



El diagnóstico imagenológico en la cardiopatía isquémica

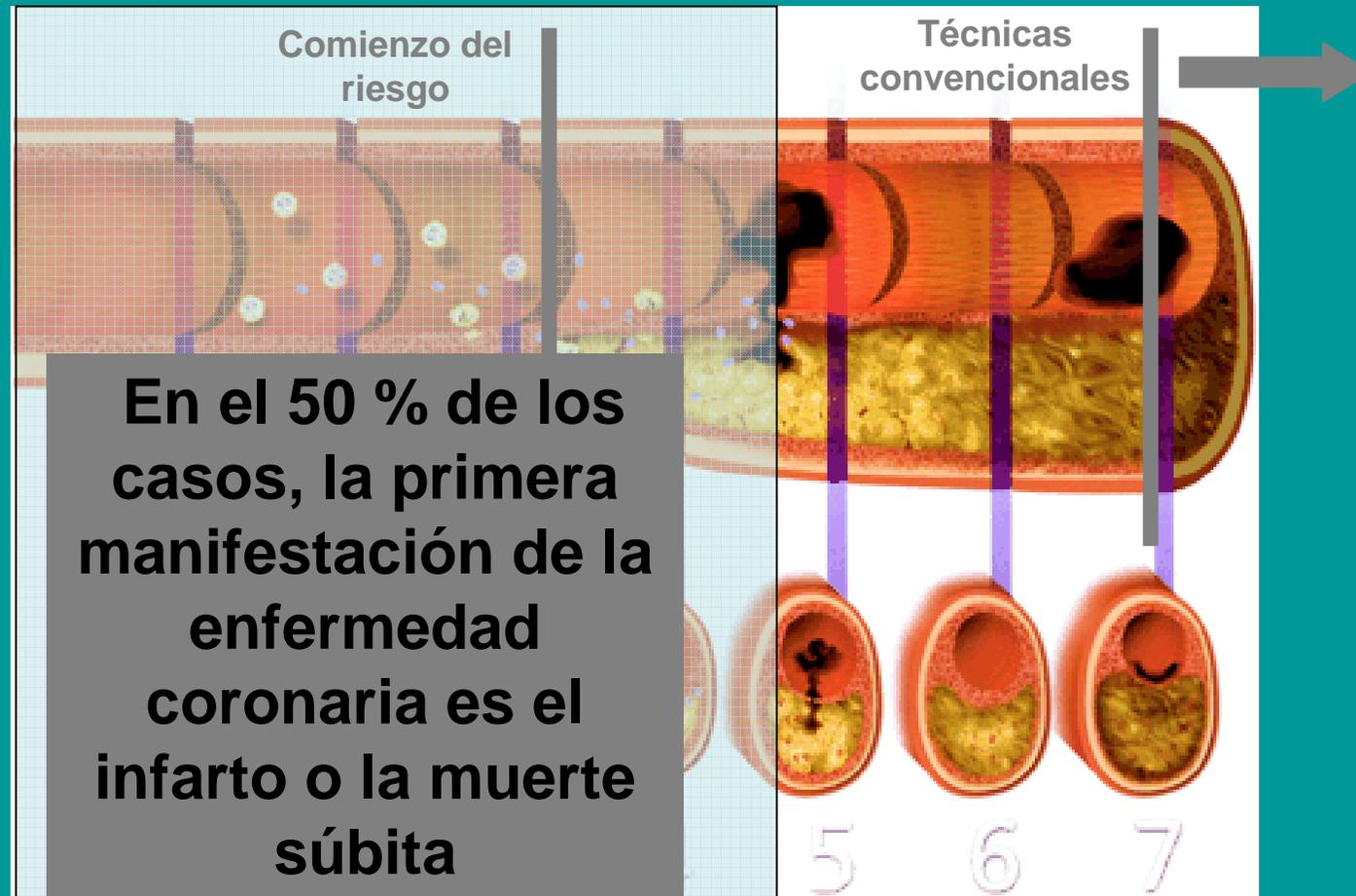
Gastón A. Rodríguez Granillo

**Sanatorio Otamendi
Clinica La Sagrada Familia
CONICET**

Asociación Médica Argentina

10 de Abril, 18:00 hs

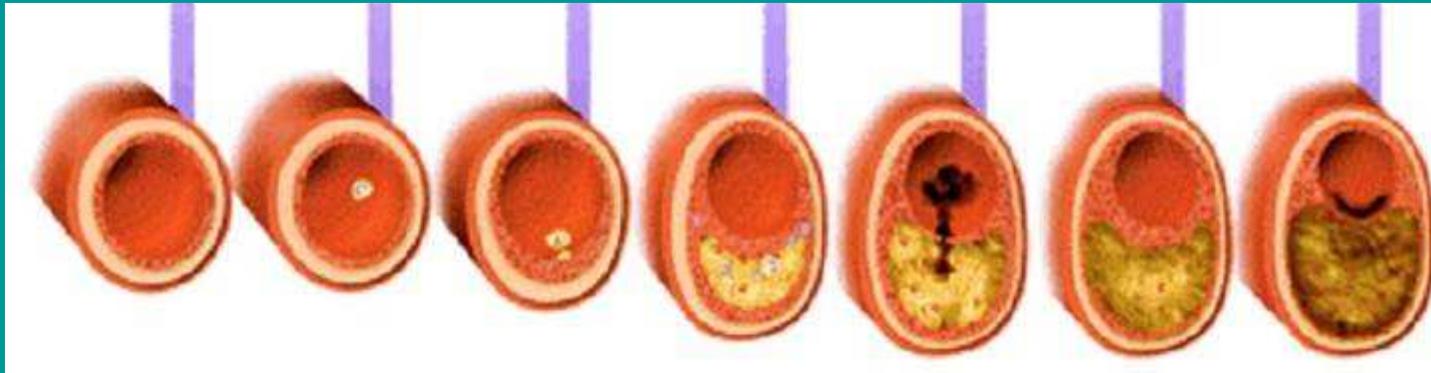
Historia natural de la aterosclerosis coronaria



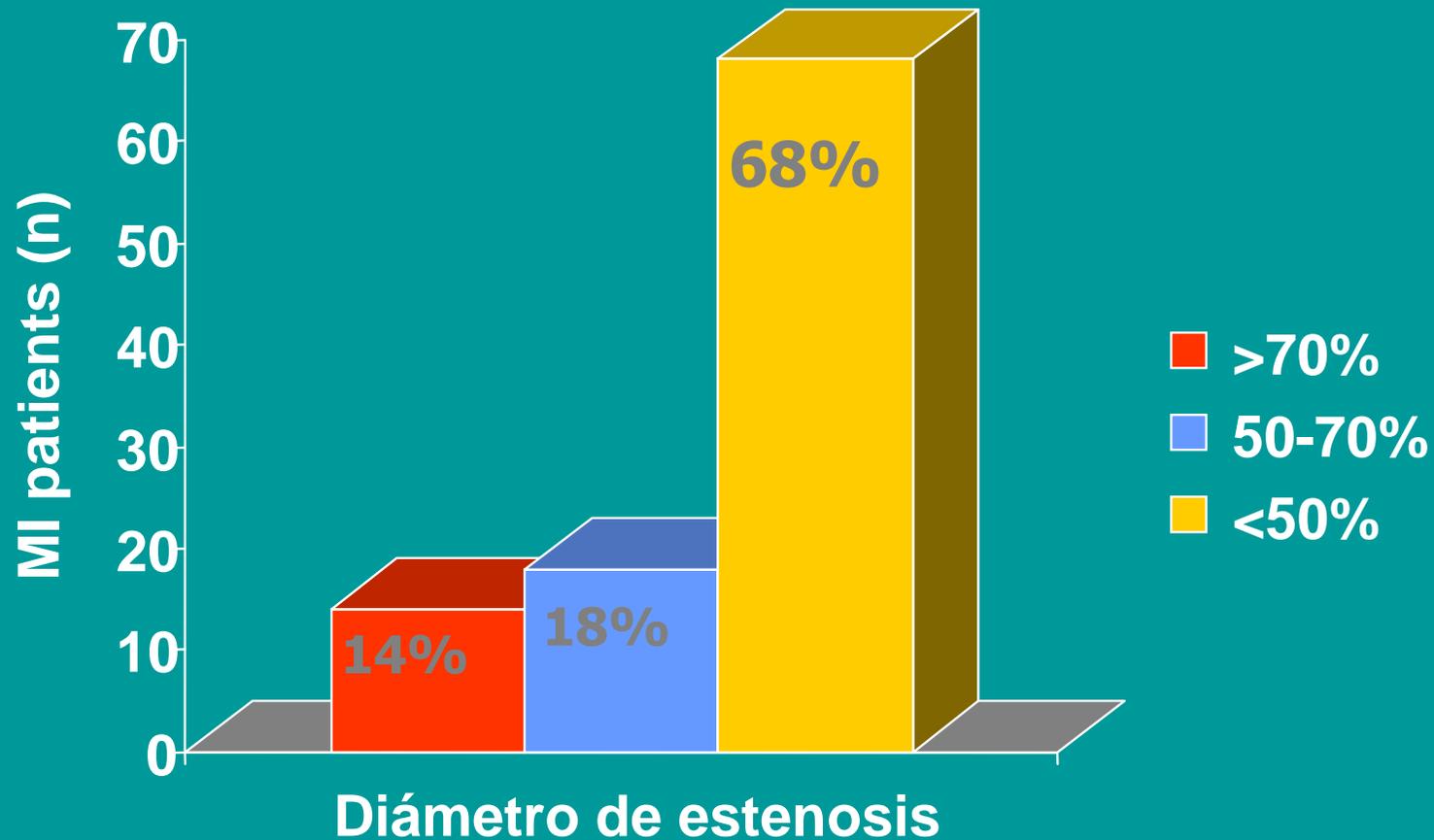
Historia natural de la aterosclerosis coronaria

**Asintomáticos
PF -**

**Síntomas
PF +**



Estenosis previa al IAM

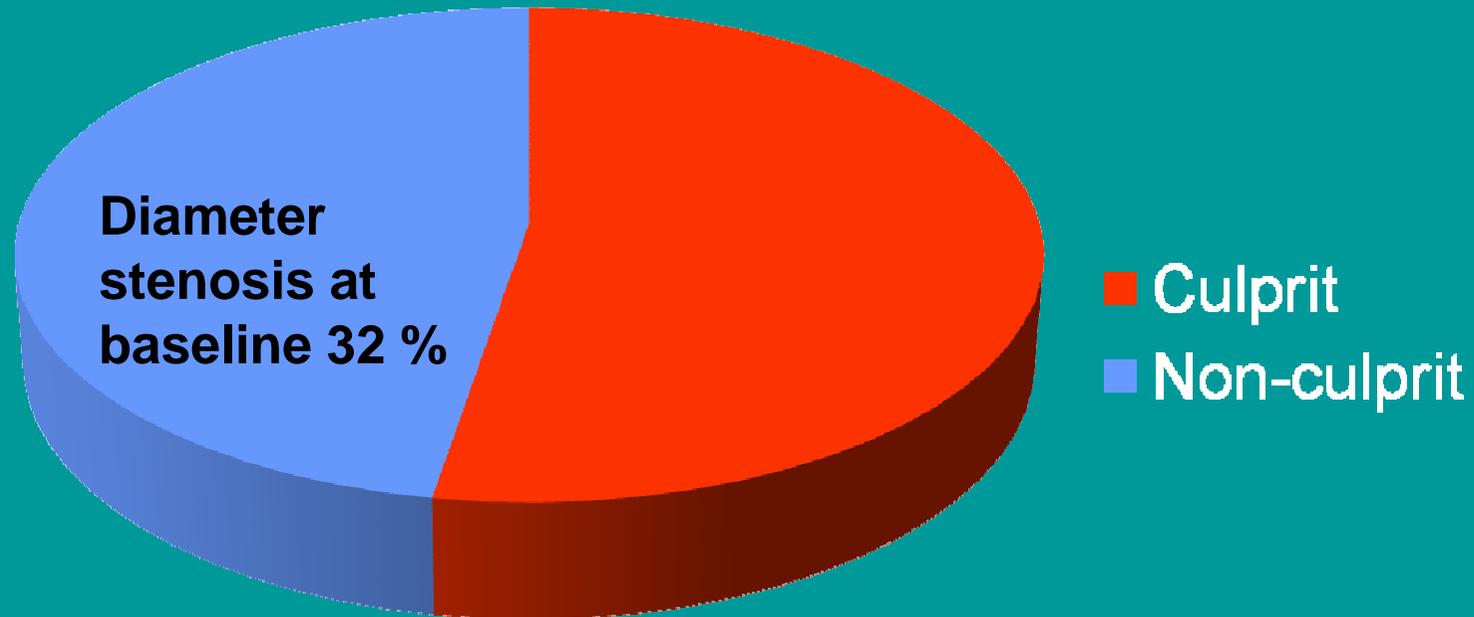


Alderman E. J Am Coll Cardiol.1993;22:1141-1154
Ambrose J. J Am Coll Cardiol 1988;12:56-62
Little WC. Circulation. 1988;78:1157-1166
Nobuyoshi M. J Am Coll Cardiol. 1991;18:904-910
Giroud D. Am J Cardiol. 1992;69:729-732

PROSPECT

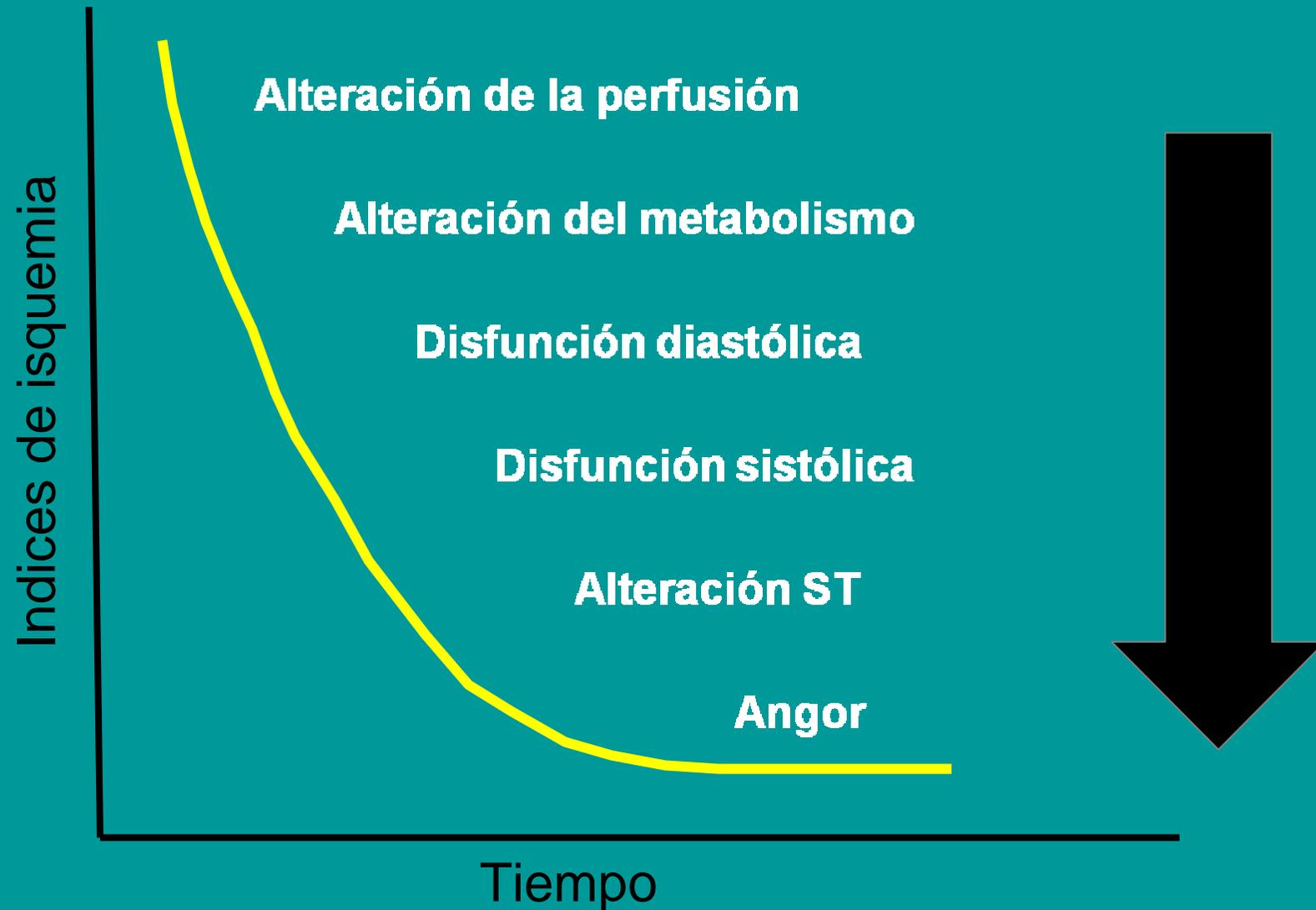
697 pacientes con SCA. IVUS de 3 vasos post angioplastia.

Major adverse cardiac events 20,4 %

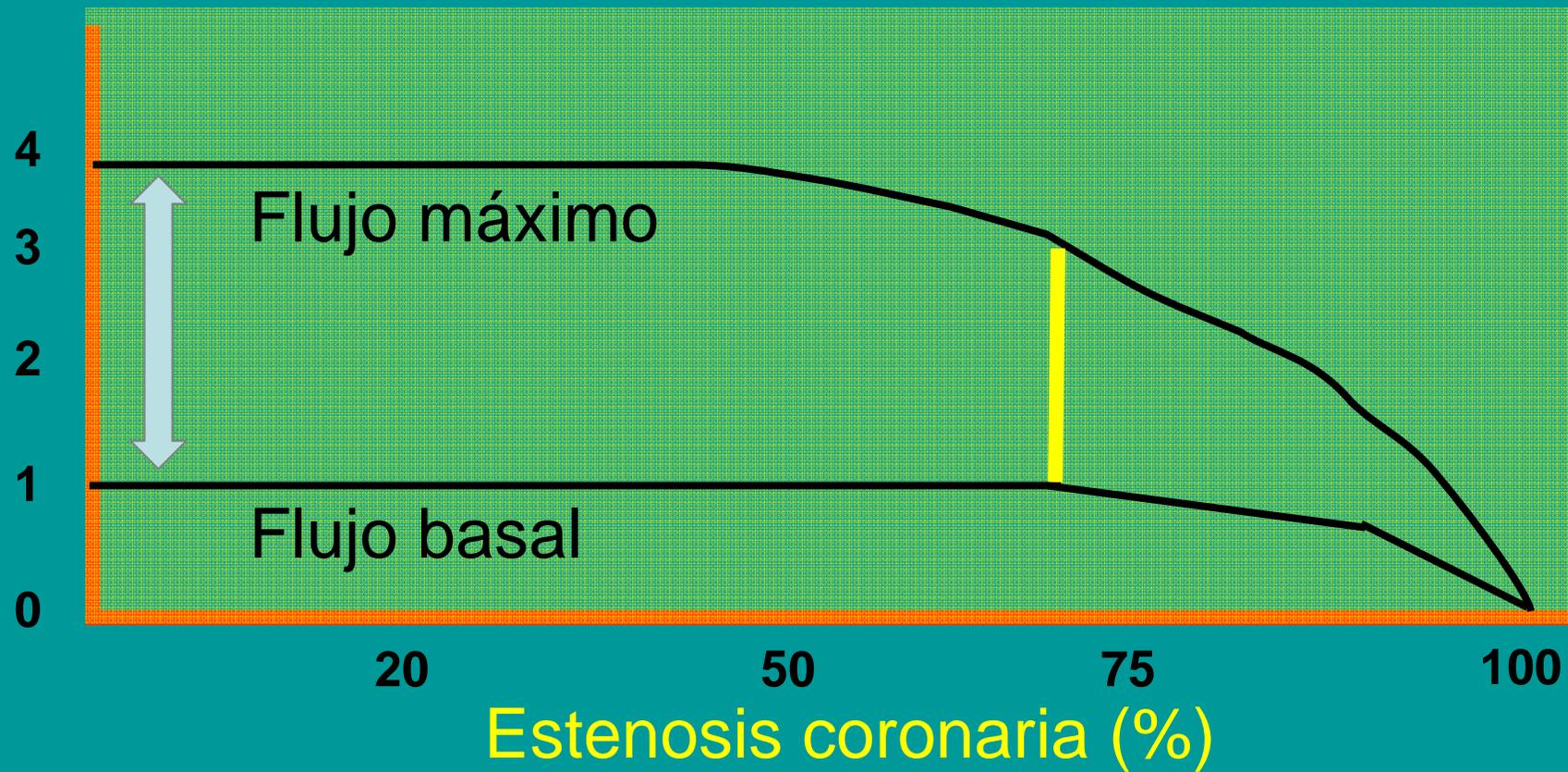


Seguimiento 3.4 años

Cascada isquémica



Curvas de flujo coronario en condiciones basales e hiperémicas



Enfoque del paciente vascular

- **Prevención**
- **Precisión diagnóstica**
 - Anatómico/Funcional
 - De novo/stents-CRM
- **Valor pronóstico**
- **Función ventricular**
 - Sistólica/ Diastólica
- **Viabilidad**

Guía de procedimientos

- PCI
- CRM
- RVA
- Resincronización

Bajo / Intermedio / Alto

Sensibilidad y Especificidad de estudios no-invasivos para la detección de enfermedad coronaria

	N	Sensibilidad	Especificidad	VPN
PEG	2456	52 %	71 %	
SPECT R/E	4480	87 %	73 %	
Eco estrés	2637	85 %	77 %	
RM estrés (P)	1183	91 %	81 %	
RM estrés (M)	735	83%	86 %	
16-64 CT-CA*	520	95 %	93 %	98 %

Fleischmann KE. J Nucl Cardiol. 2002;9:133–134. (metaanálisis de 44 estudios)

Budoff MJ. Circulation. 2002;105:1791-1796

Haberl R. JACC. 2001;37:451-457

Budoff MJ. 2006;114:1761-1791. (* pooled data de 8 estudios)

Muertes en USA en el 2002

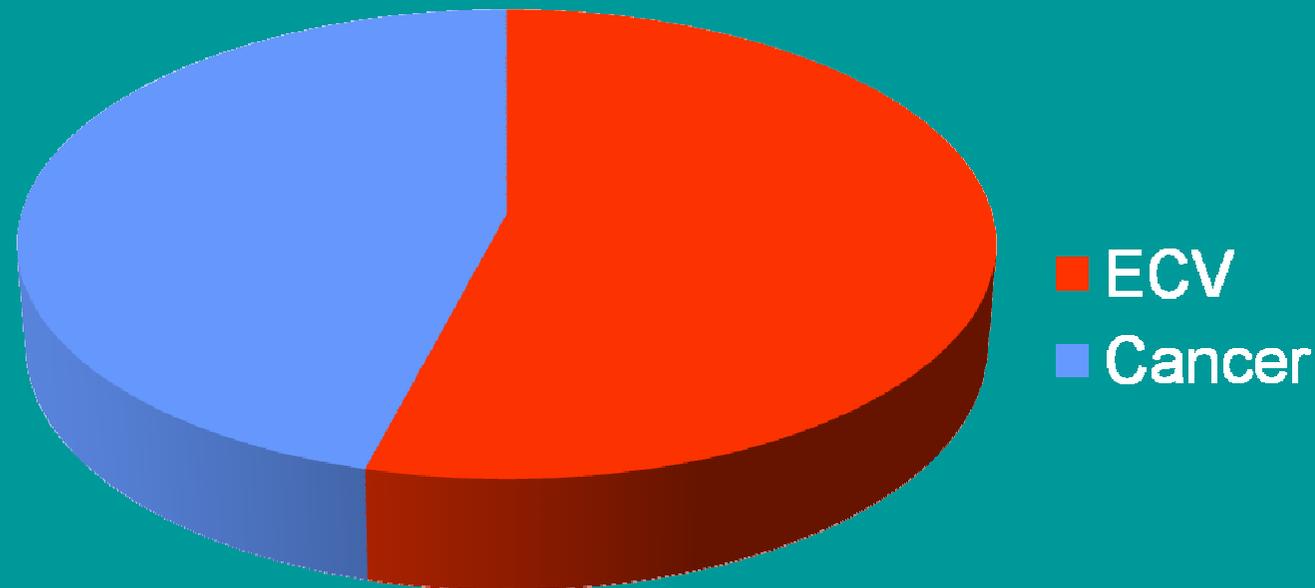
Mamografía anual > 40 años

Pap > 21 años

SOMF/FC > 50 años

PSA > 50 años

- La estratificación de riesgo convencional predice sólo el 65-80 % de los eventos
- Sólo el 25 % de los pacientes que debutan con IAM antes de los 65 años habrían calificado para tratamiento con estatinas según el score de Framingham. (Akosah et al. JACC 2000;35:1178-84)



AHA. Heart Disease and Stroke Statistics. 2005 Update. Dallas, TX:AHA, 2005

United States Cancer Statistics: 2002 incidence and mortality. www.cdc.gov/cancer/npcr/uscs

Score de calcio por TCM como predictor de eventos: Seguimiento de 4 años. MESA Study

6722 individuos **asintomáticos**.

Edad media 62 años, hombres 47%, DBT 12 %, HTA 45 %

Caucasicos 39 %, Afroamericanos 27.6 %, Hispanos 22 %, Chinos 12 %

Prevalencia de **calcificación coronaria** (Agatston > 0)

Blancos

70.4 %

Negros

52.0 %

Hispanos

56.6 %

Chinos

59.2 %

Blancos

44.7 %

Negros

37.0 %

Hispanos

34.8 %

Chinos

41.9 %

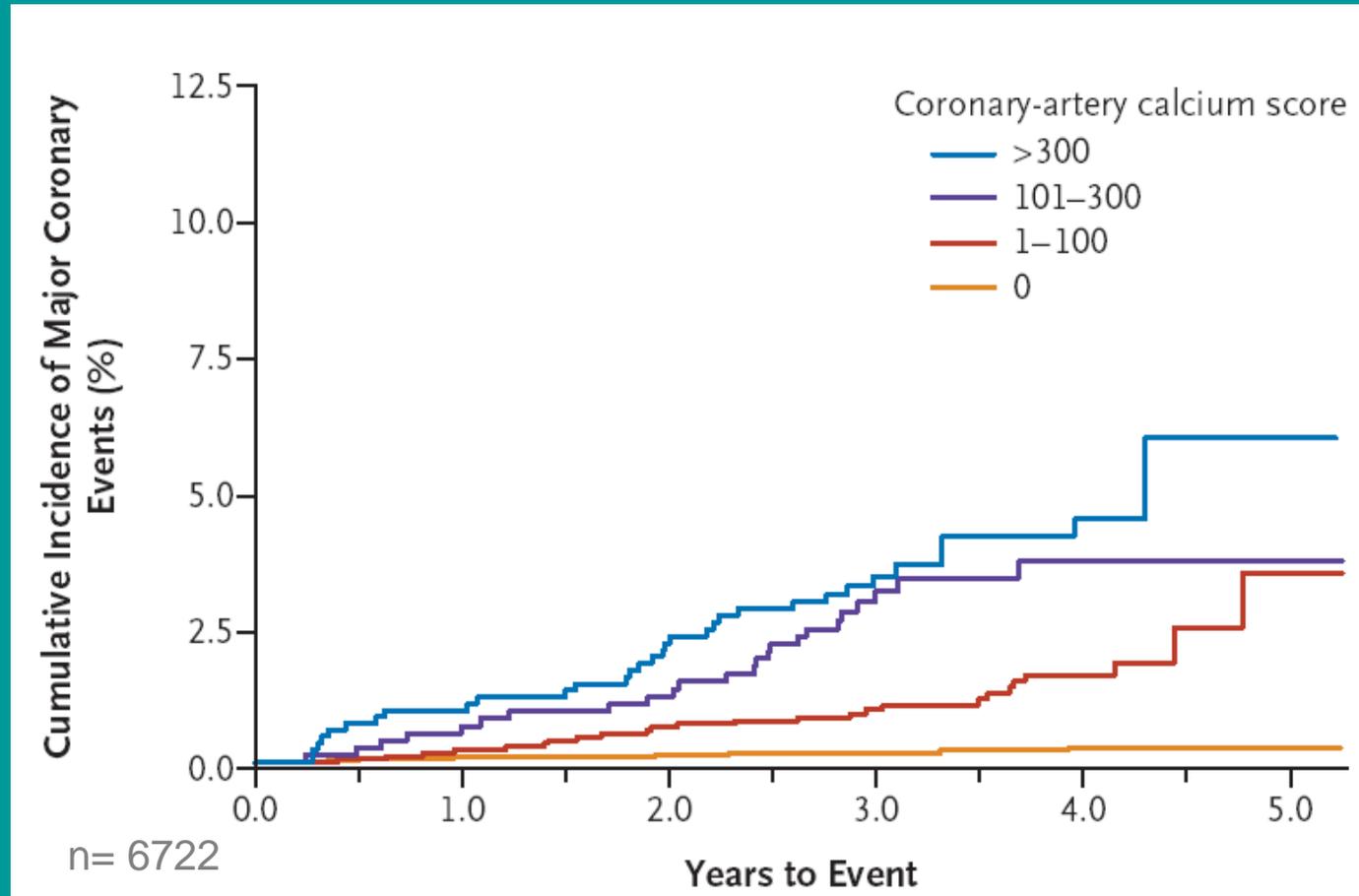
Hombres

Mujeres

Valor pronostico del Score de calcio: MESA Study

6722 individuos asintomaticos.

Mean age 62 yo, male 47%, DBT 12 %, HTA 45 %



Area bajo la curva para Framingham vs. Framingham + CAC para predecir eventos a 4 años

Race	MACE			Any event		
	AUC Framingham	AUC Framingham + CAC	p	AUC Framingham	AUC Framingham + CAC	p
White	0.76	0.79	0.10	0.75	0.79	0.02
Chinese	0.83	0.88	0.05	0.74	0.85	<0.001
Black	0.79	0.87	0.04	0.81	0.87	0.005
Hispanic	0.84	0.86	0.11	0.80	0.84	0.10
Total	0.79	0.83	0.006	0.77	0.82	<0.001

Valor pronóstico del score de calcio:

n= 71.595 FUP 50 meses

CAC 0

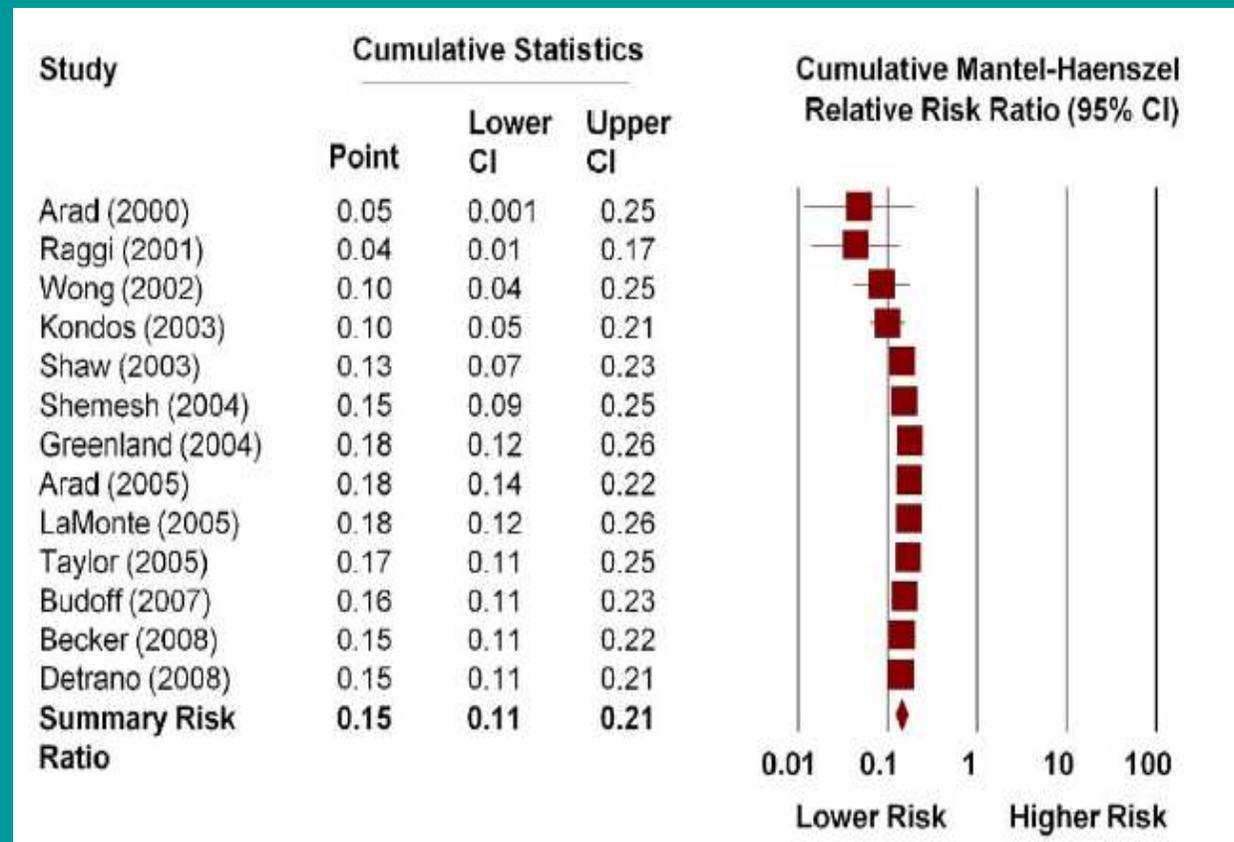
154 / 21.312

(0.47 %)

CAC > 0

1749 / 42.283

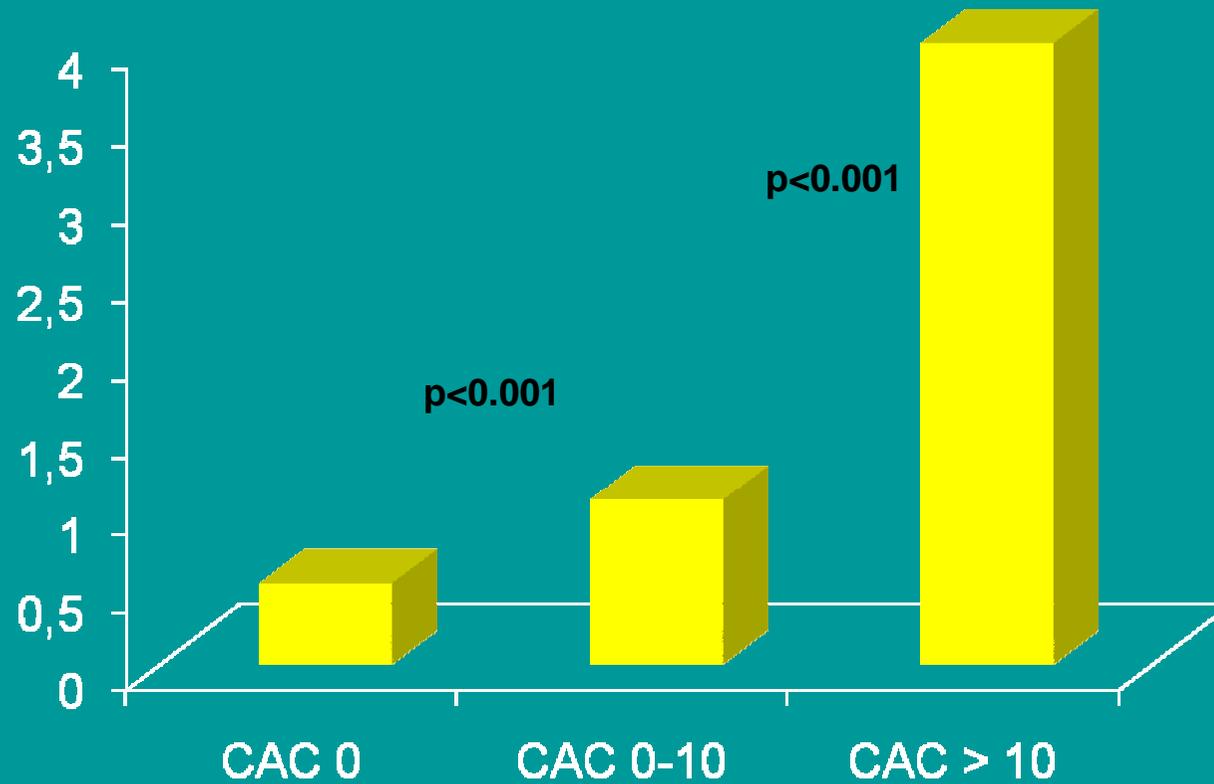
(4.1 %)



Mortalidad de toda causa (asintomáticos)

n= 44.052

FUP 5.6 años

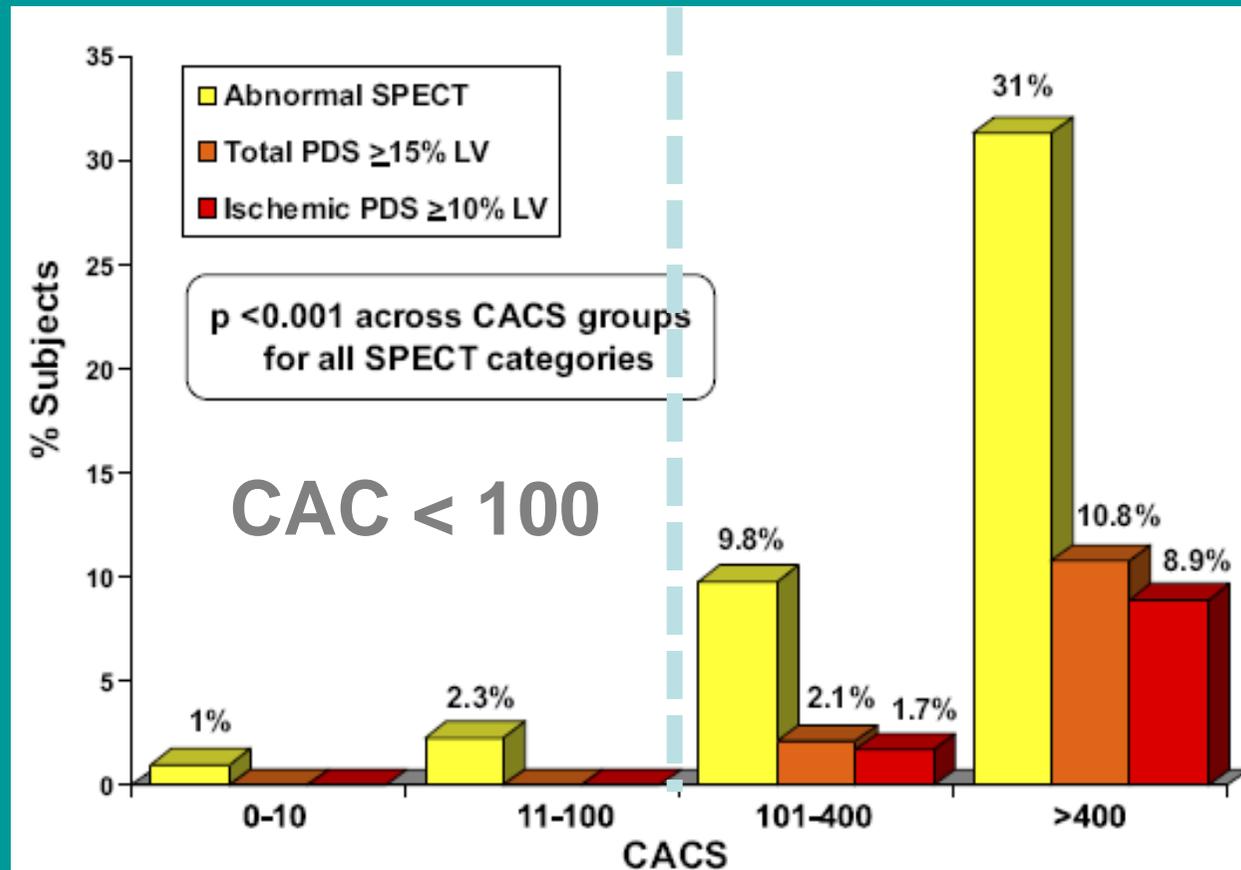


Relación entre CAC y SPECT

(pts de riesgo bajo-intermedio)

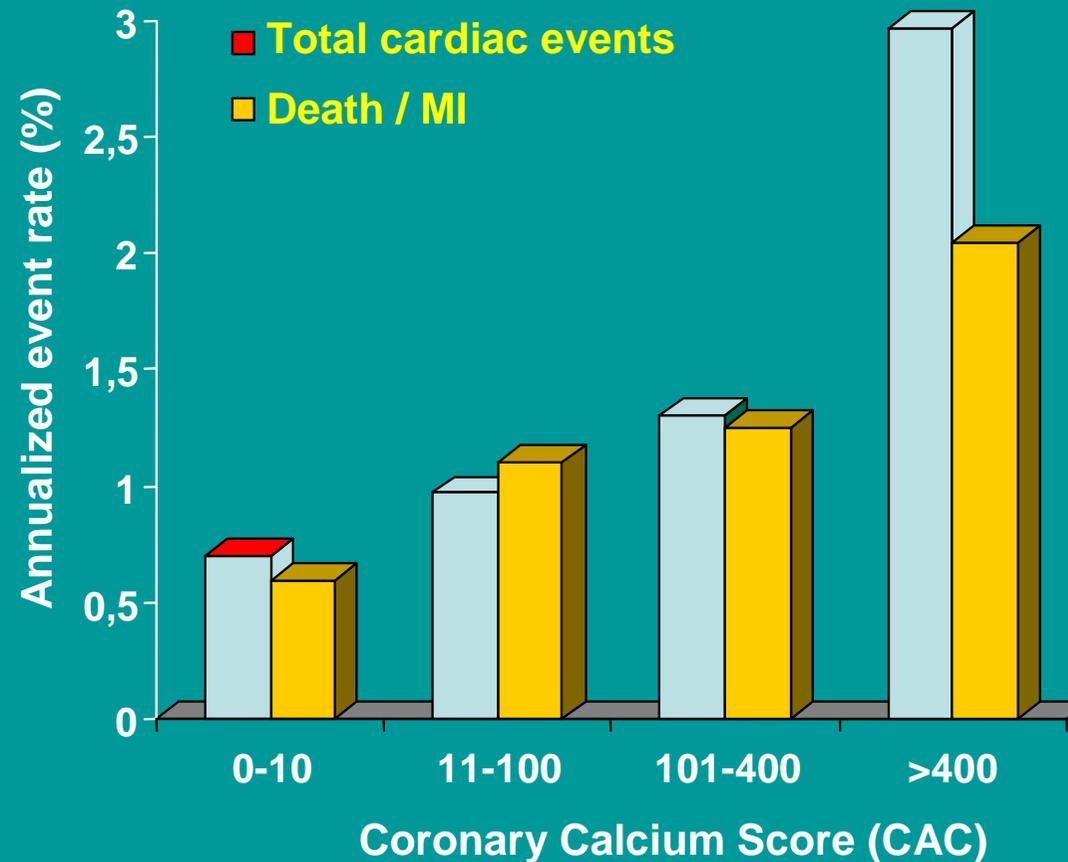
n= 717

Follow-up 3 years



Pacientes con SPECT anormal y CAC 0 presentan una incidencia anual de eventos del 0.7 %

En pacientes con **SPECT normal**, la incidencia total de eventos cardiacos, así como la incidencia de IAM/muerte se incrementa significativamente con el aumento en el score de calcio



n= 717

3-year follow-up

Iniciará el score de calcio coronario una cascada de estudios innecesarios?

Registro prospectivo que incluyó 1551 voluntarios asintomáticos con algún FRC

Criterios de exclusión: edad >80 años, comorbilidades significativas, CAC previo, enfermedad cardiovascular conocida.

FRC, TA, perfil lipídico, glucemia, BMI, Framingham

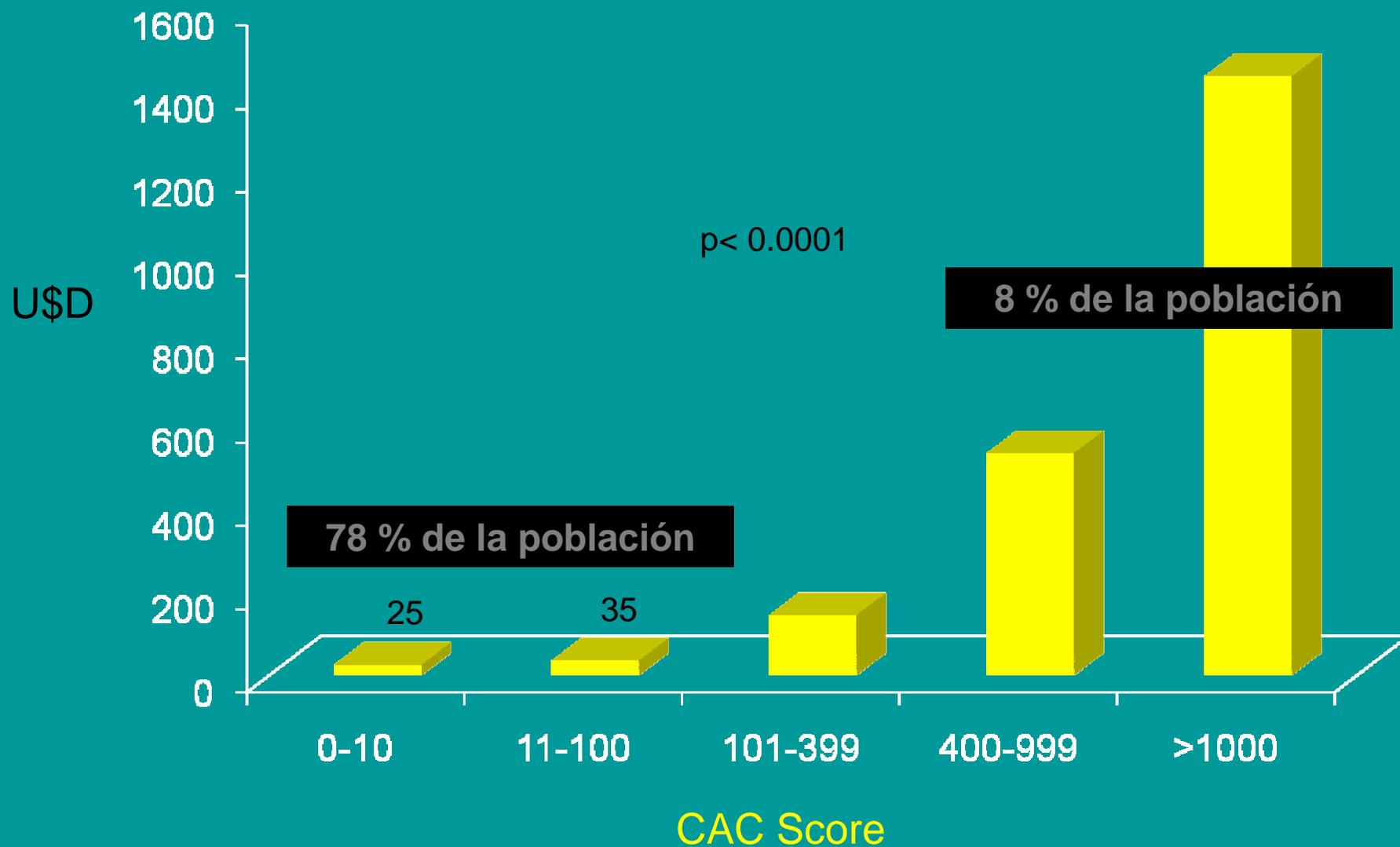
Score de calcio

Seguimiento 4 años

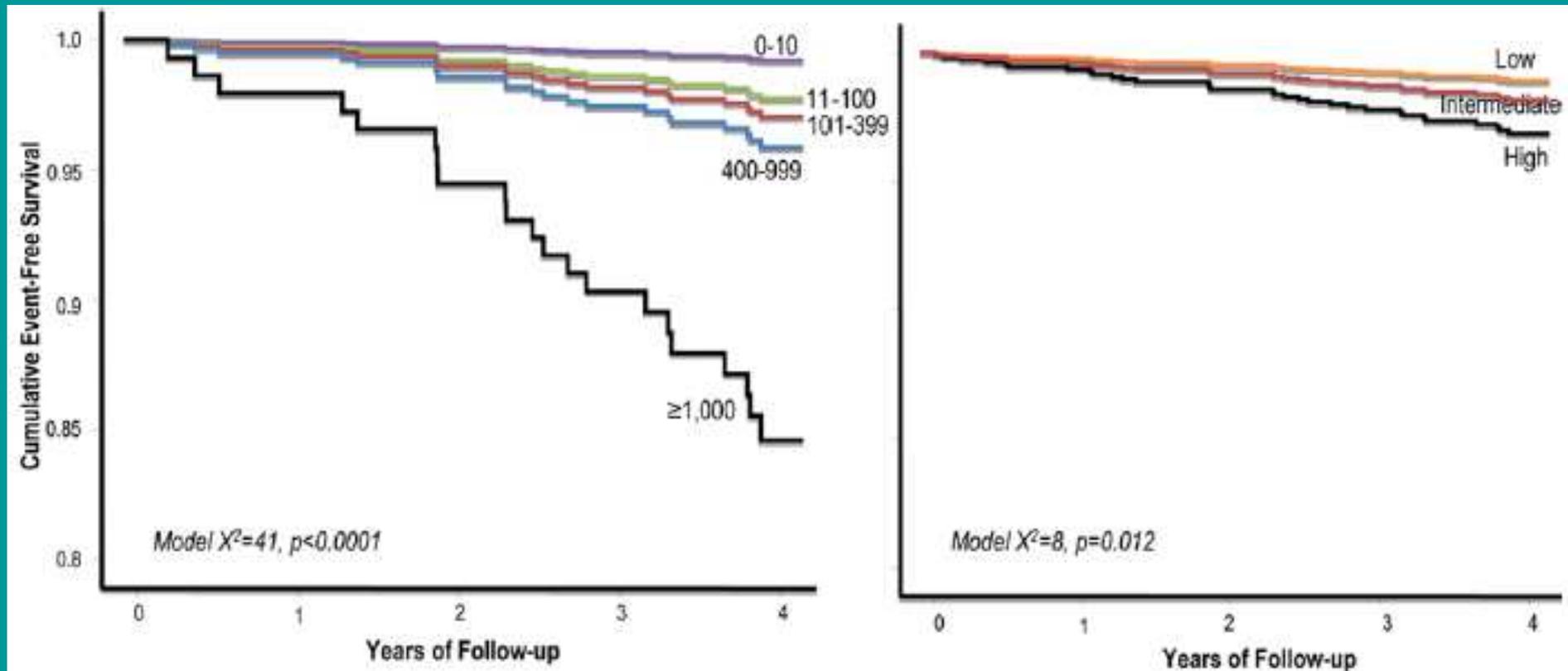


Consumo de recursos ajustado por la inflación (estudios no invasivos, invasivos, medicación, internaciones)

Costo medio anual



Sobrevida libre de eventos con CAC y FRS



ABC (ROC) = Framingham 0.71 + CAC 0.79, $p=0.001$

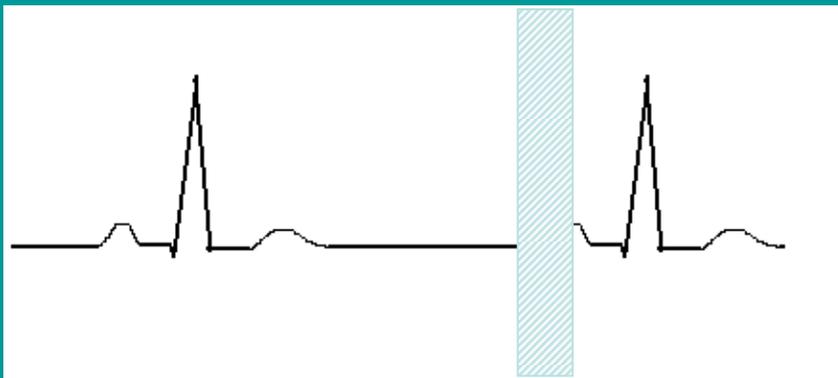
Score de calcio coronario

- El Score de calcio permite identificar individuos que requieran una terapia farmacológica más agresiva, así como identificar un gran número de individuos de muy bajo riesgo que no requerirán estudios adicionales ni farmacoterapia alguna por al menos 5 años.
- Valor pronóstico independiente de la clínica y pruebas funcionales
- Costo-efectivo
- Alta disponibilidad
- Seguro
- Reproducible

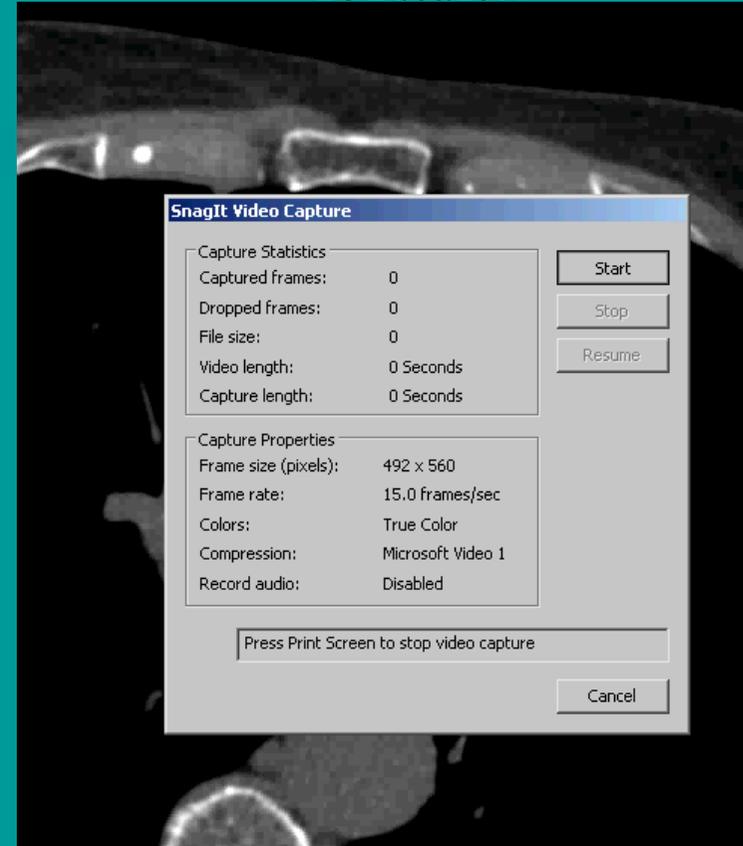
Score de calcio coronario por TC multidetector

- Sin administración de contraste
- Sin control de FC
- < 10 segundos
- DRE 1 mSv (SPECT 10 mSv)

- Espesor ~2.5 mm
- Tiempo de exposición 0.28 s vs. 4.24 s TC de tórax
- Calcificación coronaria= densidad > 130 HU en un área de 3 pixels (1.02 mm²).



EC 24/05/2011



Mujer, 79 años.

HTA.

Control clínico.

Agatston: 83.1 (percentil 52)

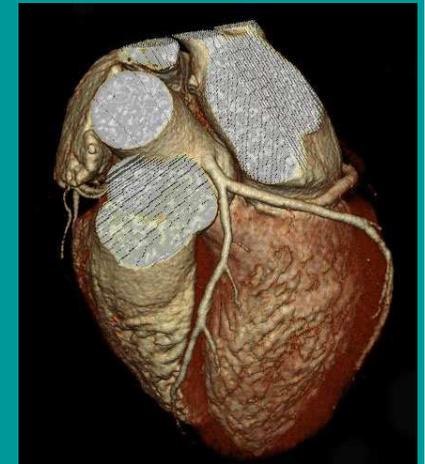
Conclusiones del Expert Consensus Document del American College of Cardiology/American Heart Association.

Es razonable (Clase IIa) la utilización de Score de Calcio en pacientes asintomáticos con riesgo intermedio de enfermedad coronaria, y en pacientes con dolor precordial atípico.

Greenland P et al. ACCF/AHA 2007 Clinical Expert Consensus Document on Coronary Artery Calcium Scoring by Computed Tomography in Global Cardiovascular Risk Assessment and in Evaluation of Patients With Chest Pain
Circulation 2007;115;402-426.

ACTCM: Detección de estenosis coronaria

Autor	n	Scanner	Sens.	Espec.	VPN
Mollet	51	16x0.75/ 375ms	100%	100%	100%
Hoffmann	103	16x0.75/ 420ms	95%	97%	94%
Achenbach	50	16x0.75/ 375ms	83%	83%	100%
Rodriguez-Granillo	38	40x0.6/420ms	82%	93%	96%
Leschka	53	64x0.6/ 375ms	100%	100%	100%
Raff	70	64x0.6/ 330ms	95%	90%	93%
Leber	59	64x0.6/ 330ms	94%	--	--
Mollet	52	64x0.6/ 330ms	100%	92%	100%
Ropers	82	64x0.6/ 330ms	96%	91%	98%



Angio TC Coronaria

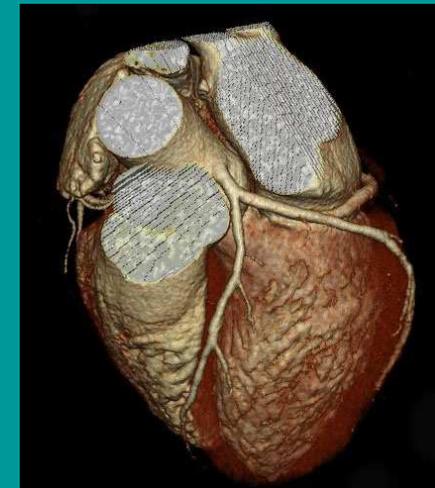
Estudios multicéntricos en pacientes con indicación de CCG:

ACCURACY

Centros	n	Sens	Esp	VPP	VPN
16	230	95 %	83 %	64 %	99 %

Area bajo la curva ROC 0.96 (95% CI 0.94-0.98)

Diagnostic OR 92.7



Estudios multicéntricos en pacientes con indicación de CCG:

CORE-64

Endpoint primario= ABC para predecir enf obstructiva > 0.85

Area bajo la curva ROC 0.93 (95% CI 0.90-0.96)

	MDCT	CCG	p
ABC para predecir revasc a 30 días	0.84	0.82	0.36

ACCURACY y CORE-64

En pacientes con **probabilidad intermedia** de enfermedad coronaria, un método **no invasivo** como la ACTCM tiene una gran **precisión** para identificar pacientes con enfermedad obstructiva (ABC 0.93) y un **rendimiento similar a la CCG** para predecir revascularización a 30 días (AUC 0.84 vs. 0.82, $p= 0.36$).

ACTCM alternativa a CCG en dichos pacientes

Evaluación de stents coronarios



N= 65, 111 stents

F.R. 20-02-2006

Sen= 72 %, Esp= 93 %, PPV= 65 %, NPV= 95 %

Gaspar T, et al. J Am Coll Cardiol. 2005;46:1573-1579

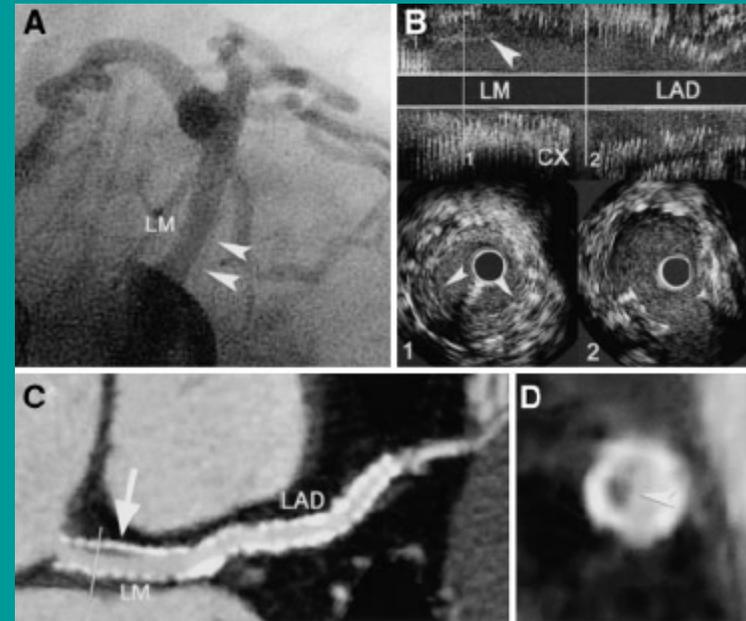
Evaluación de stents coronarios

76 stents, 21 overlapped

Diameter= 2.25 - 4.0 mm (3.4 ± 0.3 mm)

Length= 8.0-33.0 mm (19.0 mm)

Evaluable stents 65/76 (86%)



In-stent restenosis

Peristent stenosis

Sensitivity
Specificity
PPV
NPV

6/6 (100 %)
52/52 (100 %)
6/6 (100 %)
52/52 (100 %)

5/5 (100 %)
121/123 (98 %)
5/7 (71 %)
121/121 (100 %)

ACTCM como evaluación post-CRM



Meta-analisis

15 estudios (n= 723, 2023 puentes)

Sens= 98 %, Esp= 97 %, PPV= 93 %, NPV= 99%

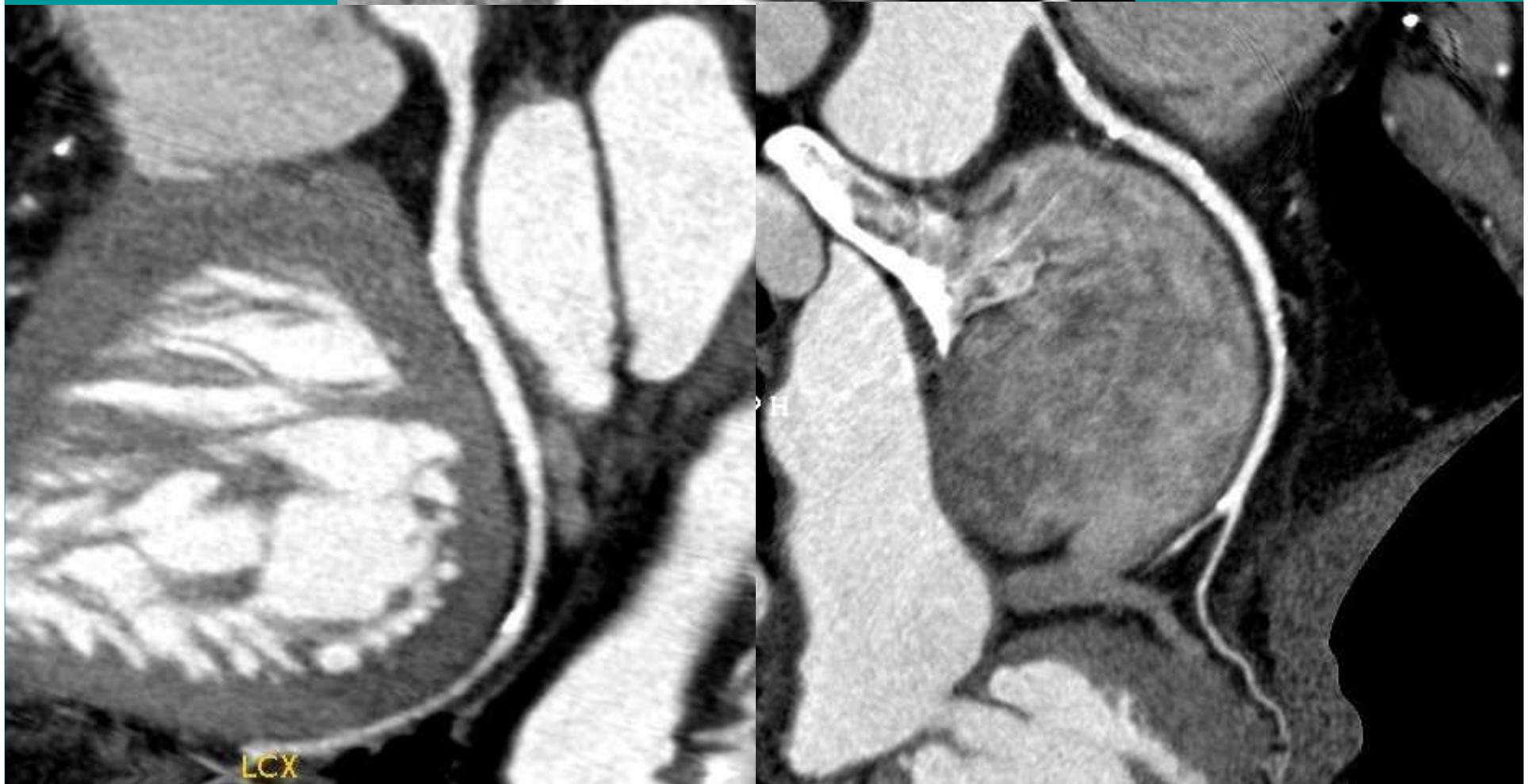
Hamon M, et al. Radiology 2008; 247(3):679-686

Caracterización del IAM



G.R. 21/01/2010

CASO #8:



Hombre, 61 años, CRM y RVA previos. Dolor precordial

F.P.C. 01/07/2009

CASO #8:

RAO 42

Cran 4

Foreshortening

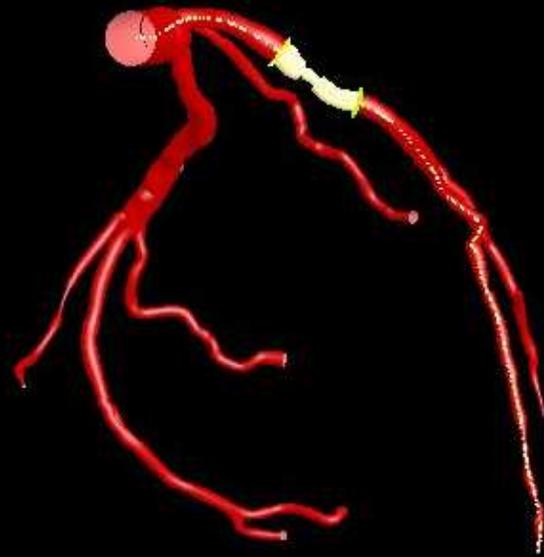
0 %



F.P.C. 01/07/2009

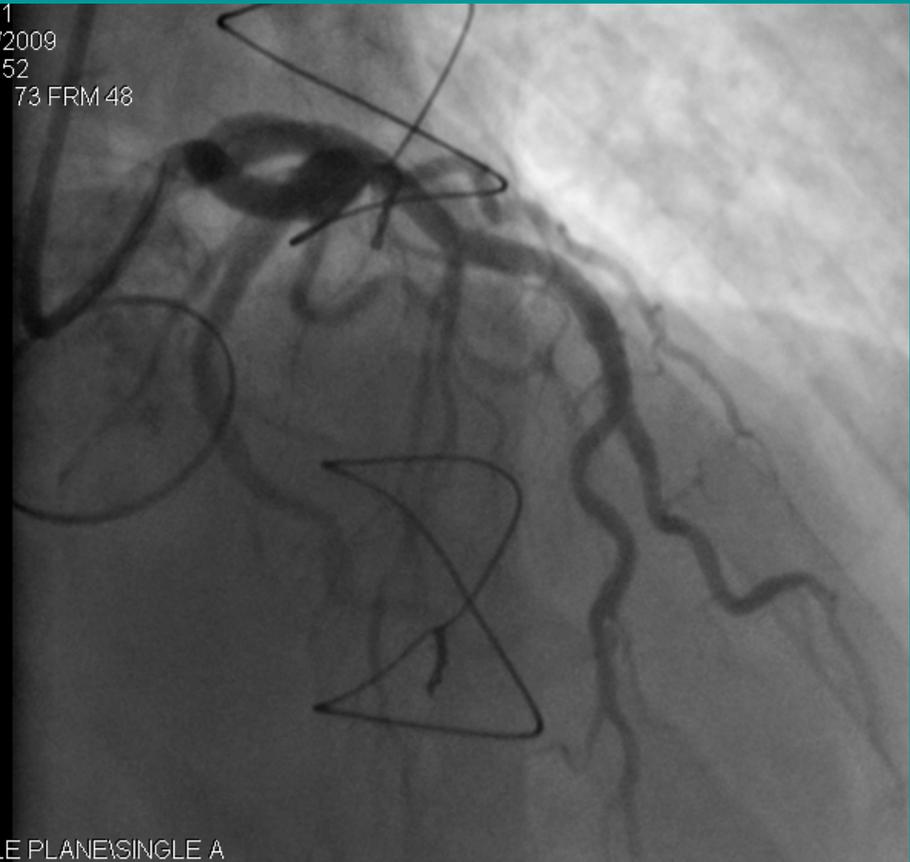
CASO #8:

Rot: RAO 42°
Ang: Cran 4°
Segment: LAD



Run Number: 527
Run Date: 2009/07/01 Selected Segment Length: 17.1 mm

7/1
7/2009
7:52
\\ 73 FRM 48



LE PLANE\SINGLE A

F.P.C. 01/07/2009

Criterios de uso apropiado de la TCM coronaria

Consenso 2010

ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR

Score 7 a 9: Test apropiado para la indicación específica

Score 4 a 6: Indicación incierta

Score 1 a 3: Test inapropiado

Criterios de uso apropiado de la TCM coronaria

Consenso 2010

ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR

Síntomas no agudos	Probabilidad pretest		
	Baja	Intermedia	Elevada
-ECG interpretable	5	7	3
-ECG no interp. o incapacidad esfuerzo	7	8	4
Unidad de dolor			
-ECG y enzimas no concluyentes	7	7	4
-ECG no interpretable	7	7	4

Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM ,et al. JACC 2010;56:1864-1894

Criterios de uso apropiado de la TCM coronaria

Consenso 2010

ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR

Insuficiencia cardiaca	Probabilidad pretest		
	Baja	Intermedia	Elevada
-Fey disminuida	7	7	4
- Previo a cirugia no coronaria	6	7	3
- Discordancia PEG-perfusión	8	8	8
- PF no concluyente/equivoca	8	8	8

Criterios de uso apropiado de la TCM coronaria

Consenso 2010

ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR

Sintomaticos	Score (1-9)
-Evaluación de permeabilidad bypass	8
-Evaluación stents < 3 mm	3
-Evaluación stents > 3 mm	6
-Asintomáticos	
-Evaluación stents TCI	7
-Evaluación morfología y función	8
-Cardiopatía congénita del adulto	8

Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM ,et al. JACC 2010;56:1864-1894

Viabilidad miocárdica: Conceptos

Miocardio disfuncionante con enfermedad coronaria subyacente que tiene potencial de recuperación con la revascularización

Viabilidad miocárdica: Conceptos

Miocardio disfuncionante con enfermedad coronaria subyacente que tiene potencial de recuperación con la revascularización

1) Miocardio atontado:

Miocardio transitoriamente disfuncional a pesar de revascularización exitosa. Recuperación funcional completa.

Viabilidad miocárdica: Conceptos

Miocardio disfuncionante con enfermedad coronaria subyacente que tiene potencial de recuperación con la revascularización

I) Miocardio atontado:

Miocardio transitoriamente disfuncional a pesar de revascularización exitosa. Recuperación funcional completa.

II) Miocardio hibernado:

Miocardio disfuncional como resultado de una reducción prolongada de la perfusión miocárdica (“downregulation” metabólico)

Viabilidad miocárdica: Conceptos

Miocardio disfuncionante con enfermedad coronaria subyacente que tiene potencial de recuperación con la revascularización

I) Miocardio atontado:

Miocardio transitoriamente disfuncional a pesar de revascularización exitosa. Recuperación funcional completa.

II) Miocardio hibernado:

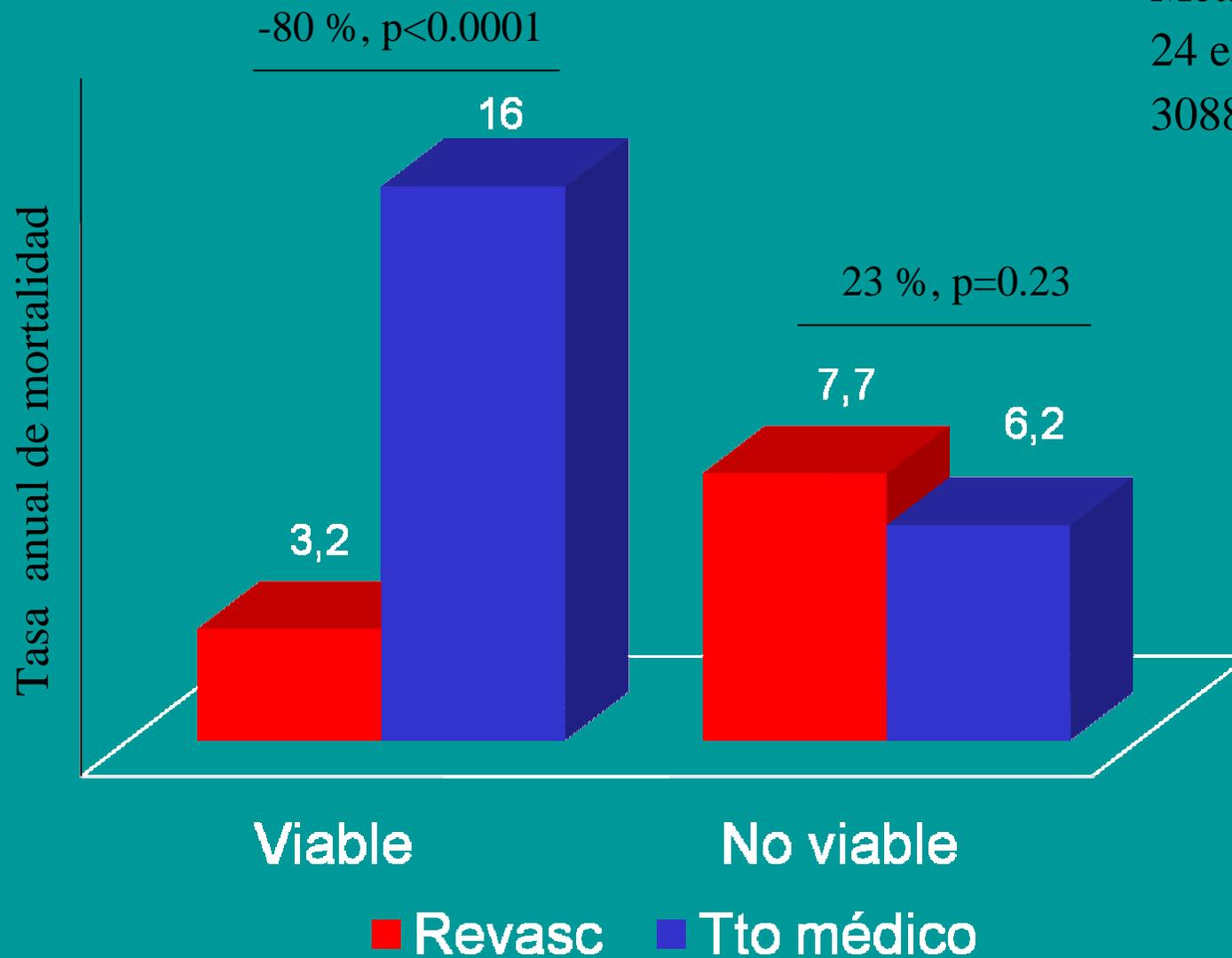
Miocardio disfuncional como resultado de una reducción prolongada de la perfusión miocárdica (“downregulation” metabólico)

Miocardio necrótico:

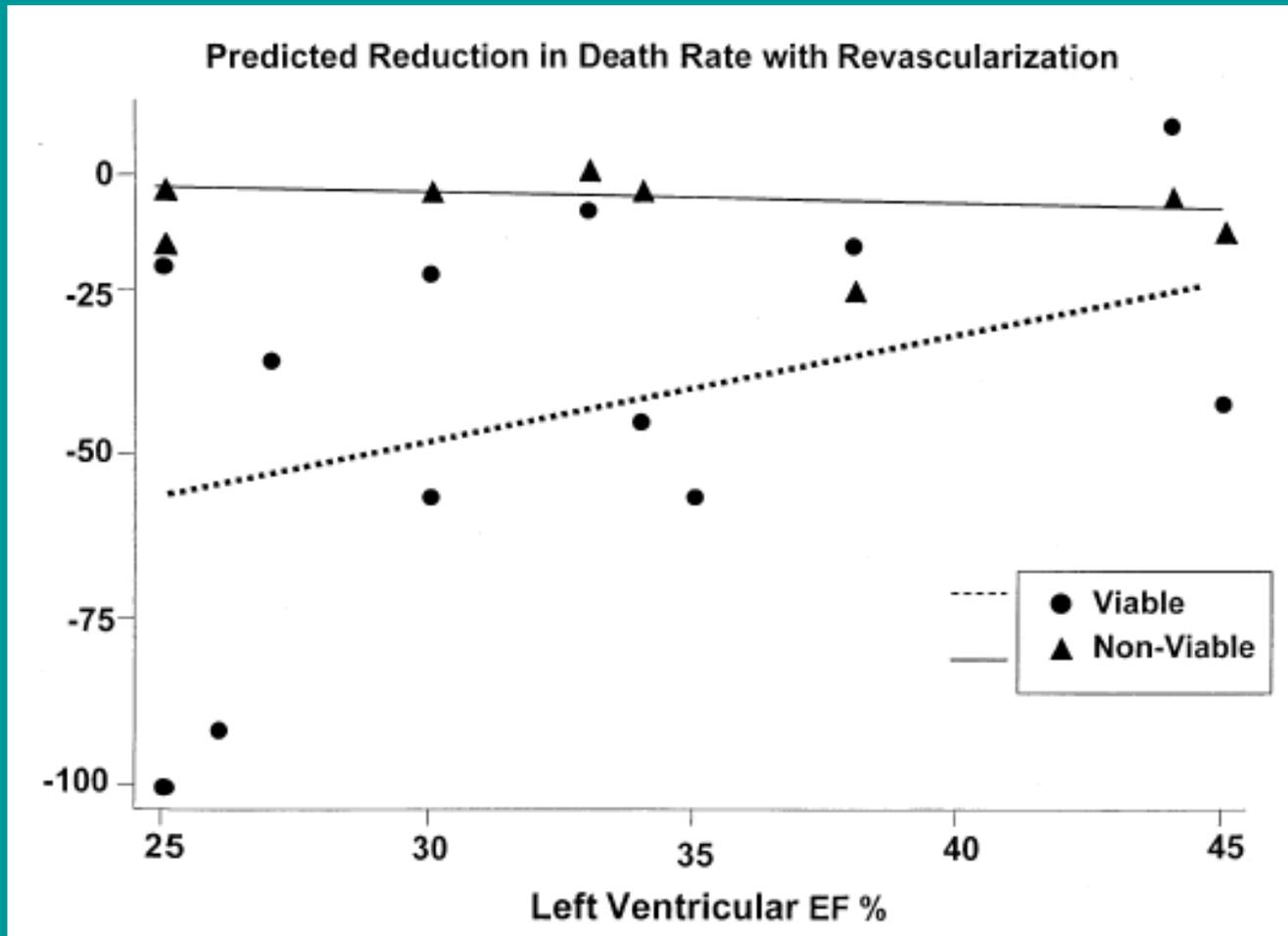
Daño miocárdico irreversible.

Viabilidad miocárdica: Importancia

Meta-análisis
24 estudios
3088 pacientes



Relación entre la Fracción de Eyección y el cambio en la mortalidad en pacientes con miocardio viable y no viable



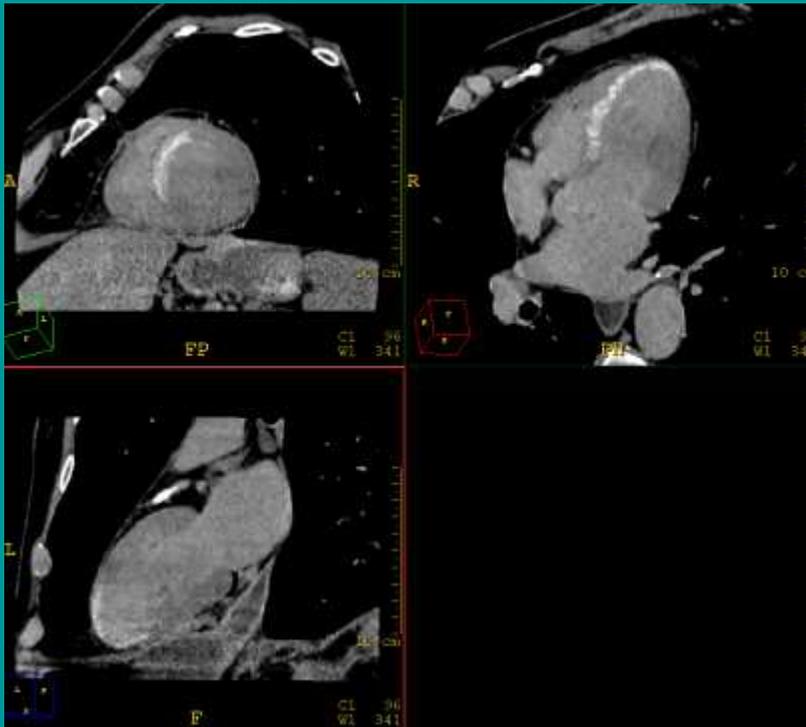
Meta-análisis

24 estudios

3088 pacientes

Early Assessment of Myocardial Viability by the Use of Delayed Enhancement Computed Tomography After Primary Percutaneous Coronary Intervention

Gastón A. Rodríguez-Granillo, MD, PHD,*§ Miguel A. Rosales, MD,* Santiago Baum, MD,† Paola Rennes, MD,† Carlos Rodríguez-Pagani, MD,† Valeria Curotto, MD,† Carlos Fernandez-Pereira, MD,‡ Claudio Llaurodo, BSc,‡ Gustavo Risau, MD,‡ Elina Degrossi, MD,* Hernán C. Doval, MD, PHD,† Alfredo E. Rodríguez, MD, PHD*‡
Buenos Aires, Argentina



ATC primaria

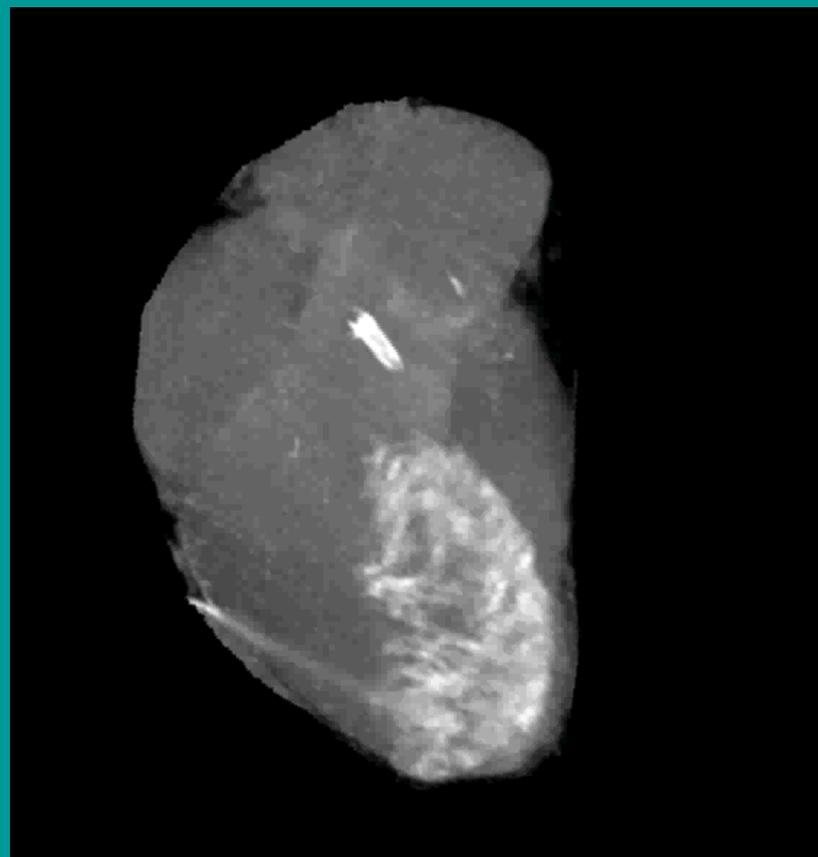
16 (12-20) minutos

TCM sin contraste
(Modulación de tubo, sin control FC)

9 segundos

Evaluación precoz de viabilidad miocárdica post ATC primaria

La presencia de realce tardío inmediatamente post ATC primaria se asocia con **falla en la reperfusión microvascular**, pobre resolución del ST, mayor elevación enzimática, mayor tasa de complicaciones intrahospitalarias y menor recuperación funcional a 6 meses.



ESTRATIFICACIÓN TEMPRANA EN IAM-ST

Casos



TIMI post= 3

TMPG= 0

Sin resolución del ST

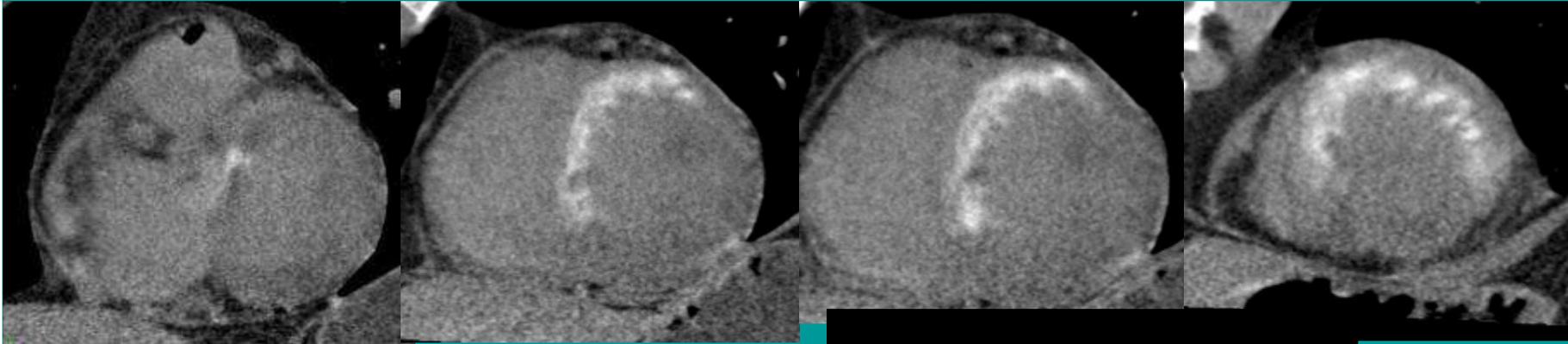
CK máx= 4432 U/l

J.C. 08-05-2007

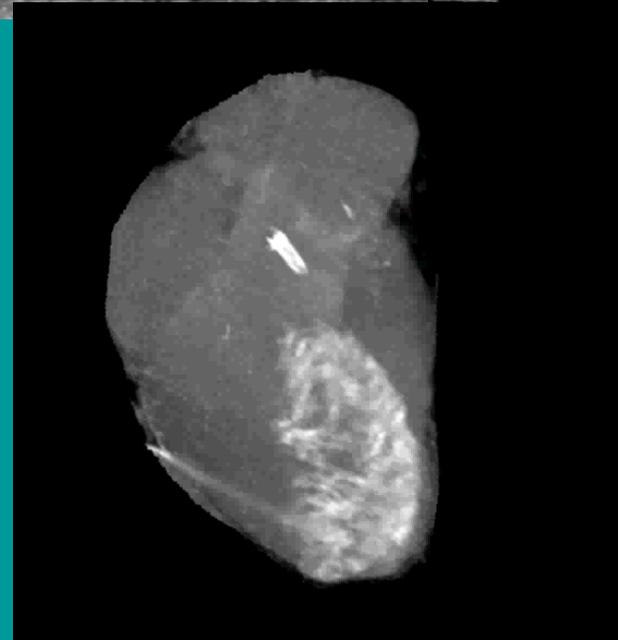
Rodriguez-Granillo GA. J. Am. Coll. Cardiol. Img. 2009;2;1072-1081

Casos

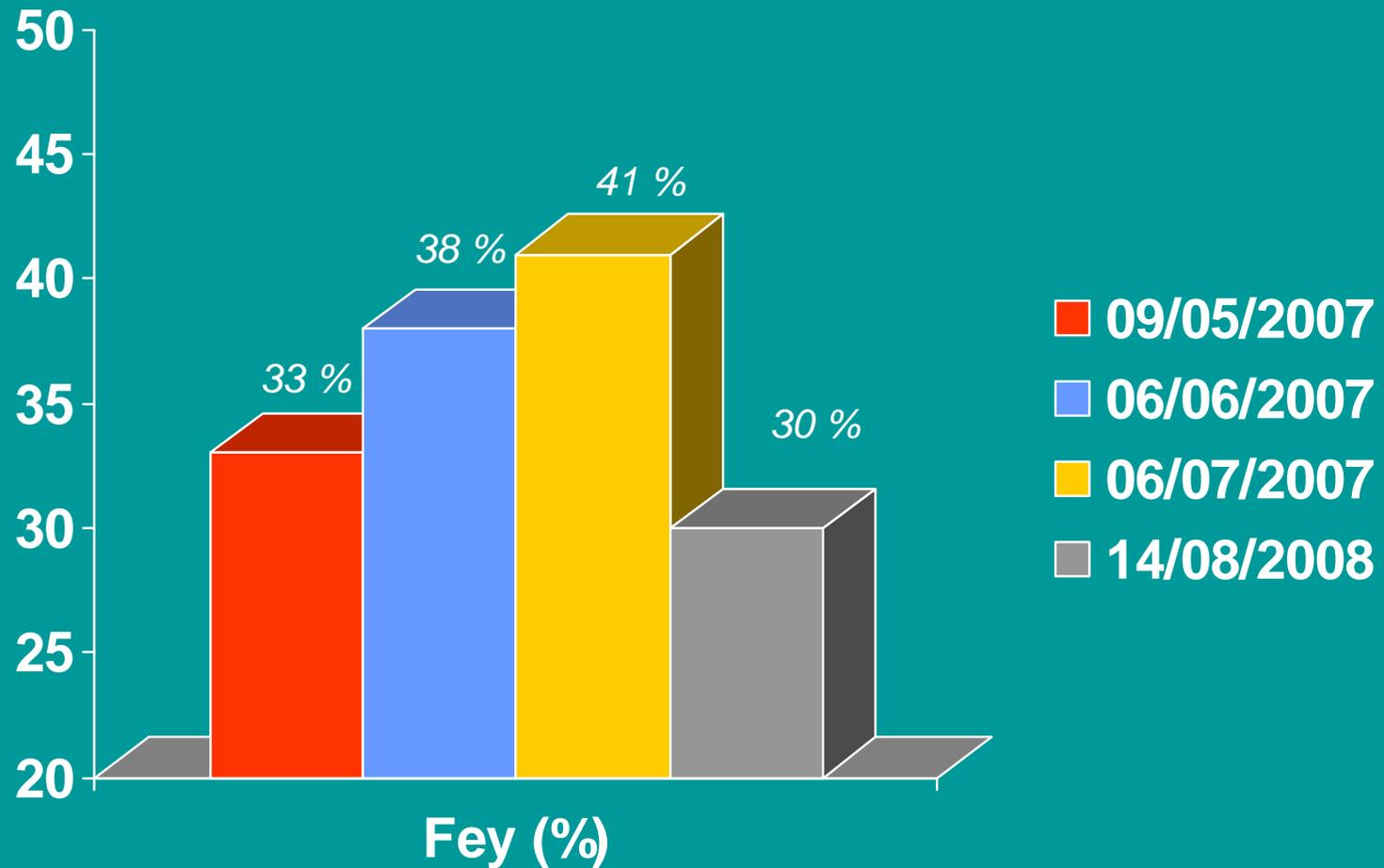
30 min post ATC primaria (250 ml)



Masa infartada= 65 % del VI



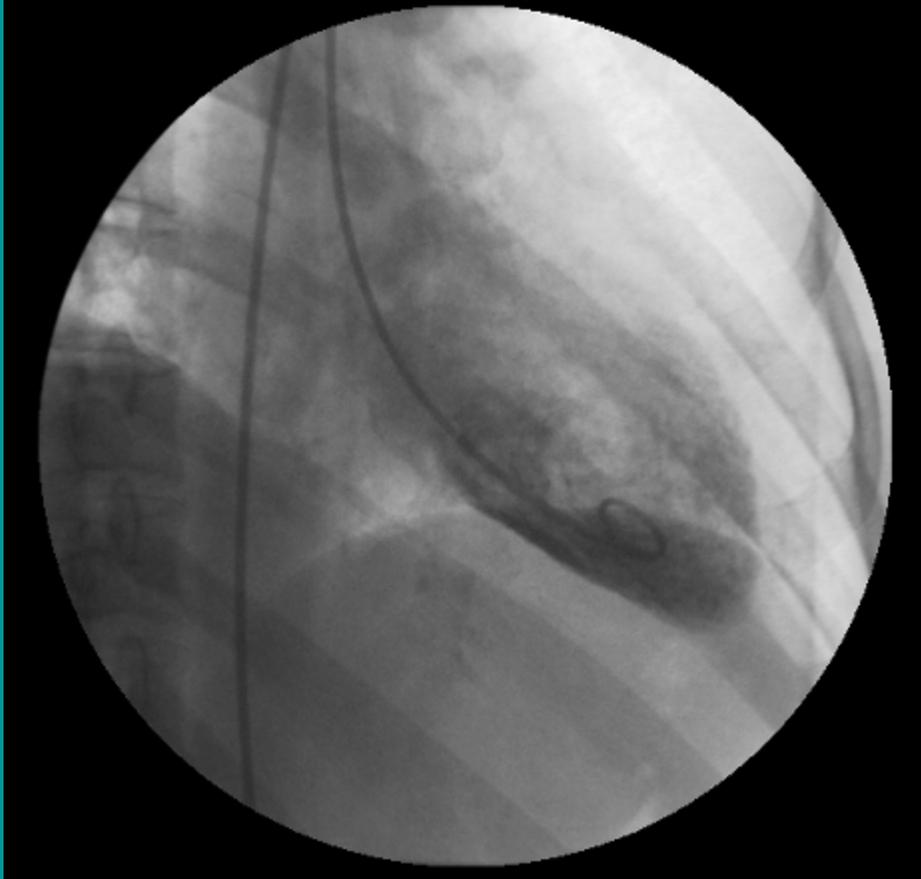
LVEF (Gated SPECT)



- **Mujer, 50 años, TBQ, DLP, HTA**
- **STEMI DII, DIII, AvF**
- **Angina preinfarto**

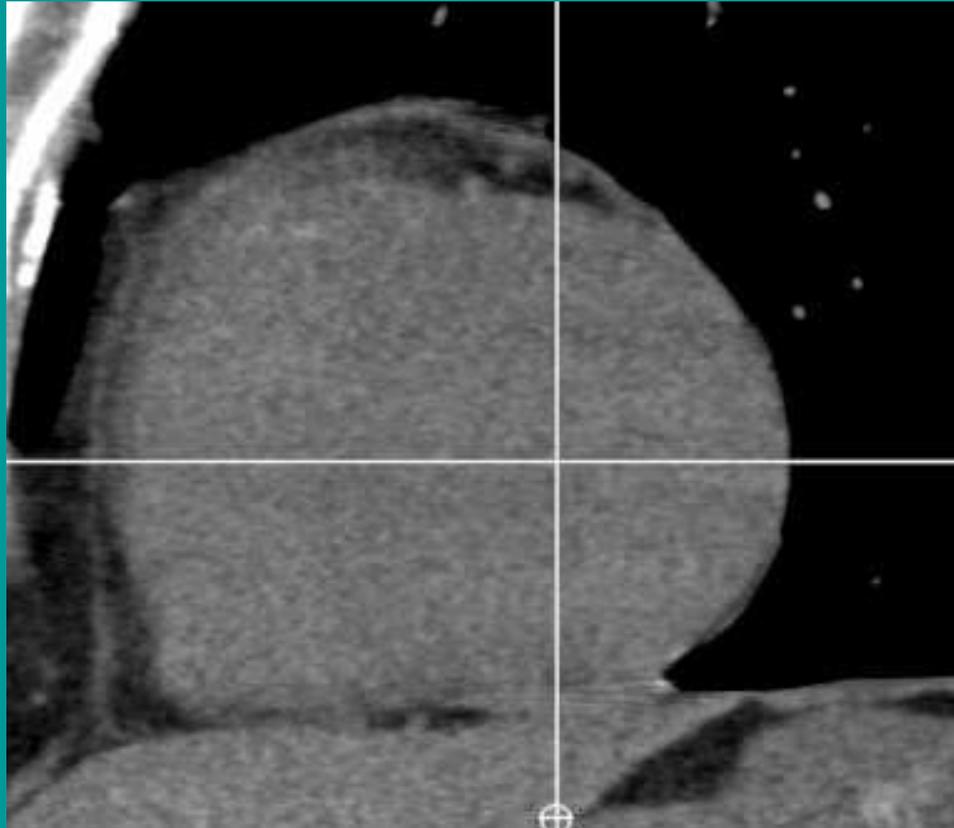


- Resolución del ST > 50 %
- CK máx= 1805 U/l



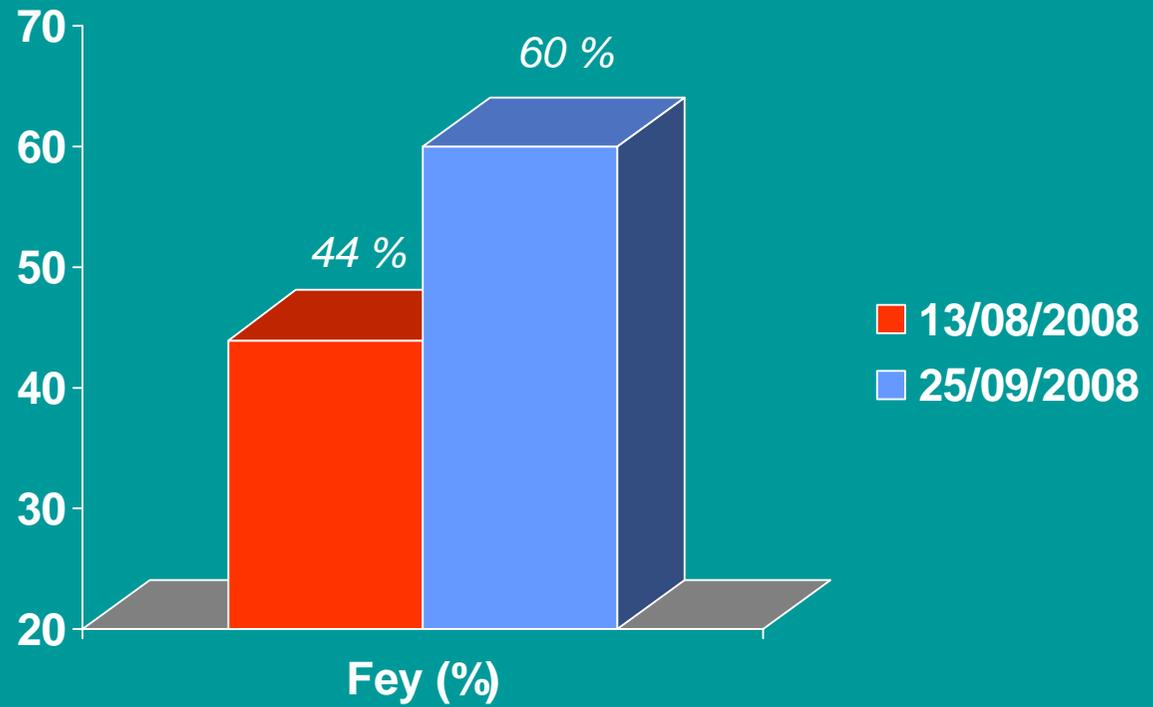
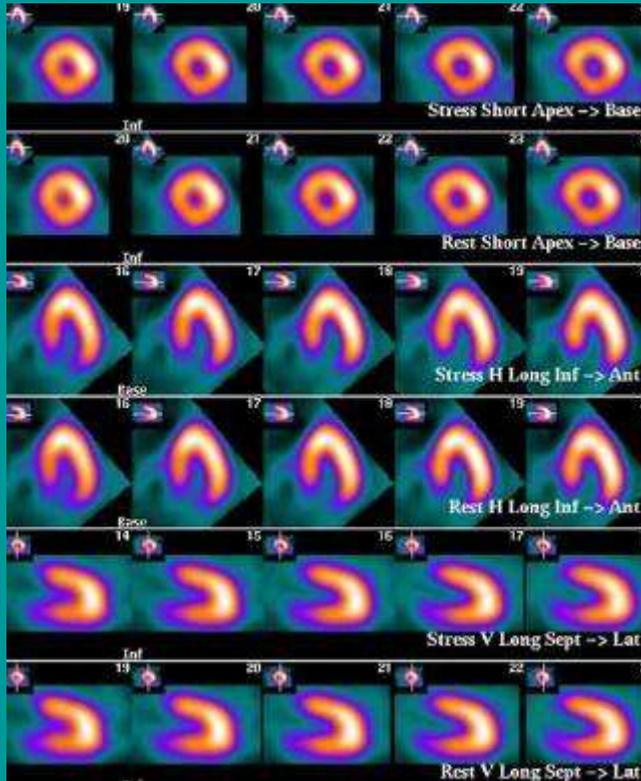
M.S. 8-8-2008

TCM 21 min post ATC primaria (150 ml)

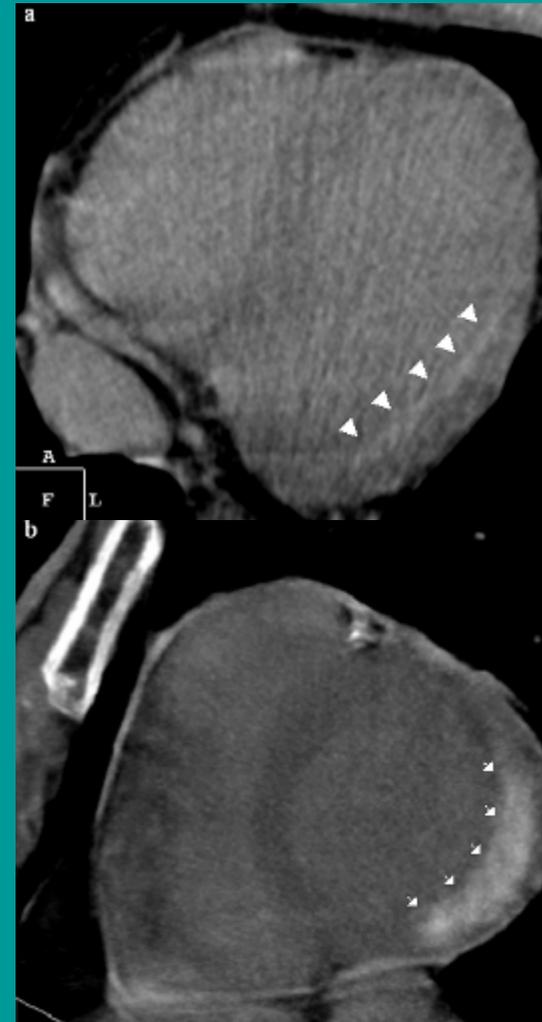
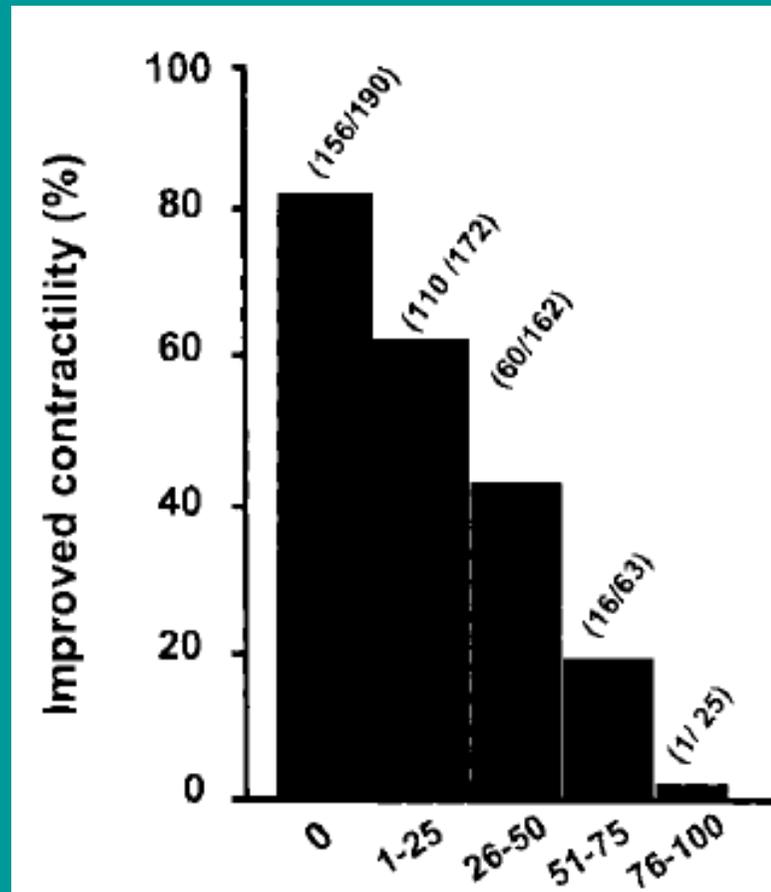


M.S. 8-8-2008

Fey (Gated SPECT)

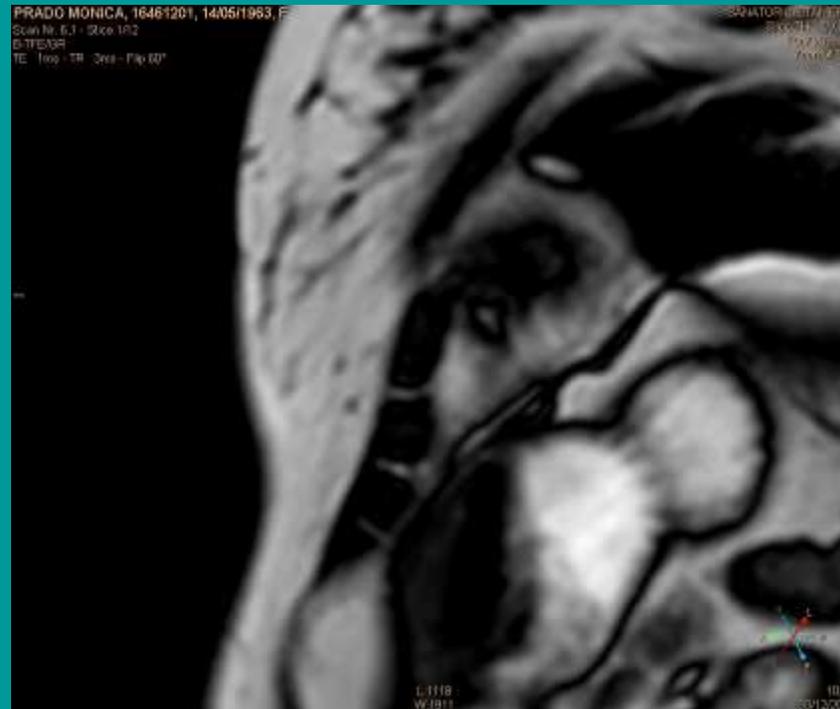


Viabilidad miocárdica: Transmuralidad del infarto



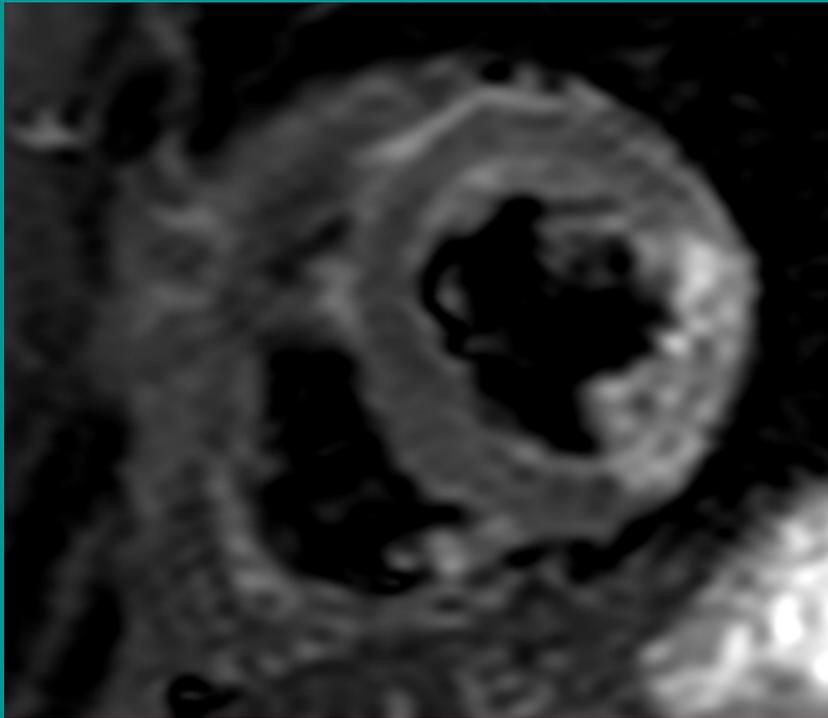
RM Cardíaca

Mujer, 47 años, TBQ, IAM evolucionado 4 días.



M.P. 30/12/2010

T2



Realce tardío



PRUEBAS FUNCIONALES para detección de EC

(Provocación de isquemia)

Tests que incrementan el consumo de O₂

- Prueba de esfuerzo
- Fármacos inotrópicos (dobutamina: CI en MCH, arritmias ventriculares, HTA severa)

Tests que producen fenómeno de robo (adenosina, dipiridamol)

- Redistribución del Q hacia zonas dependientes de coronarias sin lesiones
- Contraindicaciones: EPOC, AI, alteraciones de la conducción AV (adenosina)

Pruebas provocadoras de espasmo coronario

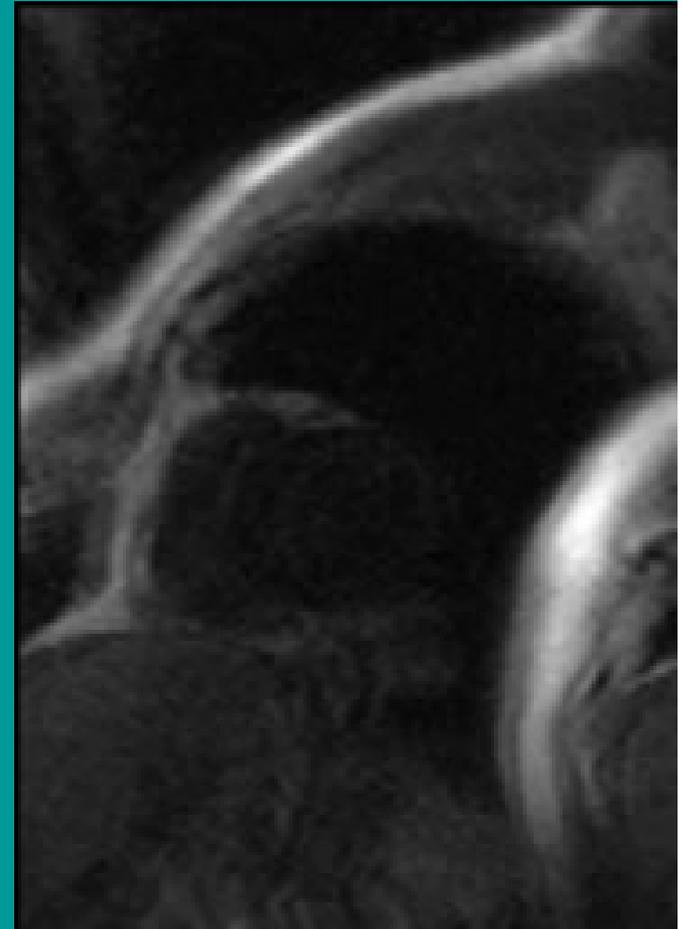
- Hiperventilación
- Test del frío
- Respuesta a la ergonovina

Resonancia magnética cardíaca con estrés farmacológico

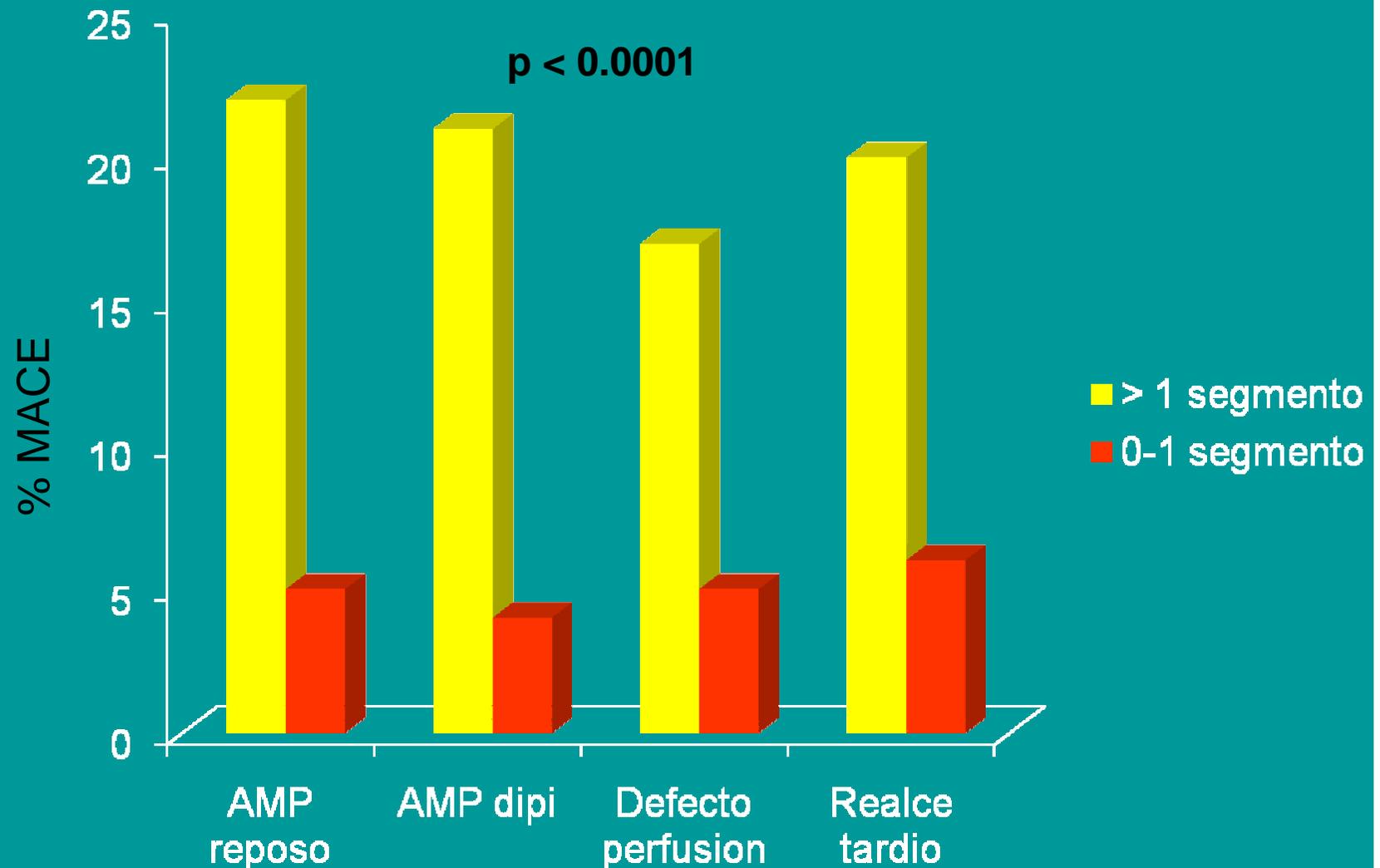


Indices derivados de la RM de estrés con dipiridamol

- Sin evidencia de isquemia
- Alteración de la perfusión
- Alteración de la motilidad en reposo
- Alteracion de la motilidad con dipiridamol
- Necrosis



Indices derivados de la RM de estrés con dipiridamol (17 segmentos AHA)



Consenso ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/SCAI:
Indicaciones apropiadas
RM estrés en pacientes sintomáticos

Es razonable la utilización de la RM con estrés (vasodilatadores o con dobutamina) en pacientes en pacientes sintomáticos **con probabilidad pretest intermedia de enfermedad coronaria** y ECG no interpretable o incapacidad de realizar esfuerzo; y en pacientes con pruebas funcionales equivocadas o estenosis intermedias.

Criterios de uso apropiado de la RM cardíaca 2006

ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR

I) RM Cardíaca con estrés

	Probabilidad pretest		
Sospecha de enfermedad coronaria	Baja	Intermedia	Elevada
-ECG no interp. o incapacidad esfuerzo		7	

Evaluación de función ventricular y valvular

-Cardiopatía congénita del adulto	9
-Evaluación de miocardiopatías específicas	8
-Evaluación ventricular o valvular si Eco subóptimo	8

Criterios de uso apropiado de la RM cardíaca 2006

ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR

-Evaluación de DAVD

9

-Evaluación de miocarditis o IAM con CCG normal

8

-Evaluación de masas cardíacas

9

-Evaluación de pericardiopatías

8

-Evaluación de viabilidad miocárdica

9

-Evaluación de extensión de necrosis post IAM

7

Sensibilidad y Especificidad de estudios no-invasivos para la detección de enfermedad coronaria

	N	Sensibilidad	Especificidad	VPN
PEG	2456	52 %	71 %	
SPECT R/E	4480	87 %	73 %	
Eco estrés	2637	85 %	77 %	
EBCT	5730	85 %	75 %	96-100 %
RM estrés (P)	1183	91 %	81 %	
RM estrés (M)	735	83%	86 %	
16-64 CT-CA*	520	95 %	93 %	98 %

Fleischmann KE. J Nucl Cardiol. 2002;9:133–134. (metaanálisis de 44 estudios)

Budoff MJ. Circulation. 2002;105:1791-1796

Haberl R. JACC. 2001;37:451-457

Budoff MJ. 2006;114:1761-1791. (* pooled data de 8 estudios)

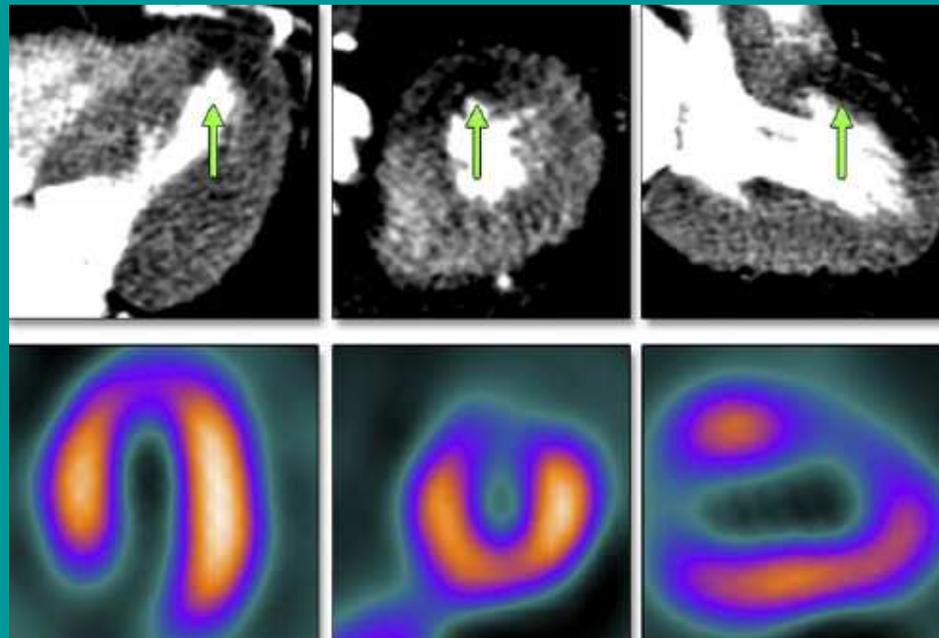
Cascada isquémica



Cardiología nuclear

SPECT Tc99m

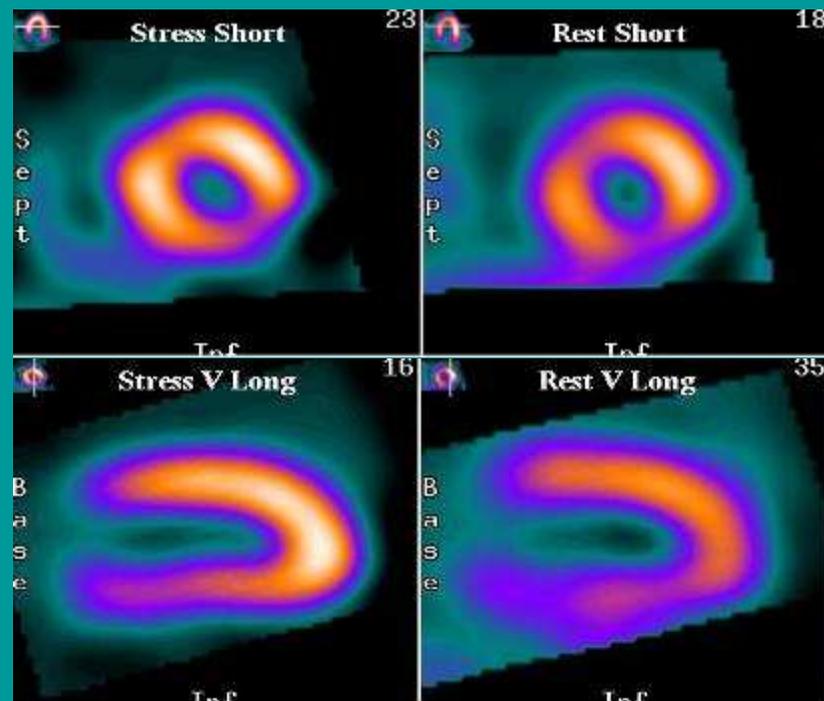
- Radiofármacos marcadores de flujo (MIBI, marcado con Tc-99)
- Ingresa en la mitocondria
- La captación es proporcional al Q regional \longrightarrow Perfusión miocárdica



SPECT Tc99m

Protocolos

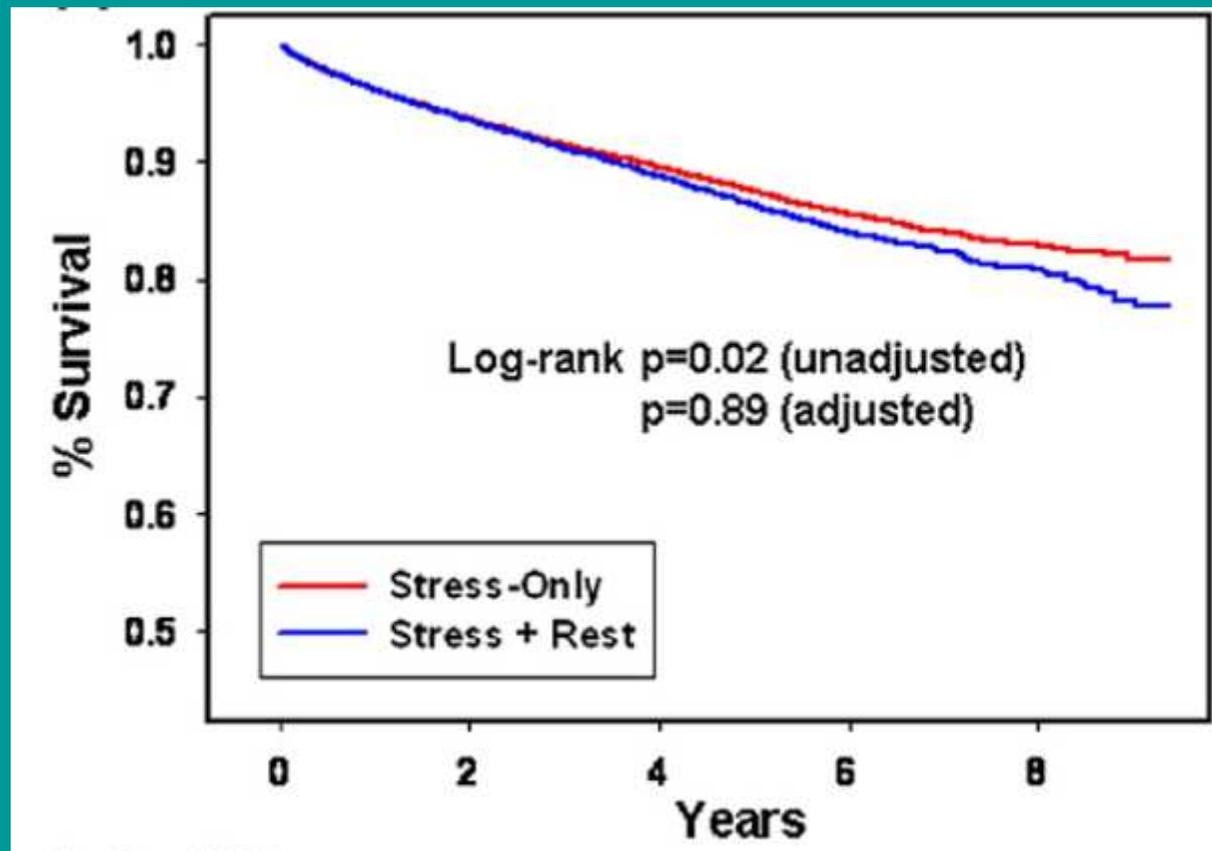
- Estrés-reposo en el mismo día
- Estrés-reposo en dos días
- Gated-SPECT (SPECT gatillado)= calculo de Fey



SPECT Tc99m

Protocolos

1. Estrés
2. Reposo solo en resultados anormales o equívocos



SPECT Tc99m

Criterios de severidad

- 1. Defecto extenso de perfusión que afecte más de una región coronaria o a un amplio territorio correspondiente a la descendente anterior**
- 2. Defecto intenso de perfusión (intensidad de la captación similar a la del fondo)**
- 3. Captación pulmonar anómala en el caso del talio-201 (disfunción VI)**
- 4. Dilatación isquémica del ventrículo izquierdo**

SPECT Tc99m

Limitaciones / Consideraciones

- 1. La precisión diagnóstica disminuye significativamente si la prueba no es suficiente (si no se alcanza el 85 % de la FC prevista). Suspender BB y BC durante 24-48 hs previo a la prueba.**
- 2. Atenuación mamaria. Atenuación diafragmática. En obesos y mamas voluminosas no usar Tl 201.**
- 3. Falsos positivos en BRI (usar dipiridamol).**
- 4. Radiación**
- 5. No realizar dentro de las 48 hs de un evento isquémico agudo**