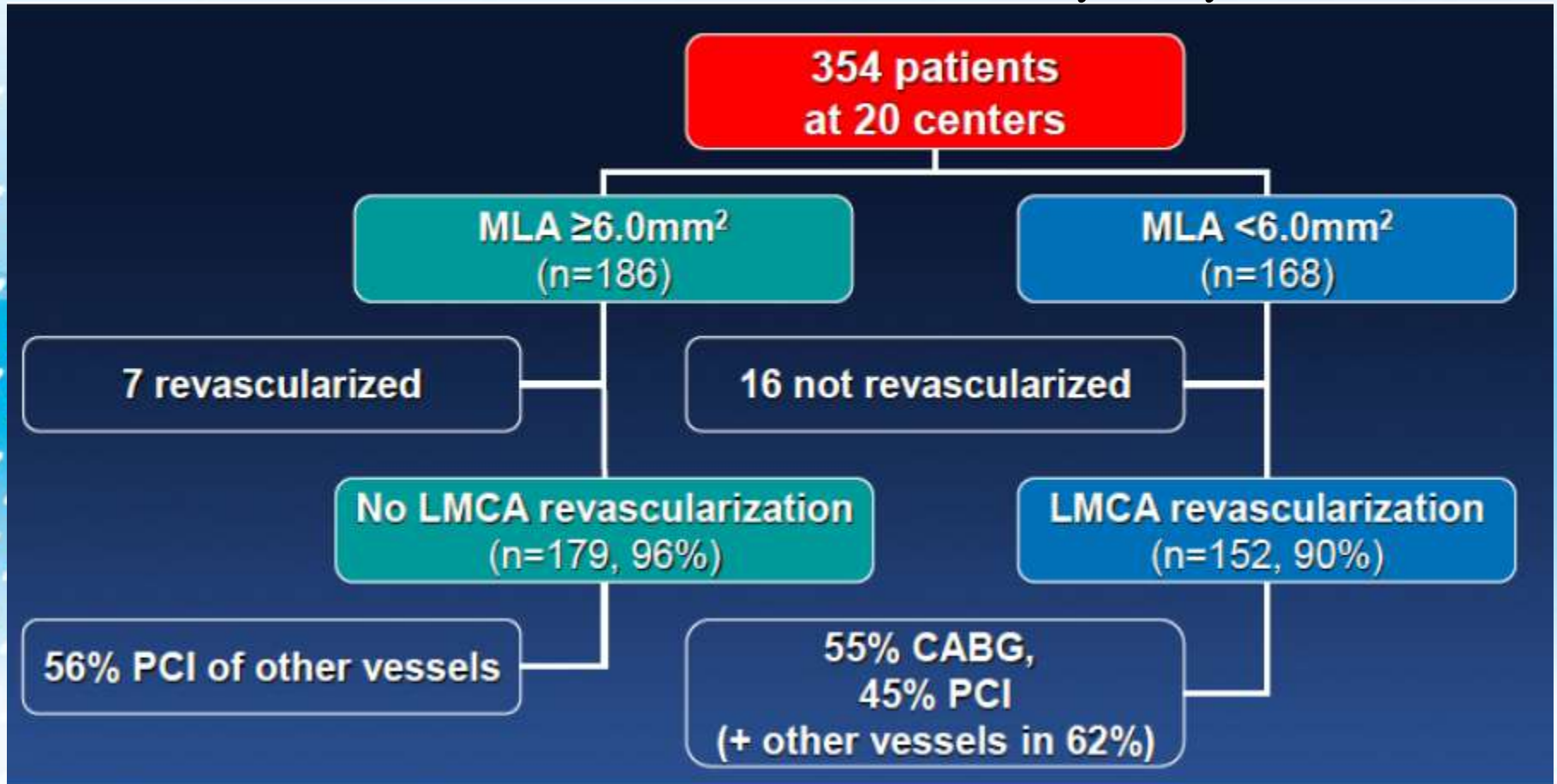
Lesiones intermedias. 55 pts. IVUS determinantes FFR<0.75



Jasti V. Circulation 2004, 110:2831

# Estudio de Validación. LITRO

Prospective Application of Pre-Defined Intravascular Ultrasound Criteria for Assessment of Intermediate Left Main Coronary Artery Lesions

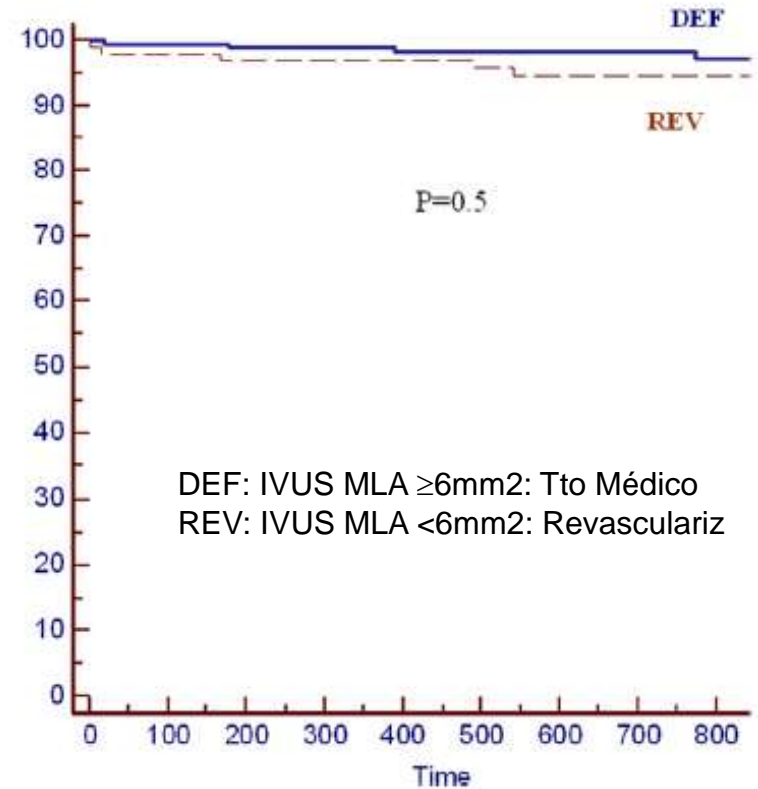
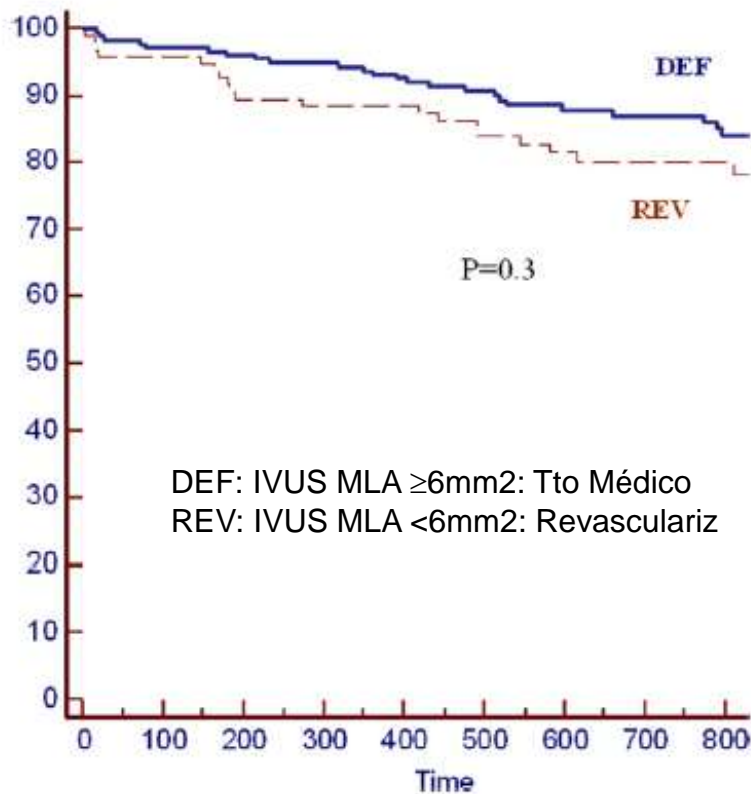




# ESTUDIO LITRO. Seguimiento 2 años

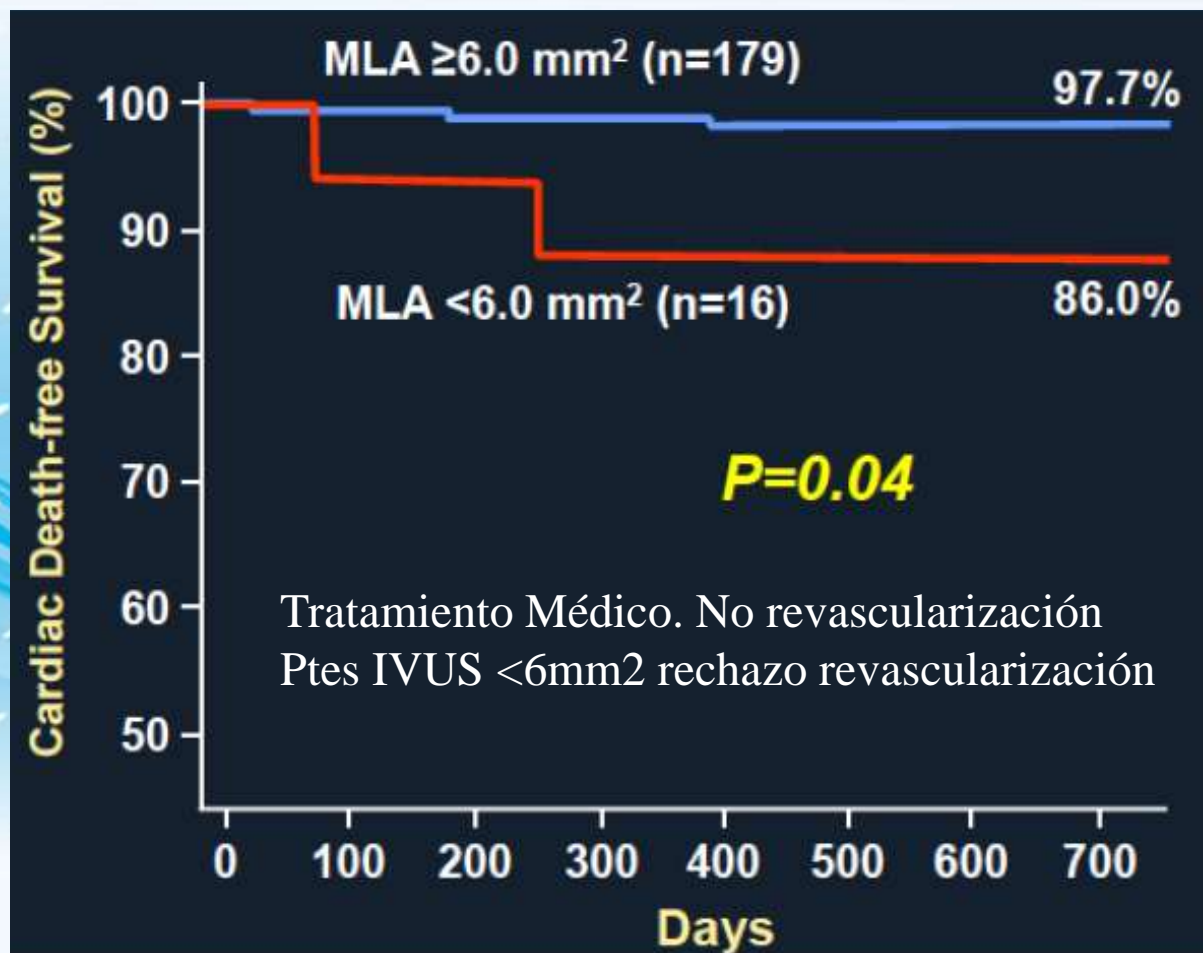
## Sobrevida libre Muerte-IAM-TVR

## Sobrevida libre Muerte Cardíaca



# ESTUDIO LITRO. Seguimiento 2 años

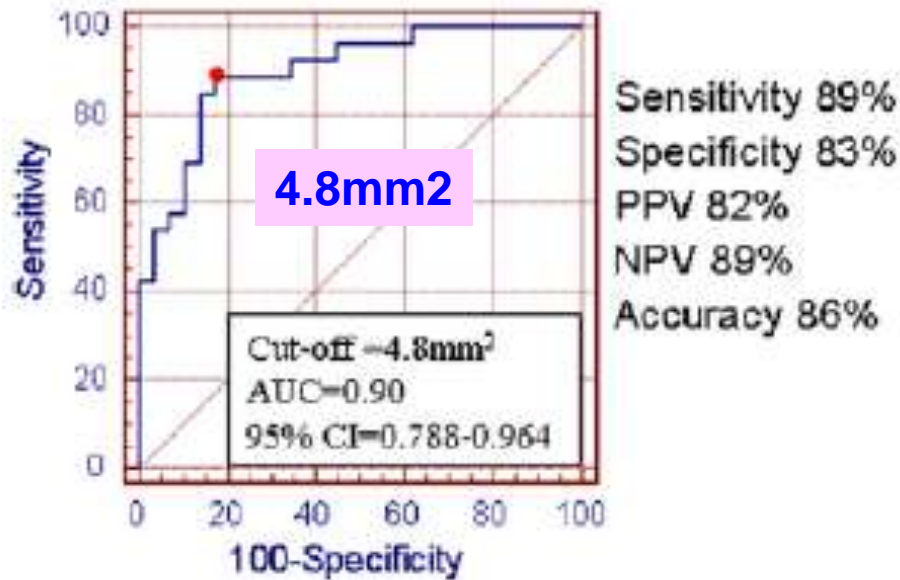
Sobrevida libre Muerte Cardíaca en pts bajo tratamiento médico



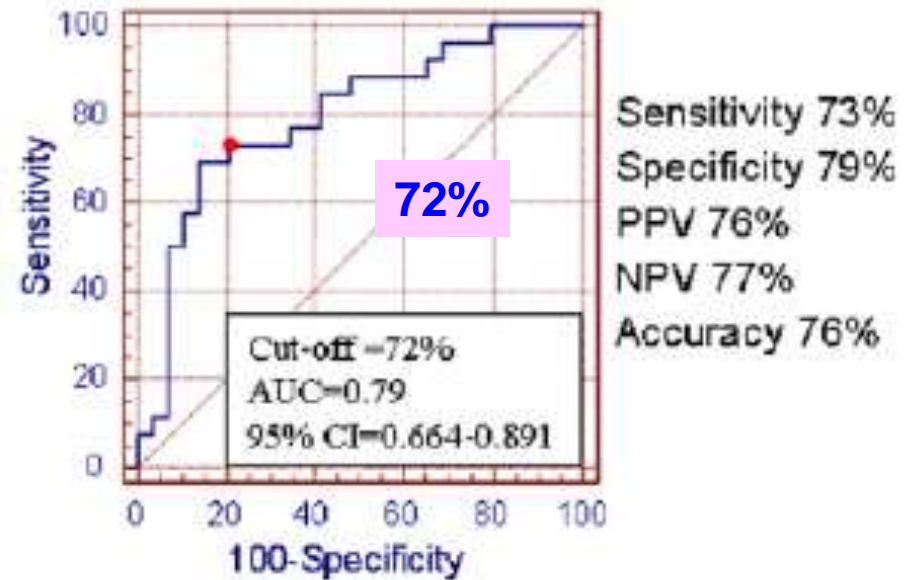
# TCl. Lesiones Intermedias. Correlación con FFR.

Nuevos Puntos de Corte 55 Pts. Lesión única de TCl

A. MLA predicting FFR<0.80

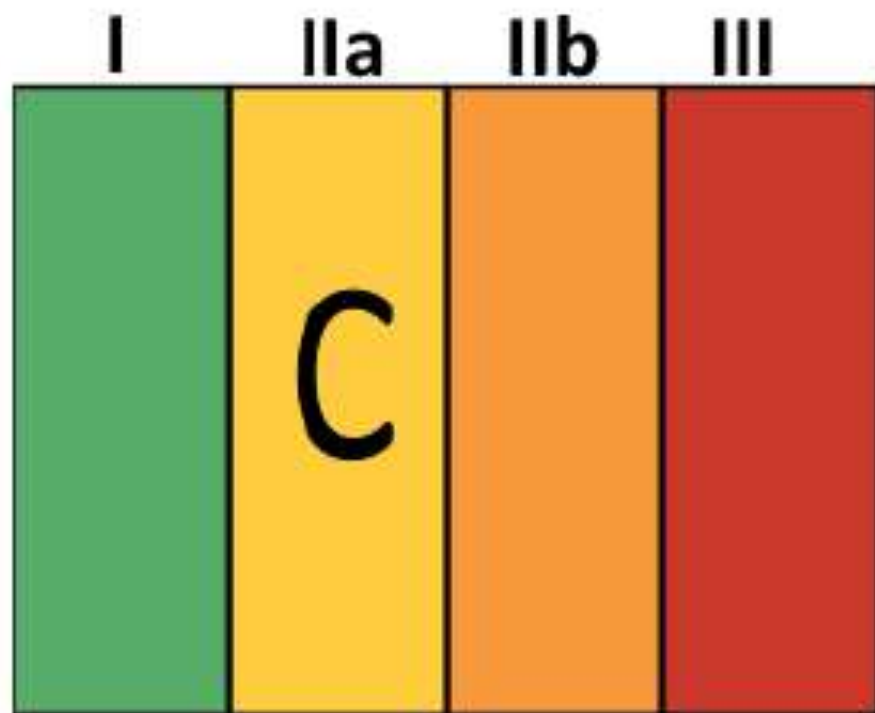


B. PB predicting FFR<0.80



# Lesiones TCI. Guías PCI 2011 ACCF/AHA/SCAI.

Recommendation for LM  
intermediate/ambiguous stenosis

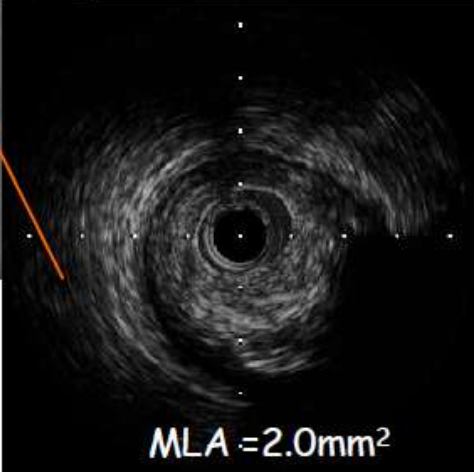
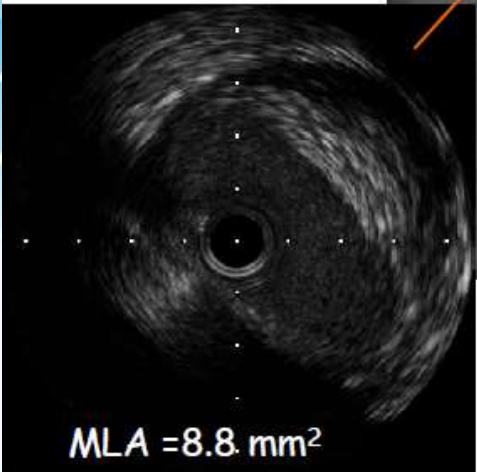
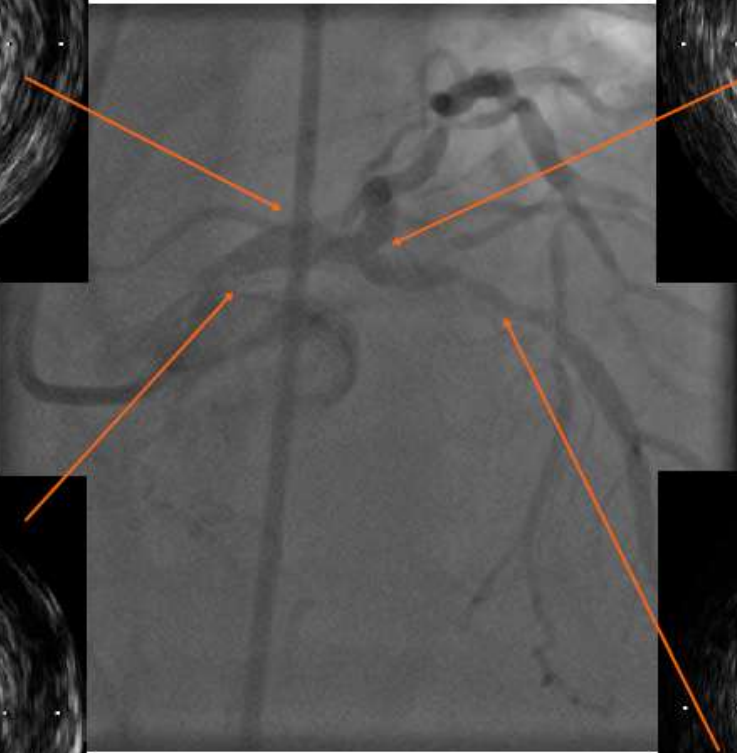
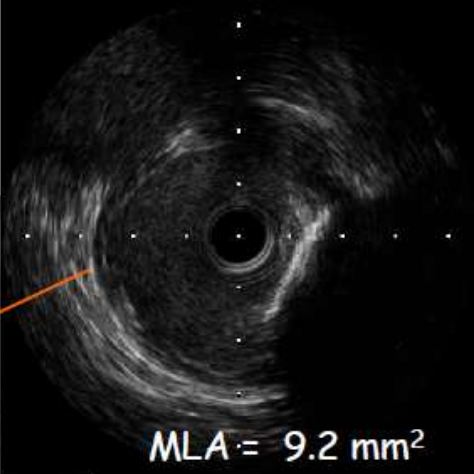
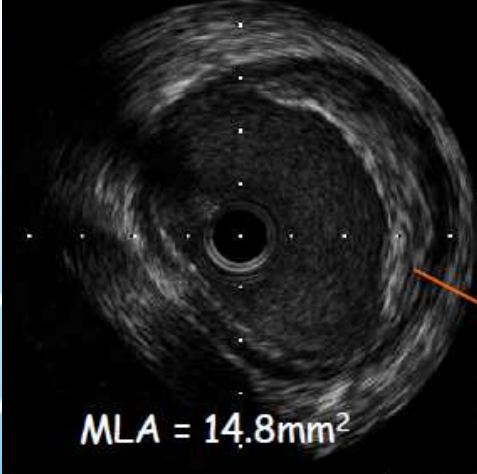


IVUS is  
reasonable for  
the assessment of  
angiographically  
indeterminate left  
main CAD.

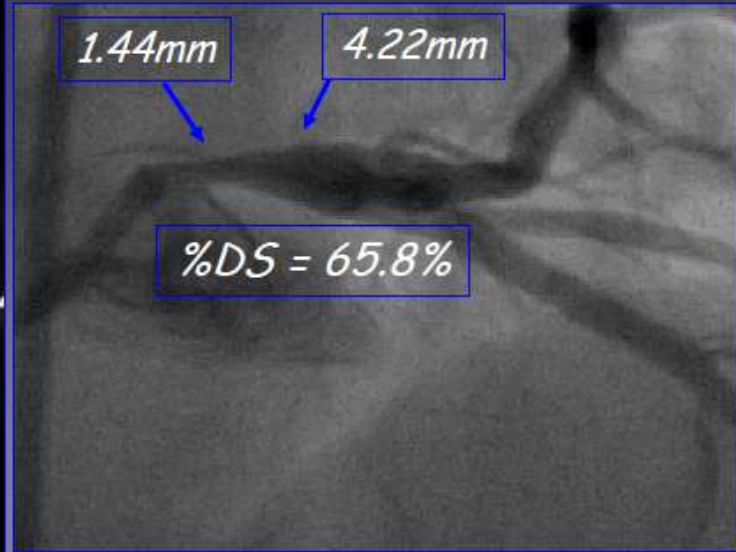
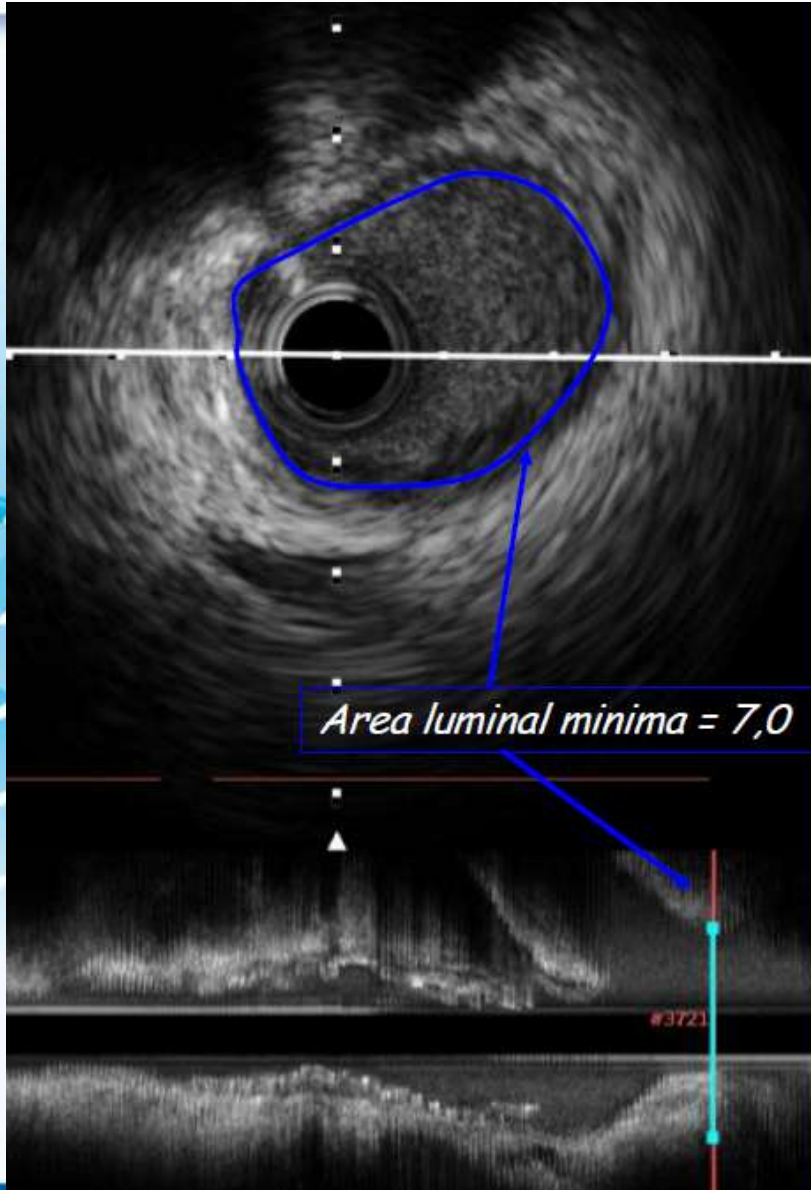
# CONCLUSIONES

El IVUS es fundamental en numerosas situaciones:

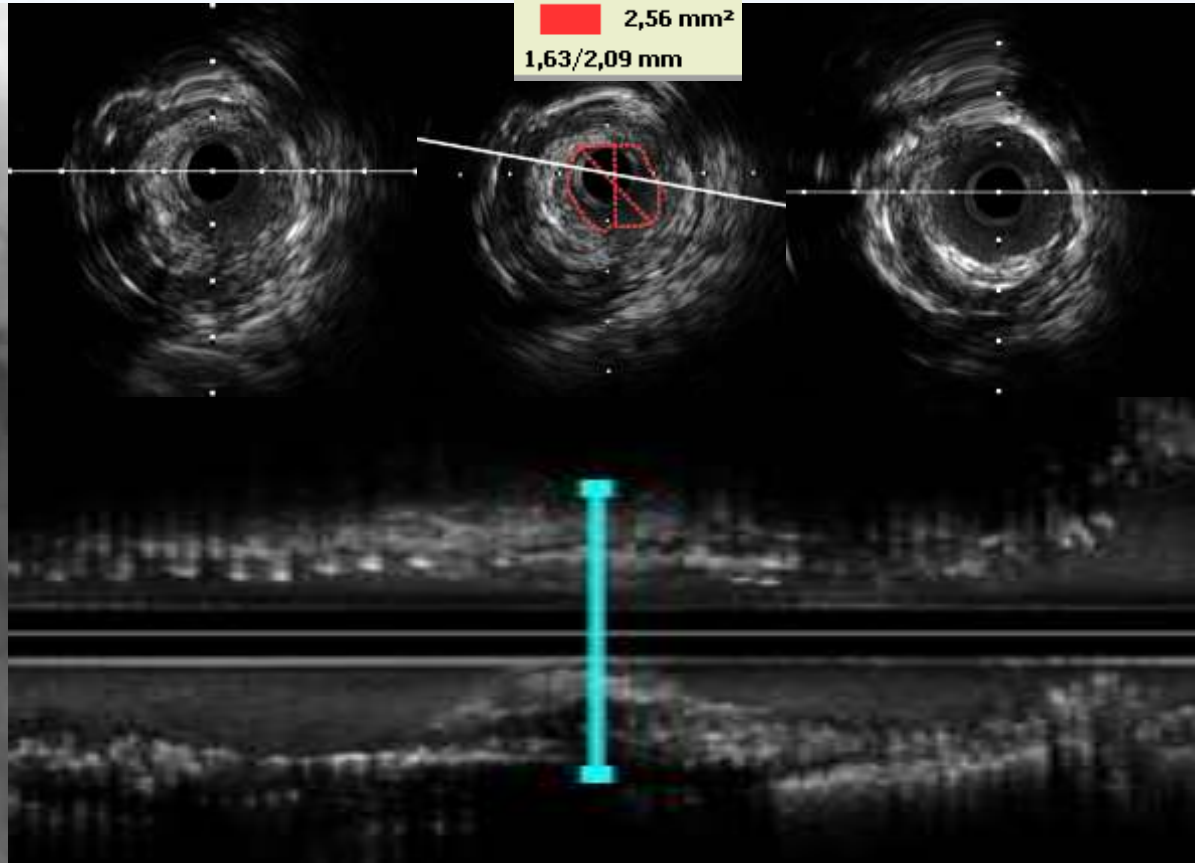
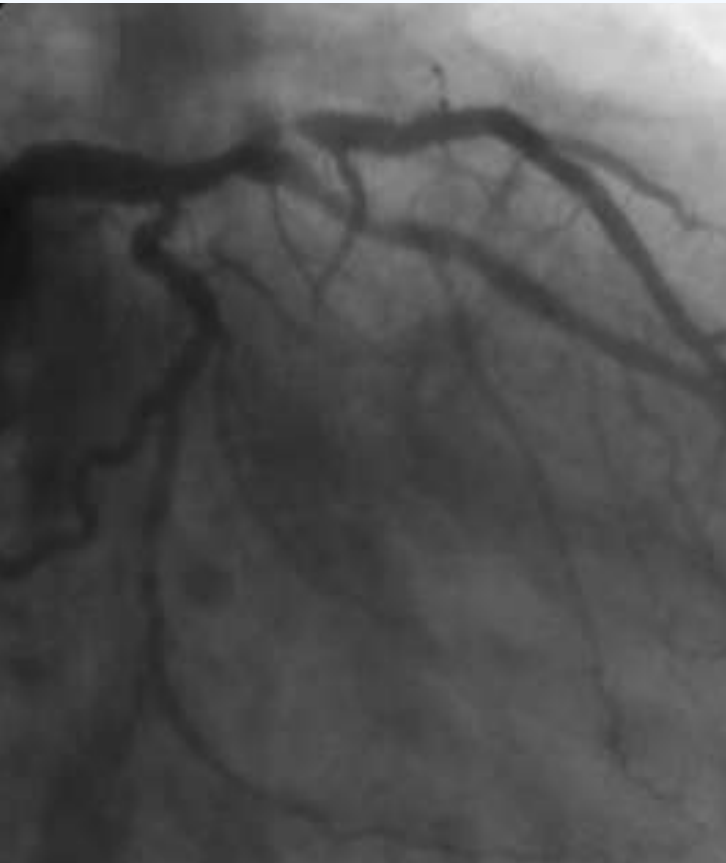
# Evaluar Lesión intermedia de TCI



# Evaluar Lesión intermedia de TCI

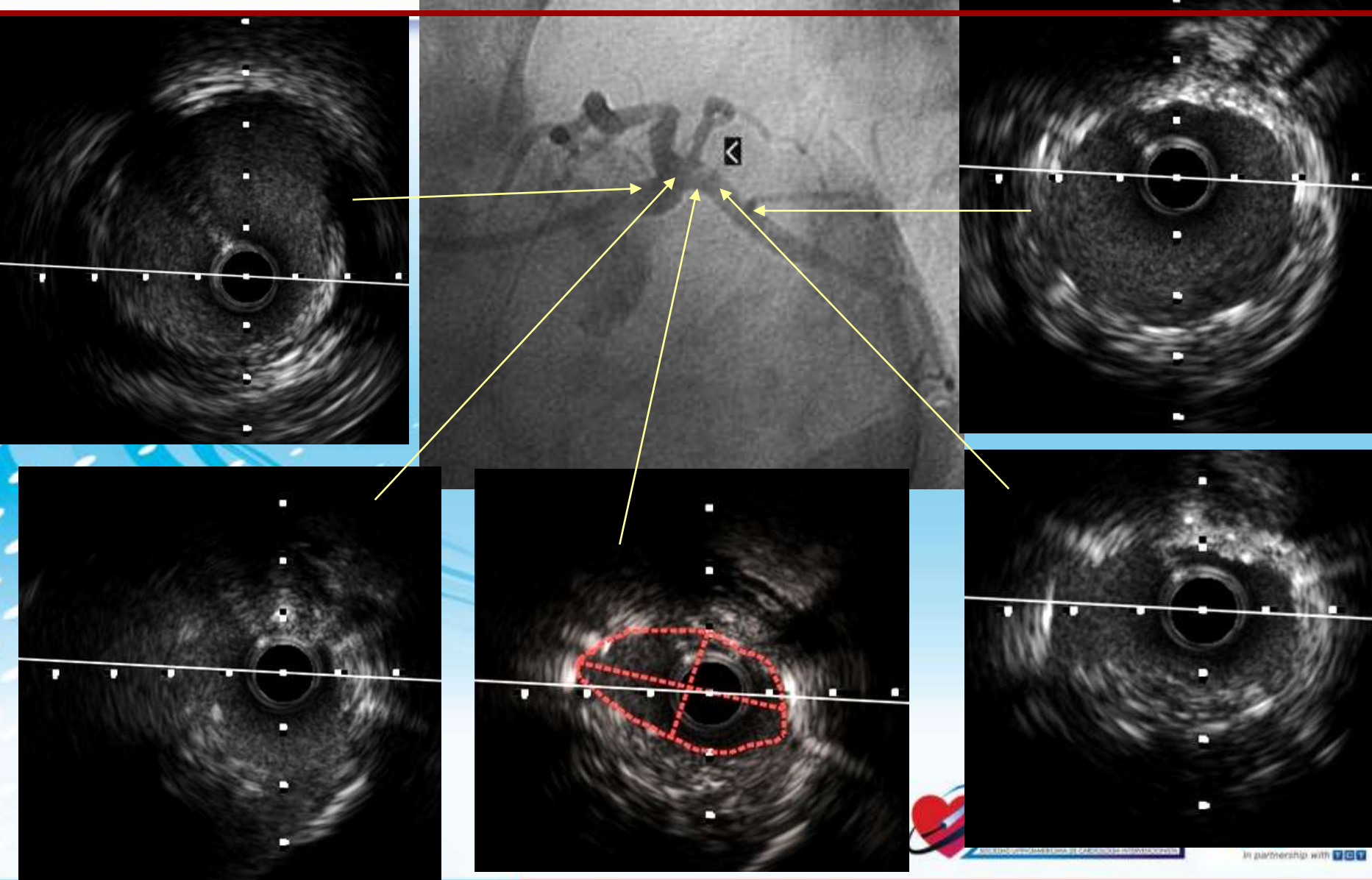


# Entender mecanismo de Reestenosis

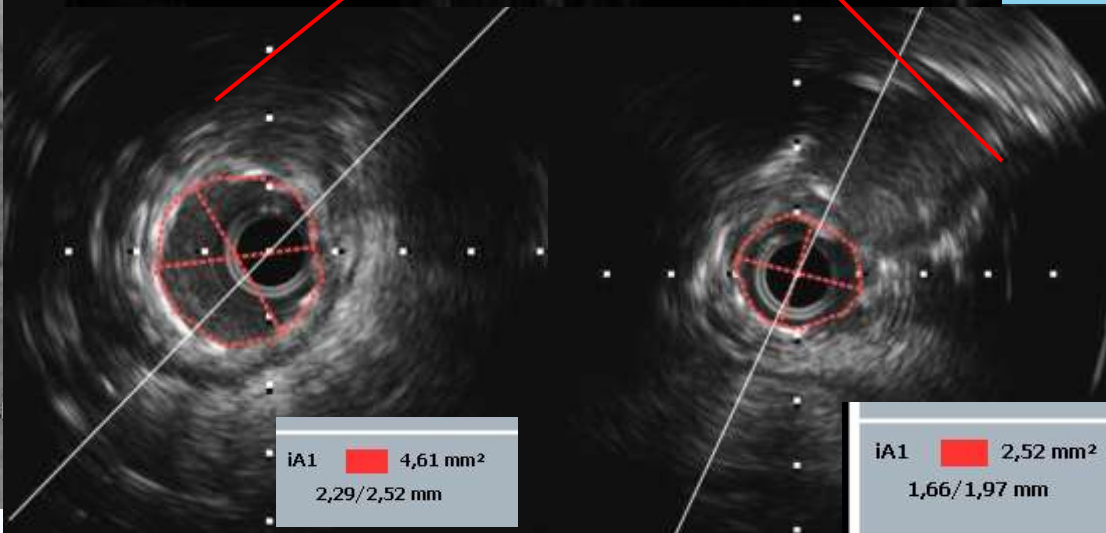
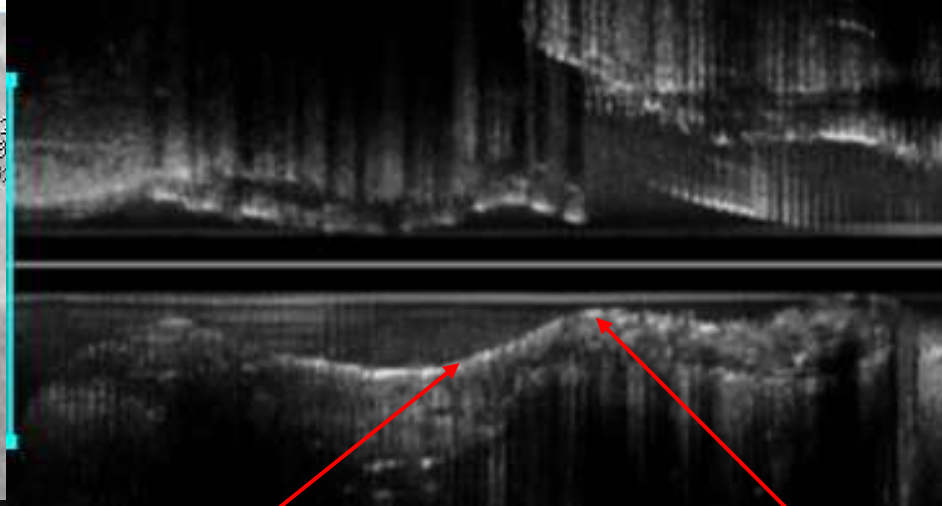
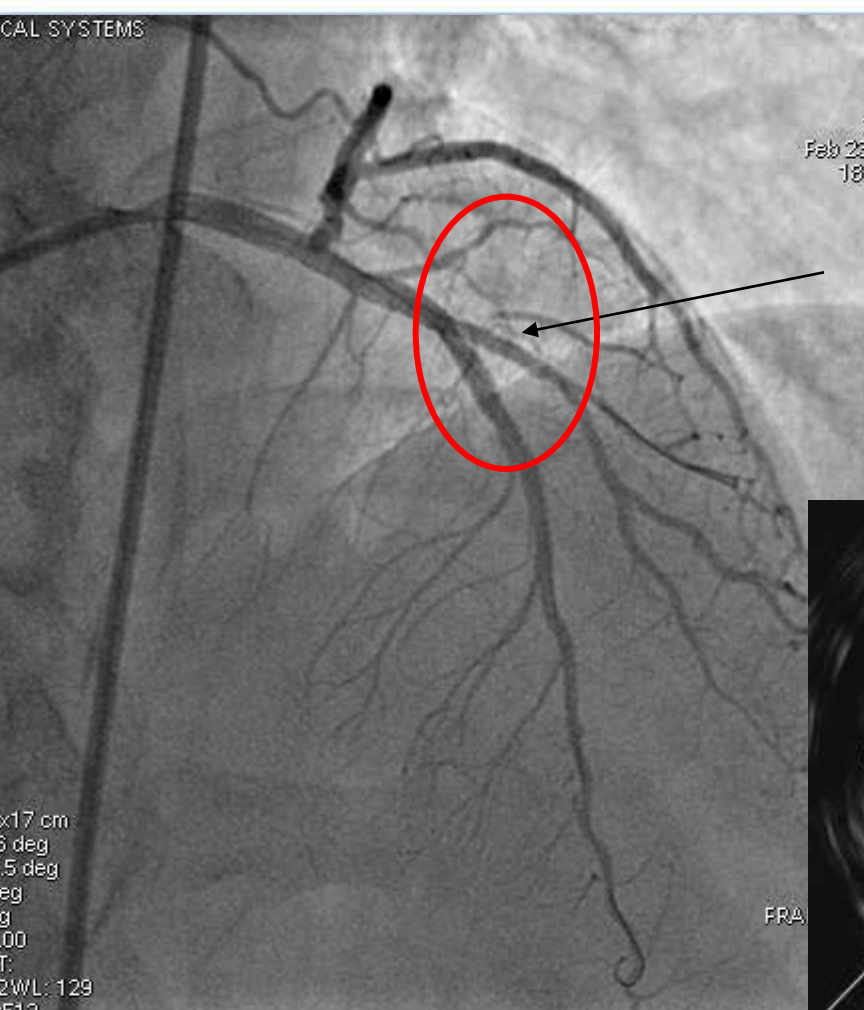




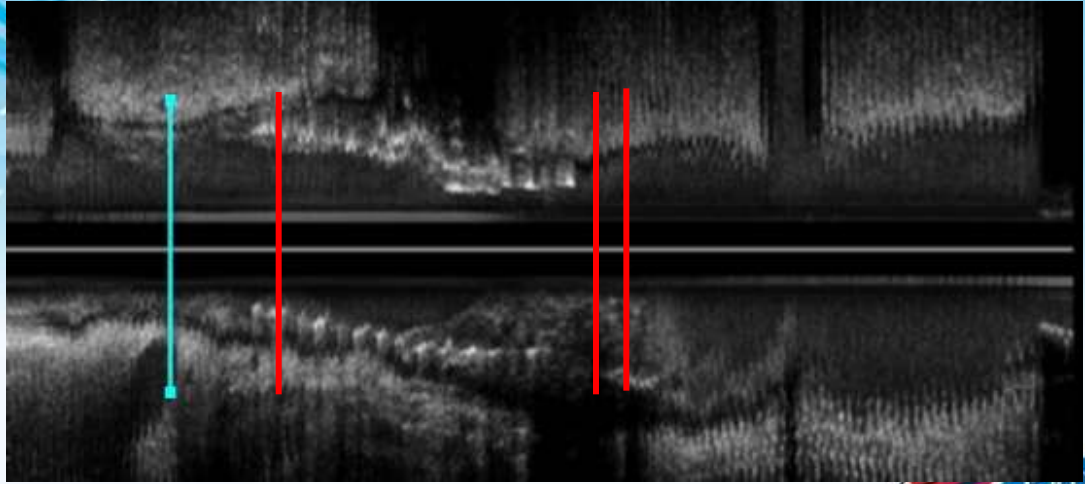
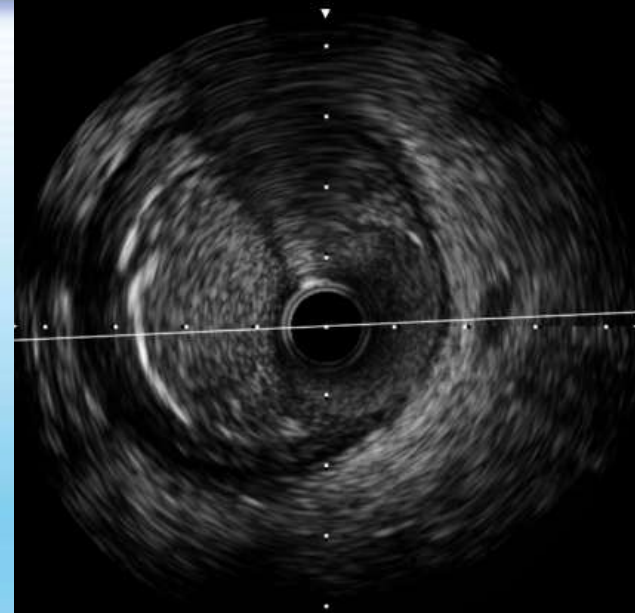
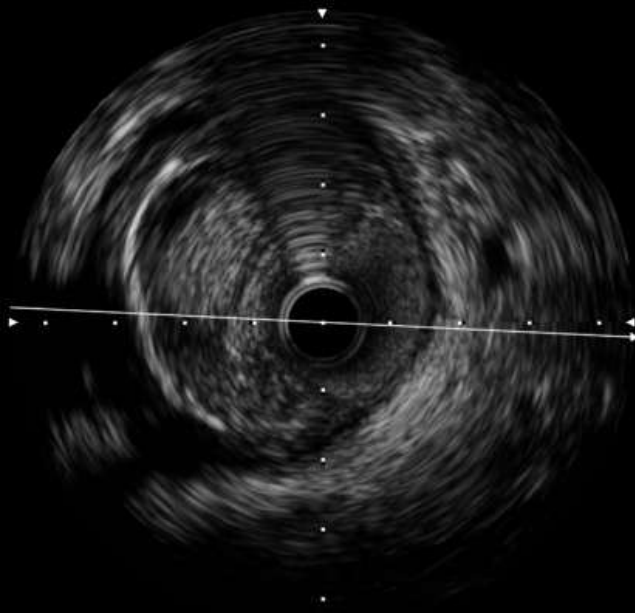
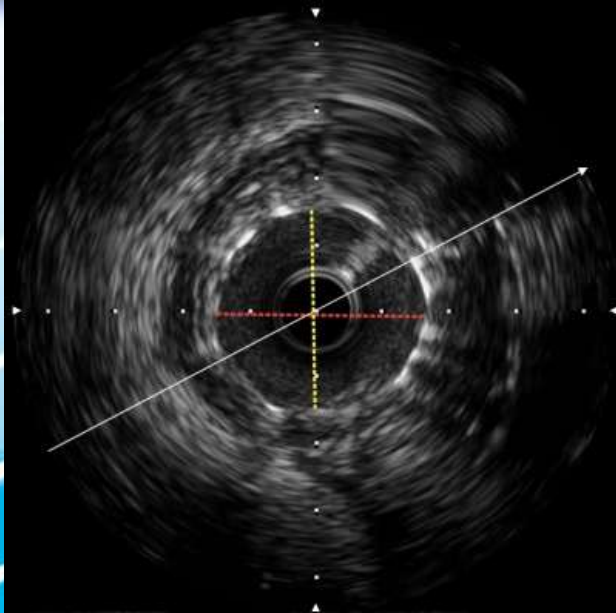
# Evaluar Post implante de stents



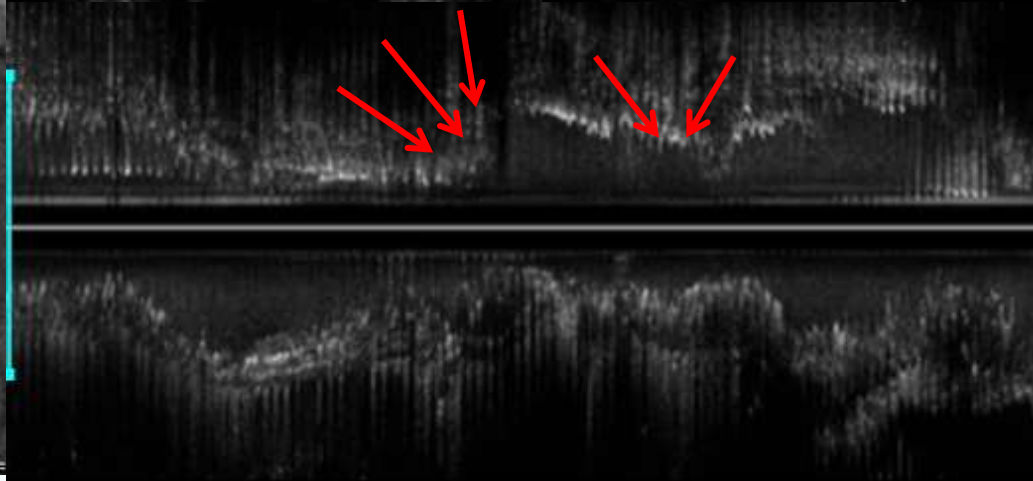
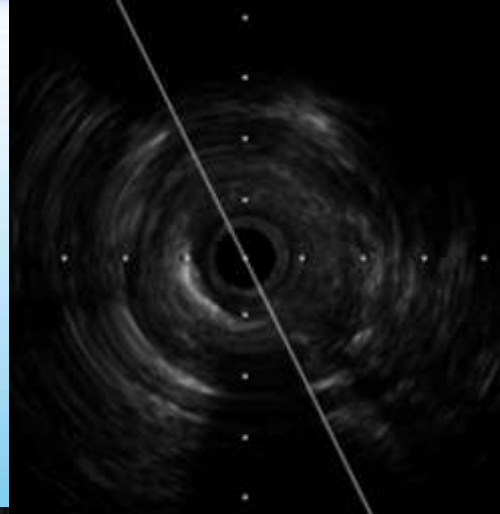
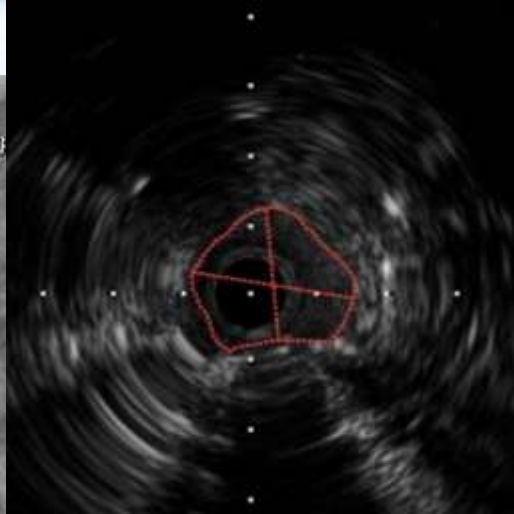
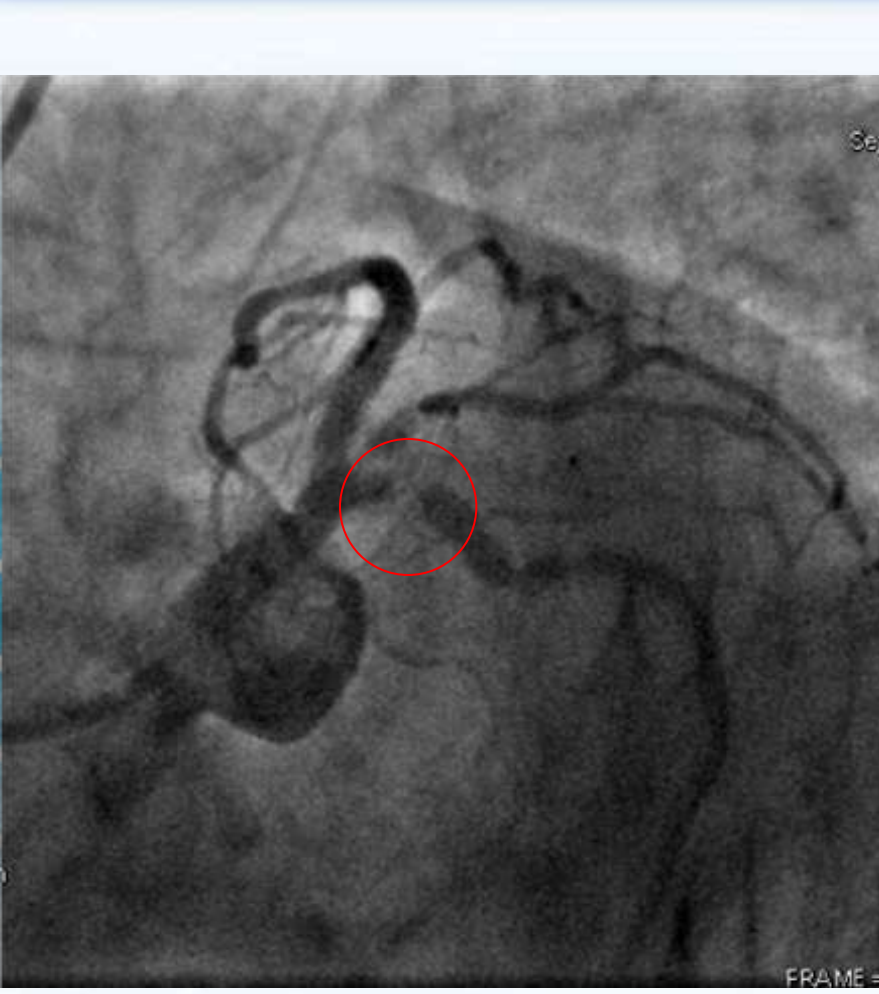
# Evaluar tratamiento de bifurcación



# Evaluar situaciones especiales: Hematoma



# Evaluar situaciones especiales: Fractura Stent



Muchas gracias

