

*Curso regional de técnicas avanzadas de imágenes diagnósticas en cardiopatía dilatada  
y el papel de la medicina nuclear en la evaluación de la enfermedad de Chagas  
Bogotá, Colombia  
Noviembre 5 – 9, 2012*

*OIEA – Fundación Cardioinfantil*

---

# Cardiología Nuclear: qué aporta al diagnóstico y evaluación pronóstica del paciente con insuficiencia cardíaca

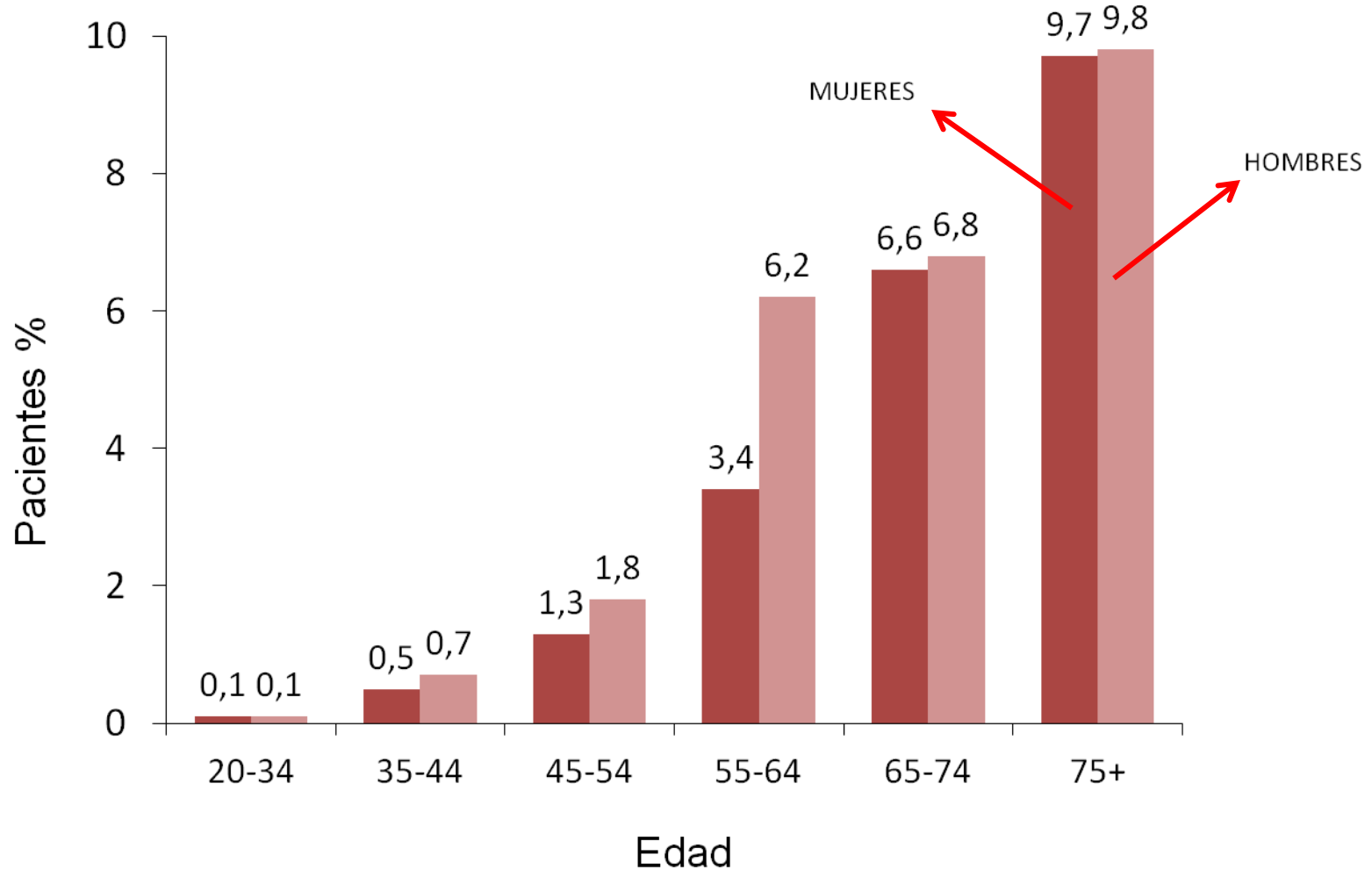
---

***Dr. Fernando Mut***

***Jefe Servicio de Medicina Nuclear  
Asociación Española  
Montevideo, Uruguay  
mut.fer@gmail.com***

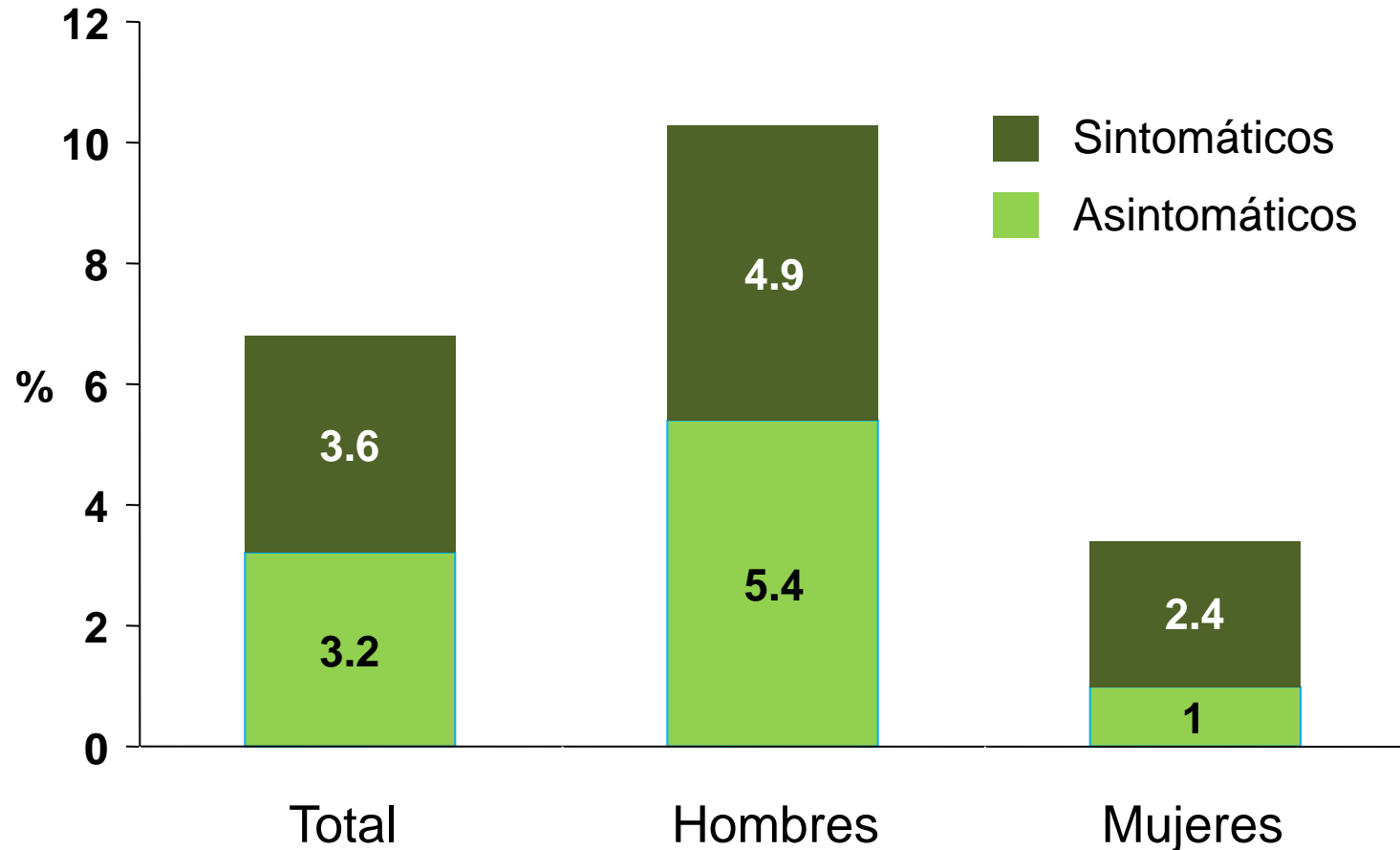


# Prevalencia de IC por edad y género en el estudio Framingham



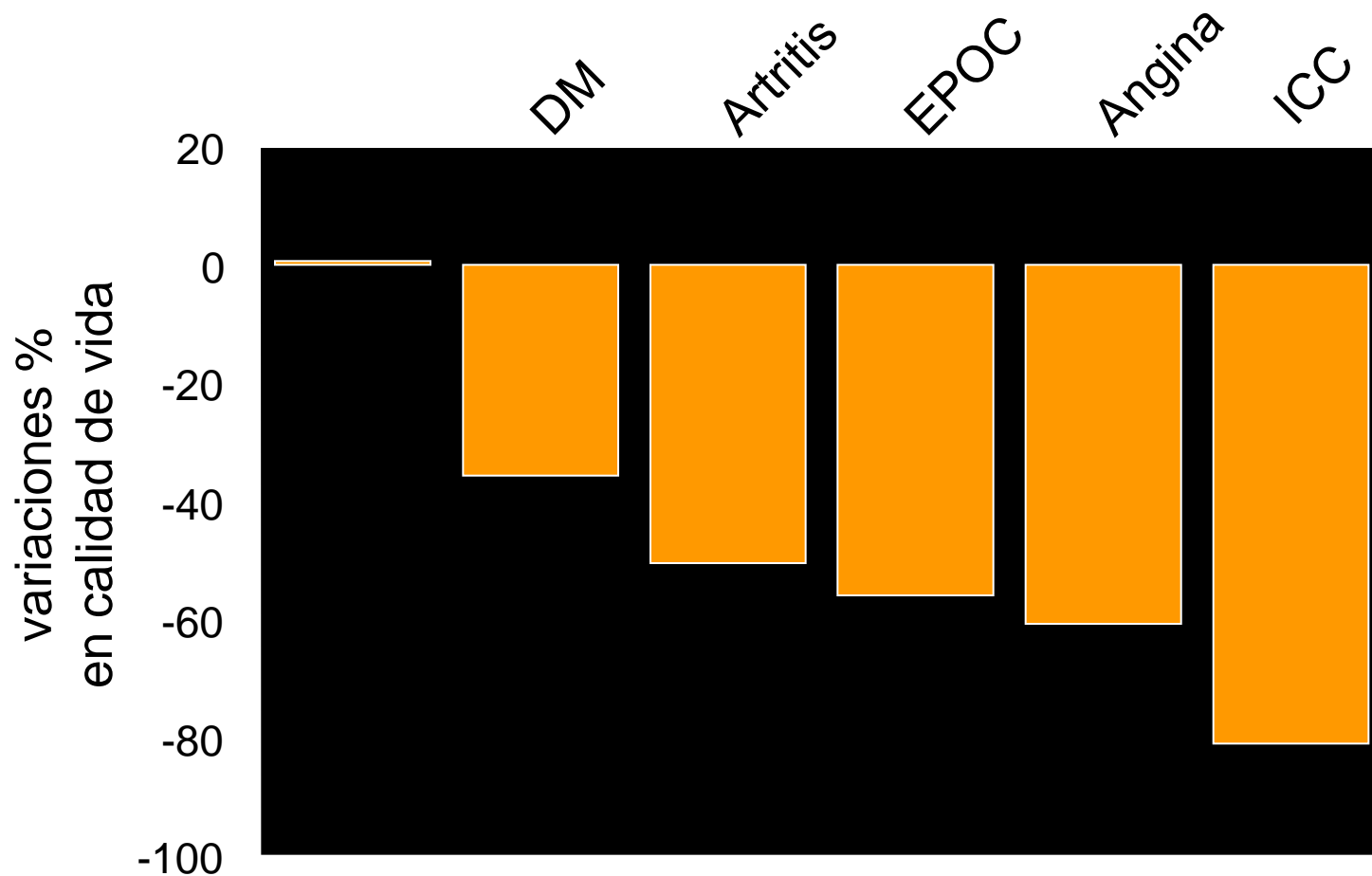
# Prevalencia de disfunción sistólica por ecocardiografía en sujetos >75 años (n = 433)

---

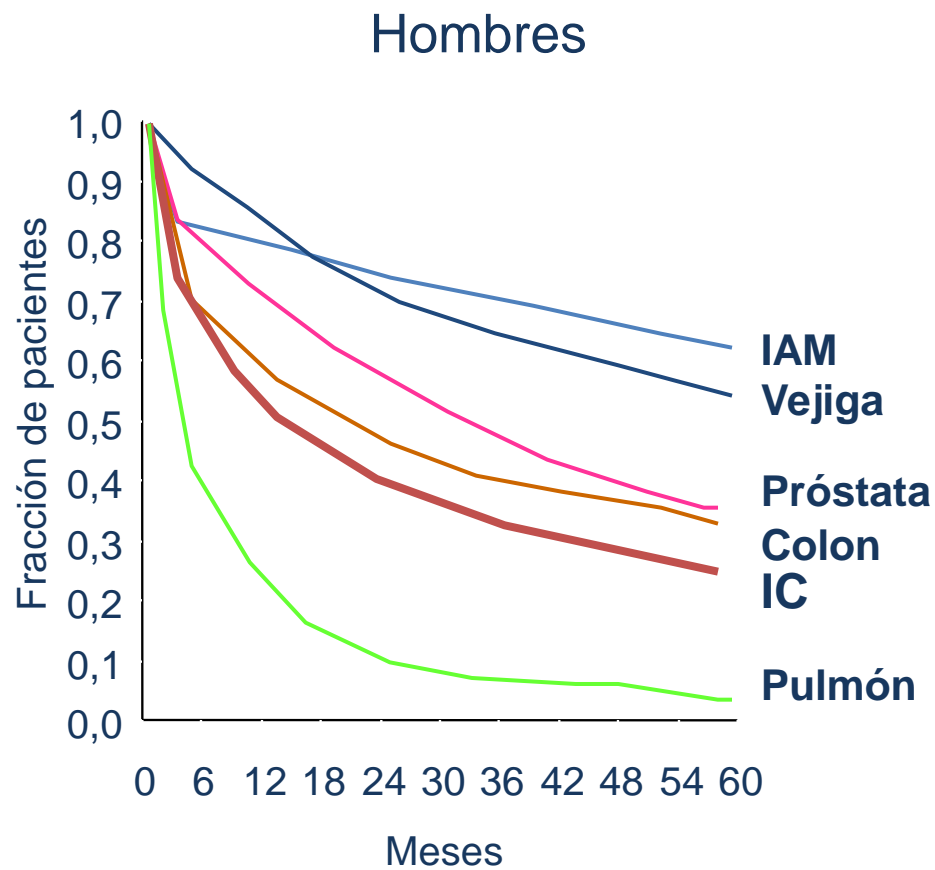
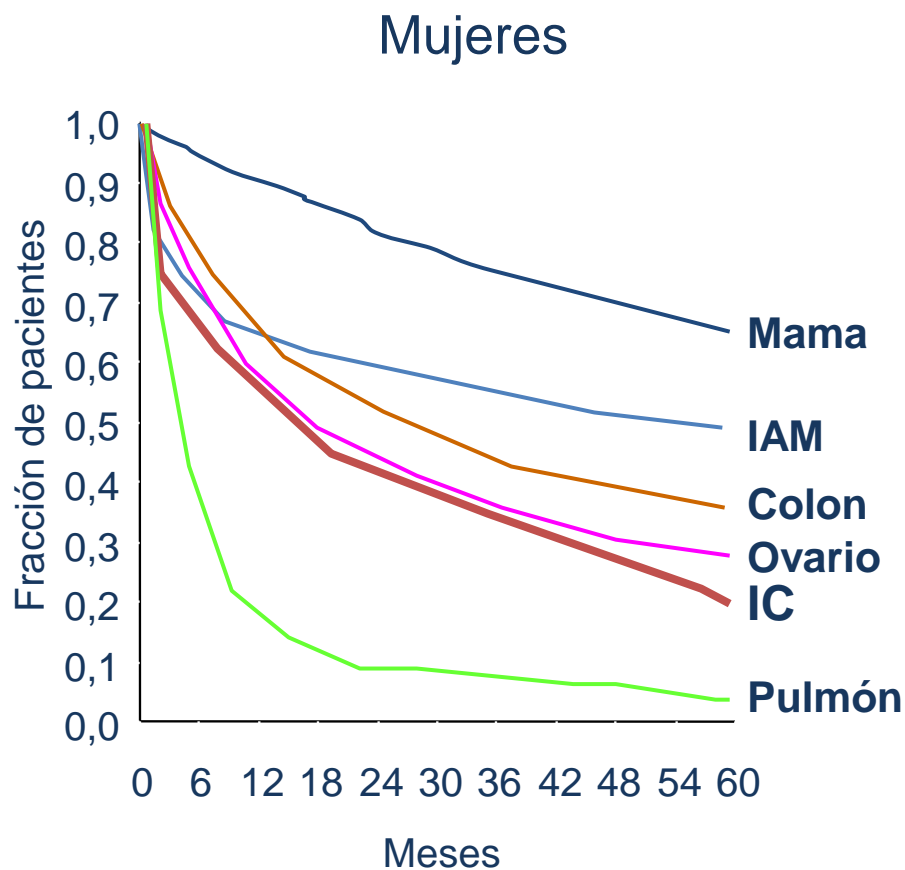


# Efecto de diferentes condiciones médicas sobre la calidad de vida (Medical Outcomes Study)

---



# ¿IC peor que el cáncer? Sobrevida a 5 años después de la primera admisión hospitalaria



# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ¿Es sistólica o diastólica?
- ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

# Herramienta diagnóstica óptima para evaluar al paciente con ICC

---

- Confiable
- Reproducible
- Disponible
- Accesible
- Tridimensional
- Aplicable al 100% de pacientes
- Función ventricular + isquemia + viabilidad

## INHALATION RADIO-CARDIOGRAPHY\*

C. H. JAIMET,† M.D., F.R.C.P.[C.],  
R. H. TOMLINSON,‡ Ph.D. and  
P. F. NACE,§ Ph.D.,  
*Hamilton, Ont.*

THIS REPORT deals with the investigation of several functions of the heart by means of inhalation radiocardiography. We have been particularly concerned with circulation in the left heart and myocardium. Our primary objective was the delivery of a radioactive isotope directly to the left heart in order to obtain records of pure left-heart circulation. Various isotopes were considered, and our original work, recently reported,<sup>1</sup> dealt with the

use of methyl radioiodide as the tracer in these hæmodynamic studies. From this work there evolved the procedures to be described.

In the present work, we have developed improved methods of handling and administering the methyl radioiodide and have proceeded to the use of radiokrypton. The latter technique promises to give information concerning myocardial circulation which could not be obtained by using methyl iodide. It has also emphasized several of the important variables among patients and has led us to the planning of improved instrumentation which should permit correction or control of these individual factors.

### EXPERIMENTAL

The equipment used is that described in our previous report.<sup>1</sup> It consists of a 2 × 2 inch (— 5 × 5 cm.) crystal scintillation counter, amplifiers, discriminator, rate meter and Esterline-Angus pen recorder. The counter crystal is shielded with lead and faces an opening 7 cm. in diameter. The crystal face is 20 cm. back of the shield port and has a field nearly cylindrical in form, approximately 12 cm. in diameter.

\*Presented by C. H. Jaimet at the Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy, United Nations, Geneva, Switzerland, September 10, 1958.

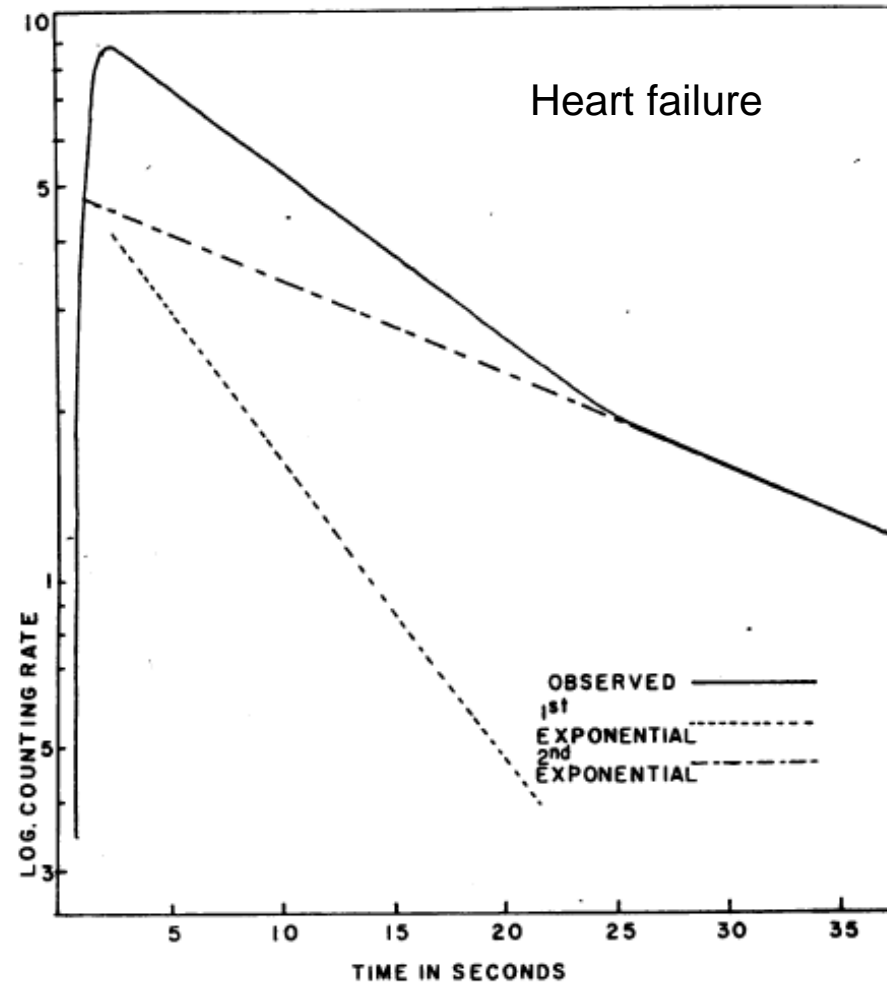
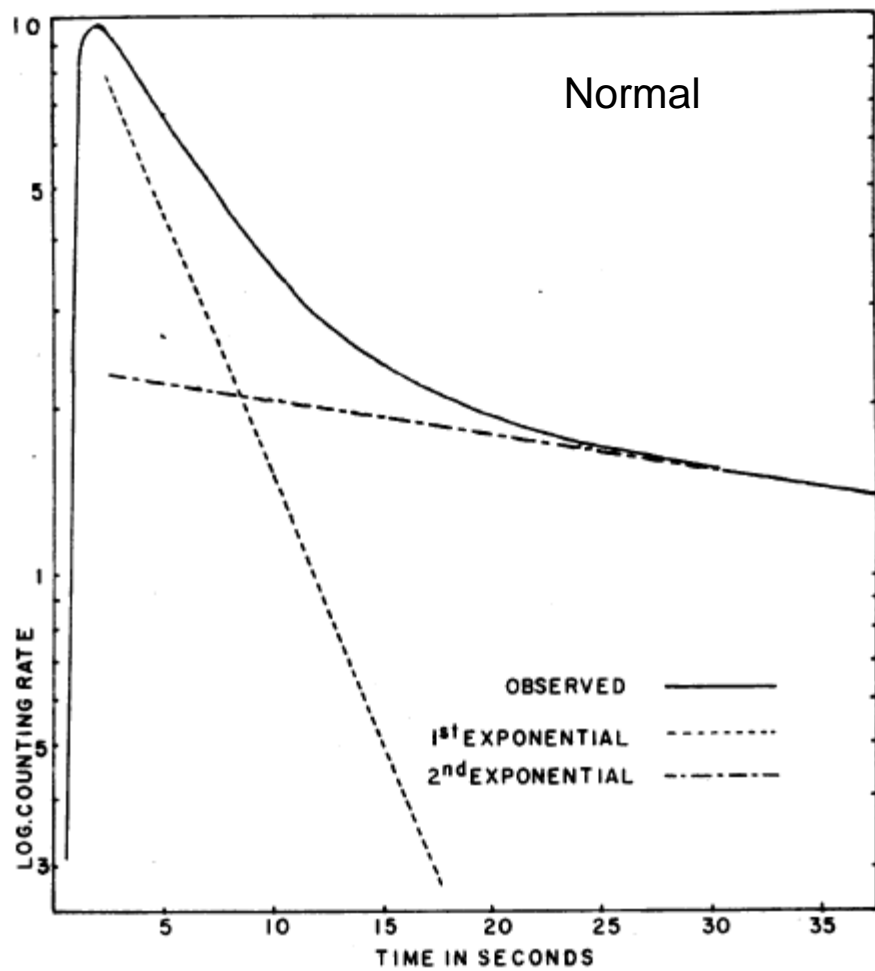
This study was supported in great part by financial assistance from the Ontario Heart Foundation.

†Chief of Medicine and Radioisotopes, St. Joseph's Hospital; Professor of Nuclear Medicine, McMaster University, Hamilton, Ont.; 508 Medical Arts Bldg., Hamilton.

‡Associate Professor of Chemistry, McMaster University.

§Associate Professor of Zoology, McMaster University.







$^{111m}\text{In}$ -HSA

# ¿Cuáles son los parámetros hemodinámicos que mejor caracterizan la función ventricular?

---

*FC = Frecuencia cardíaca*

*VFD = Volumen fin de diástole*

*VFS = Volumen fin de sístole*

*VE = Volumen de eyección*

*FEVI = Fracción de eyección ventricular izquierda*

*GC = Gasto cardíaco*

*VE = VFD – VFS*

*GC = VE x FC*

*FEVI = VE / VFD*

*FC = 70 lat/min*

*VFD = 100 mL*

*VFS = 50 mL*

*VE = 100 – 50 = 50 mL*

*FEVI = 50 / 100 = 50%*

*GC = 50 x 70 = 3500 mL/min*

# ¿Cuáles son los parámetros hemodinámicos que mejor caracterizan la función ventricular?

---

*Paciente 1*



$FC = 70 \text{ lat/min}$   
 $VFD = 100 \text{ mL}$   
 $VFS = 50 \text{ mL}$   
 $VE = 100 - 50 = 50 \text{ mL}$   
 $FEVI = 50 / 100 = 50\%$   
 $GC = 50 \times 70 = 3500 \text{ mL/min}$

*Paciente 2*



$FC = 87 \text{ lat/min}$   
 $VFD = 130 \text{ mL}$   
 $VFS = 90 \text{ mL}$   
 $VE = 130 - 90 = 40 \text{ mL}$   
 $FEVI = 40 / 130 = 31\%$   
 $GC = 40 \times 87 = 3480 \text{ mL/min}$

# ¿Cuáles son los parámetros hemodinámicos que mejor caracterizan la función ventricular?

---

*Paciente 1*



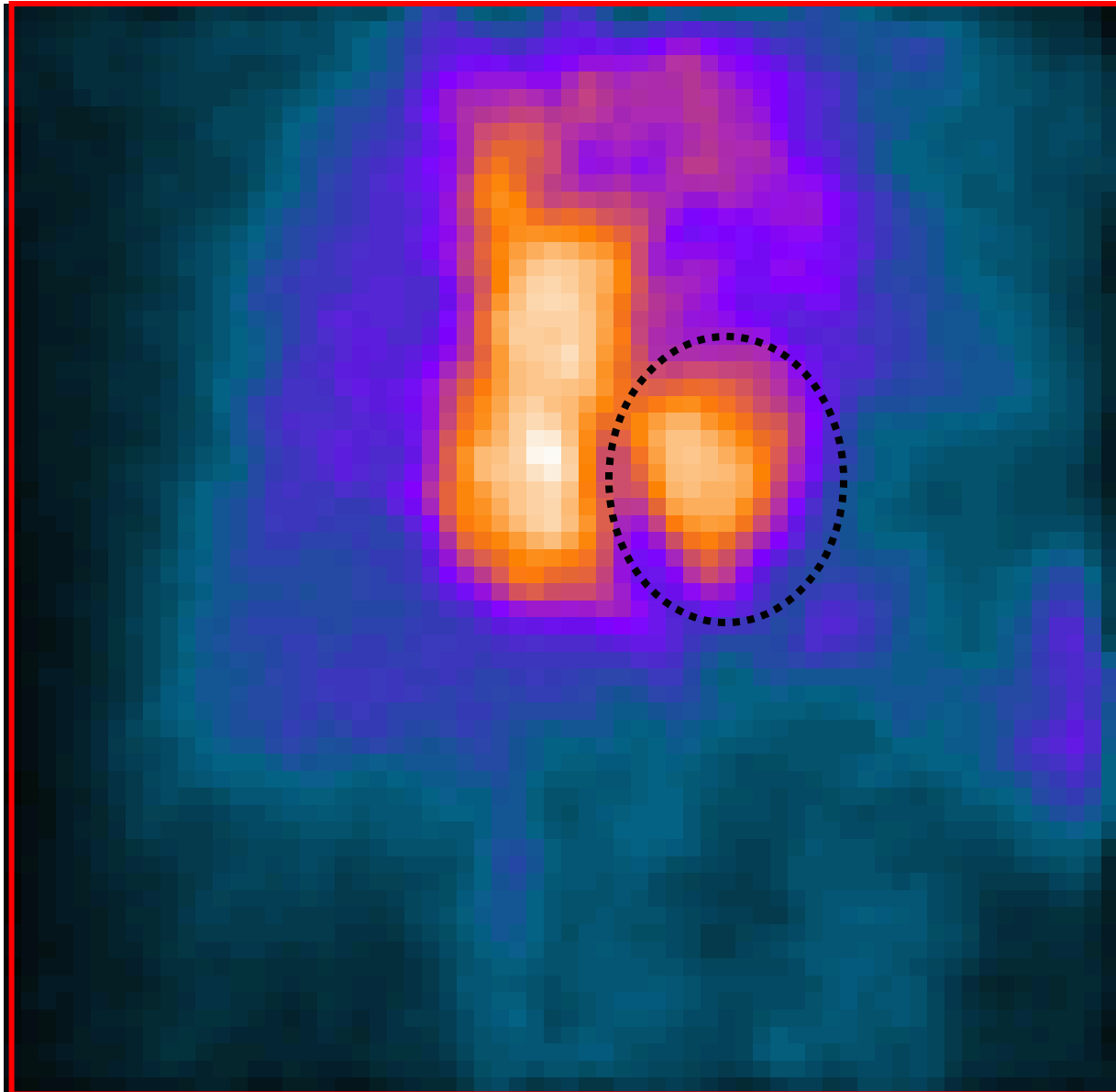
$FC = 70 \text{ lat/min}$   
 $VFD = 100 \text{ mL}$   
 $VFS = 50 \text{ mL}$   
 $VE = 100 - 50 = 50 \text{ mL}$   
 $FEVI = 50 / 100 = 50\%$   
 $GC = 50 \times 70 = 3500 \text{ mL/min}$

*Paciente 2*

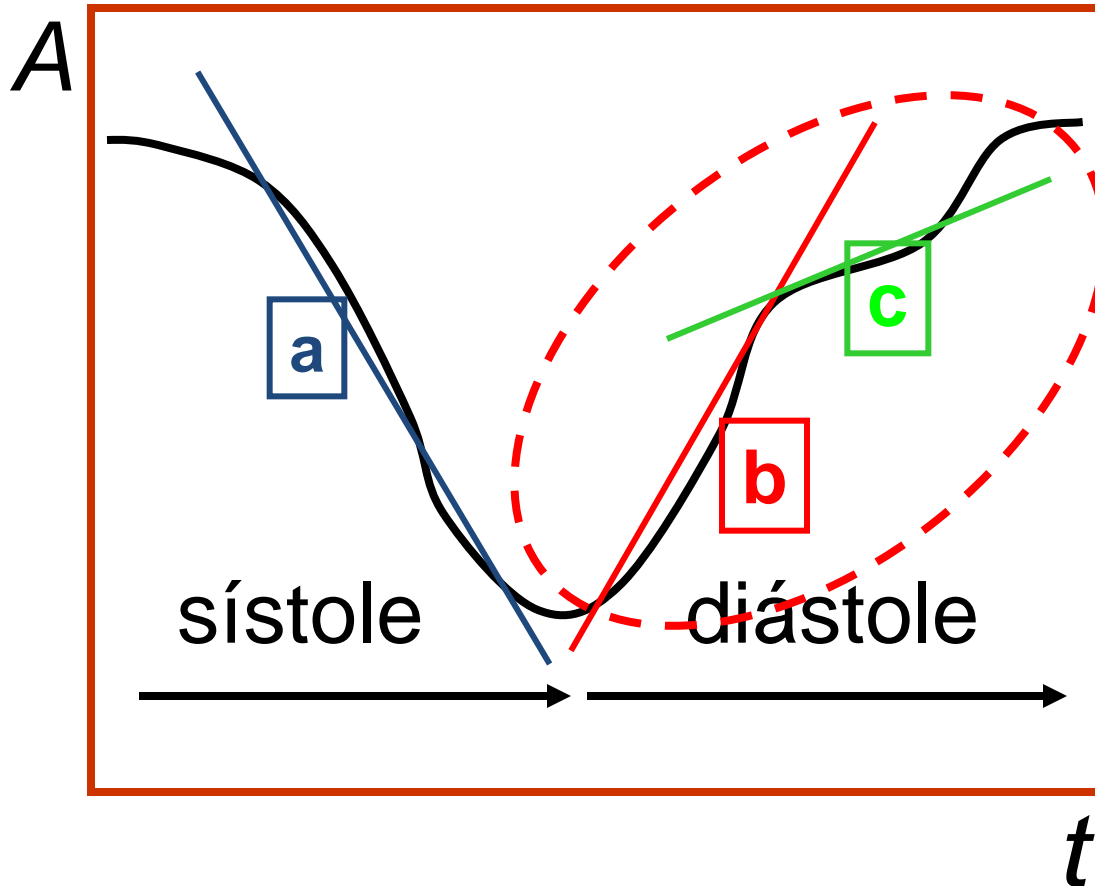


$FC = 87 \text{ lat/min}$   
 $VFD = 130 \text{ mL}$   
 $VFS = 90 \text{ mL}$   
 $VE = 130 - 90 = 40 \text{ mL}$   
 **$FEVI = 40 / 130 = 31\%$**   
 **$GC = 40 \times 87 = 3480 \text{ mL/min}$**

# Ventriculografía radioisotópica con $^{99m}\text{Tc}$ -GR (proyección oblicua anterior izquierda)



# Curva de volumen del VI



*Parámetros*



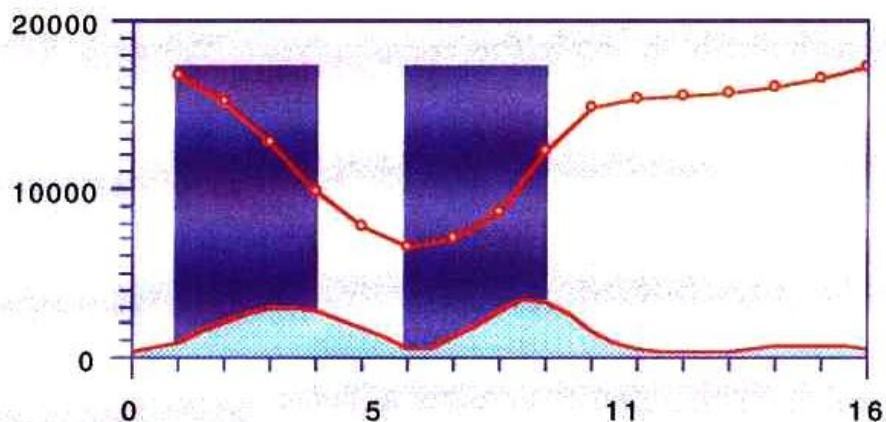
**a) Ejection rate**

**b) Fast filling rate**

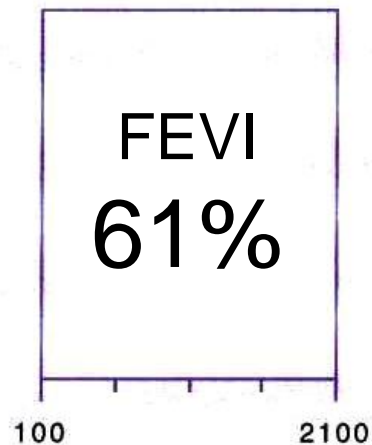
**c) Slow filling rate**



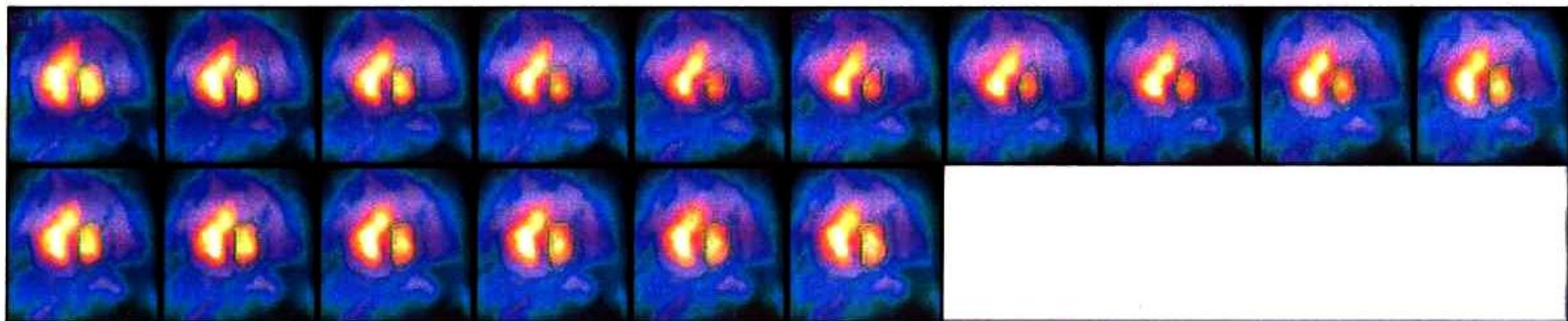
### Volume Curve



### Beat Histogram

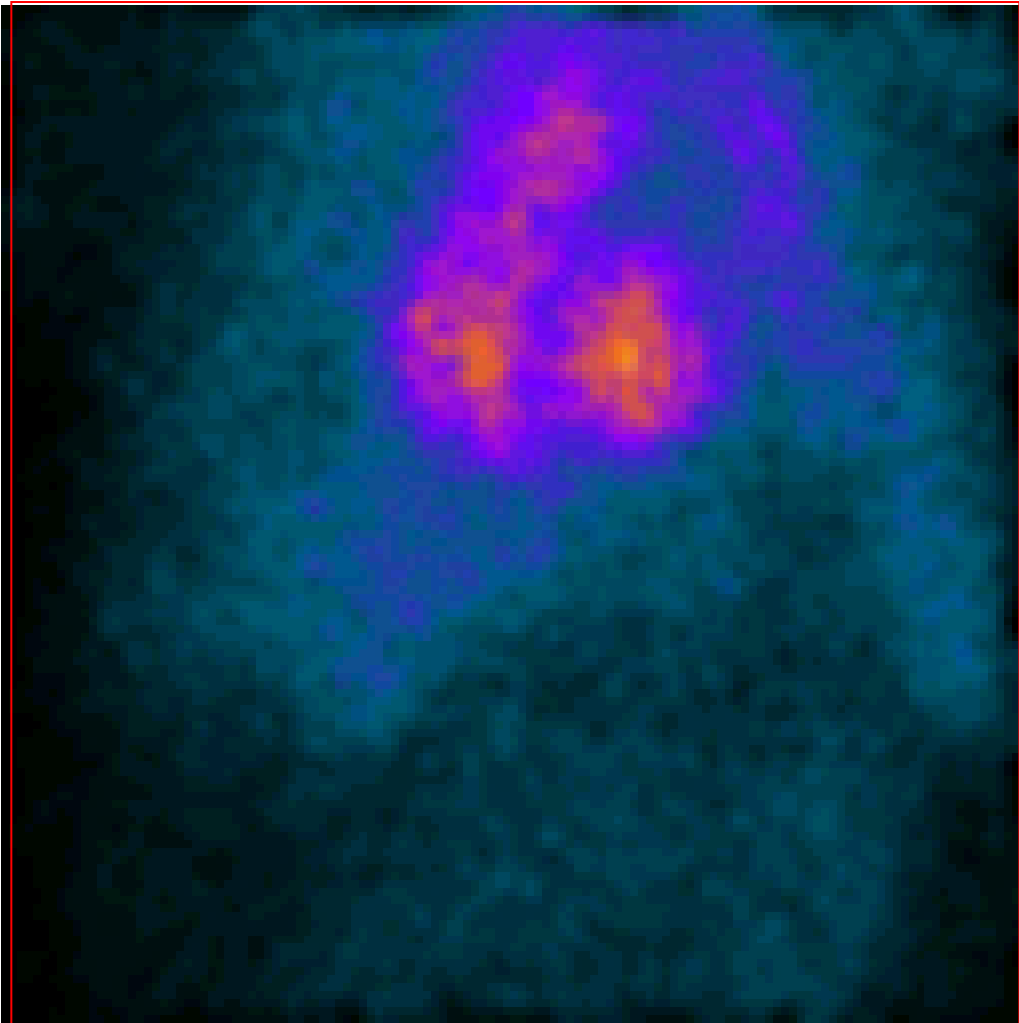


Heart Rate : 60  
Last Useful Frame : 16  
MS/Frame : 67  
Beat Window : 100 %  
**Forward Framing**  
Total Beats : 600  
Accepted : 0  
Rejected : 600  
**R-R time(ms)**  
Max : 5  
Min : 1995  
Mean : 1000

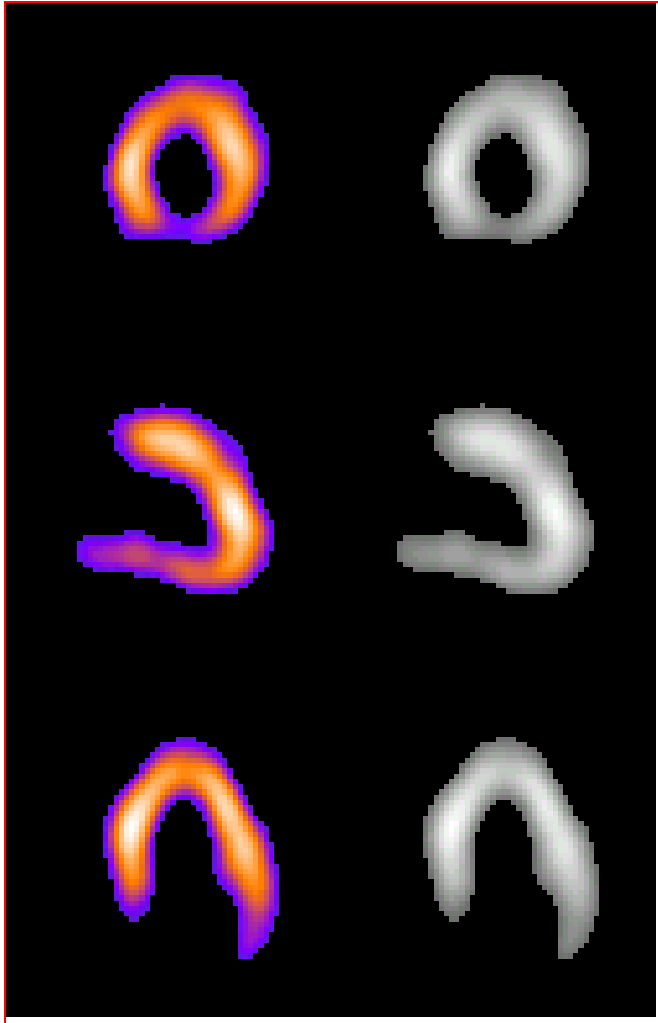




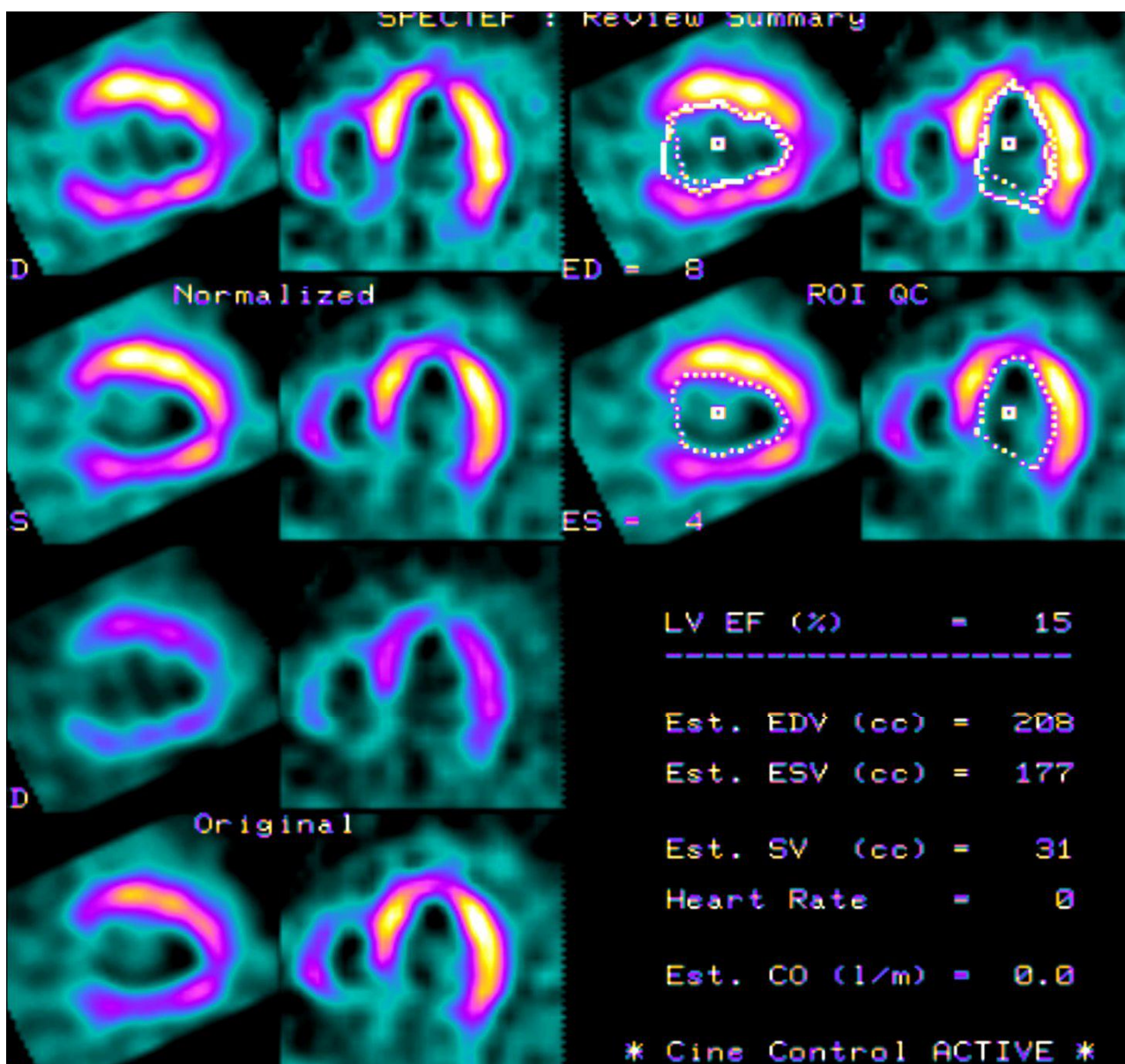
VENTRICULOGRAFIA



GATED SPECT



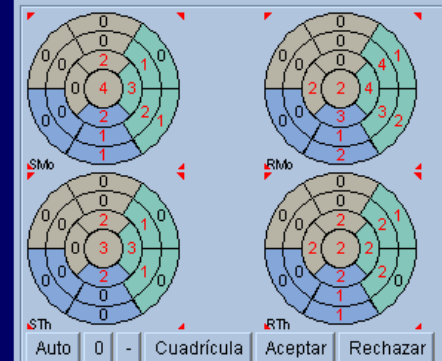
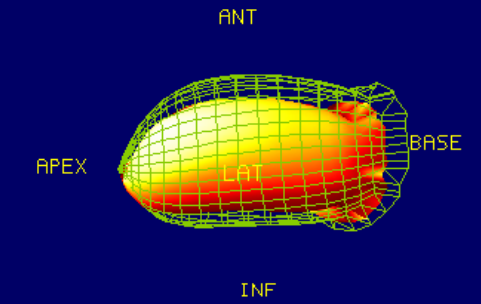
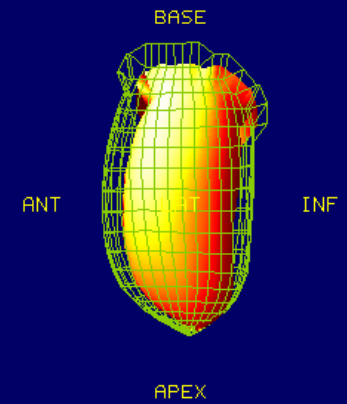
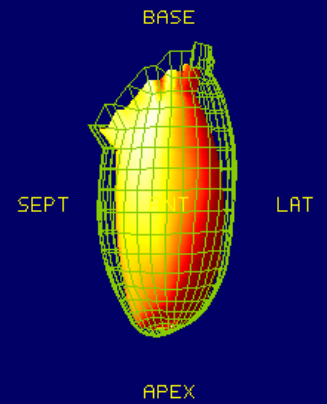
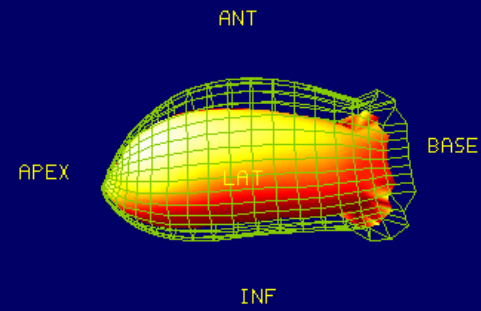
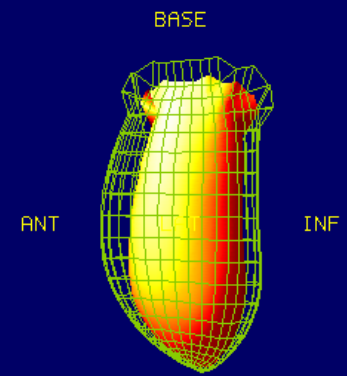
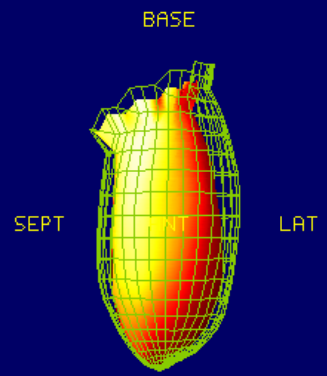
SPECTEF : Review Summary



ID de pac **11892470**  
 Sexo **FEMENINO**  
 SMS **17** STS **12** SMS **24** STS **17**  
 SM% **20** ST% **24** SM% **28** ST% **33**

Estudio **SPECT MIOCARDICO**  
 Conjunto de **STRESS-Sincronizada [Recon]**  
 Fecha **2012-04-25 20:22:57**  
 Volumen **62ml [7]**  
 VFD **113ml [15]**  
 VFS **62ml [7]**  
 FE **45%**  
 Área **123cm<sup>2</sup> [7]**  
 Excentricidad **0.87 [7]**

Estudio **SPECT MIOCARDICO**  
 Conjunto de **REST-Sincronizada [Recon]**  
 Fecha **2012-04-25 11:04:05**  
 Volumen **56ml [8]**  
 VFD **96ml [15]**  
 VFS **56ml [8]**  
 FE **42%**  
 Área **112cm<sup>2</sup> [8]**  
 Excentricidad **0.87 [8]**

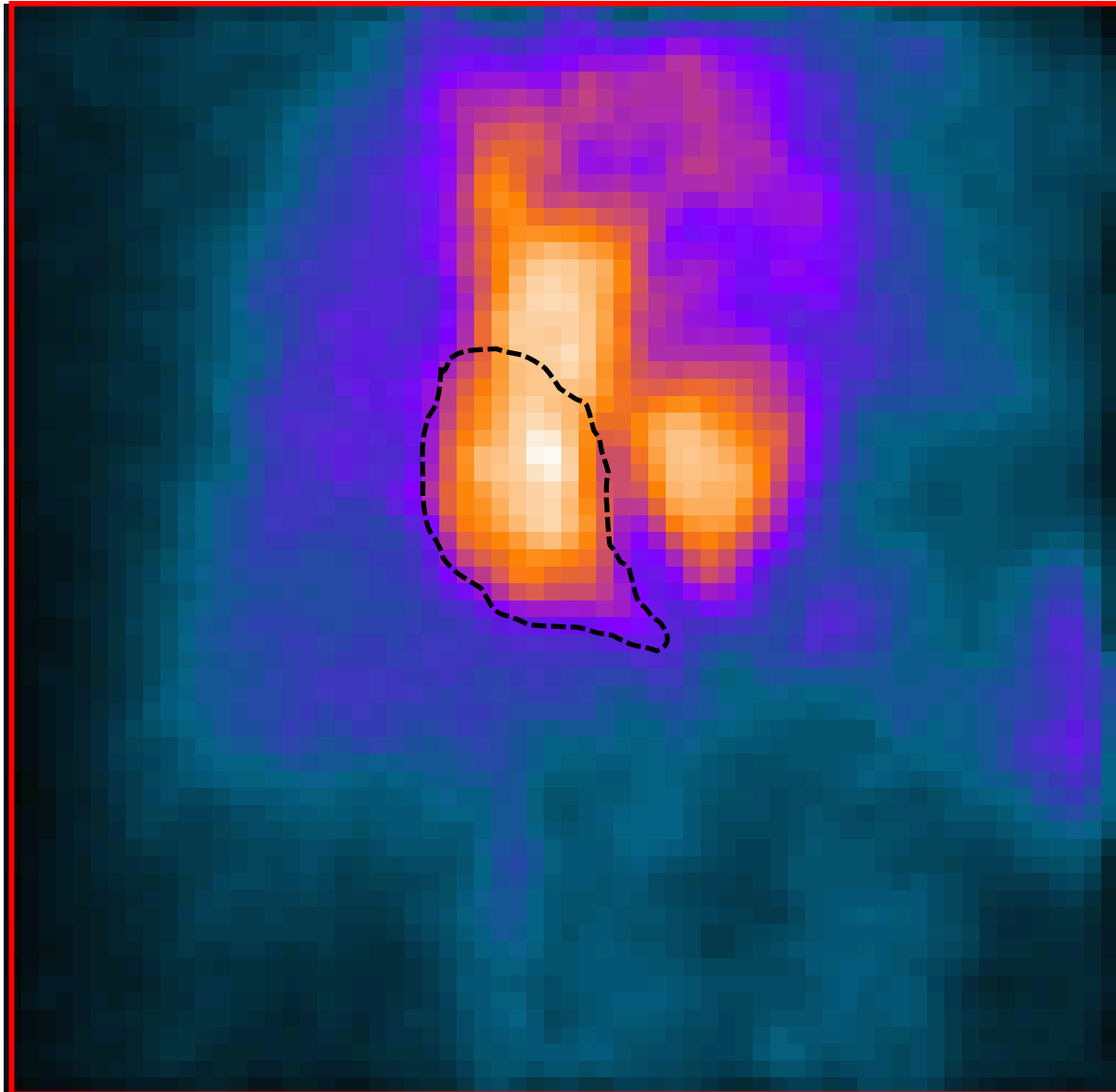


# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ¿Es sistólica o diastólica?
- ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

# Ventriculografía radioisotópica con $^{99m}\text{Tc}$ -GR (proyección oblicua anterior izquierda)



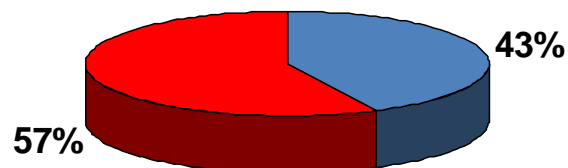
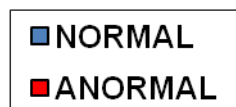
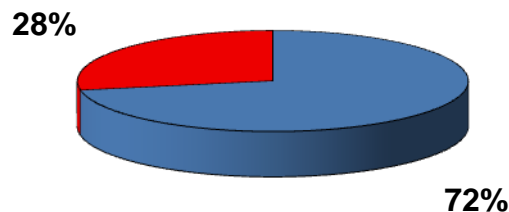
# FE por ventriculografía radioisotópica en Chagas

---

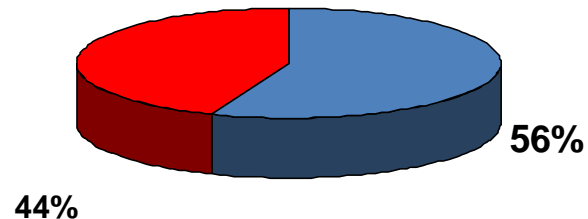
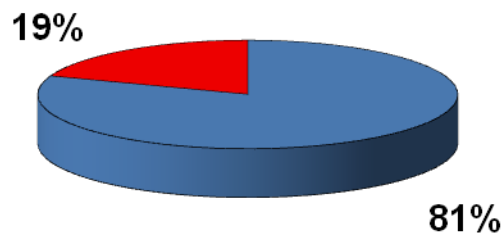
Chagas Indeterminado

Chagas crónico

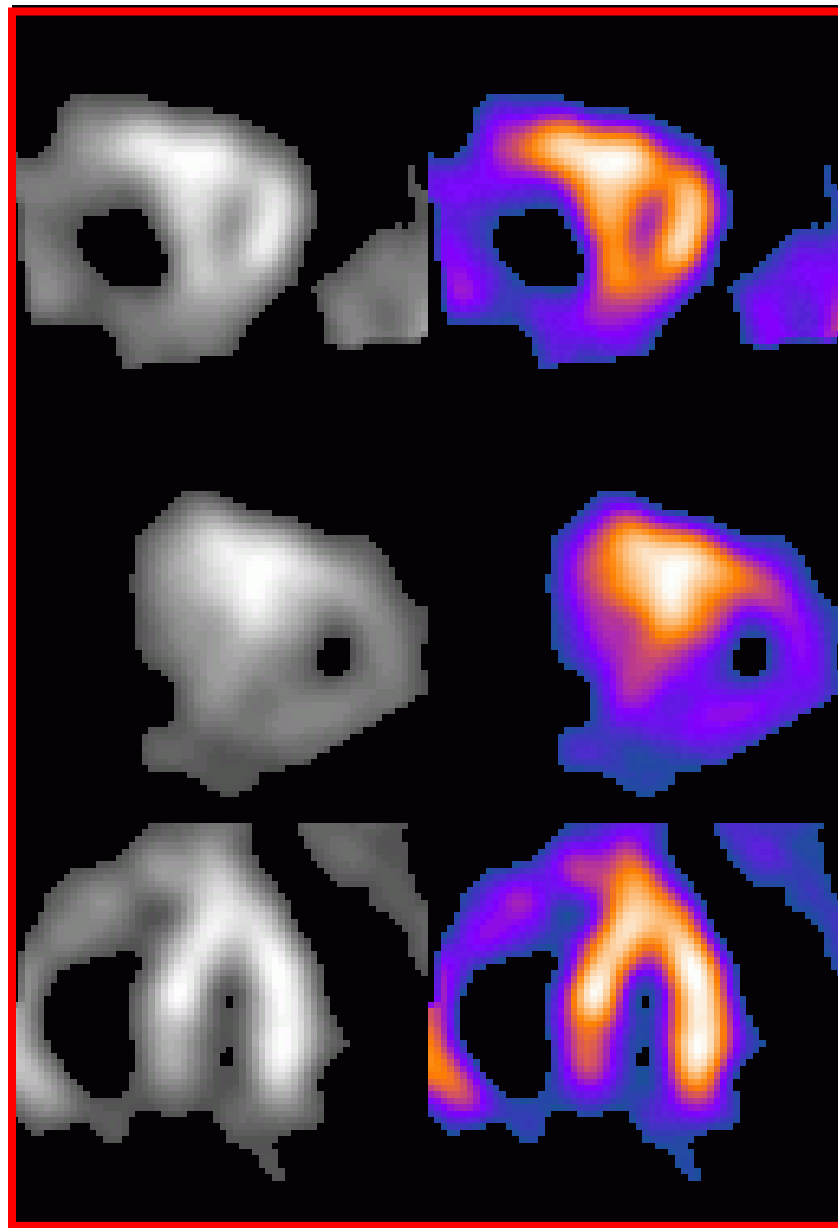
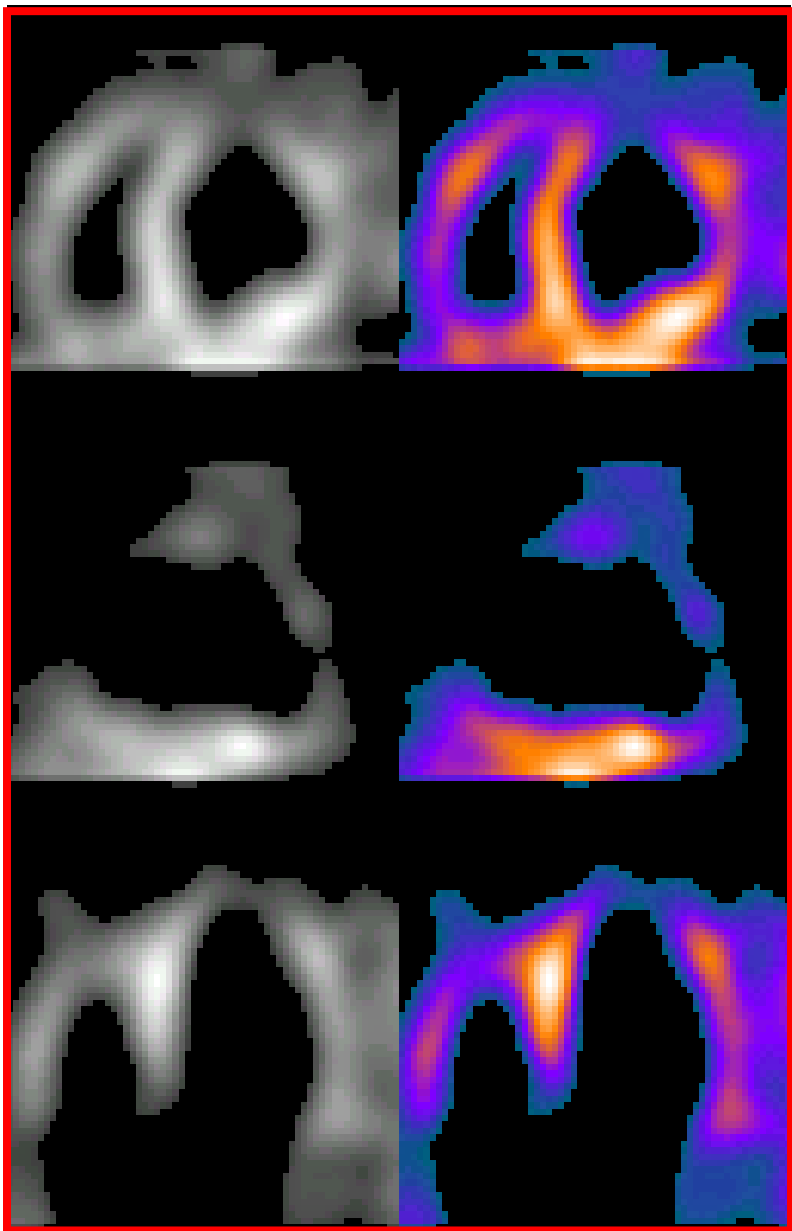
FEVI



FEVD



$p \leq 0,0001$



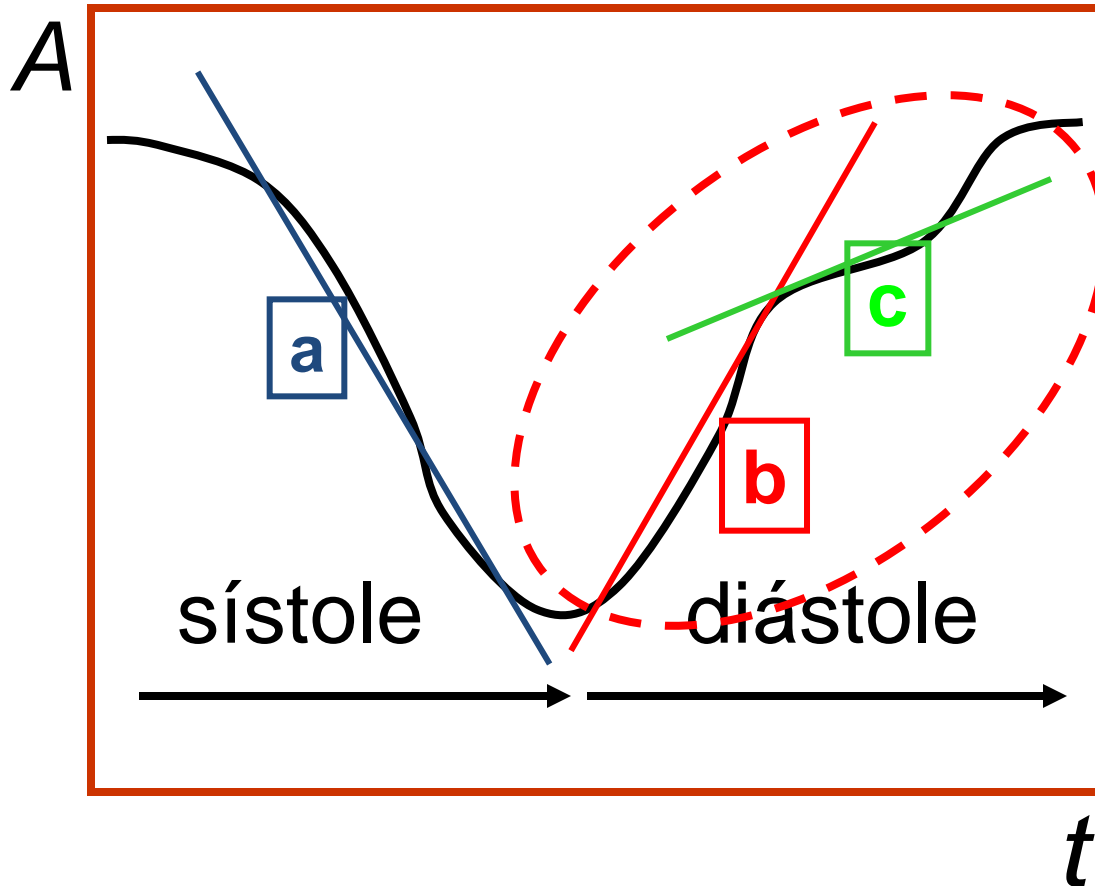
# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ¿Es sistólica o diastólica?
- ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?



# Curva de volumen del VI



*Parámetros*

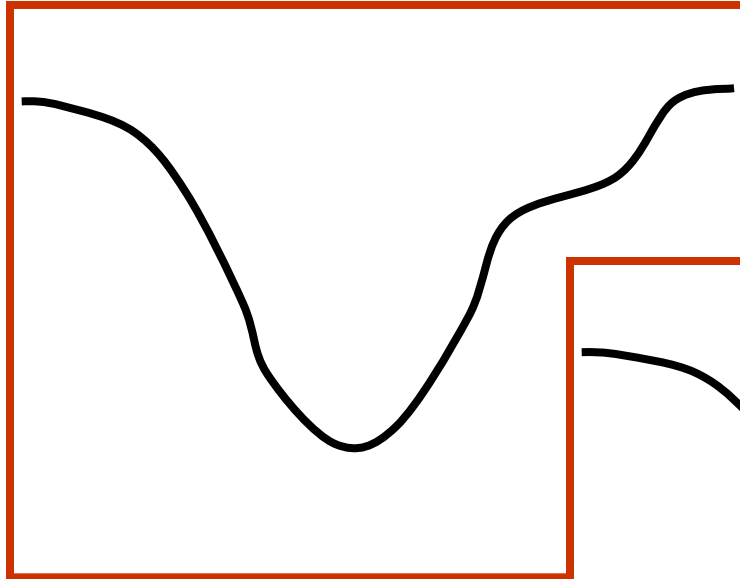


**a) Ejection rate**

**b) Fast filling rate**

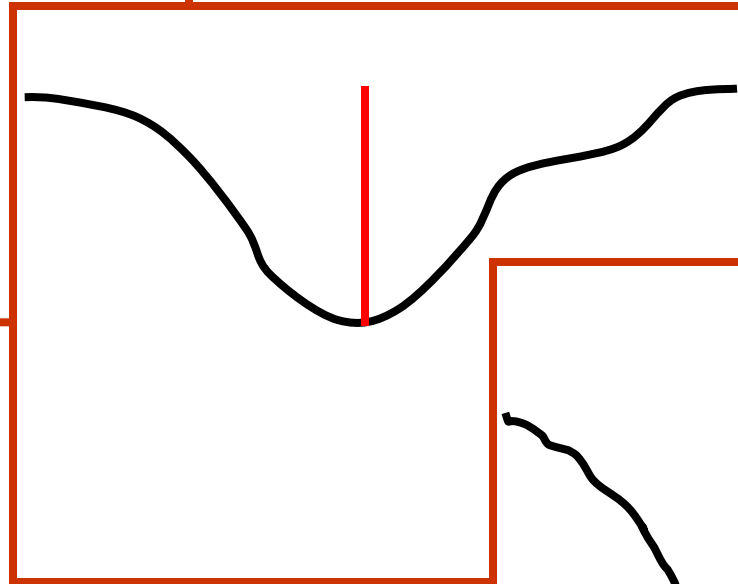
**c) Slow filling rate**

# Curva de volumen del VI

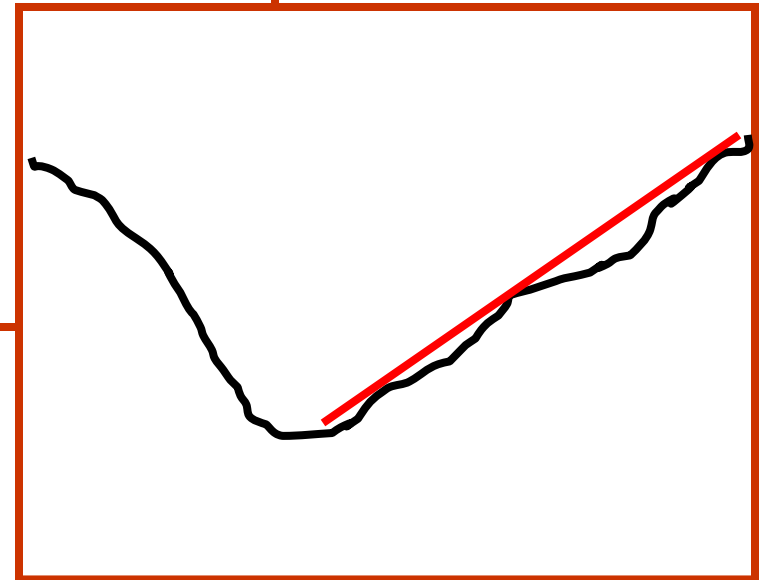


Normal FEVI = 68%

Disfunción sistólica  
FEVI = 43%



Disfunción diastólica  
FEVI = 64%

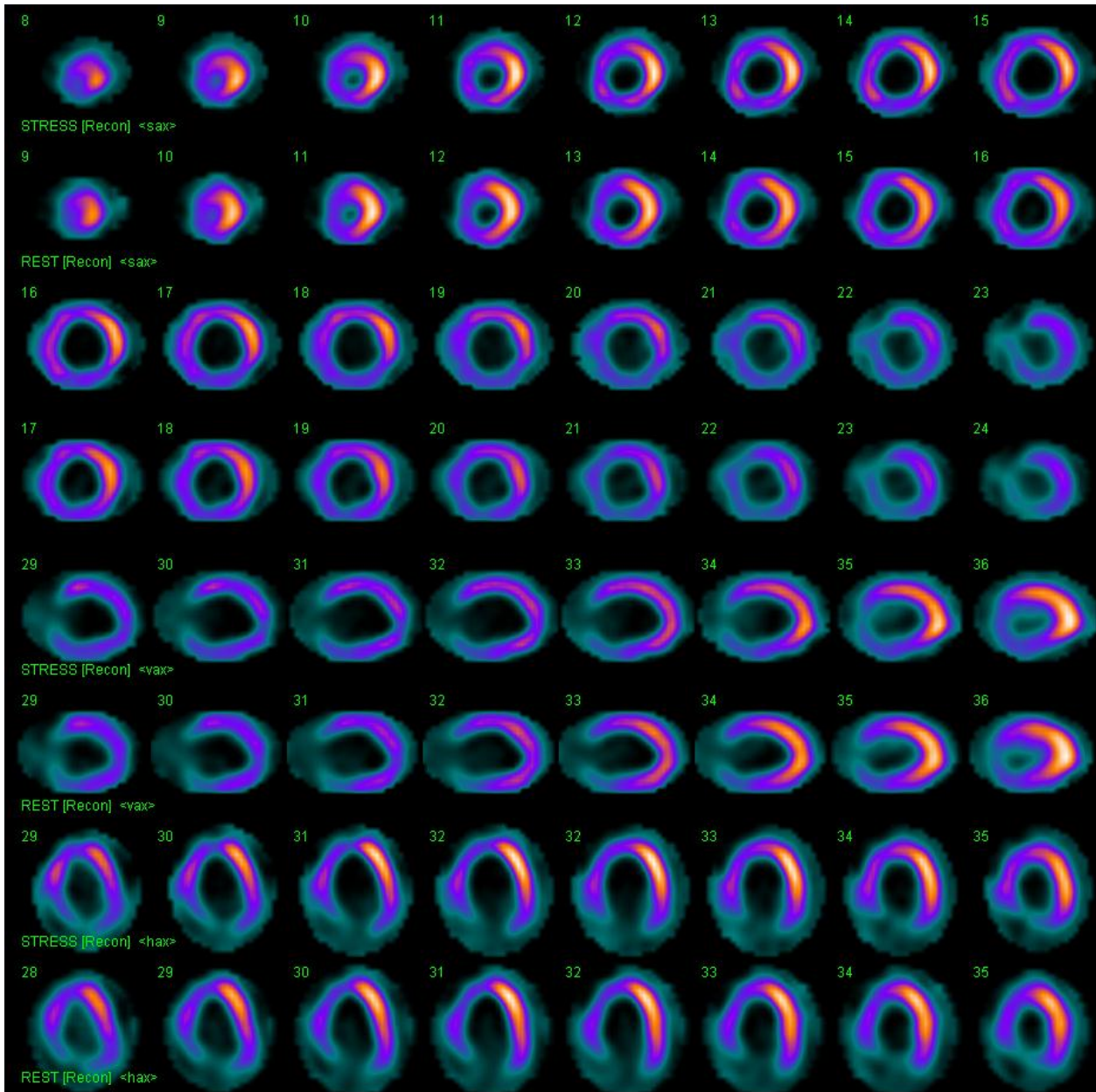


# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

68 a, masc. Disnea, dolor atípico. BCRI. 99mTc-MIBI dipiridamol/reposo




Name	[REDACTED]
Pat ID	2 778 394.0 52052
Sex	MALE
Limits	--
SSS	7
SRS	6
SS%	10
SDS	1
SR%	9
SD%	1

---

Study	SPECT MIOCARDICO
Dataset	STRESS [Recon]
Date	2007-07-19 10:24:03
Limits	MaleStressMB
Volume	394ml
Area	289cm <sup>2</sup>
Defect	35cm <sup>2</sup>
Extent	12%
TPD	9%
Eccentricity	0.67

---

Study	SPECT MIOCARDICO
Dataset	REST [Recon]
Date	2007-07-17 10:10:56
Limits	MaleRestMB
Volume	347ml
Area	265cm <sup>2</sup>
Defect	46cm <sup>2</sup>
Extent	17%
TPD	13%
Eccentricity	0.71

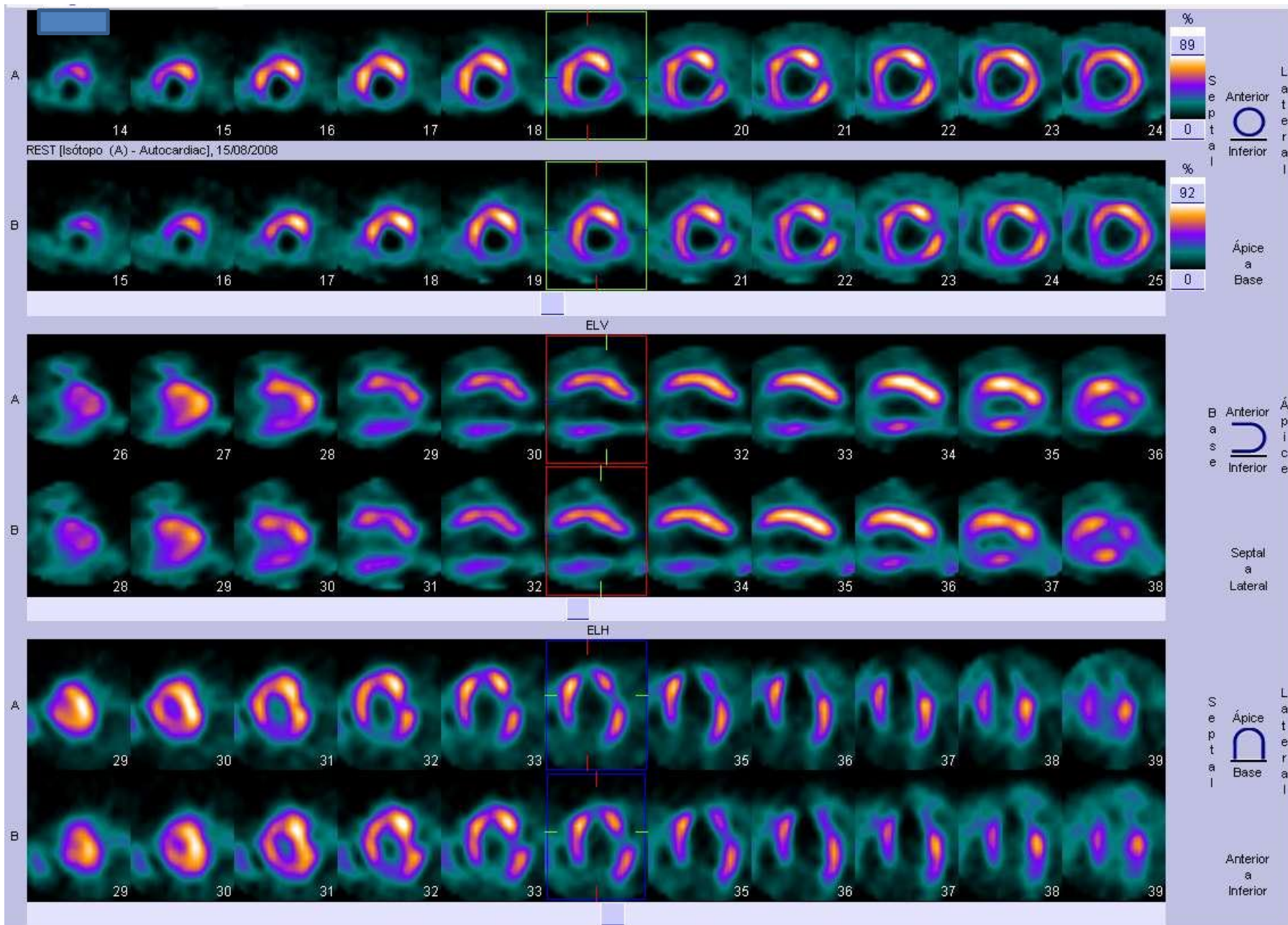


Str    Rest    Rev

Auto 0 - Grid Accept Reject

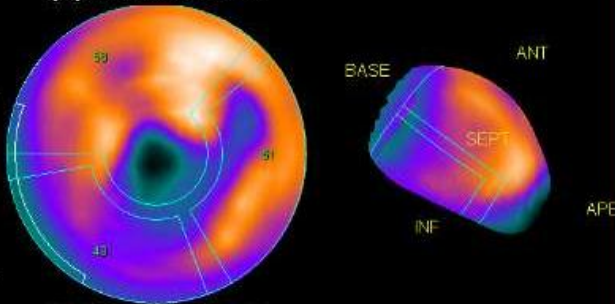
- *Hombre 77 a, diabético, hipertenso. Síntomas de falla cardíaca Clase III.*
- *Eco: dilatación del VI, mala ventana acústica, mala función ventricular.*
- *ECG: repolarización precoz, HBAD.*
- *99mTc-MIBI dipiridamol.*
- *Coronariografía: Lesiones significativas de TCI, ADA, Marginal, RCA.*
- *Revascularización con 3 puentes.*



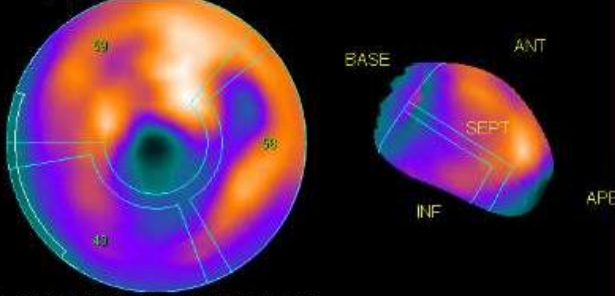




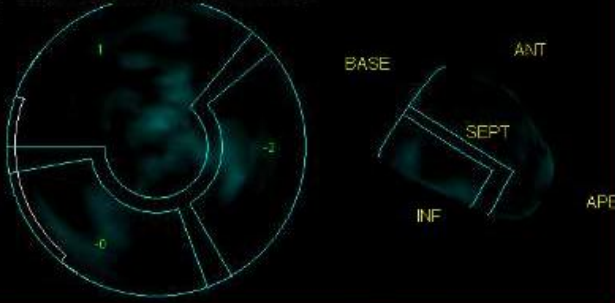
**(%) PERFUSSION ESTRES**



**(%) PERFUSSION REPOSO**



**(%) PERFUSSION REVERSIBILIDAD**



SSS	20	SRs	18	SDs	2
SS%	29	SR%	26	SD%	3

Study	<b>Myocardial Perfusion</b>
Dataset	<b>STRESS [Isótopo (A) - Autocardiac]</b>
Date	<b>2008-08-15 16:08:35</b>
Limits	<b>MaleStressMB</b>
Volume	220ml
Area	211cm <sup>2</sup>
Defect	68cm <sup>2</sup>
Extent	32%
TPD	28%
Shape	0.66 [SI], 0.80 [Ecc]

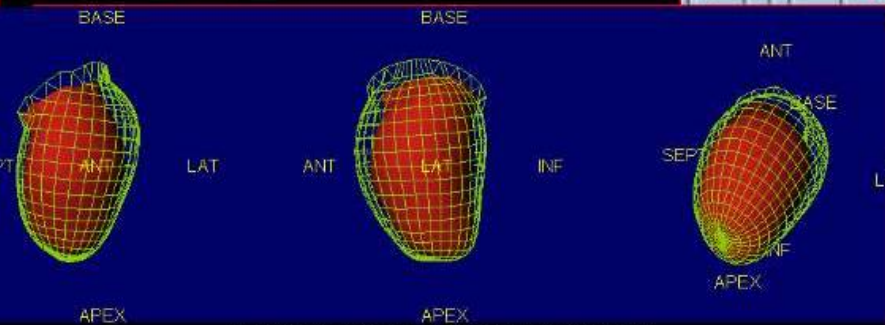
Study	<b>Myocardial Perfusion</b>
Dataset	<b>REST [Isótopo (A) - Autocardiac]</b>
Date	<b>2008-08-14 14:42:55</b>
Limits	<b>MaleRestMB</b>
Volume	228ml
Area	217cm <sup>2</sup>
Defect	65cm <sup>2</sup>
Extent	30%
TPD	27%
Shape	0.64 [SI], 0.81 [Ecc]



SM%	19	ST%	33	SM%	28	ST%	39
-----	----	-----	----	-----	----	-----	----

Study	<b>Myocardial Perfusion</b>
Dataset	<b>STRESS-Sincronizada [Isótopo (A) - Autor</b>
Date	<b>2008-08-15 16:06:03</b>
Volume	140ml [4]
EDV	218ml [1]
ESV	140ml [4]
EF	36% ← FEVI ESTRES
Area	174cm <sup>2</sup> [4]
Shape	0.74 [SI ED], 0.60 [SI ES], 0.78 [Ecc 4]

Study	<b>Myocardial Perfusion</b>
Dataset	<b>REST-Sincronizada [Isótopo (A) - Autocar</b>
Date	<b>2008-08-14 14:40:28</b>
Volume	152ml [4]
EDV	226ml [8]
ESV	152ml [4]
EF	33% ← FEVI REPOSO
Area	182cm <sup>2</sup> [4]
Shape	0.69 [SI ED], 0.58 [SI ES], 0.81 [Ecc 4]

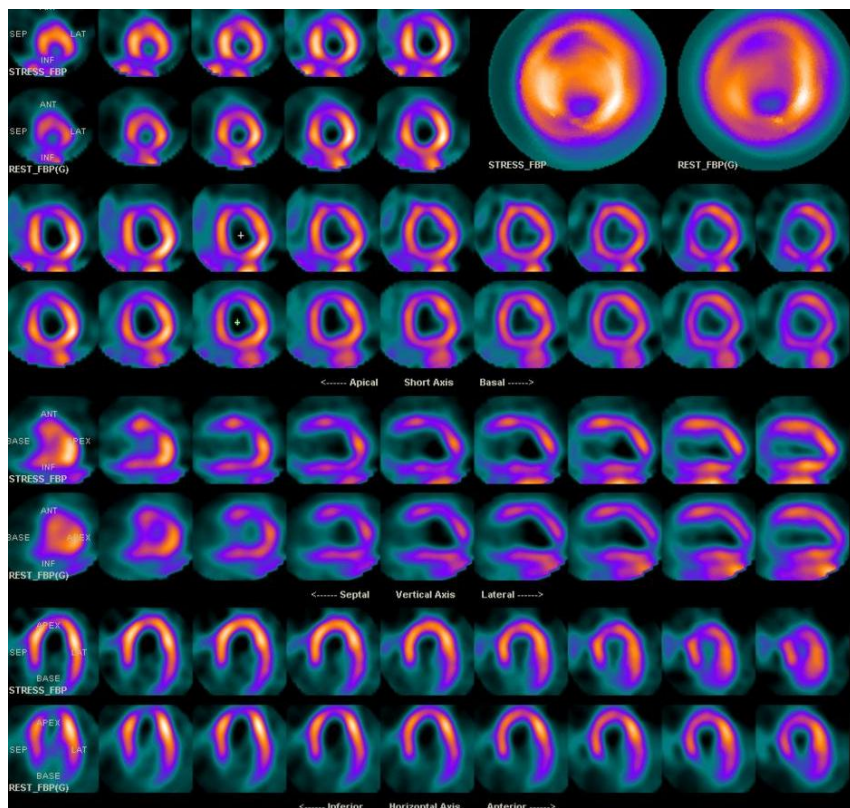


**MOTILIDAD PARIETAL ESTRES FIN DE SISTOLE**

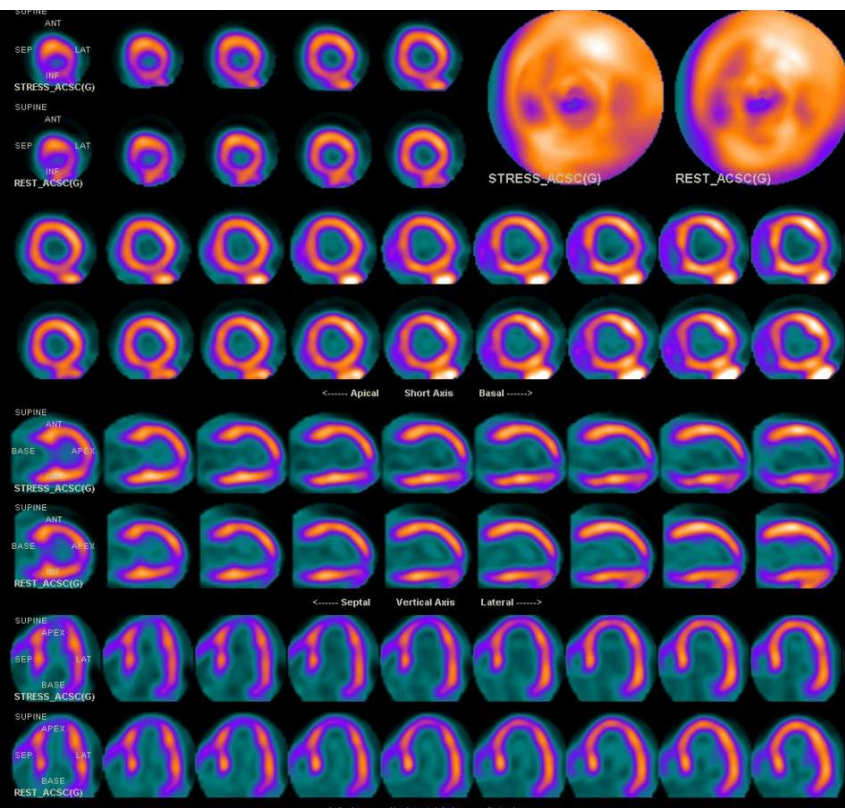


**MOTILIDAD PARIETAL REPOSO FIN DE SISTOLE**

## Mibi SPECT

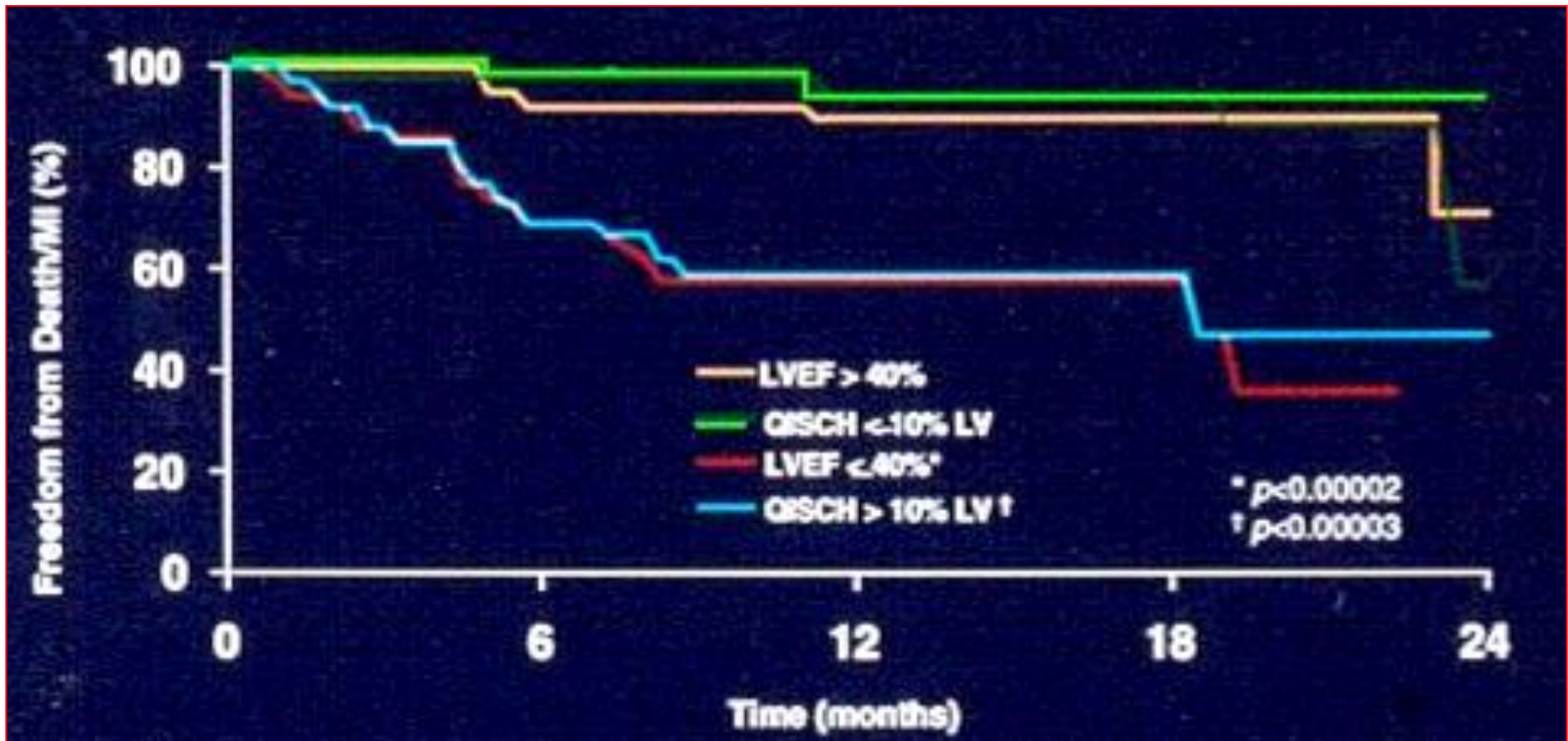


## Rubidio PET



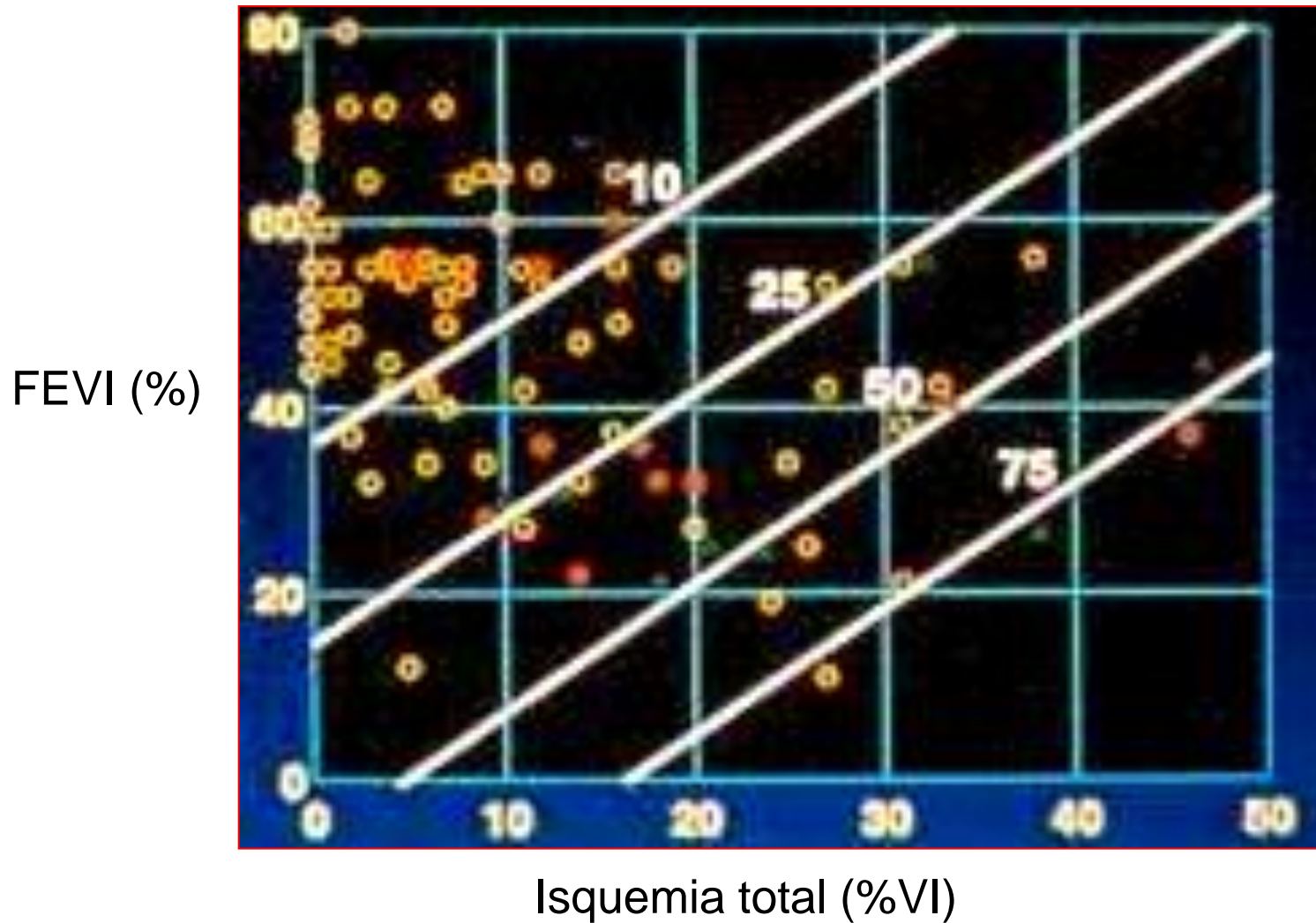


# FEVI e isquemia vs eventos cardíacos mayores



# FEVI vs isquemia en la estratificación de riesgo post-IAM

---

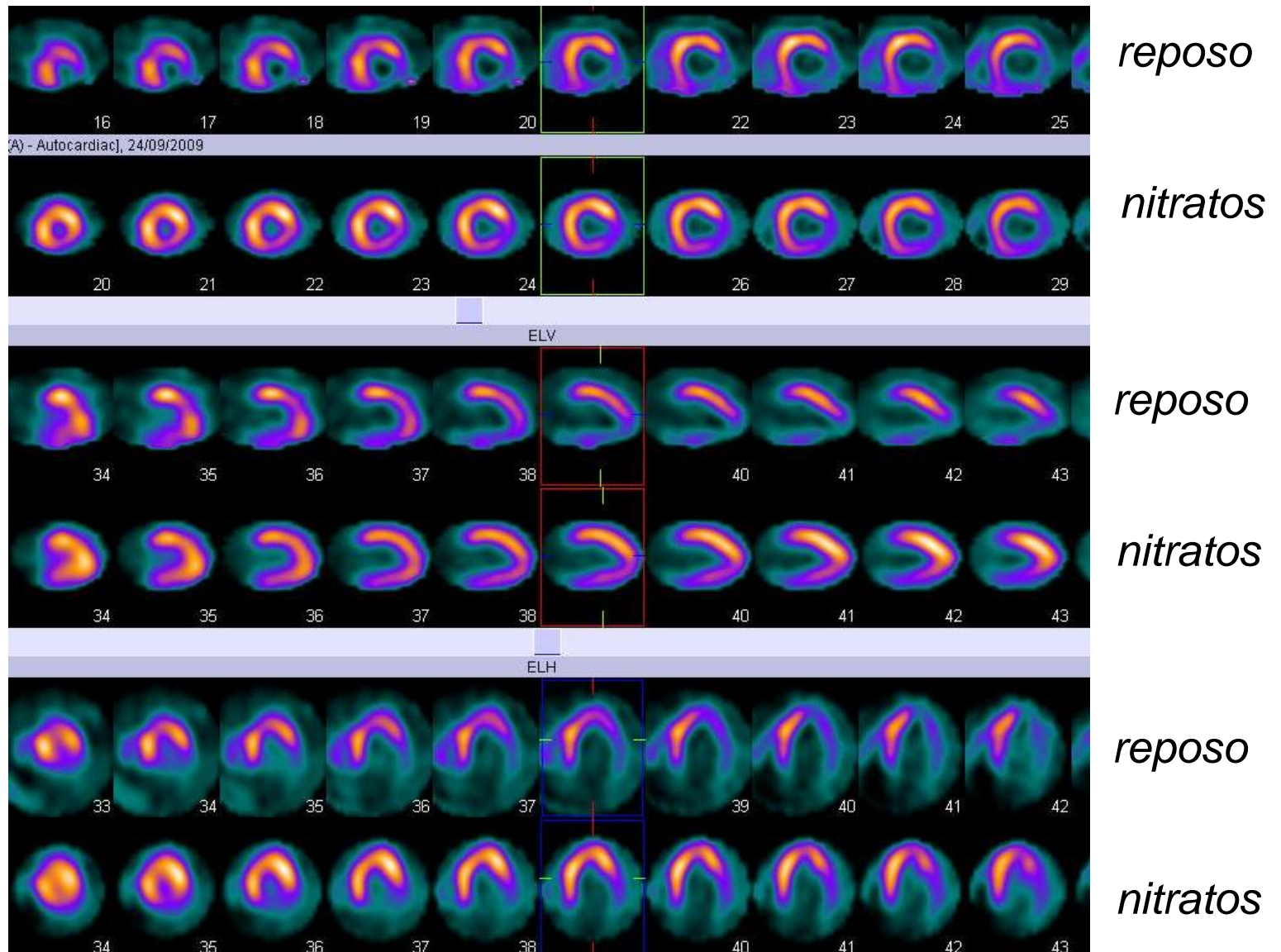


# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

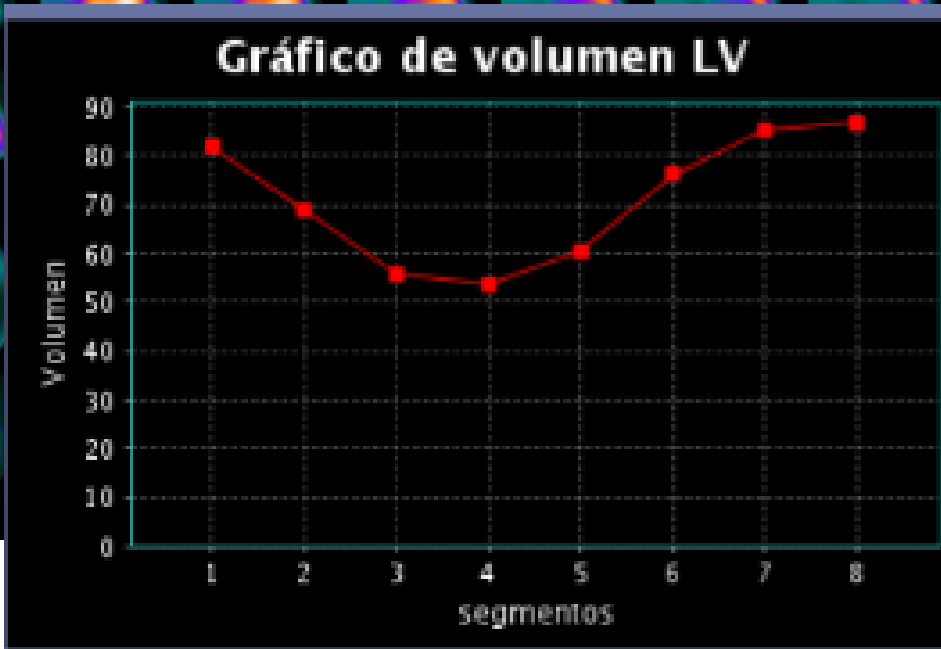
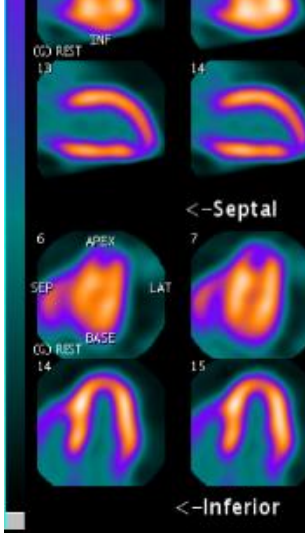
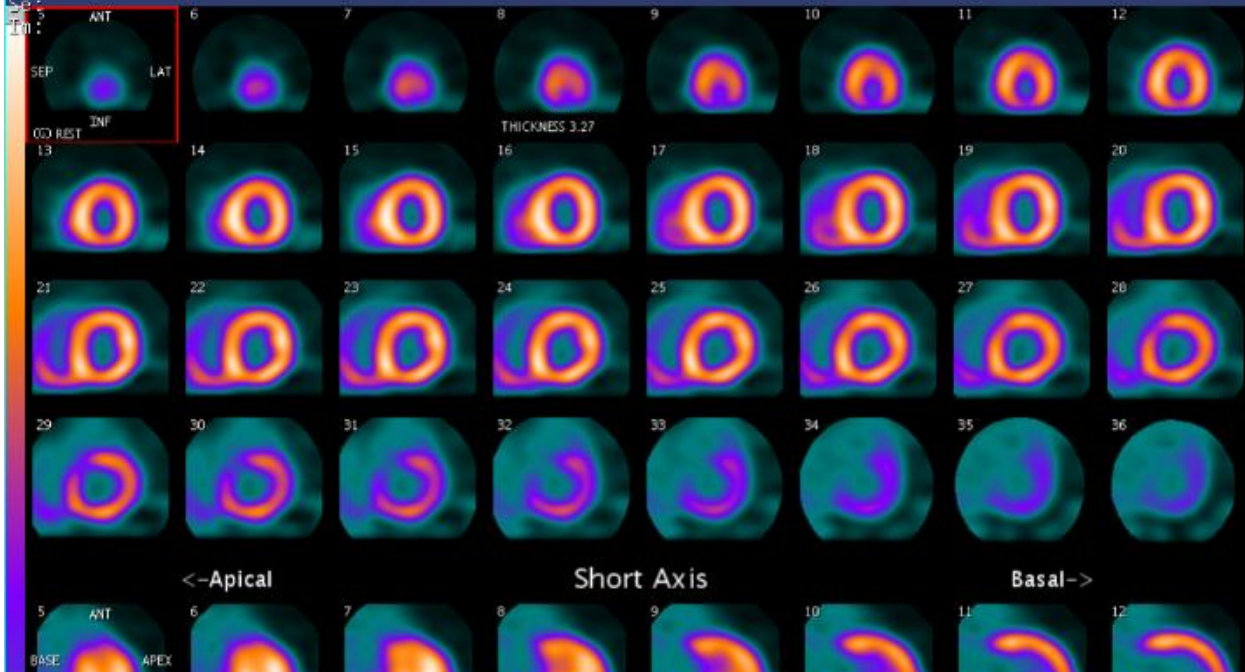
---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ✓ ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

57 a, masc. IAM de pared lateral 6 meses antes. Síntomas de falla cardíaca progresiva.





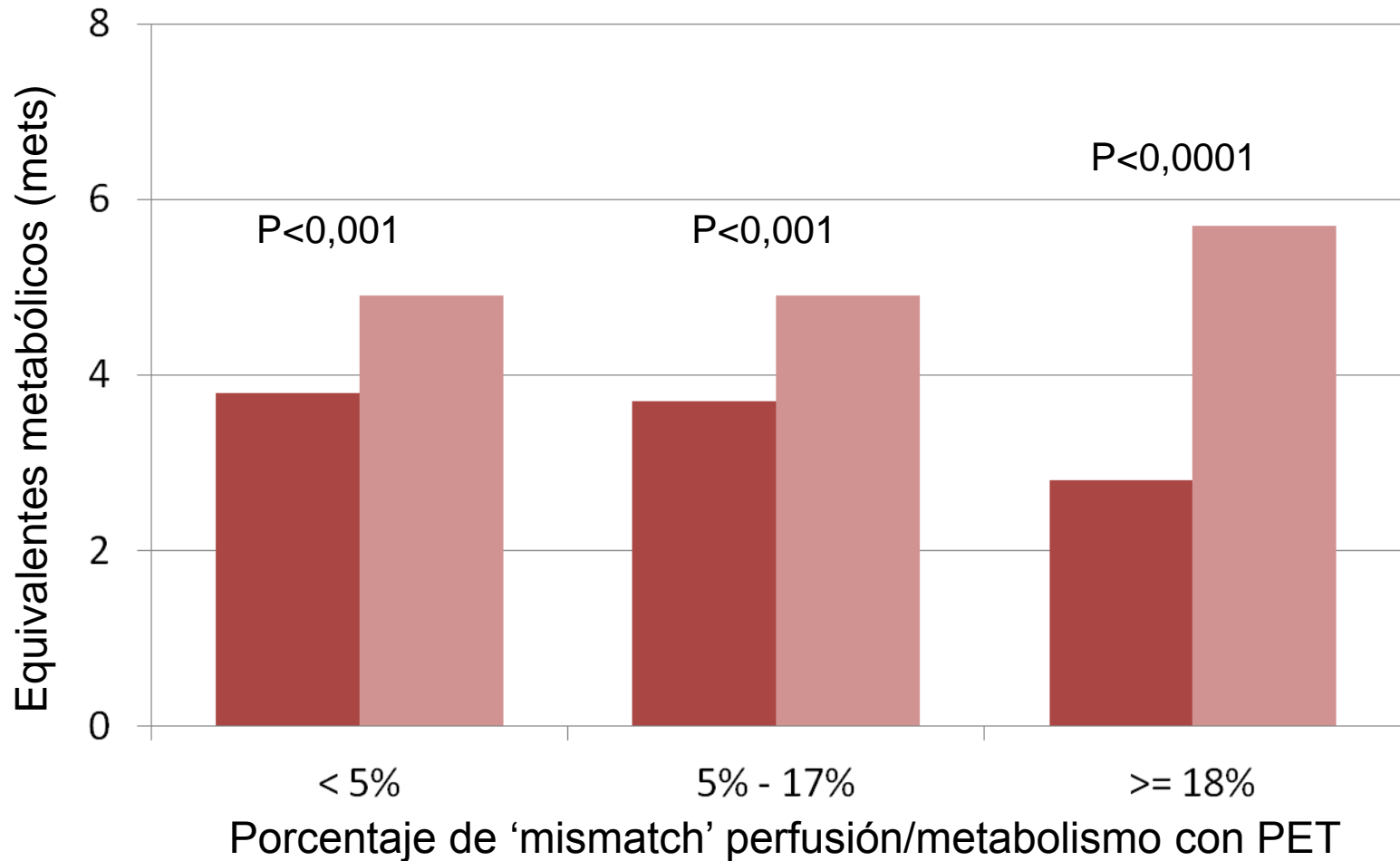


$^{18}\text{F}$ -FDG

REST (G)

ESV	54 ml
EDV	87 ml
EF	38 %
SV	33 ml
Mass	101 g

# Viabilidad miocárdica predice mejoría en la capacidad funcional post-revascularización



# El beneficio de sobrevida post-revascularización es independiente de la mejoría de la FEVI en pacientes con IM previo y viabilidad presente

---

<b>Variable</b>	<b>chi<sup>2</sup></b>	<b>Hazards ratio</b>	<b>95% CI</b>	<b>Valor P</b>
FEVI basal	1.4	1.0	0.9–1.1	0.2
Segmentos viables	6.7	1.2	1.1–1.5	<0.01
Segmentos no viables	0.1	0.9	0.7–1.2	0.8
Revascularización coronaria	12.2	0.3	0.1–0.6	<0.001

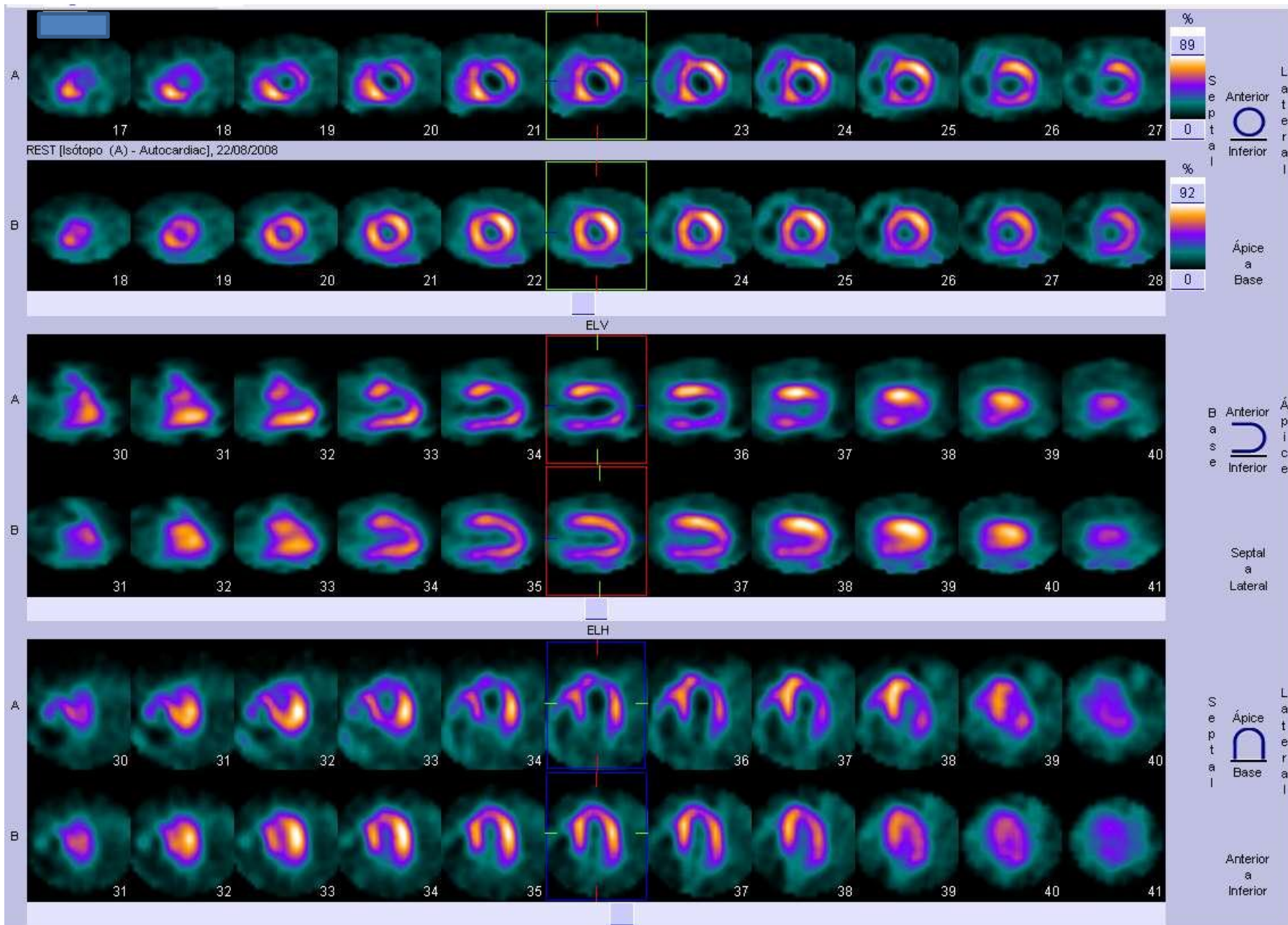
# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

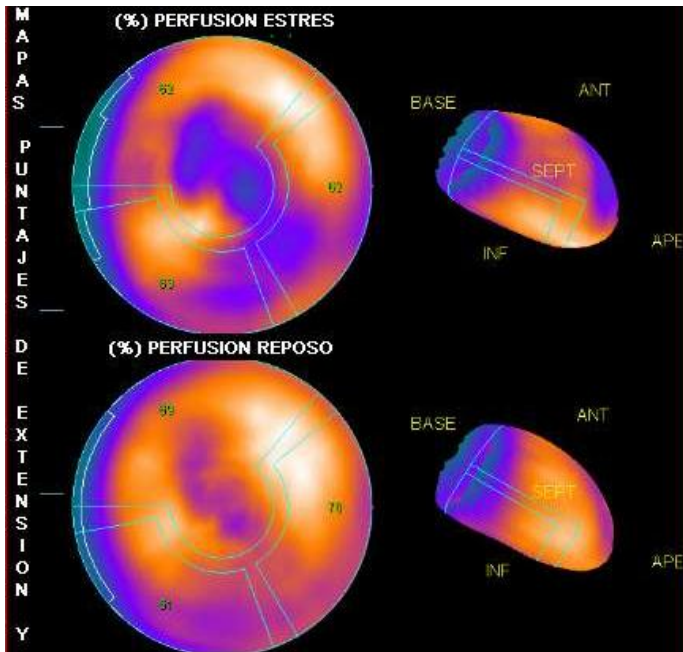
---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ✓ ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ✓ ¿Existe miocardio viable?
- ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?



- *Hombre 63 años.*
- *Disnea de reposo y dolor torácico atípico ocasional.*
- *Eco: miocardiopatía dilatada, FEVI 38%.*
- *ECG: alteraciones severas inespecíficas de la repolarización.*
- *MIBI reposo (21-08-08): defectos de perfusión extensos en varios territorios.*
- *Coronariografía: enfermedad multivaso, se opera con 4 bypass.*
- *Mejora pero reaparece dolor atípico.*
- *Nuevo MIBI a los 6 meses: normal.*

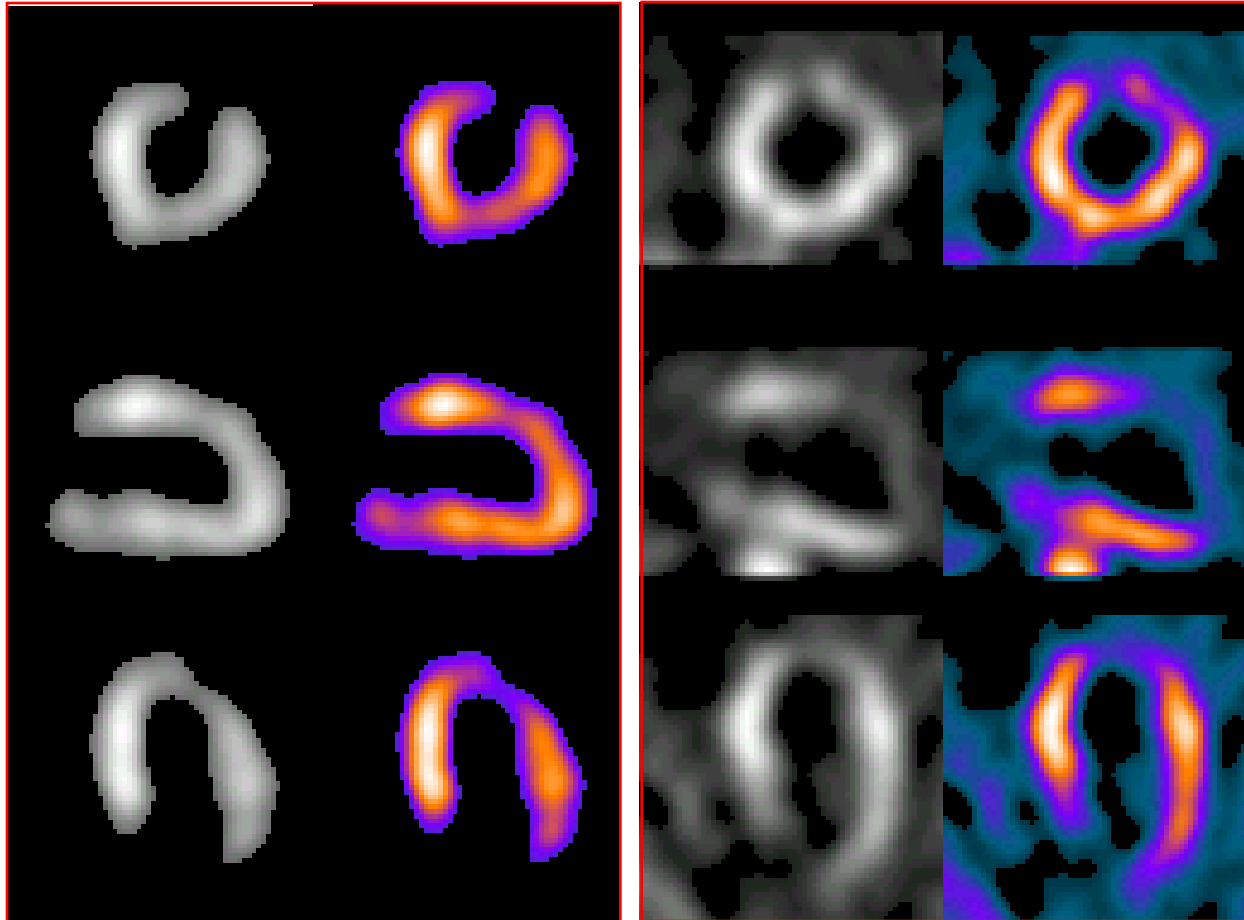




SSS	15	SRS	5	SDS	9
SS%	22	SR%	7	SD%	13
Study	<b>Myocardial Perfusion</b>				
Dataset	<b>STRESS [Isótopo (A) - Autocardiac]</b>				
Date	2008-08-21 18:38:53				
Limits	<b>MaleStressMB</b>				
Volume	97ml				
Area	136cm <sup>2</sup>				
Defect	36cm <sup>2</sup>				
Extent	26%				
TPD	20%				
Shape	0.58 [SI], 0.82 [Ecc]				
Study	<b>Myocardial Perfusion</b>				
Dataset	<b>REST [Isótopo (A) - Autocardiac]</b>				
Date	2008-08-22 13:51:30				
Limits	<b>MaleRestMB</b>				
Volume	75ml				
Area	123cm <sup>2</sup>				

SM%	38	ST%	25	SM%	21	ST%	0
Study	<b>Myocardial Perfusion</b>						
Dataset	<b>STRESS-Sincronizada [Isótopo (A) - Autocar</b>						
Date	2008-08-21 18:36:26						
Volume	63ml [4]						
EDV	109ml [7]						
ESV	63ml [4]						
EF	42% ← Scan 1						
Area	112cm <sup>2</sup> [4]						
Shape	0.69 [SI ED], 0.53 [SI ES], 0.81 [Ecc 4]						
Study	<b>Myocardial Perfusion</b>						
Dataset	<b>REST-Sincronizada [Isótopo (A) - Autocar</b>						
Date	2008-08-22 13:49:03						
Volume	41ml [3]						
EDV	98ml [7]						
ESV	41ml [3]						
EF	59% ← Scan 2						
Area	98cm <sup>2</sup> [3]						
Shape	0.64 [SI ED], 0.45 [SI ES], 0.83 [Ecc 3]						

72 a, fem. IAM – no revascularizable.  
Al inicio y al año de tratamiento médico ‘óptimo’ (??)



# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

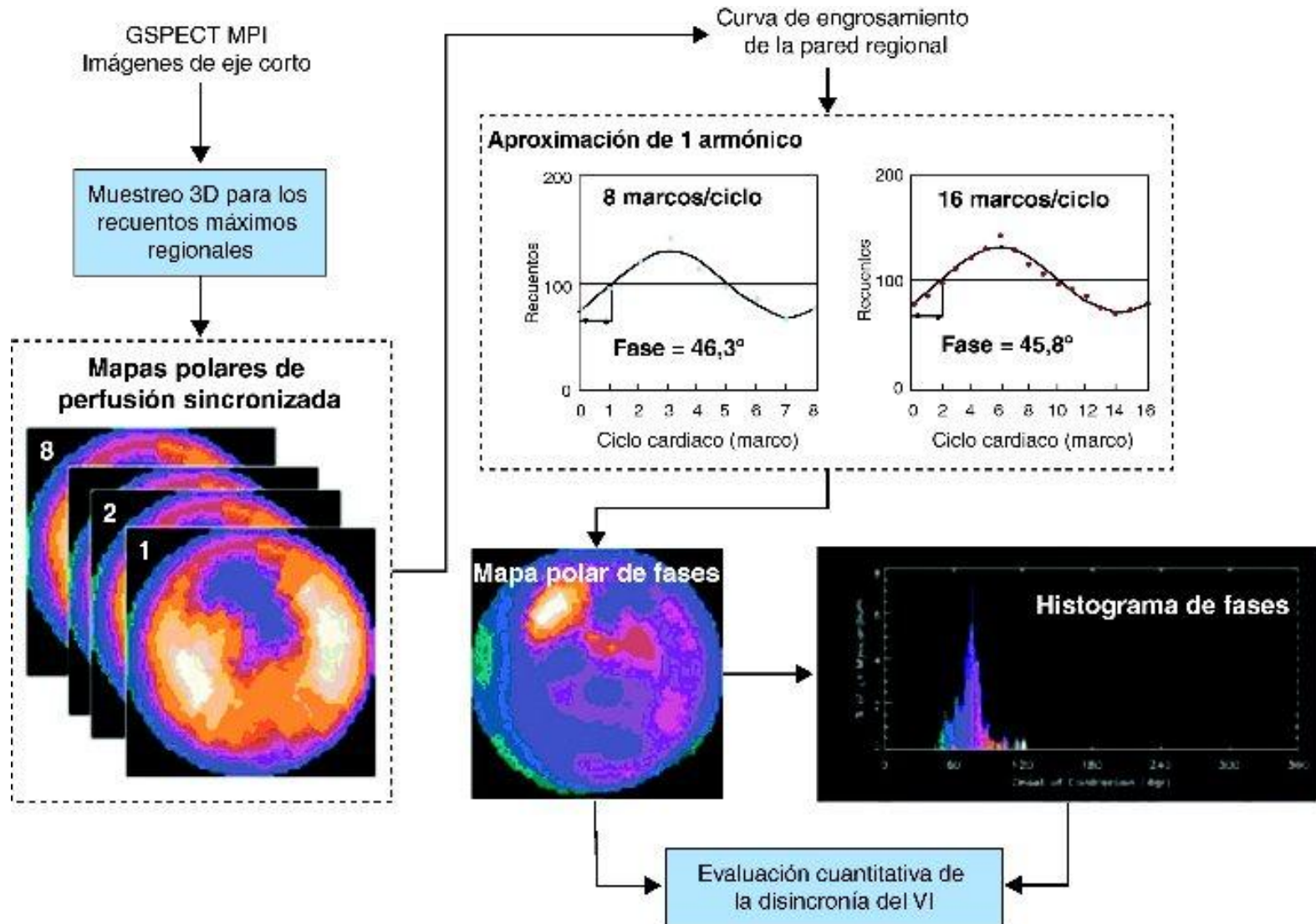
---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ✓ ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ✓ ¿Existe miocardio viable?
- ✓ ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?



# Técnicas de imagen tridimensional en el tratamiento de resincronización cardiaca

Dominique Auger<sup>a,b</sup>, Martin J. Schalij<sup>a</sup>, Jeroen J. Bax<sup>a</sup> y Victoria Delgado



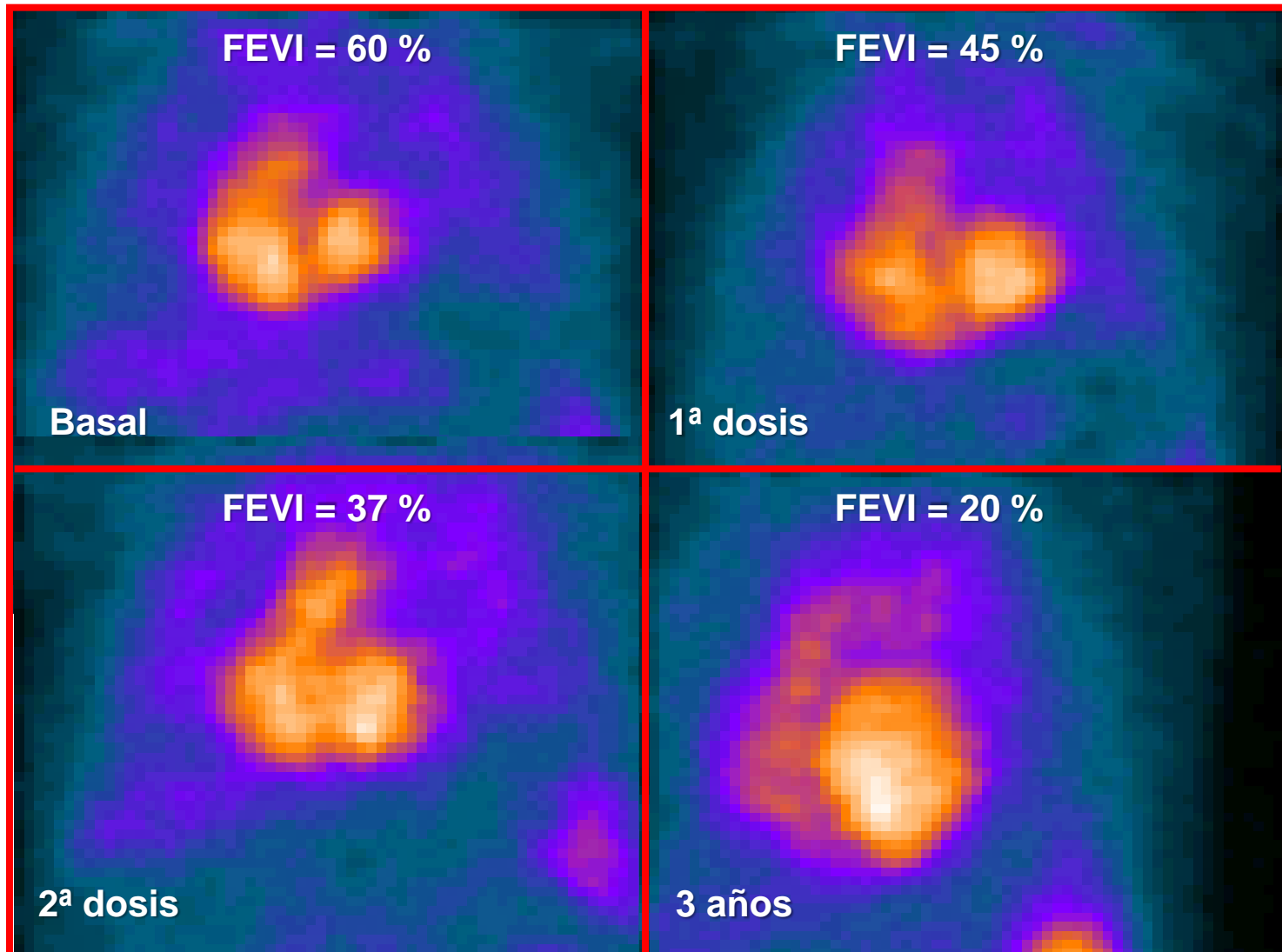
# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ✓ ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ✓ ¿Existe miocardio viable?
- ✓ ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ✓ ¿Es candidato a resincronización?
- ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

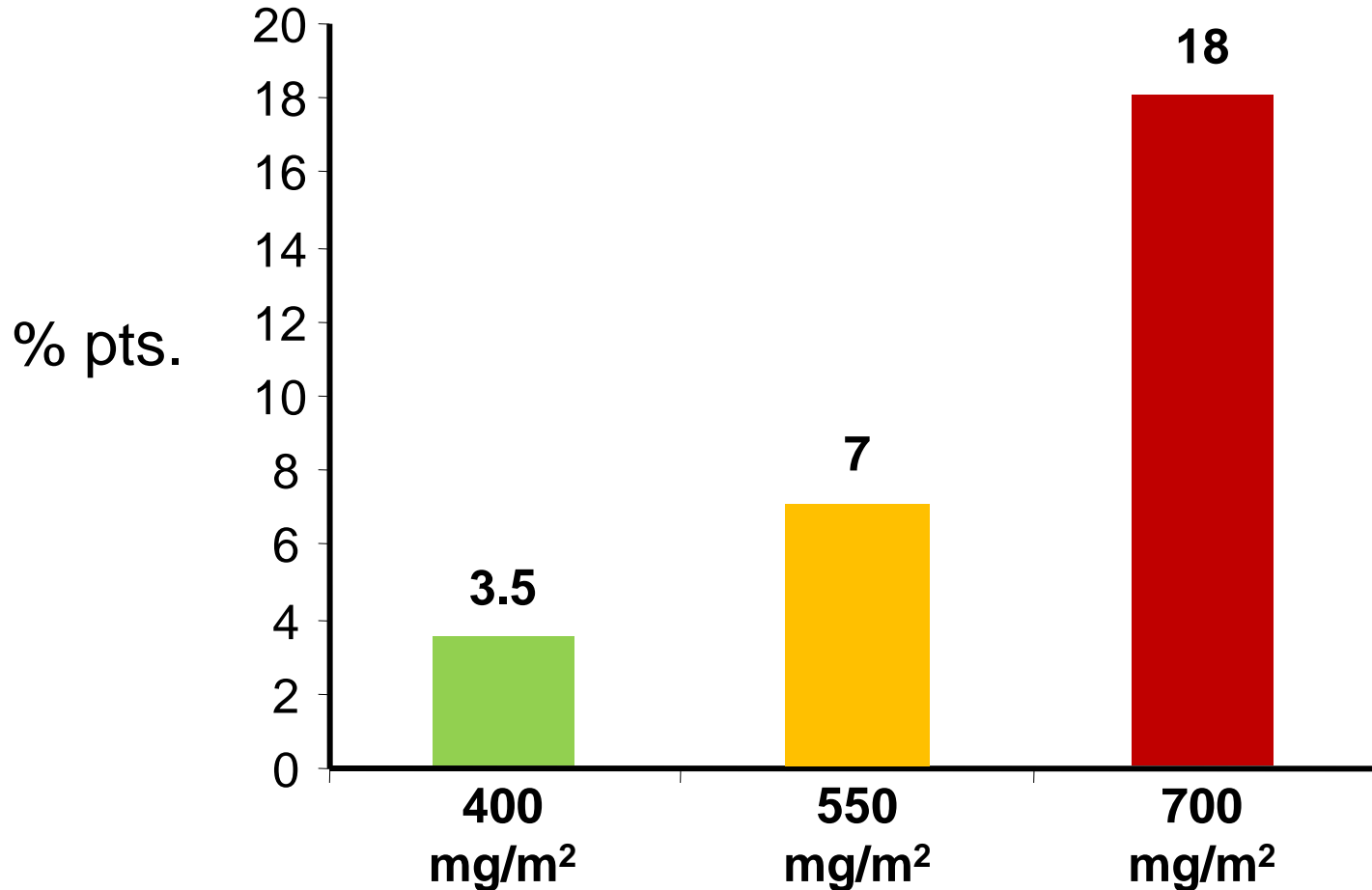


# Ejemplo de cardiotoxicidad

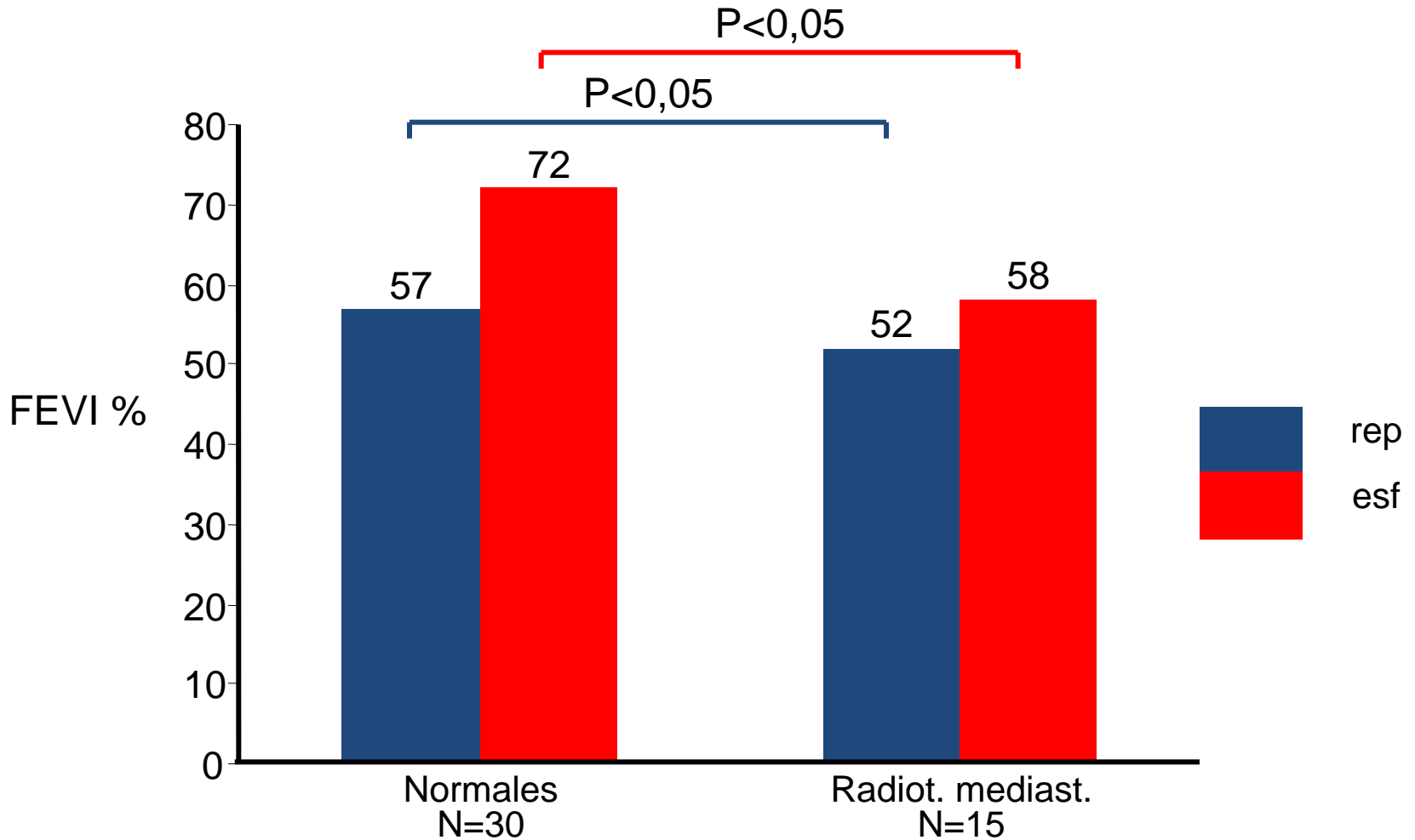


# Incidencia de cardiotoxicidad en pacientes tratados con adriamicina

---



# FEVI en reposo y esfuerzo 5-15 años después de la radioterapia mediastinal

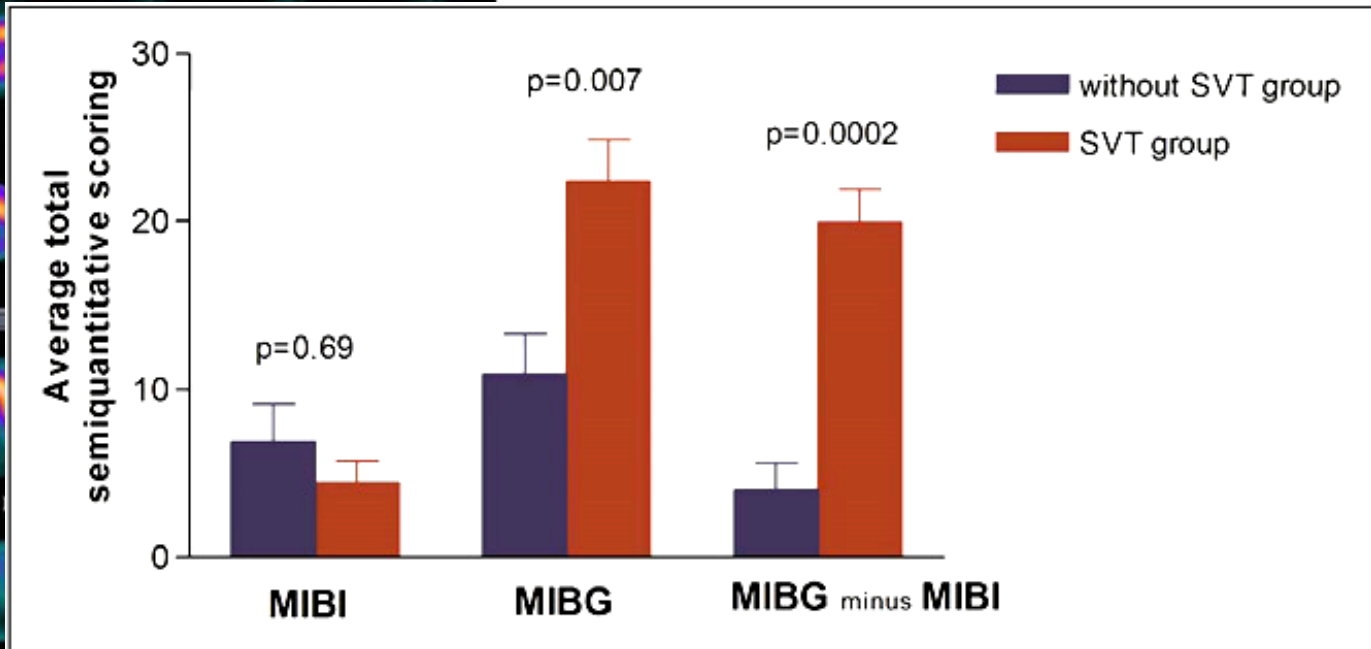
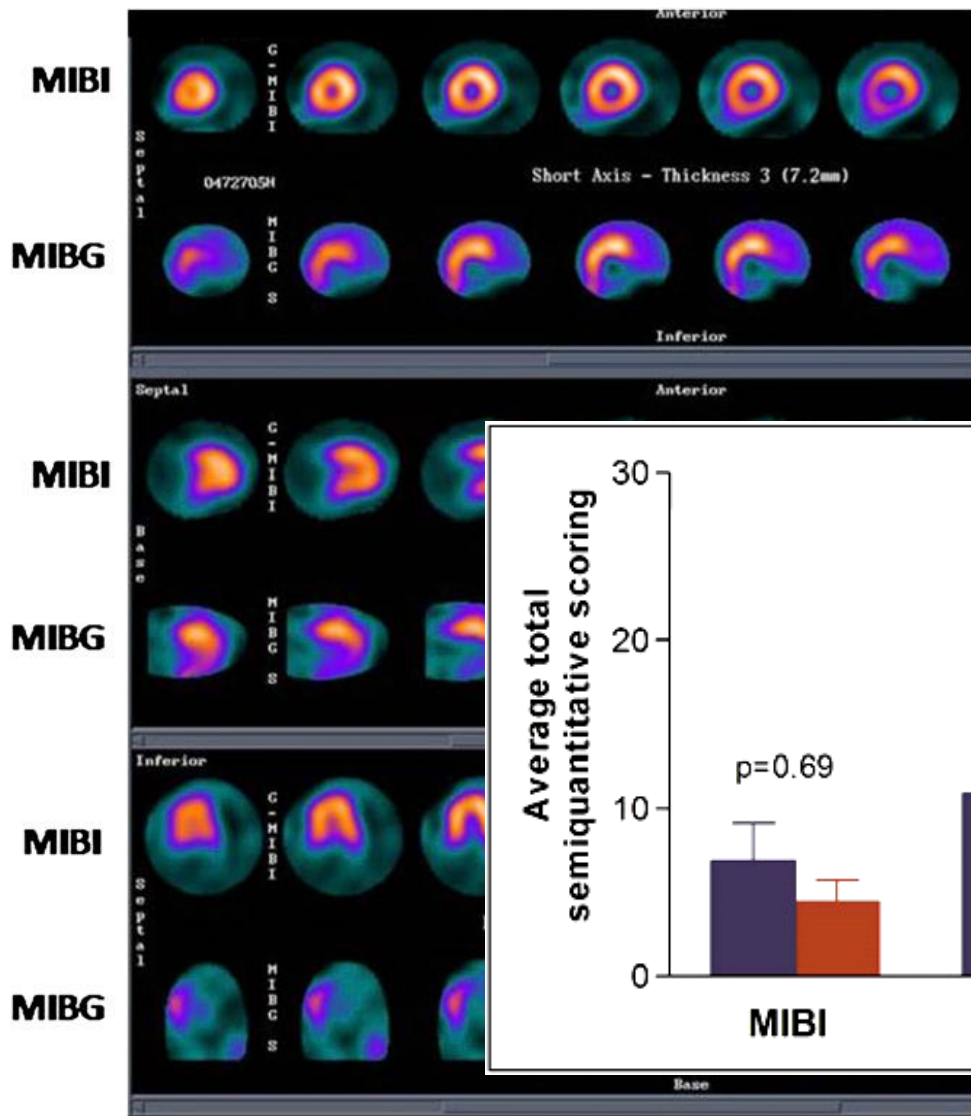


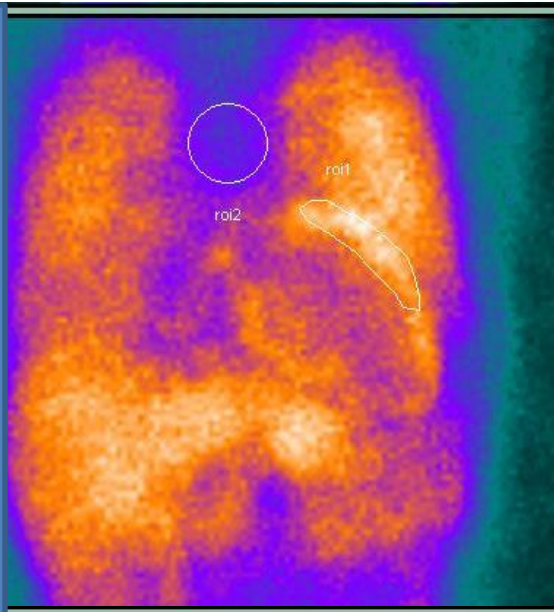
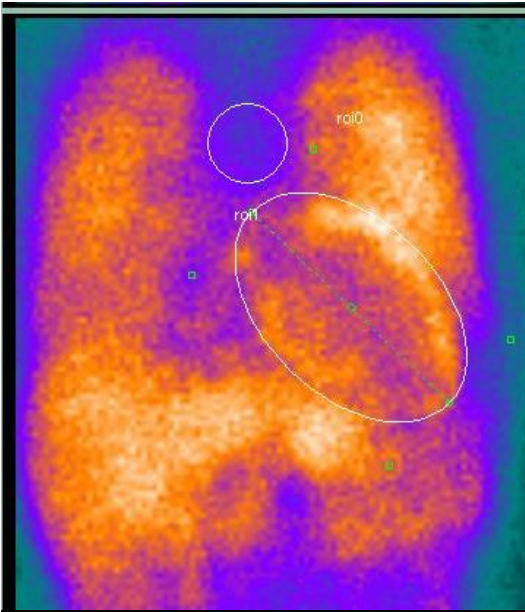
# ¿Para qué deseamos estudiar al paciente con insuficiencia cardíaca?

---

- ✓ ¿Qué tan severa es la disfunción ventricular?
- ✓ ¿Participa uno o ambos ventrículos?
- ✓ ¿Es sistólica o diastólica?
- ✓ ¿Es de etiología isquémica o no isquémica?
- ✓ ¿Existe miocardio viable?
- ✓ ¿Cómo ha respondido al tratamiento?
- ✓ ¿Es candidato a resincronización?
- ✓ ¿Recibe tratamiento antineoplásico?

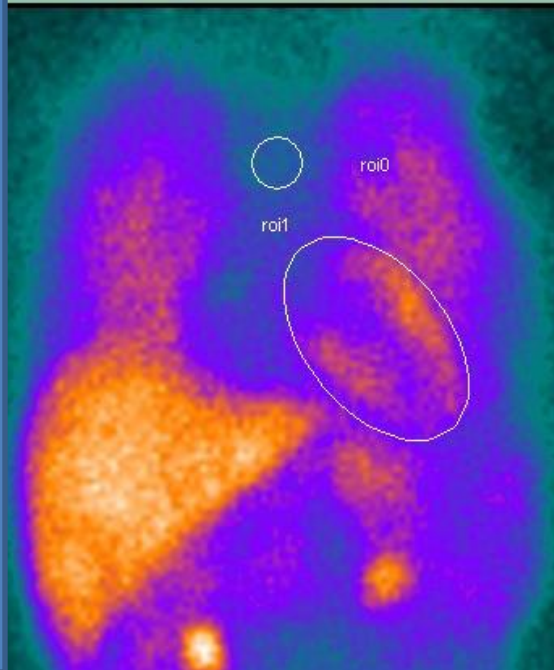
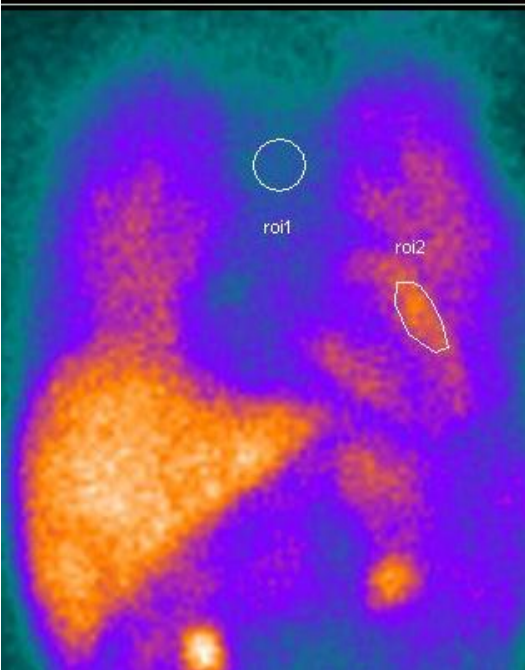
# Denervación miocárdica simpática regional y TVS





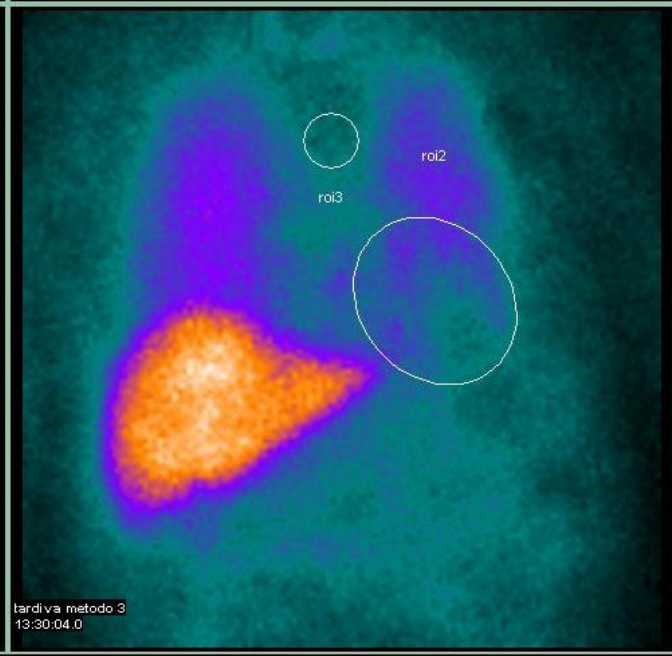
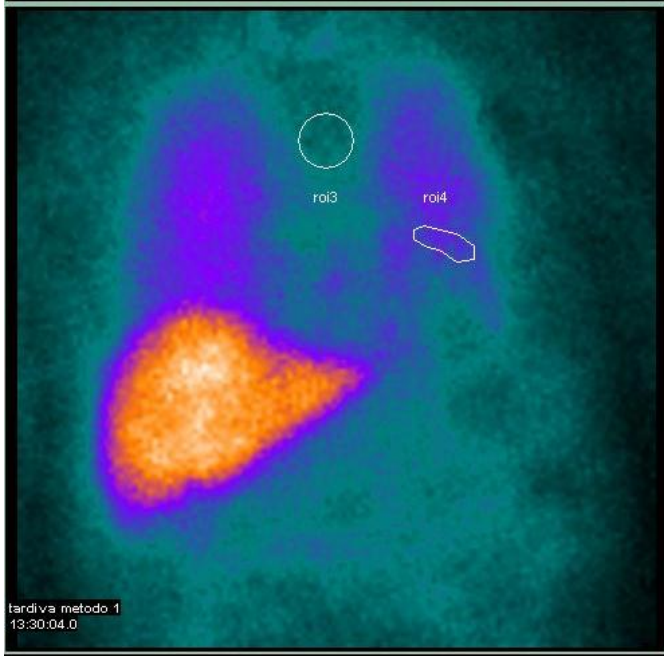
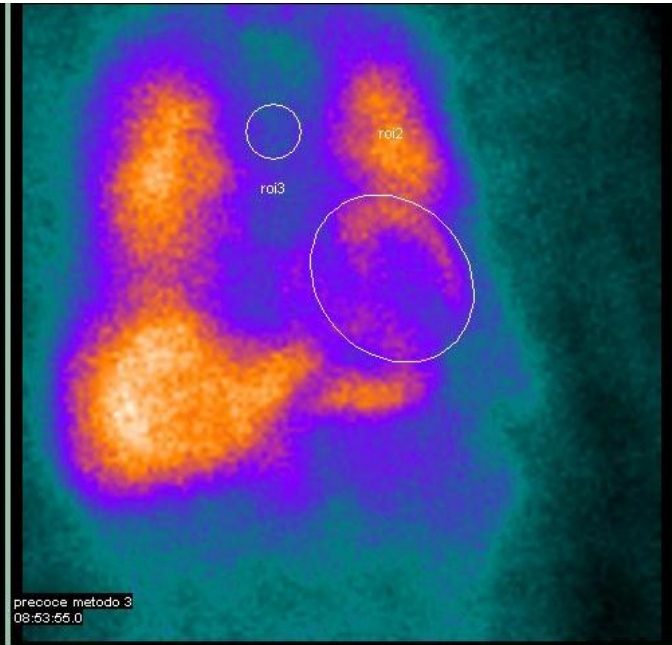
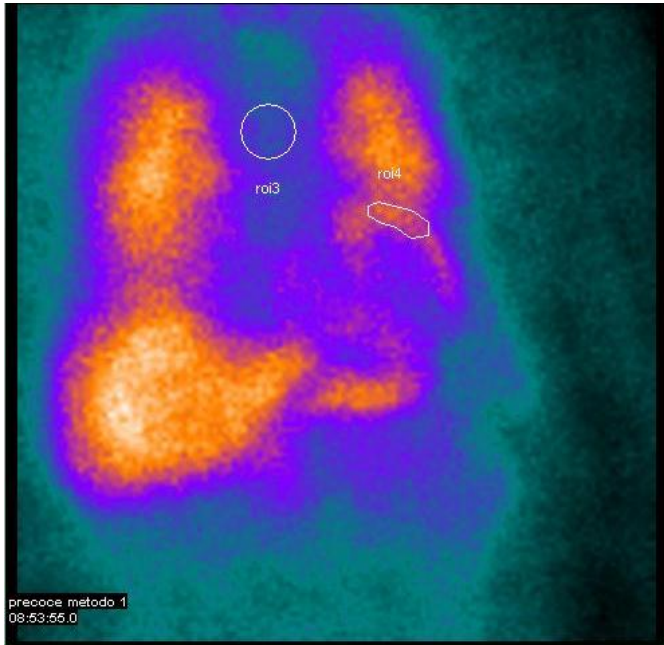
123I-MIBG

precoz



tardía







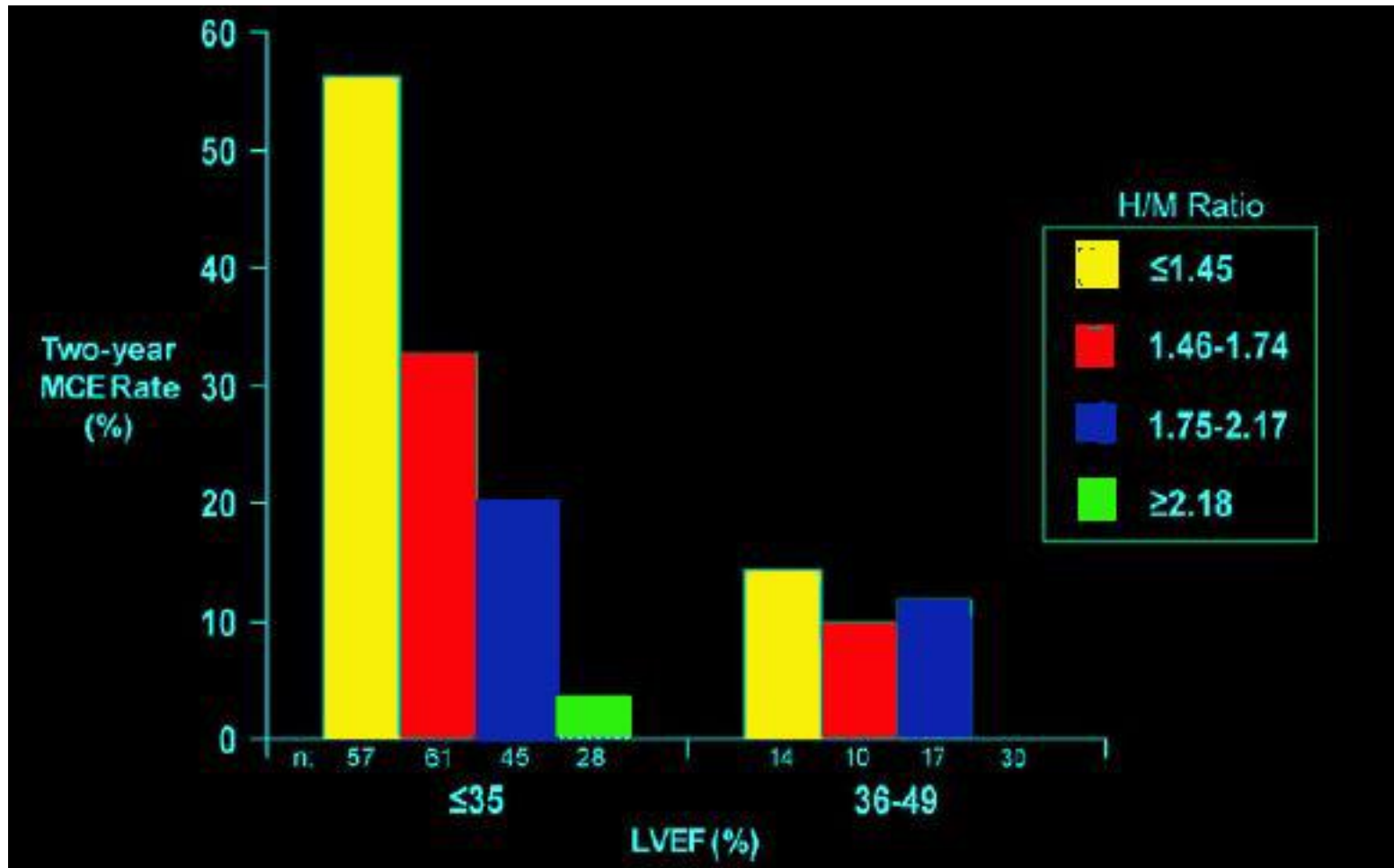
# Evolución de pacientes hospitalizados con síntomas de ICC según FEVI conservada o deprimida

---

	<b>FEVI normal (n = 3148)</b>	<b>FEVI baja (n=3658)</b>	<b>P</b>
Mortalidad total 3m, %	10	12	0,01
Readmisión <12 sem, %	22	21	0,47
Tiempo a readmisión (días)	29 (10-54)	28 (10-53)	0,66
Días de hospitalización	11 (6-22)	11 (5-22)	0,30
Clase III/IV, %	24	25	0,64
Muy mala QOL, %	23	29	0,04

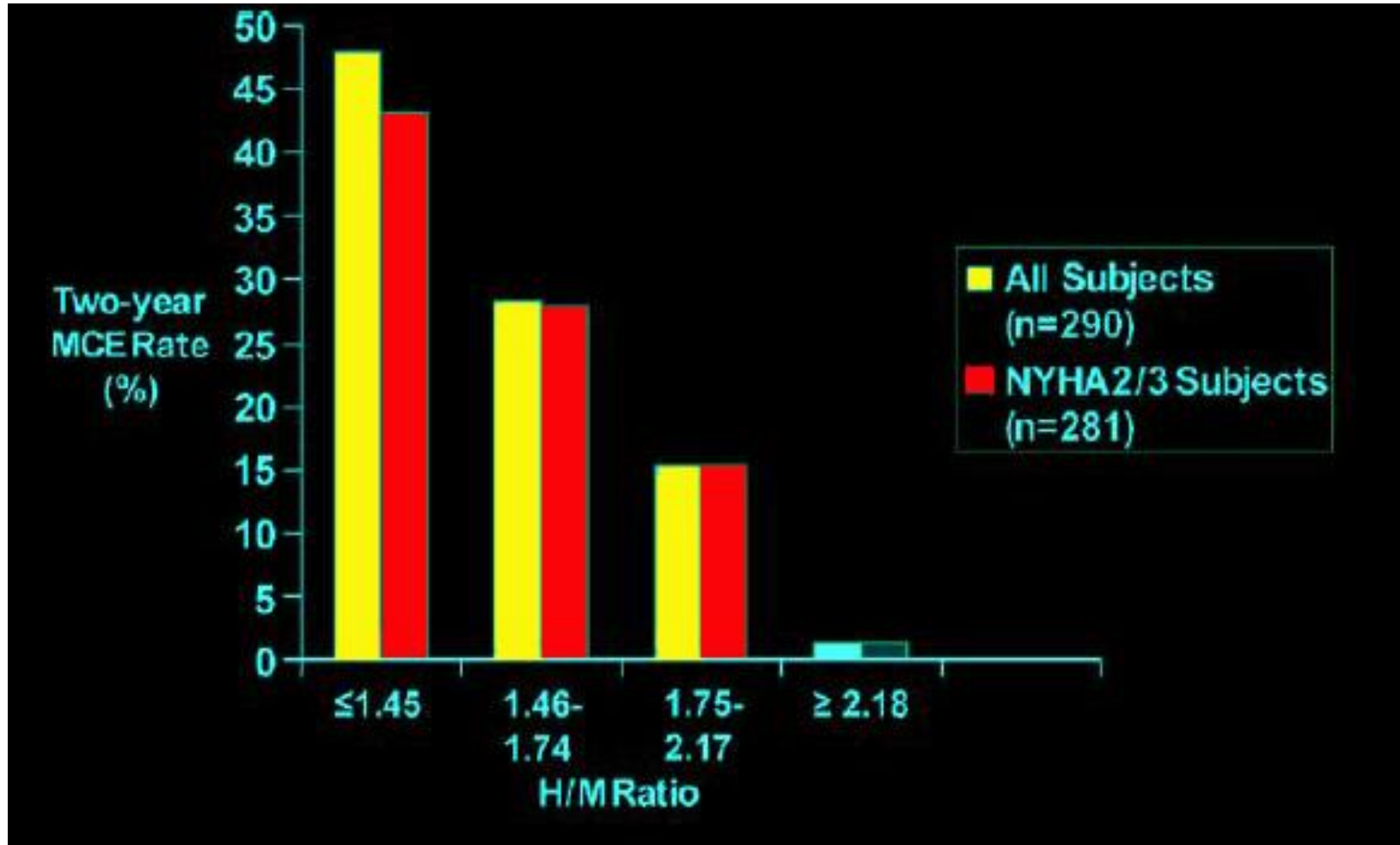
# I-123-*m*IBG para estratificación de riesgo de eventos cardíacos mayores en pacientes con IC

---



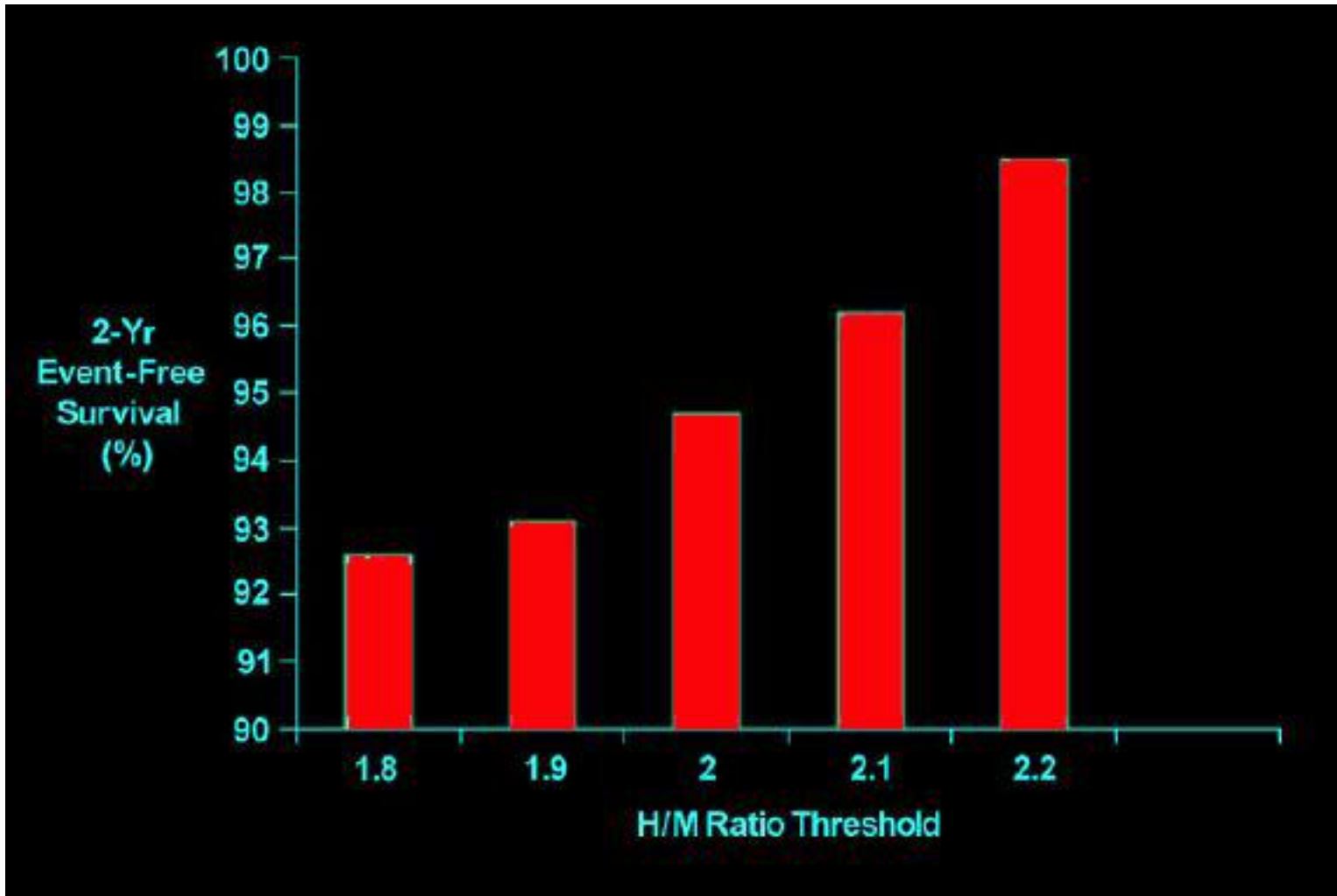
# I-123-*m*IBG para estratificación de riesgo de eventos cardíacos mayores en pacientes con IC

---



# I-123-*m*IBG para estratificación de riesgo de eventos cardíacos mayores en pacientes con IC

---



# Pronósticos...

---

- **Prevalencia:**
  - *Aumento*
- **Hospitalizaciones:**
  - *Aumento*
- **Impacto económico:**
  - *Severo aumento*
- **Mortalidad:**
  - *Leve descenso*
- **Calidad de vida:**
  - *Aumento (??)*

# Eliminatorias Brasil

**Colombia goleó 4-0 a Uruguay y revivió la ilusión de volver al Mundial**

Fue por la altura...

Fue por el calor...

Fue por la humedad...



*Gracias por su atención y por su hospitalidad*