



# El diagnóstico imagenológico en la cardiopatía isquémica

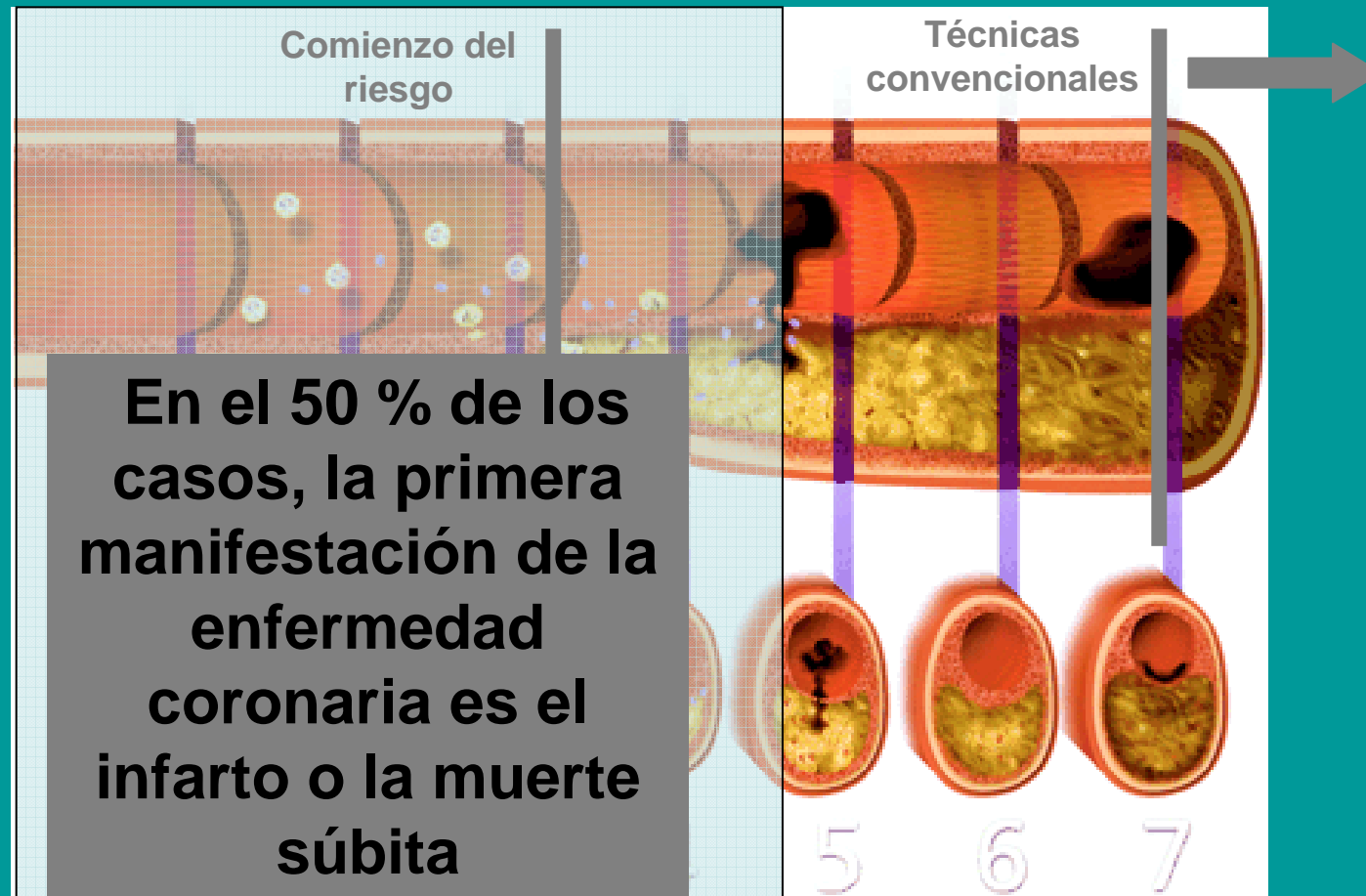
**Gastón A. Rodríguez Granillo**

**Sanatorio Otamendi  
Clinica La Sagrada Familia  
CONICET**

**Asociación Médica Argentina**

**10 de Abril, 18:00 hs**

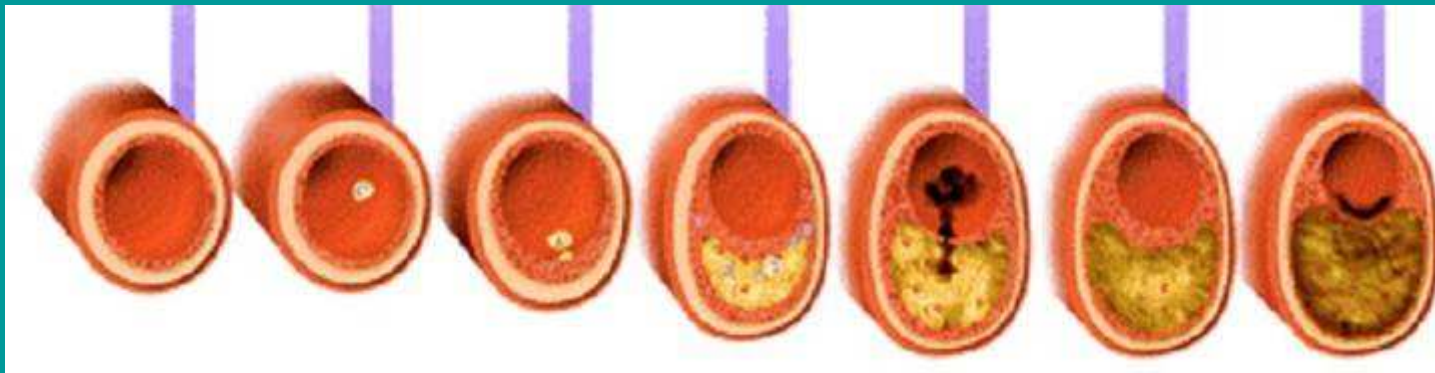
# Historia natural de la aterosclerosis coronaria



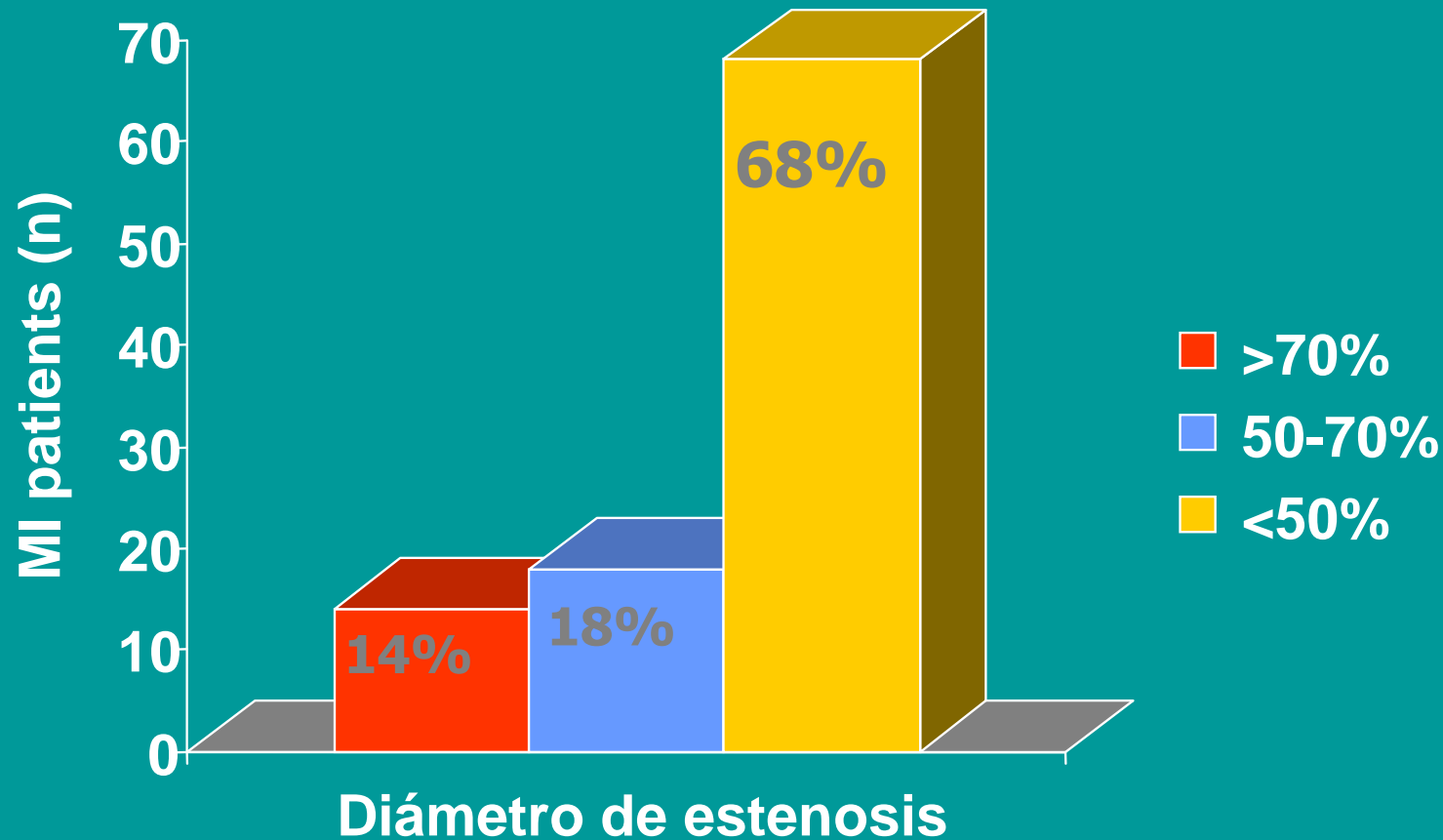
# Historia natural de la aterosclerosis coronaria

**Asintomáticos  
PF -**

**Síntomas  
PF +**



# Estenosis previa al IAM

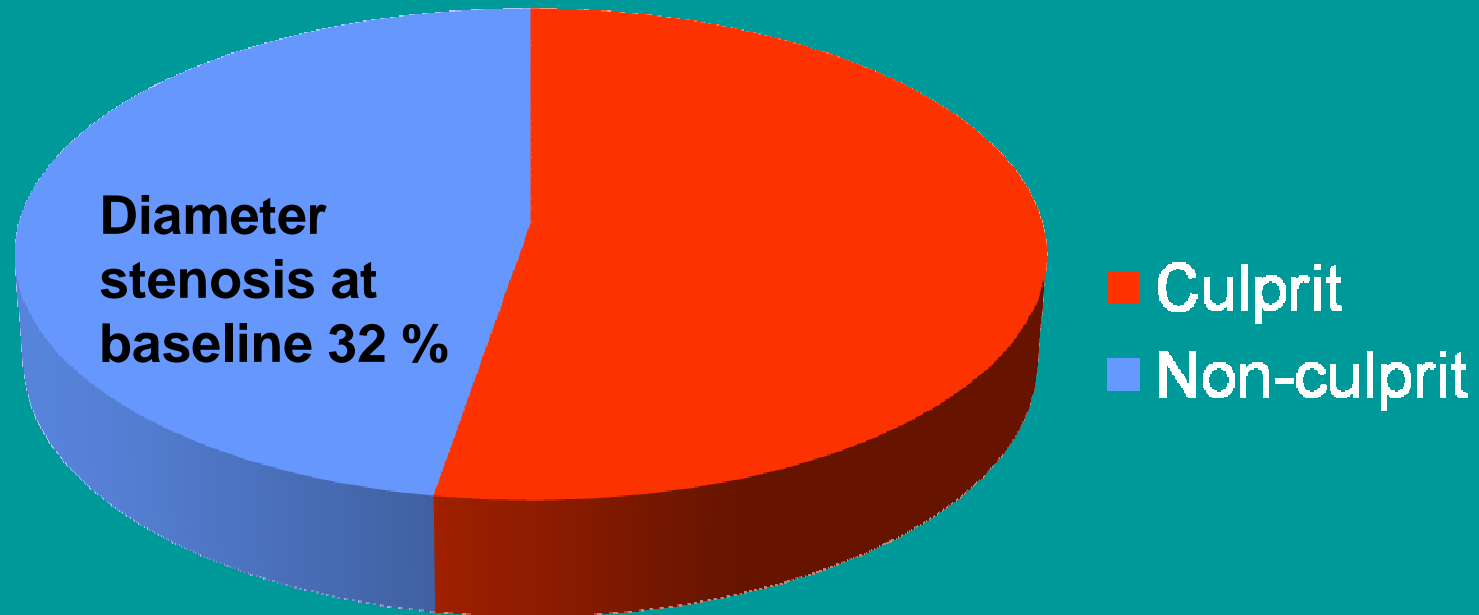


Alderman E. J Am Coll Cardiol.1993;22:1141-1154  
Ambrose J. J Am Coll Cardiol 1988;12:56-62  
Little WC. Circulation. 1988;78:1157-1166  
Nobuyoshi M. J Am Coll Cardiol. 1991;18:904-910  
Giroud D. Am J Cardiol. 1992;69:729-732

# PROSPECT

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

Major adverse cardiac events 20,4 %

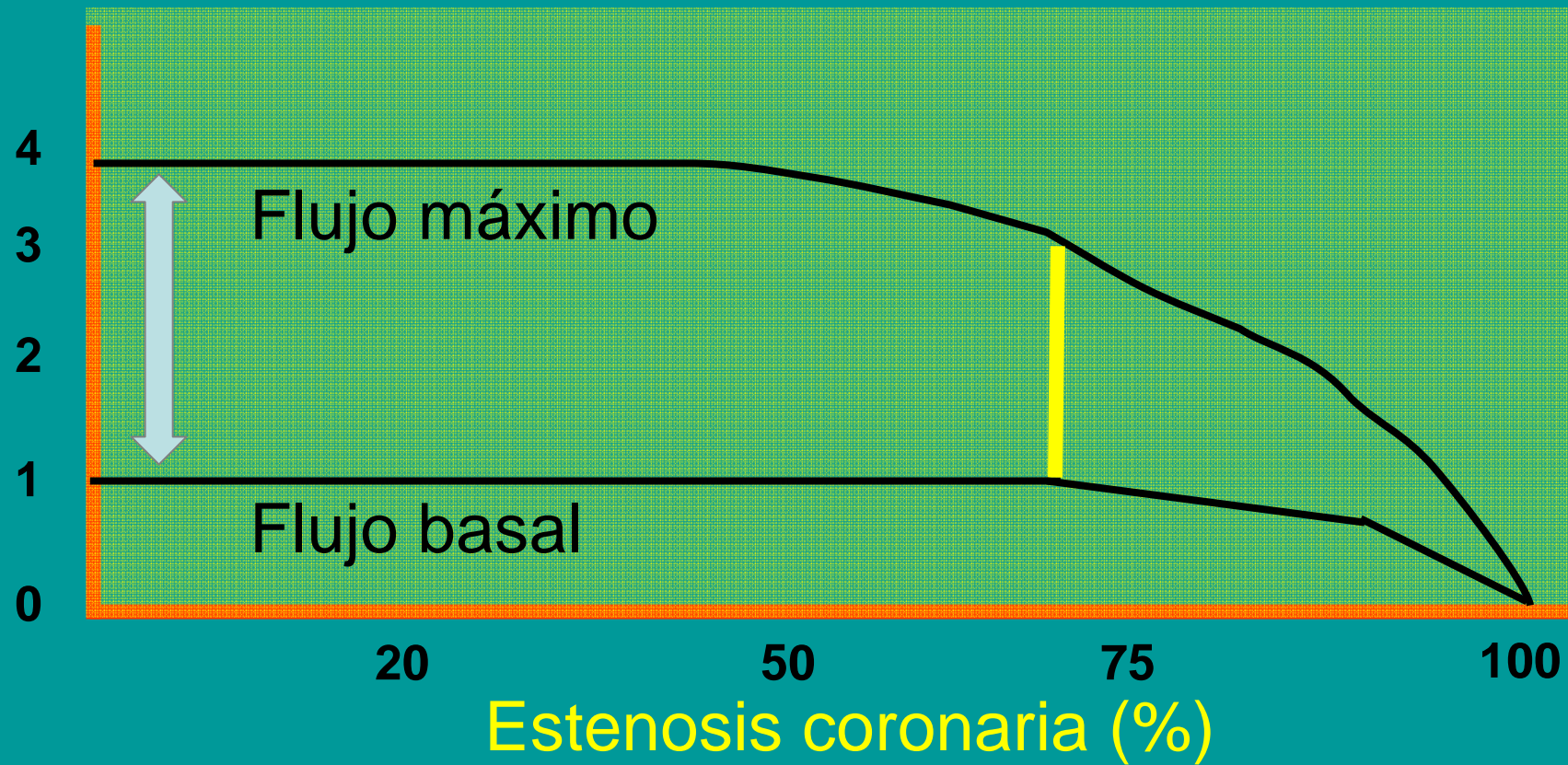


Seguimiento 3.4 años

# 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

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

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

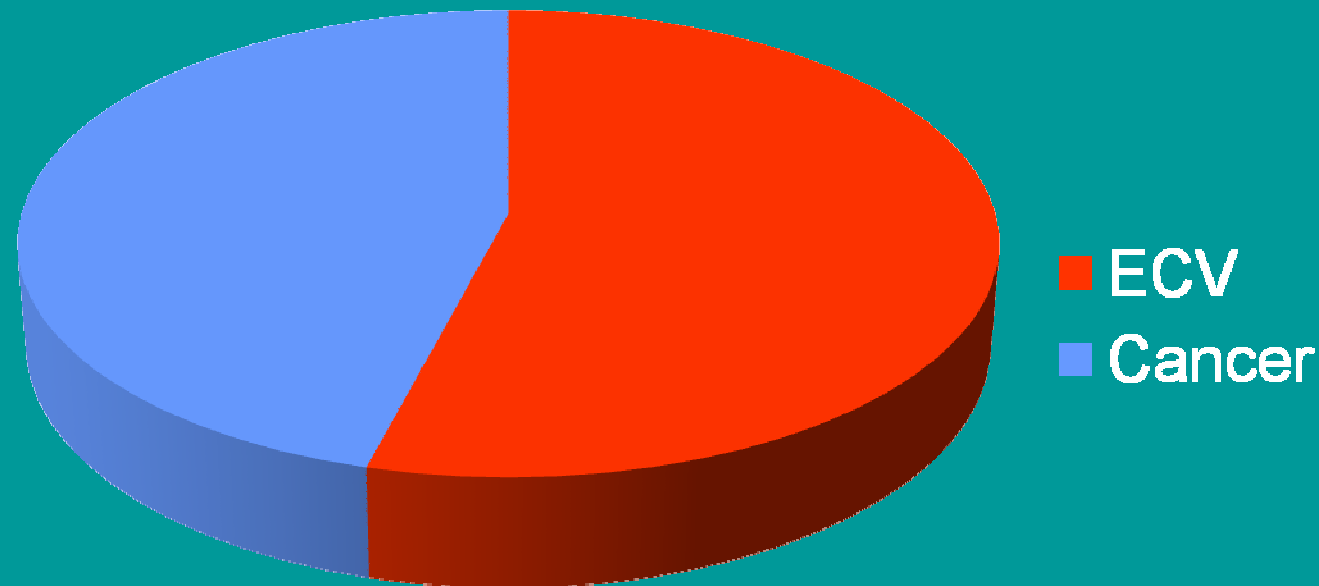
Mamografía anual > 40 años

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](http://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 %

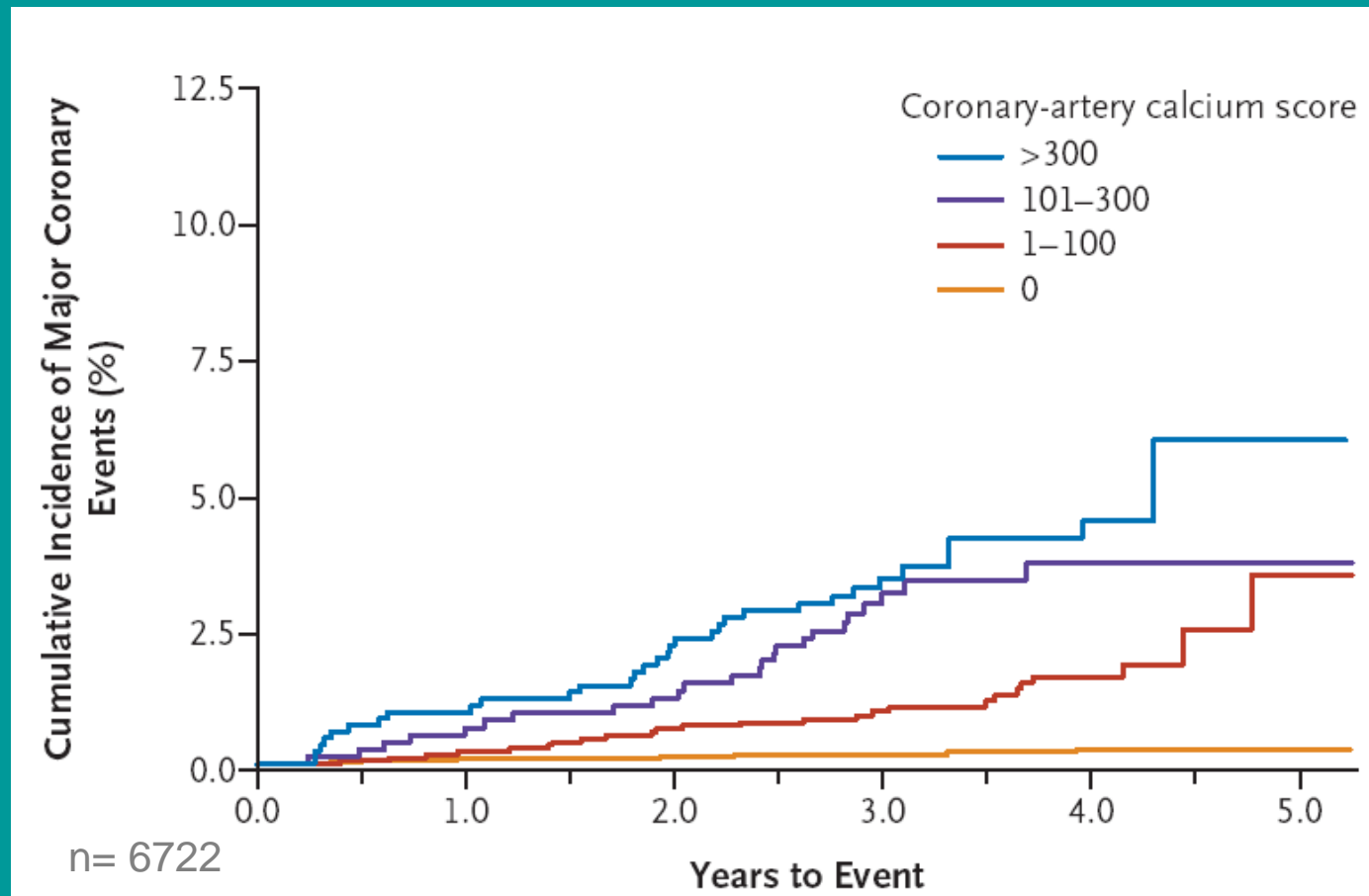
**Hombres**

**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
<b>Total</b>	<b>0.79</b>	<b>0.83</b>	<b>0.006</b>	<b>0.77</b>	<b>0.82</b>	<b>&lt;0.001</b>

# Valor pronóstico del score de calcio:

n= 71.595      FUP 50 meses

## CAC 0

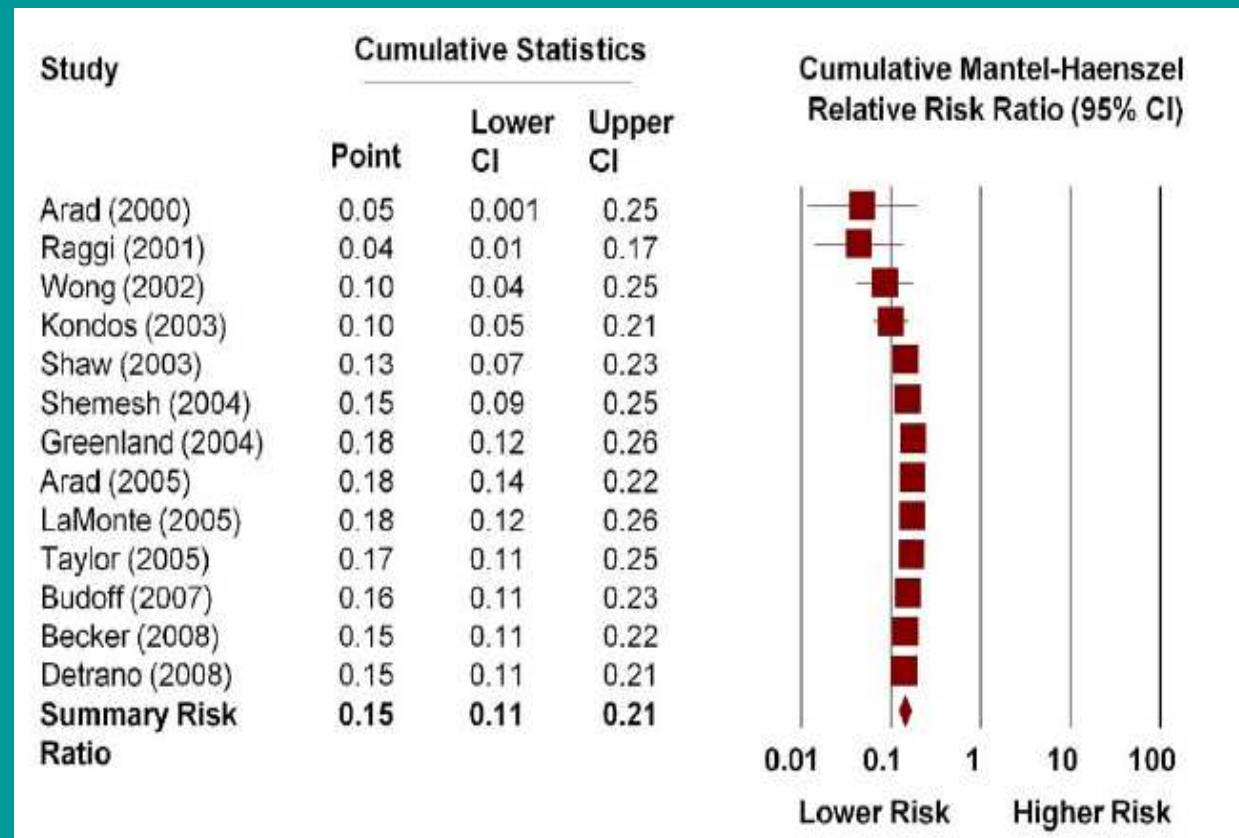
154 / 21.312

(0.47 %)

## CAC > 0

1749 / 42.283

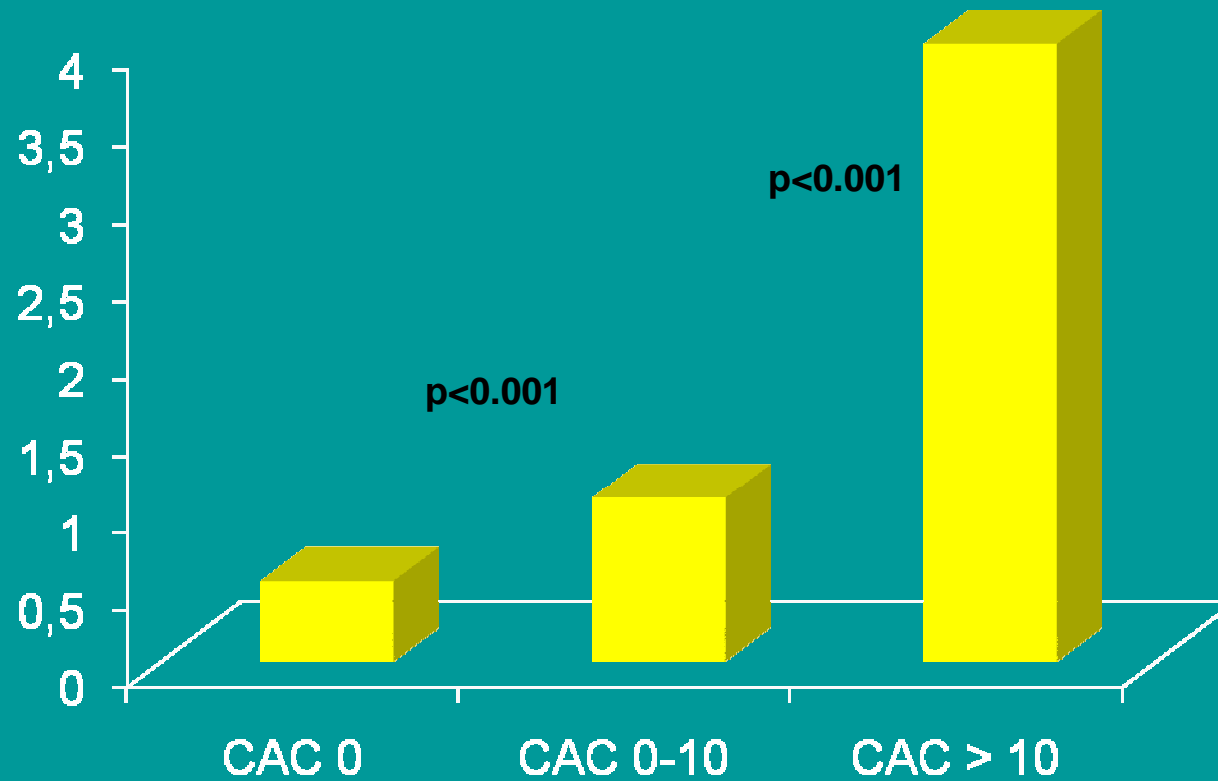
(4.1 %)



# Mortalidad de toda causa (asintomáticos)

n= 44.052

FUP 5.6 años

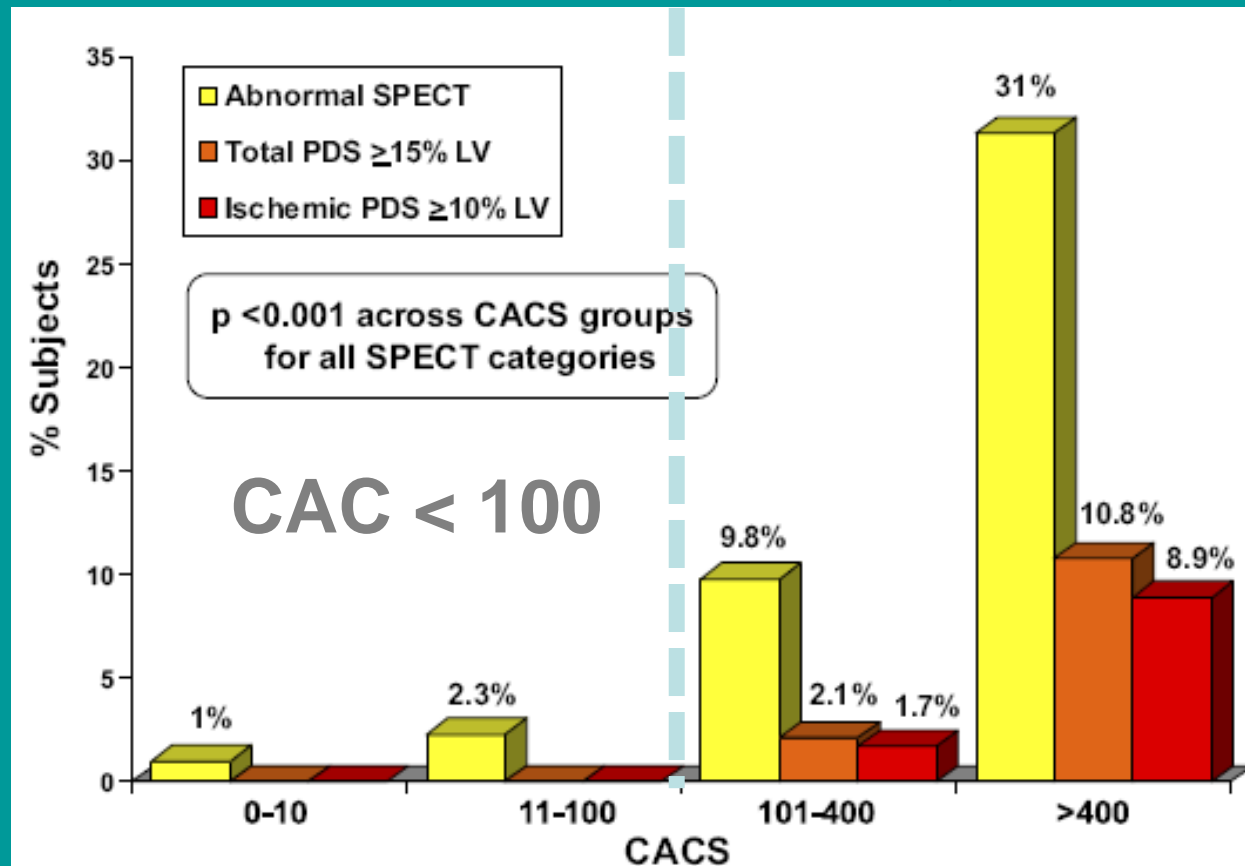


# Relación entre CAC y SPECT

(pts de riesgo bajo-intermedio)

n= 717

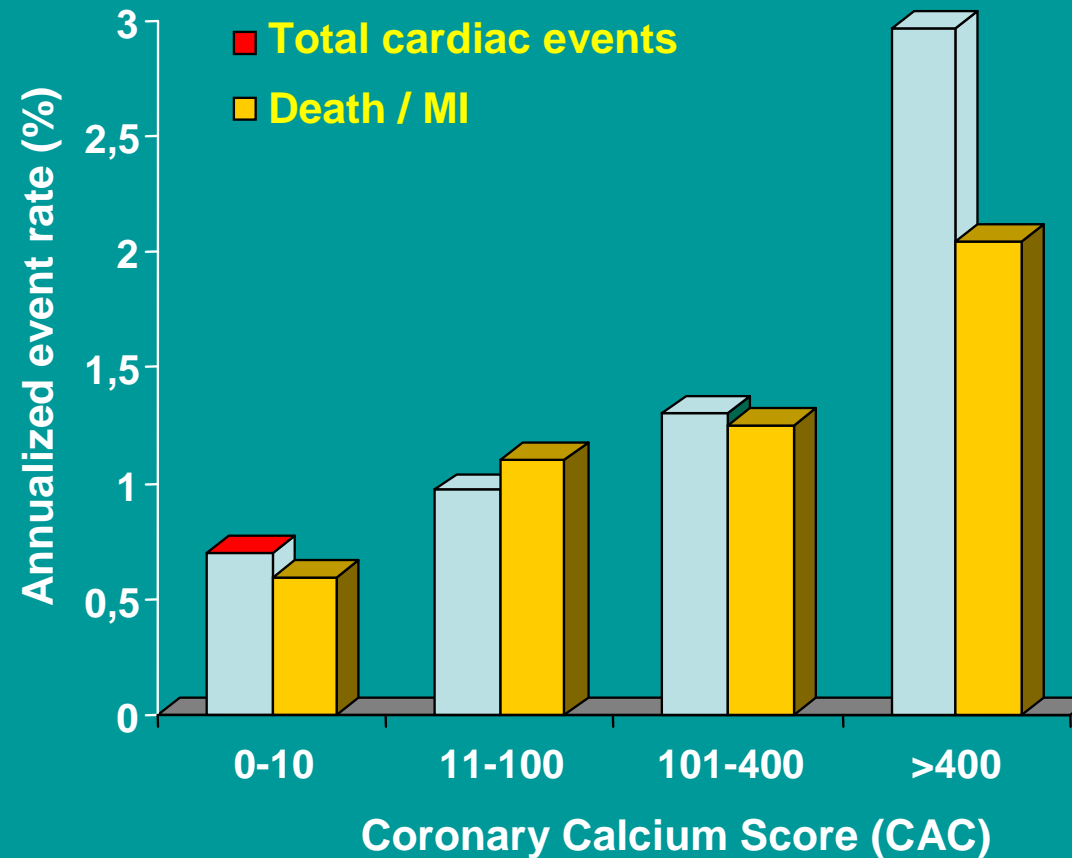
Follow-up 3 years



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

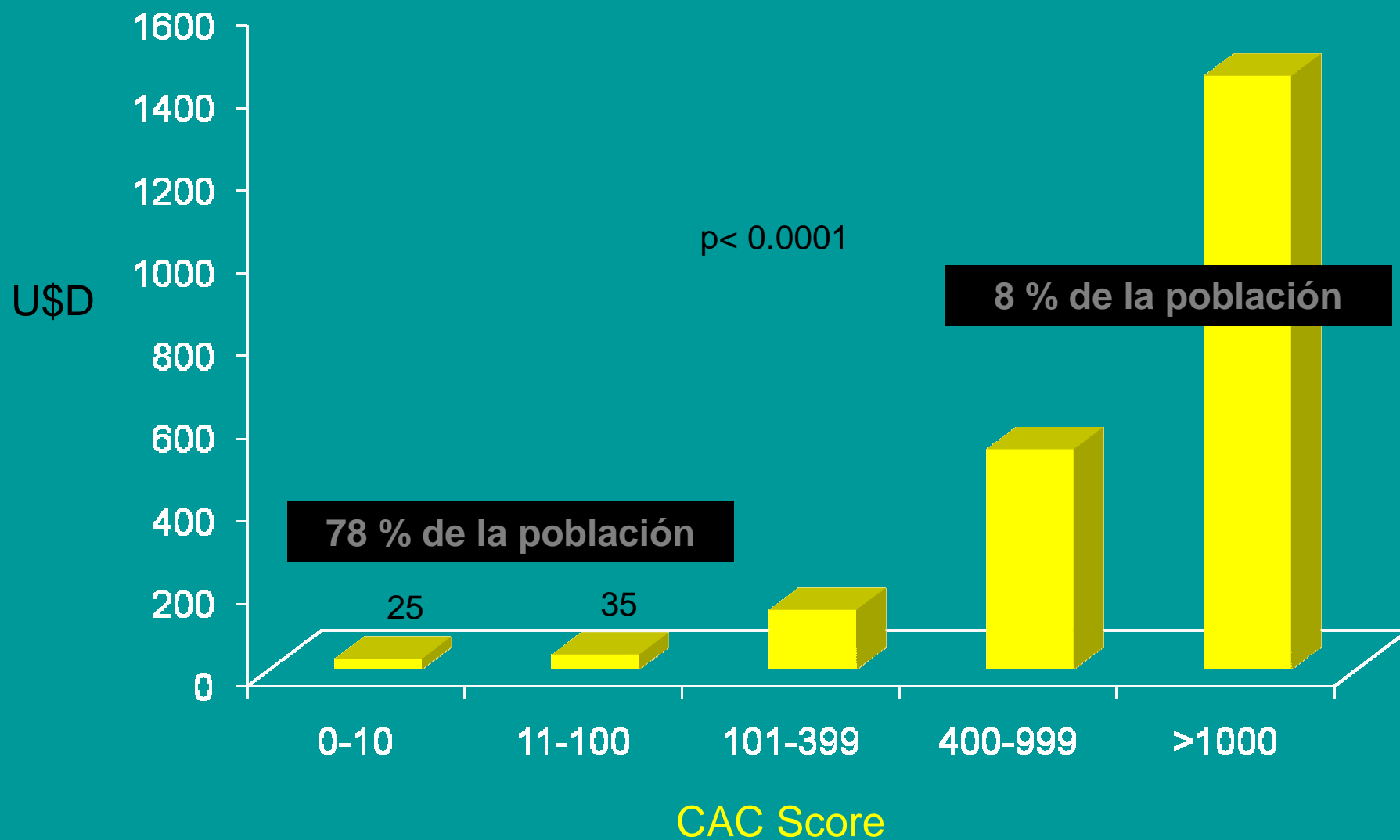
Score de calcio

Seguimiento 4 años

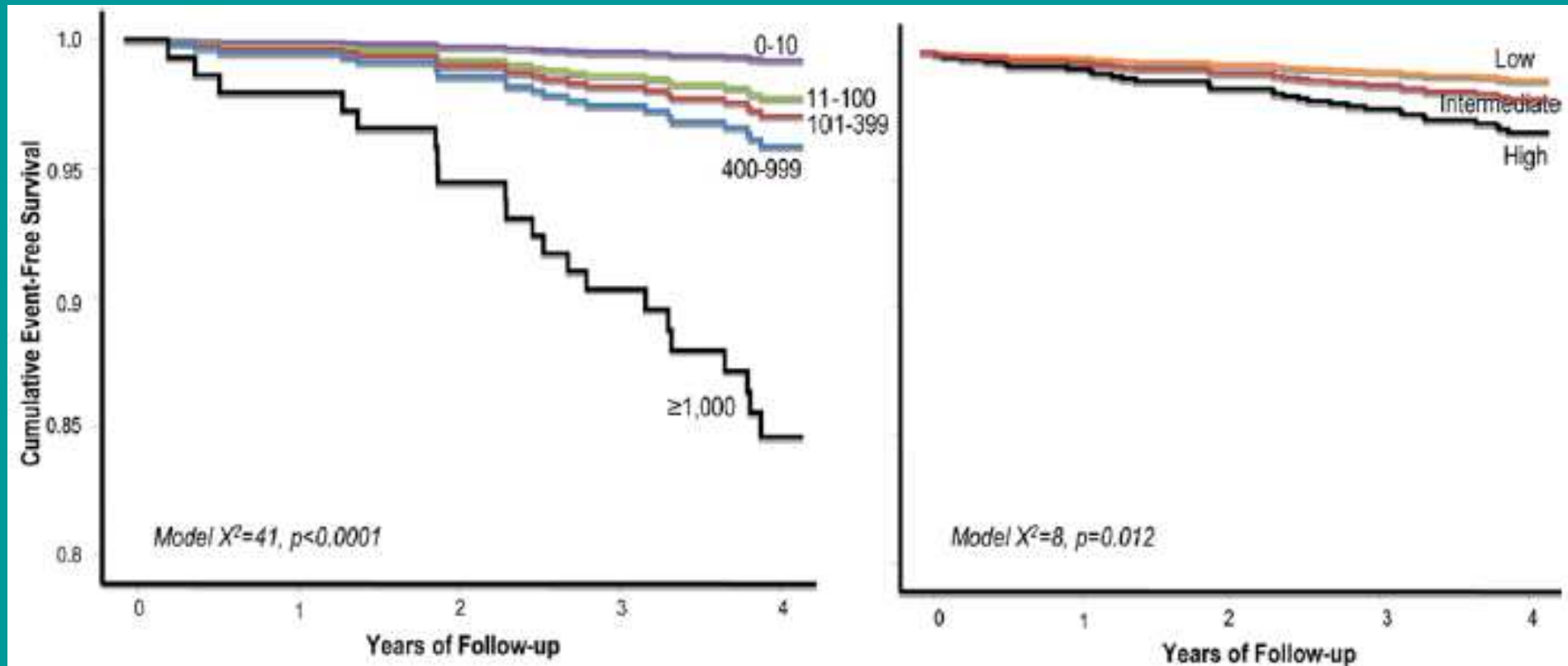


**Consumo de recursos** ajustado por la inflación (estudios no invasivos, invasivos, medicación, internaciones)

# Costo medio anual



# Sobrevida libre de eventos con CAC y FRS



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

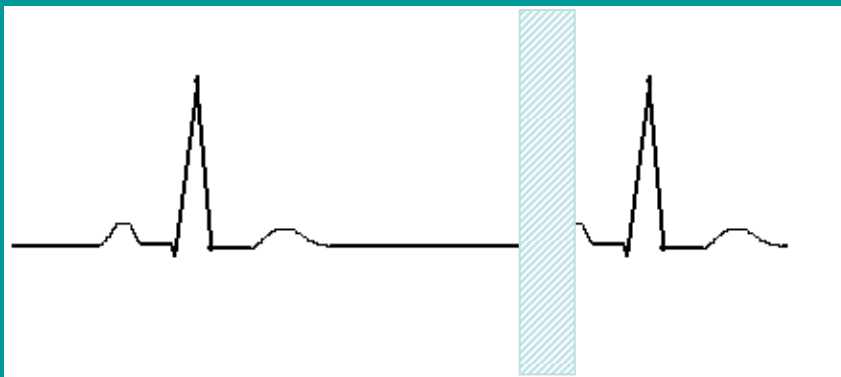
# Score de calcio coronario

- 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

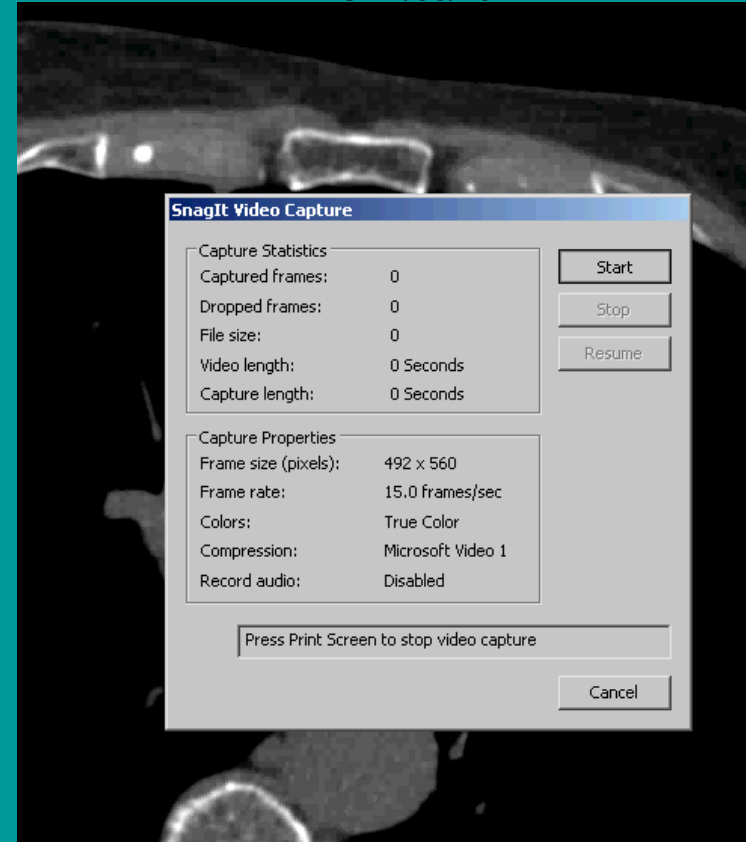
# Score de calcio coronario por TC multidetector

- 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 mm<sup>2</sup>).



EC 24/05/2011



Mujer, 79 años.

HTA.

Control clínico.

Agatston: 83.1 (percentil 52)

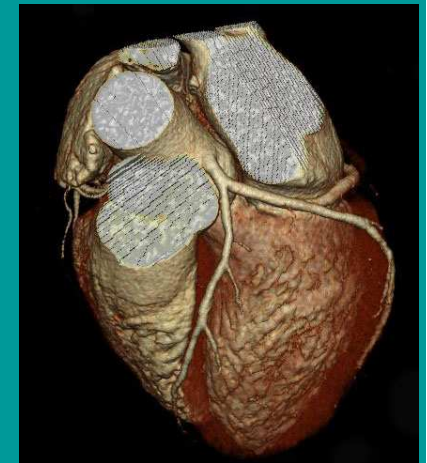
## Conclusiones del Expert Consensus Document del American College of Cardiology/American Heart Association.

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

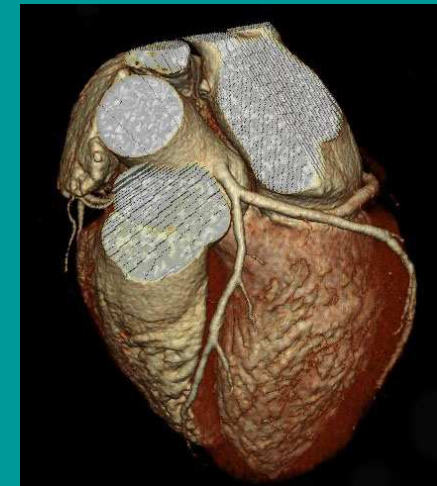
## Estudios multicéntricos en pacientes con indicación de CCG:

### 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

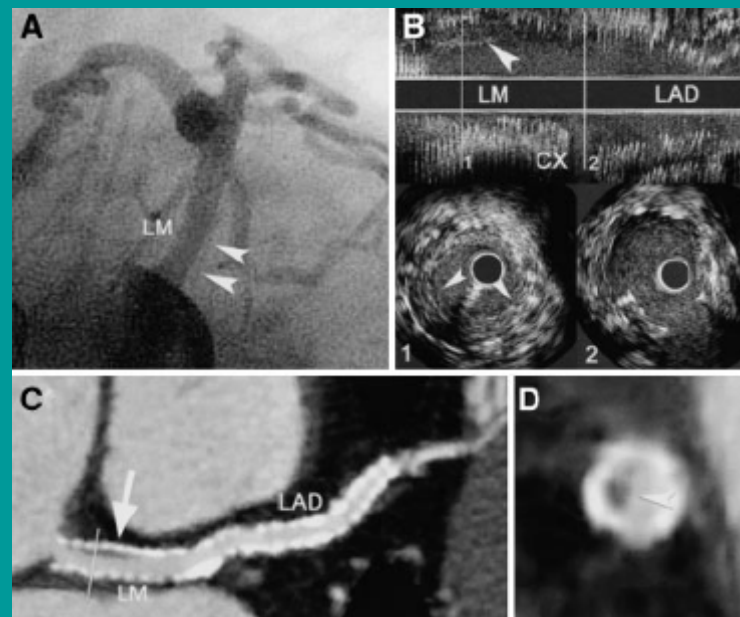
# Evaluación de stents coronarios

**76 stents, 21 overlapped**

**Diameter= 2.25 - 4.0 mm ( $3.4 \pm 0.3$ mm)**

**Length= 8.0-33.0 mm (19.0 mm)**

**Evaluable stents 65/76 (86%)**



## In-stent restenosis

## Peristent stenosis

**Sensitivity**

**6/6 (100 %)**

**5/5 (100 %)**

**Specificity**

**52/52 (100 %)**

**121/123 (98 %)**

**PPV**

**6/6 (100 %)**

**5/7 (71 %)**

**NPV**

**52/52 (100 %)**

**121/121 (100 %)**

# ACTCM como evaluación post-CRM



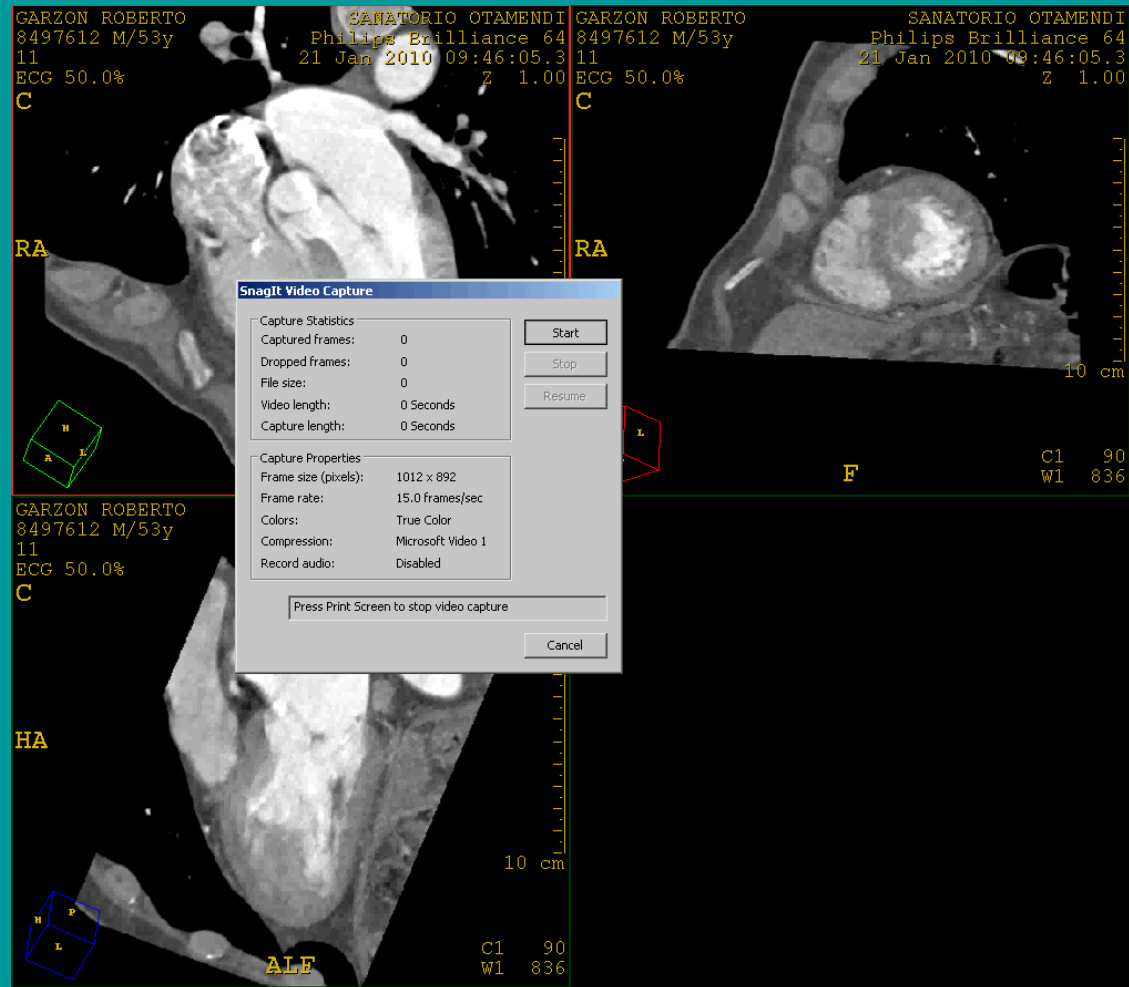
## Meta-analisis

15 estudios (n= 723, 2023 puentes)

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

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

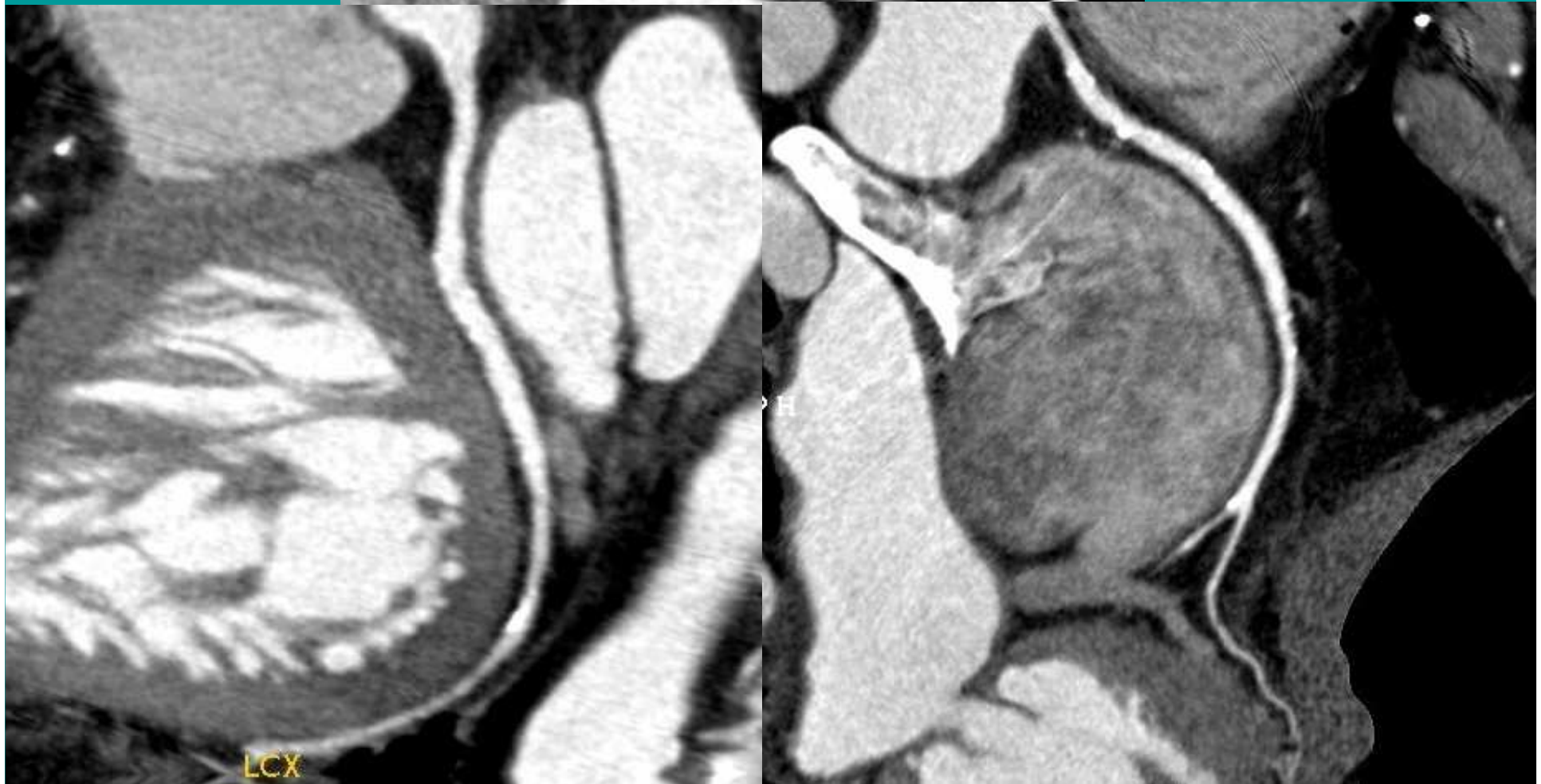
# Caracterización del IAM



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

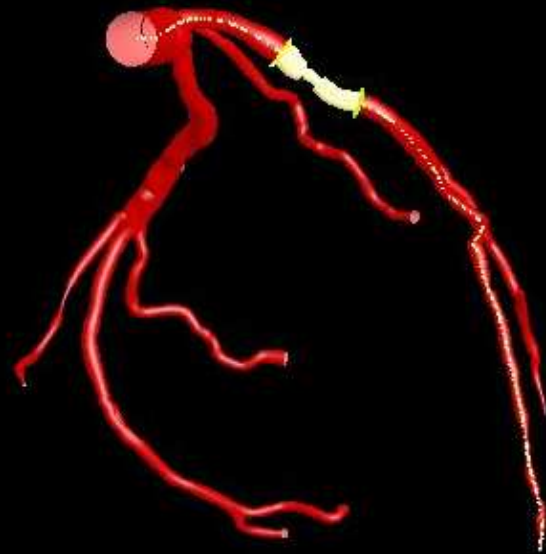
0 %



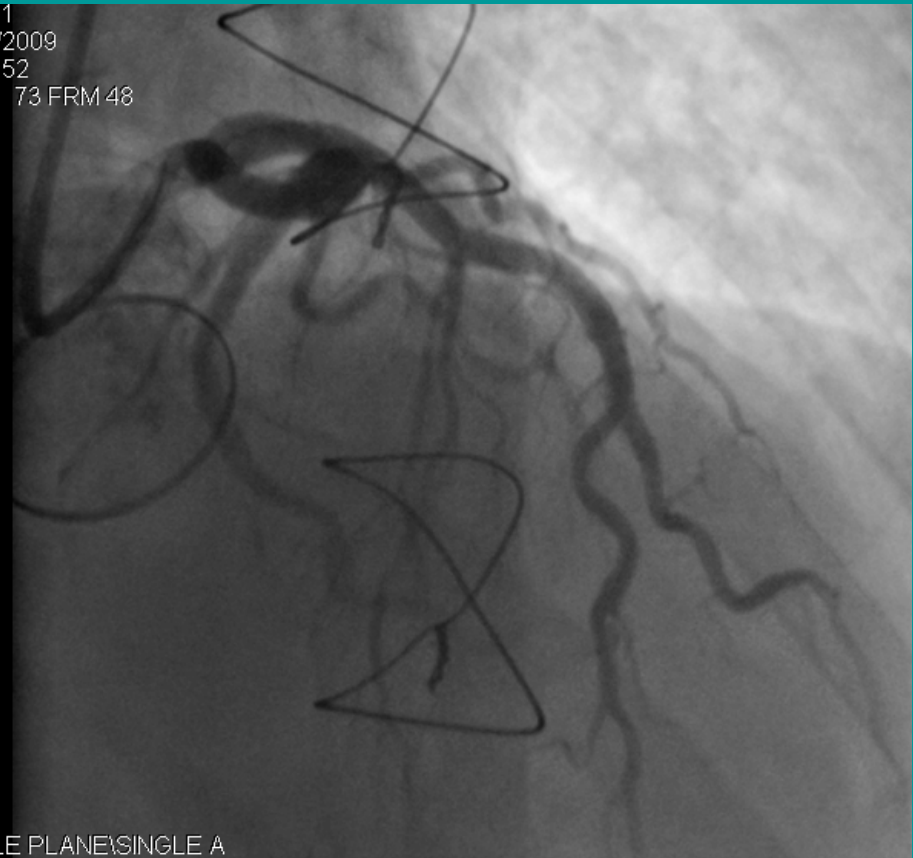
F.P.C. 01/07/2009

# CASO #8:

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



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



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

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
<b>Unidad de dolor</b>			
-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:

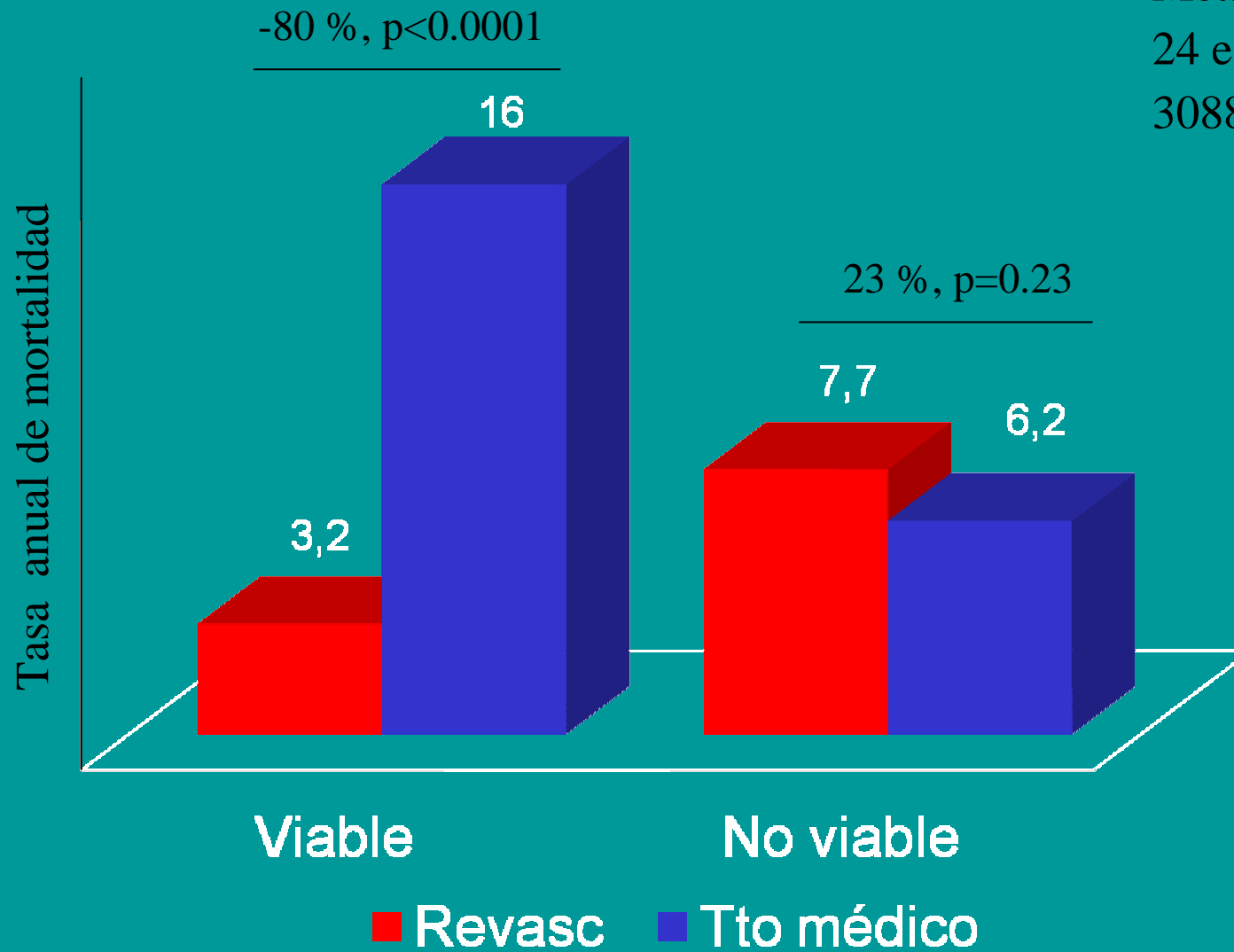
Miocardio disfuncional como resultado de una reducción prolongada de la perfusión miocárdica ( “downregulation” metabólico)

## Miocardio necrótico:

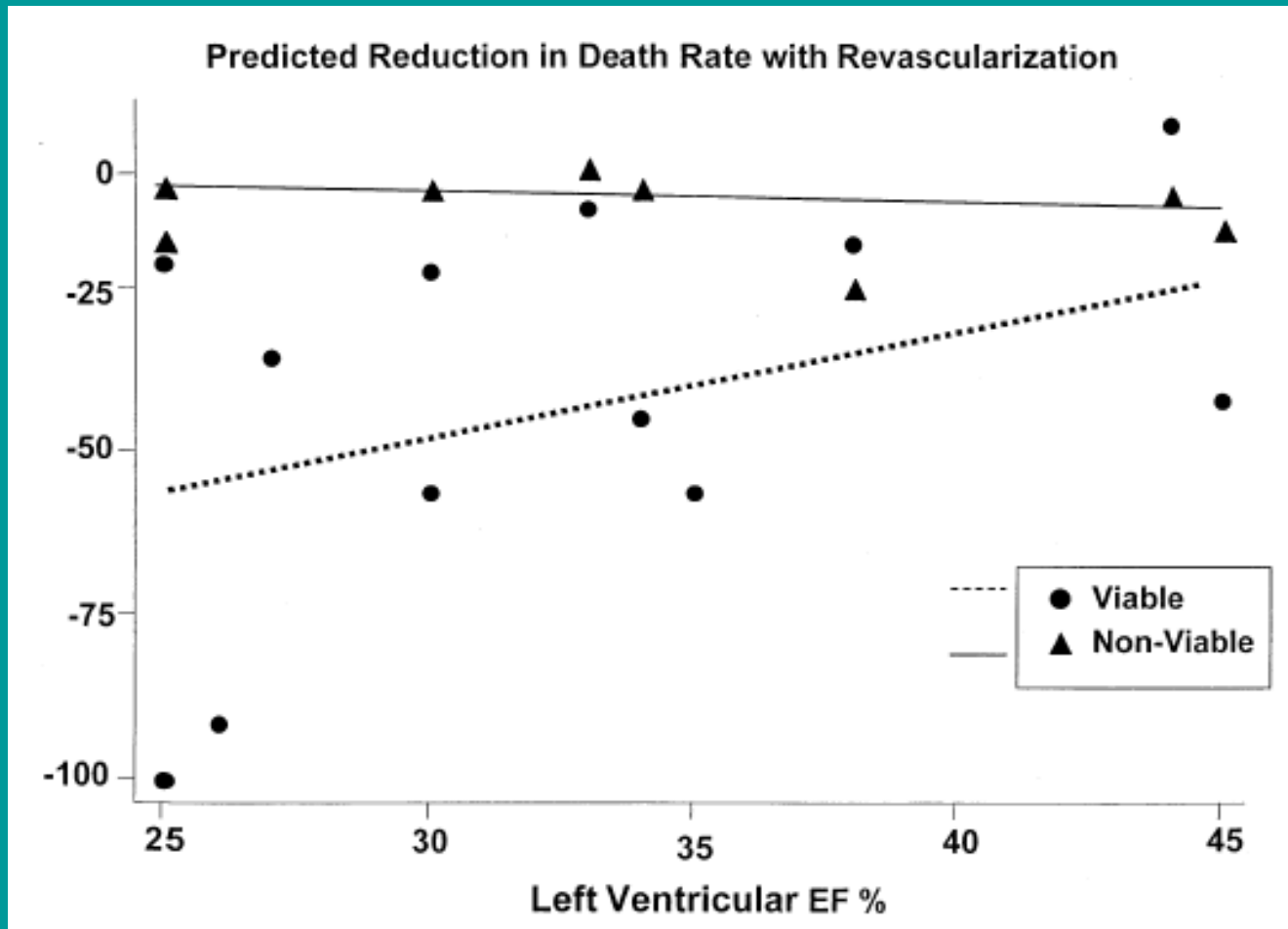
Daño miocárdico irreversible.

# 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



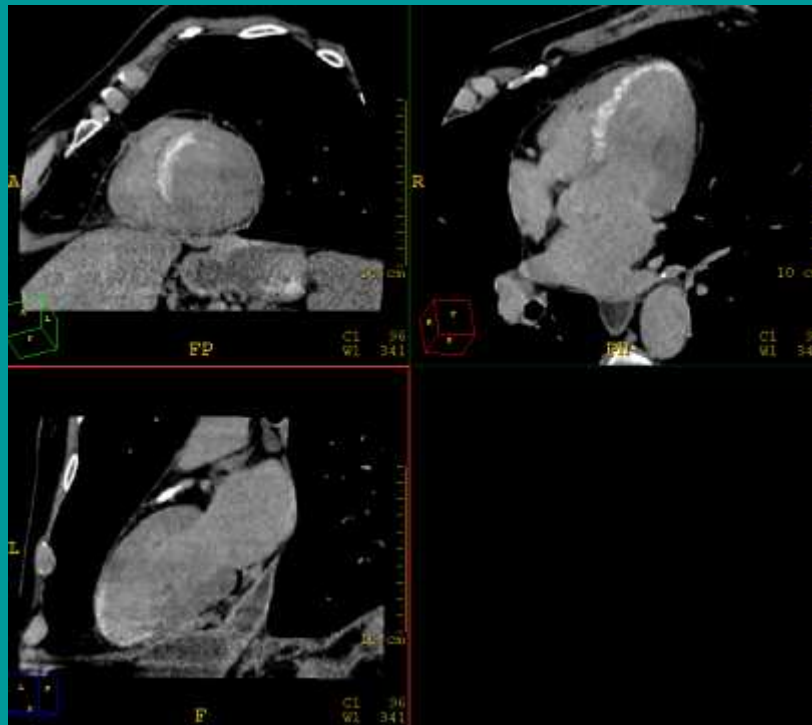
Meta-análisis

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

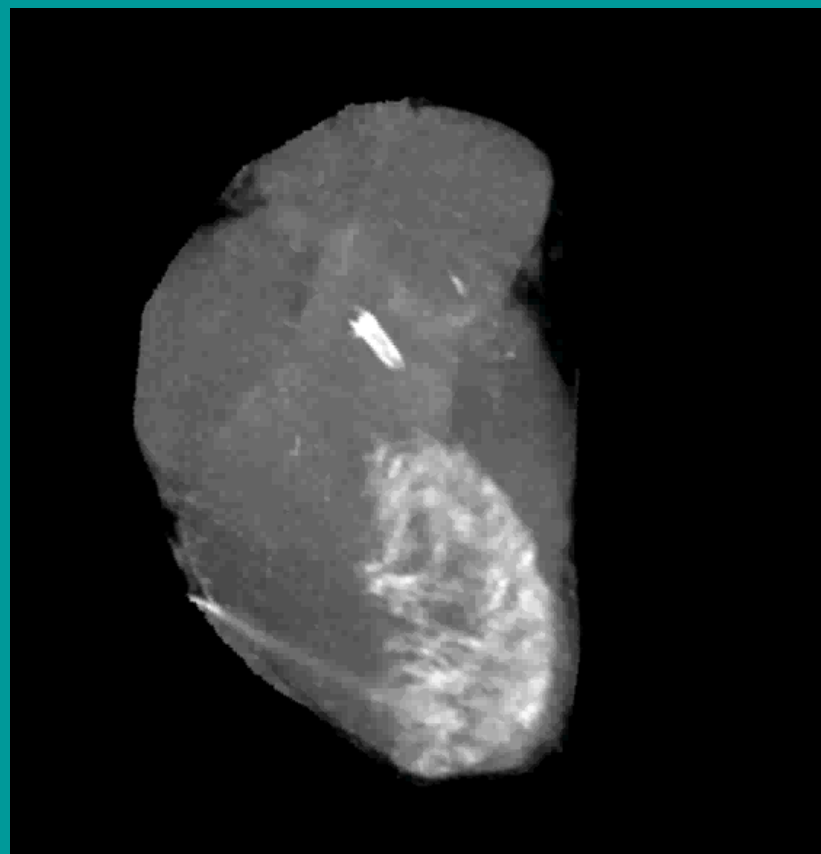
16 (12-20) minutos

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

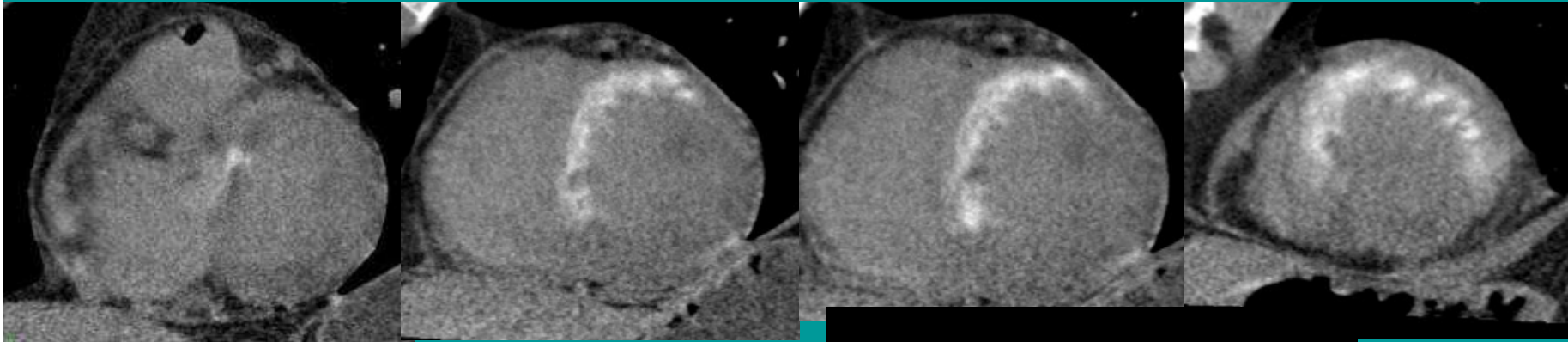
CK máx= 4432 U/l

J.C. 08-05-2007

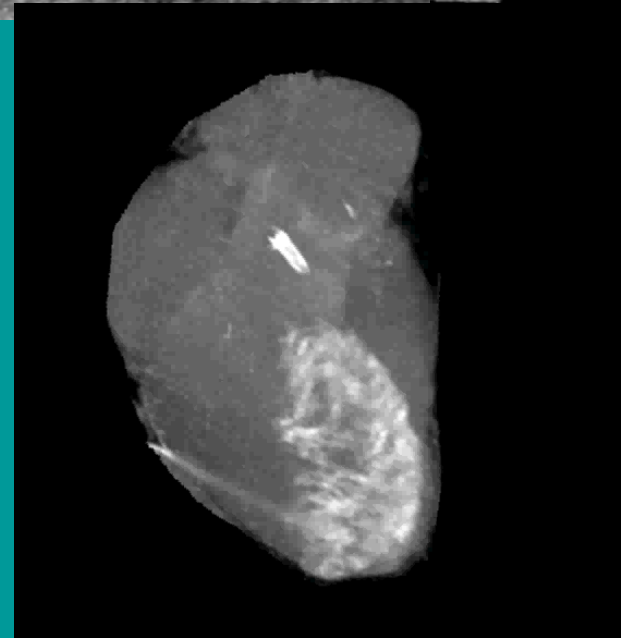
Rodriguez-Granillo GA. J. Am. Coll. Cardiol. Img. 2009;2;1072-1081

## Casos

30 min post ATC primaria (250 ml)

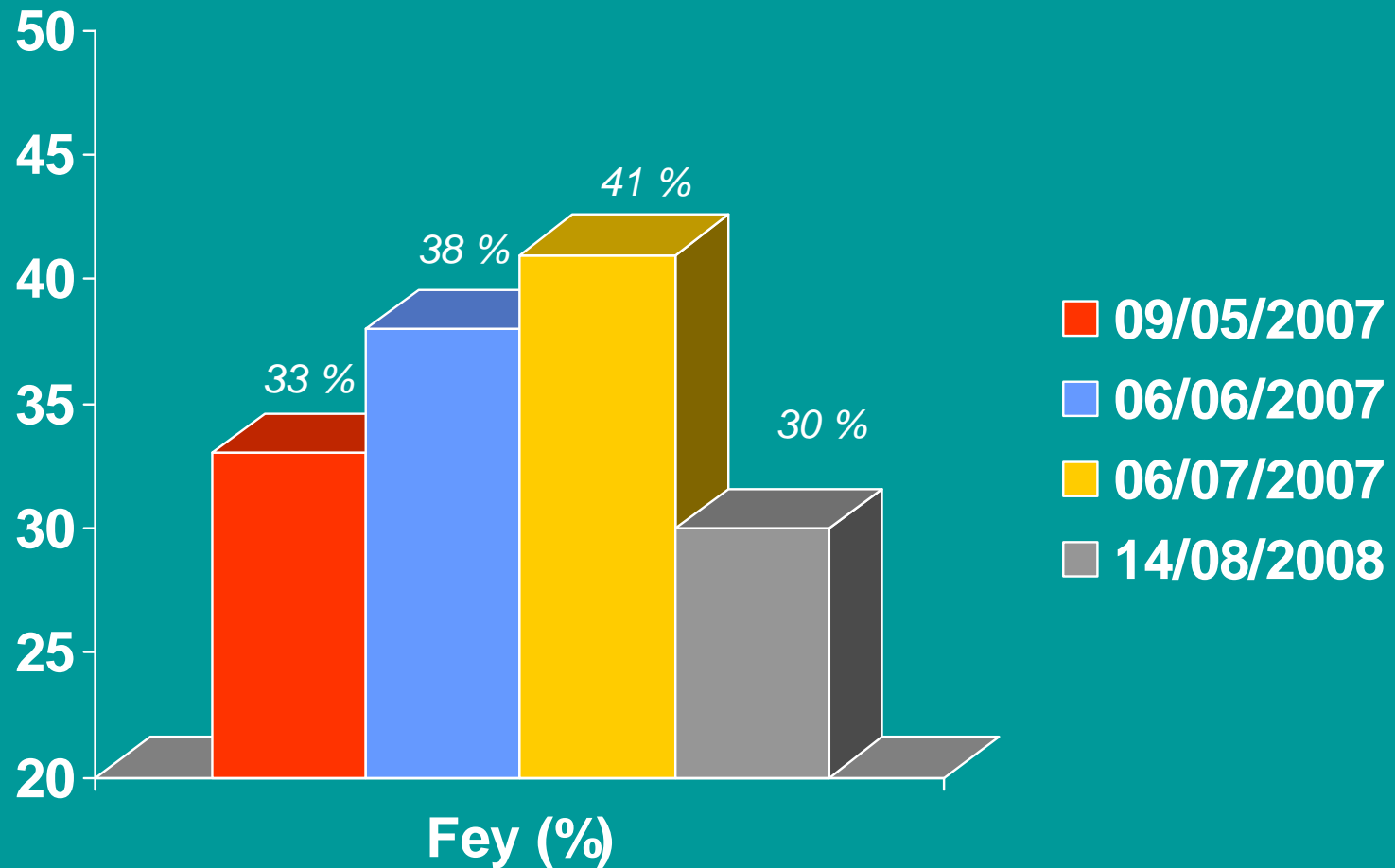


*Masa infartada= 65 % del VI*





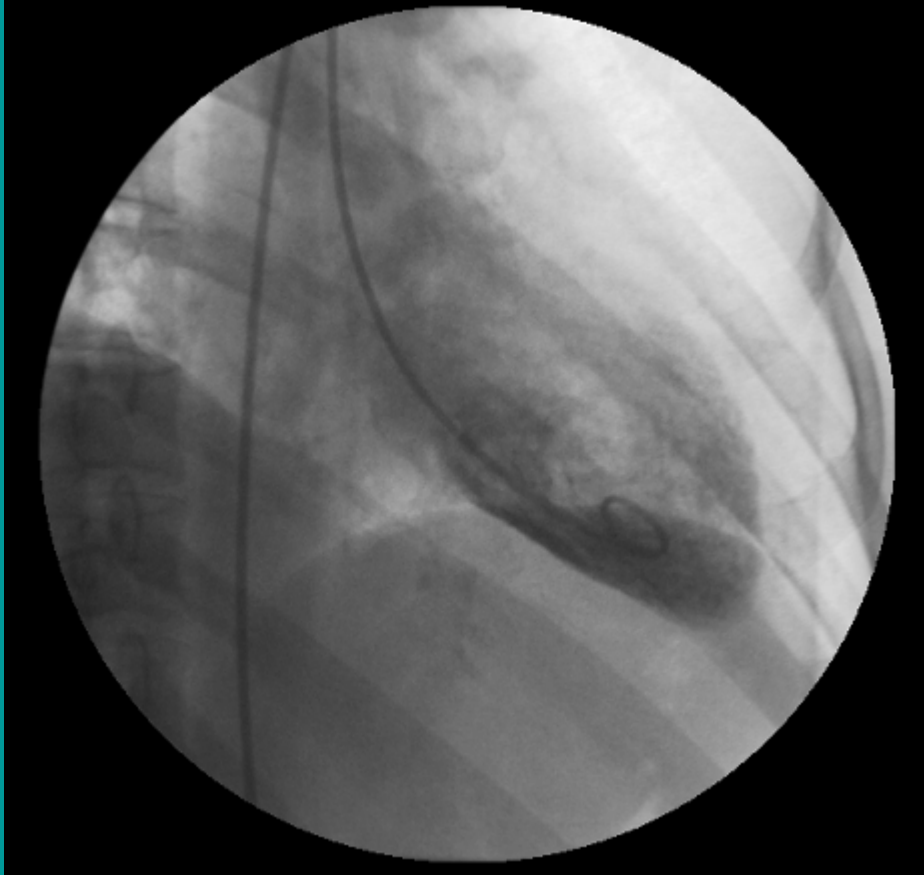
## LVEF (Gated SPECT)



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

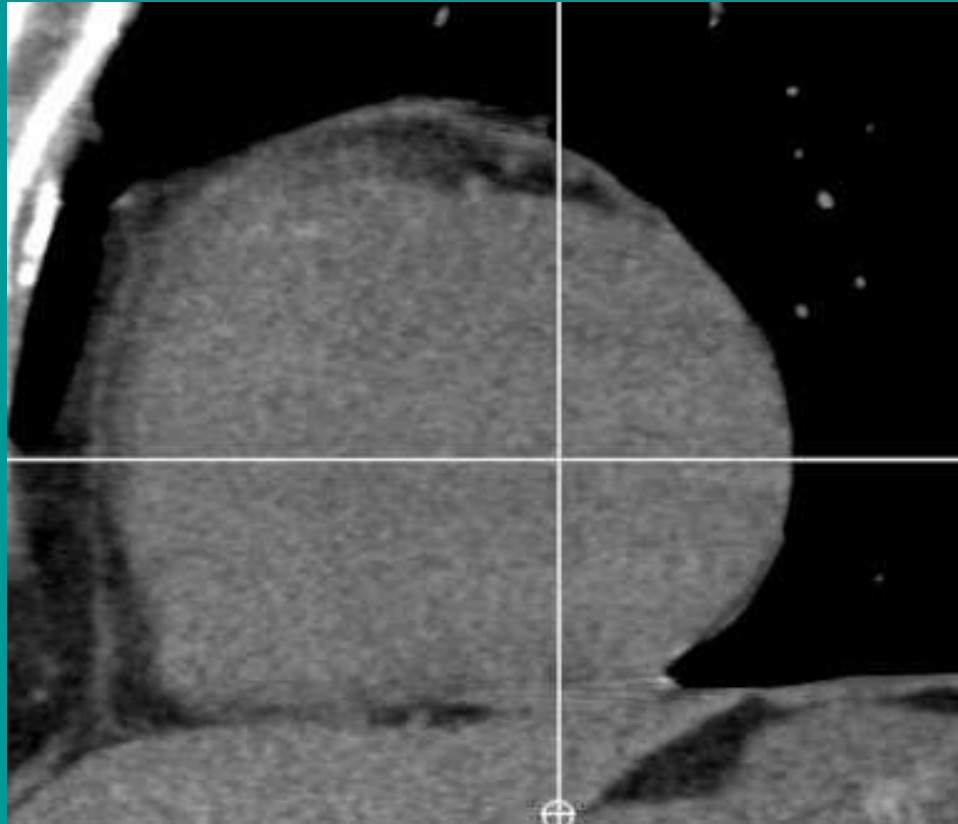


- Resolución del ST > 50 %
- CK máx= 1805 U/l



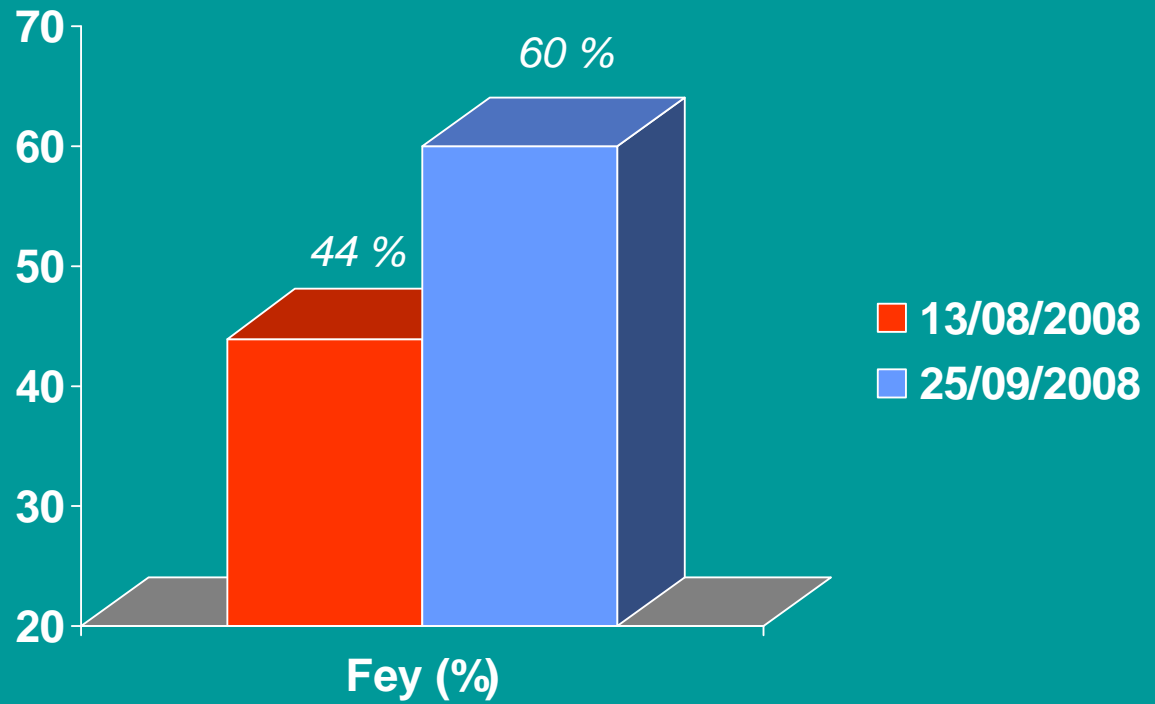
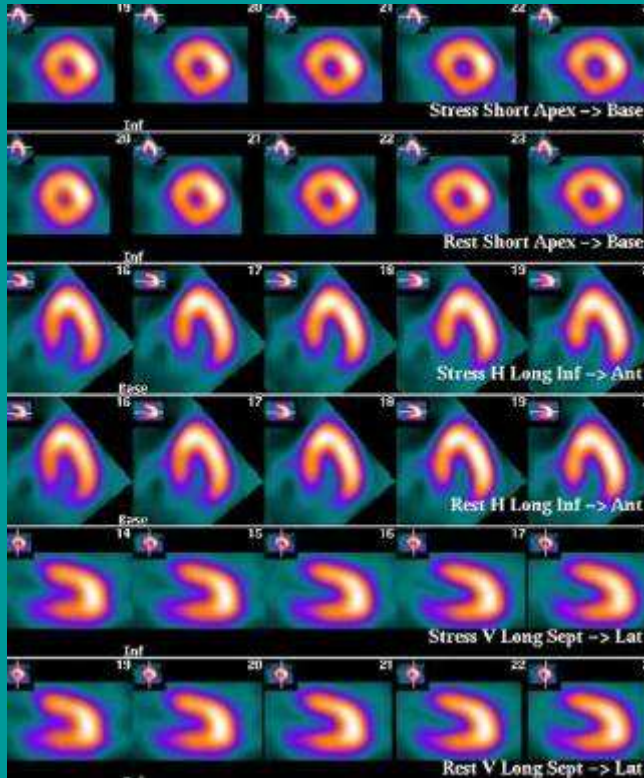
M.S. 8-8-2008

**TCM 21 min post ATC primaria (150 ml)**

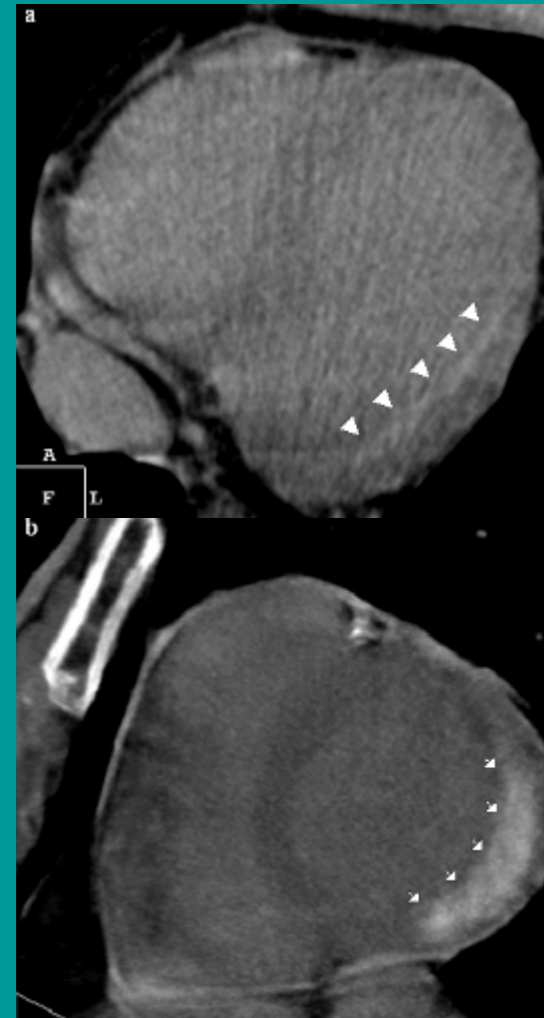
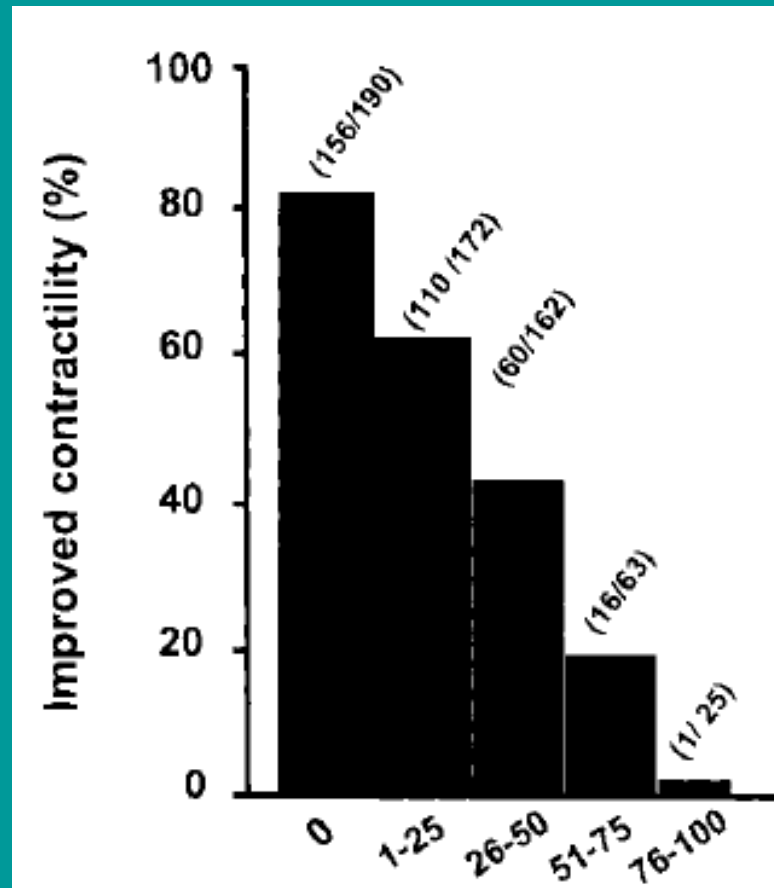


*M.S. 8-8-2008*

# Fey (Gated SPECT)

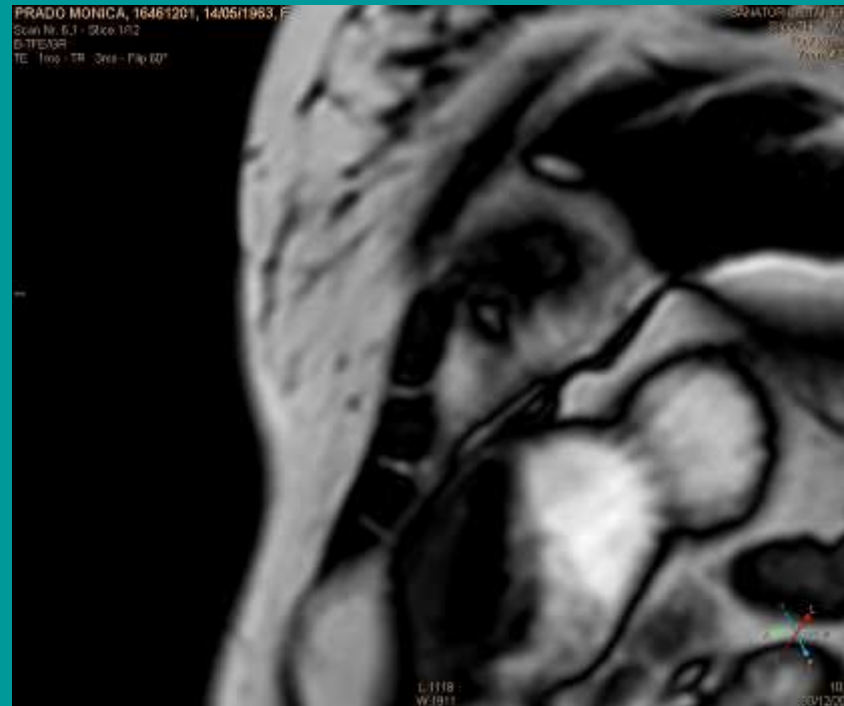


# Viabilidad miocárdica: Transmuralidad del infarto



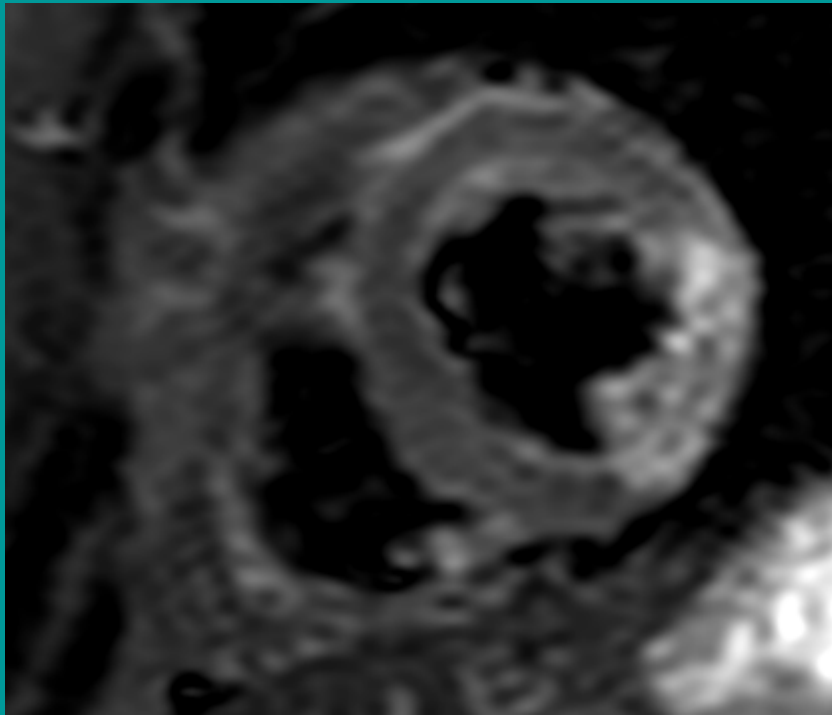
# RM Cardíaca

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 O<sub>2</sub>**

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

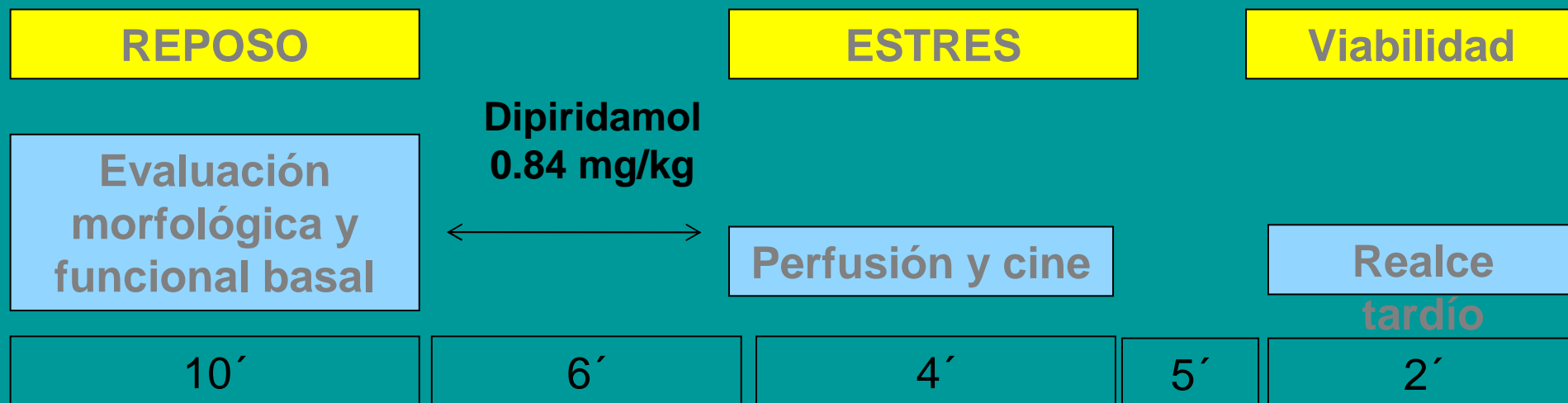
## **Tests que producen fenómeno de robo (adenosina, dipiridamol)**

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

## **Pruebas provocadoras de espasmo coronario**

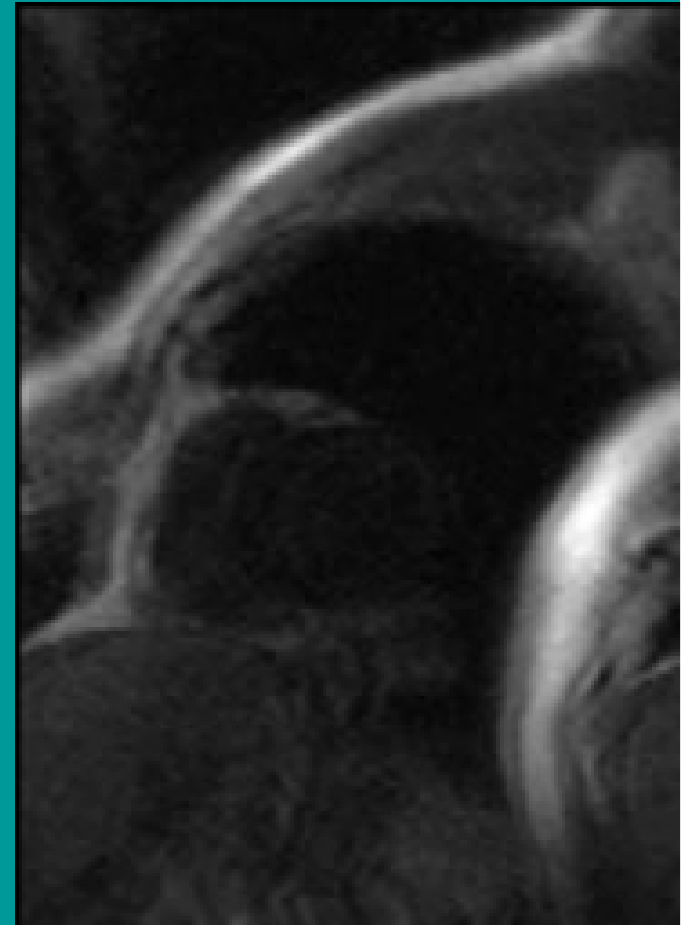
- Hiperventilación
- Test del frío
- Respuesta a la ergonovina

# Resonancia magnética cardíaca con estrés farmacológico

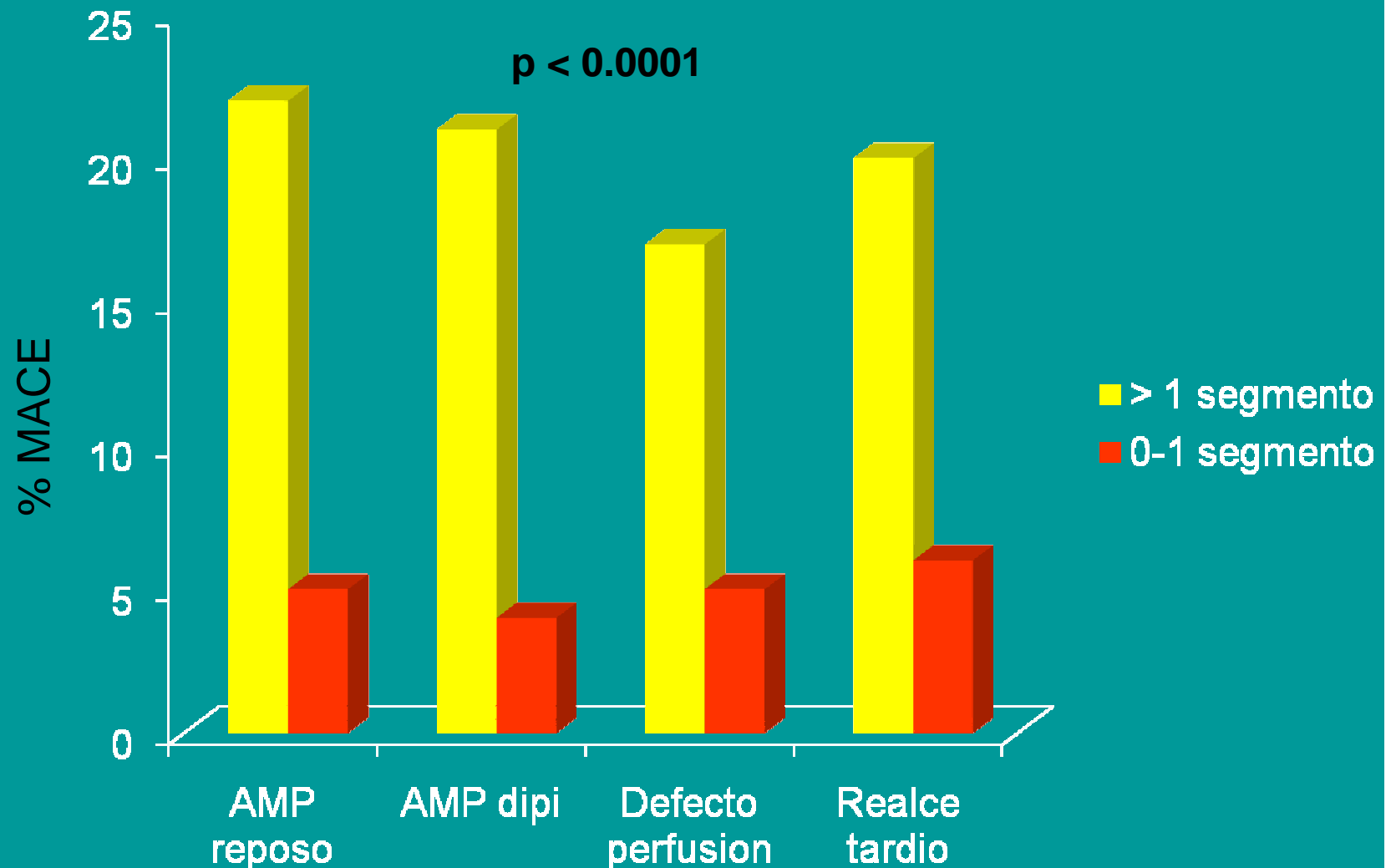


# Indices derivados de la RM de estrés con dipiridamol

- Sin evidencia de isquemia
- Alteración de la perfusión
- Alteración de la motilidad en reposo
- Alteración 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

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



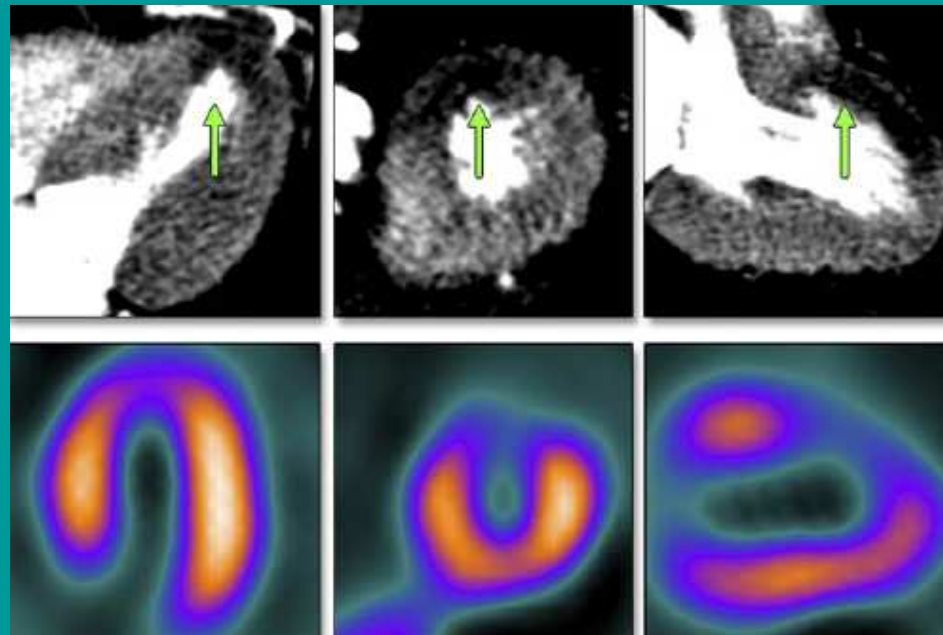
# Cascada isquémica



# Cardiología nuclear

## SPECT Tc99m

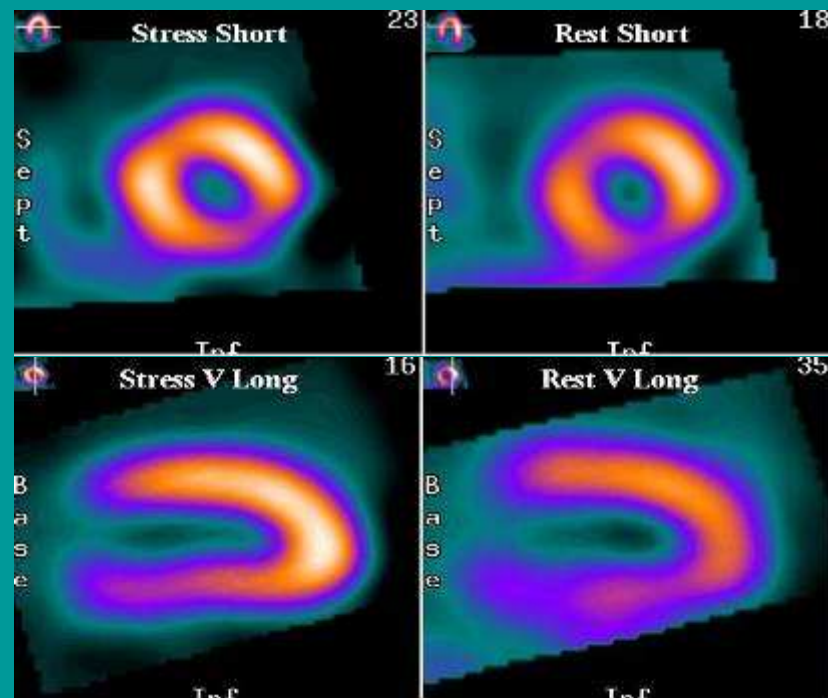
- Radiofármacos marcadores de flujo (MIBI, marcado con Tc-99)
- Ingresa en la mitocondria
- La captación es proporcional al Q regional  $\longrightarrow$  Perfusión miocárdica



# SPECT Tc99m

## Protocolos

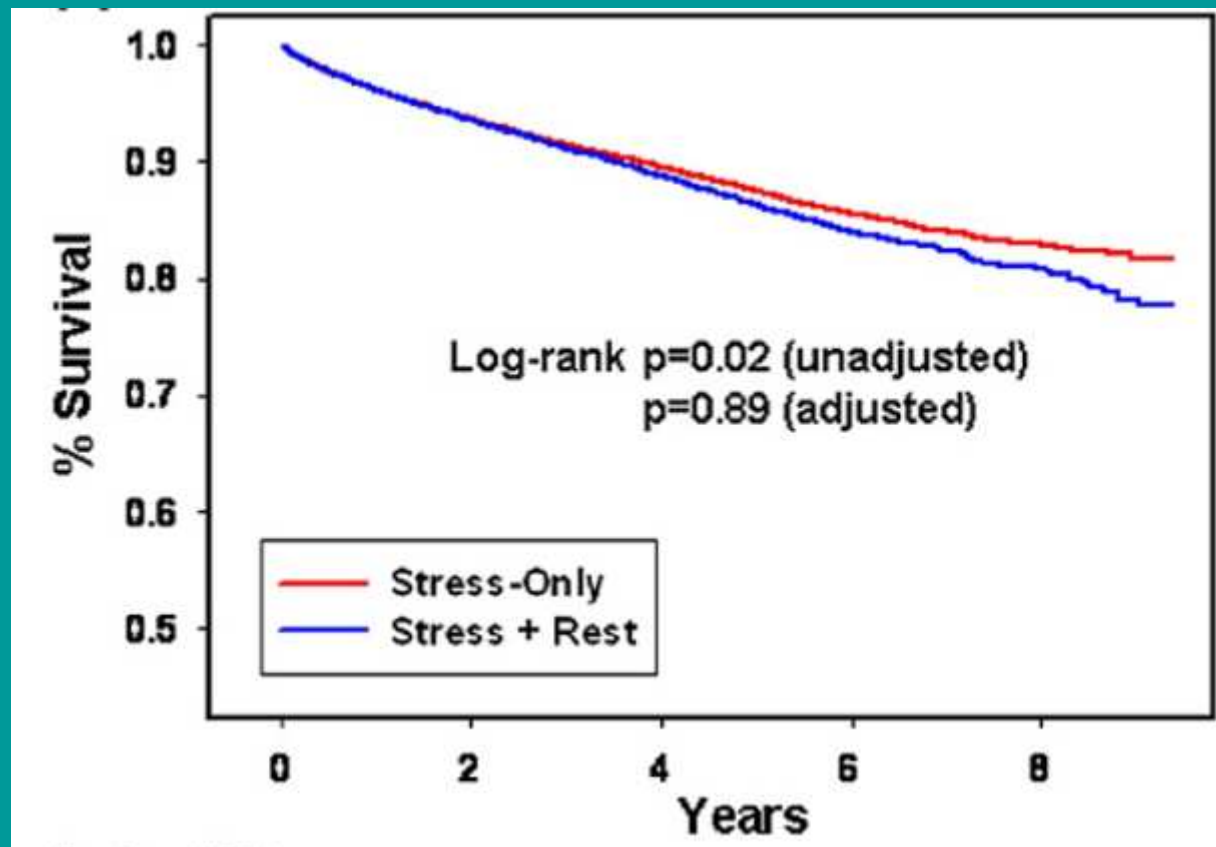
- Estrés-reposo en el mismo día
- Estrés-reposo en dos días
- Gated-SPECT (SPECT gatillado)= calculo de Fey



# 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**