

La miocardiopatía isquémica desde la perspectiva de la cardiología nuclear clínica

Jaume Candell-Riera^a, Guillermo Romero-Farina^a, Santiago Aguadé-Bruix^b y Joan Castell-Conesa^b

^aServicio de Cardiología. Hospital Universitari Vall d'Hebron. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. España.

^bServicio de Medicina Nuclear. Hospital Universitari Vall d'Hebron. Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona. España.

La miocardiopatía isquémica es consecuencia de una enfermedad coronaria severa y extensa que conlleva una disfunción del ventrículo izquierdo y, en muchas ocasiones, una importante dilatación de éste. Su mortalidad es elevada, sobre todo en los pacientes con criterios de viabilidad miocárdica que no son revascularizados. Si bien la edad, la capacidad de ejercicio y las comorbilidades influyen en la supervivencia, la isquemia, la viabilidad miocárdica y el remodelado ventricular son variables pronósticas importantes y todas ellas pueden valorarse adecuadamente mediante la *gated*-SPECT de perfusión miocárdica.

Palabras clave: *Miocardiopatía. Enfermedad coronaria. Medicina nuclear. Revascularización. Pronóstico.*

Ischemic Cardiomyopathy: A Clinical Nuclear Cardiology Perspective

Ischemic cardiomyopathy results from severe extensive coronary artery disease, which is associated with left ventricular dysfunction and also, in many cases, with significant left ventricular dilatation. Mortality is high, especially in patients who satisfy myocardial viability criteria but who have not undergone revascularization. Although age, exercise capacity and comorbidity influence survival, the most important prognostic factors are the extent of the ischemia, myocardial viability and left ventricular remodeling, all of which can be successfully evaluated by gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT).

Key words: *Cardiomyopathy. Coronary disease. Nuclear medicine. Revascularization. Prognosis.*

Full English text available from: www.revespcardiol.org

Correspondencia: Dr. J. Candell-Riera.
Servei de Cardiologia. Hospital Universitari Vall d'Hebron. Universitat Autònoma de Barcelona.
Pg. Vall d'Hebron, 119-129. 08035 Barcelona. España.
Correo electrónico: jcandell@vhebron.net

INTRODUCCIÓN

La enfermedad arterial coronaria es la causa más frecuente de mortalidad cardiovascular en Europa, con casi 2 millones de muertes al año¹. Dentro de la misma, la cardiopatía isquémica con disfunción sistólica moderada o severamente disminuida (fracción de eyección ≤ 35 -40%), es decir la miocardiopatía isquémica (MI) tiene una mortalidad cardiaca (MC) muy elevada: el 19% en un seguimiento medio de 22 ± 14 meses². La disfunción contráctil puede haber sido causada por necrosis o por el denominado miocardio viable. Este término se refiere a miocardio vivo en presencia de alteraciones severas de la contractilidad y puede corresponder a aturdimiento o a hibernación miocárdica. El aturdimiento es una forma de disfunción contráctil del miocardio causada por un episodio isquémico transitorio o por el daño por reperfusión. Esta disfunción contráctil puede persistir horas o días recuperando la actividad contráctil si la perfusión se recupera. La hibernación miocárdica es otro estado de disfunción contráctil, pero en el marco de una cardiopatía isquémica crónica. A diferencia del miocardio aturdimiento, en el que la reversión de la actividad contráctil es espontánea, en la hibernación miocárdica se requiere de la revascularización coronaria (RC) para la recuperación de la función ventricular.

En nuestra experiencia^{3,4}, los pacientes con MI presentan antecedentes de infarto en un 84% de los casos y la prevalencia de enfermedad multivascular es del 78%. Alrededor de un 70% de los pacientes tienen criterios gammagráficos de viabilidad miocárdica (VM) en 3 o más de los segmentos con alteraciones severas de la contractilidad. Ello corresponde a un 17,6% de los 17 segmentos en los que se recomienda dividir el ventrículo izquierdo (VI) en las técnicas de imagen. Cuando se puede practicar alguna prueba de provocación, con ejercicio o con fármacos, puede observarse isquemia gammagráfica en más de la mitad de los casos.

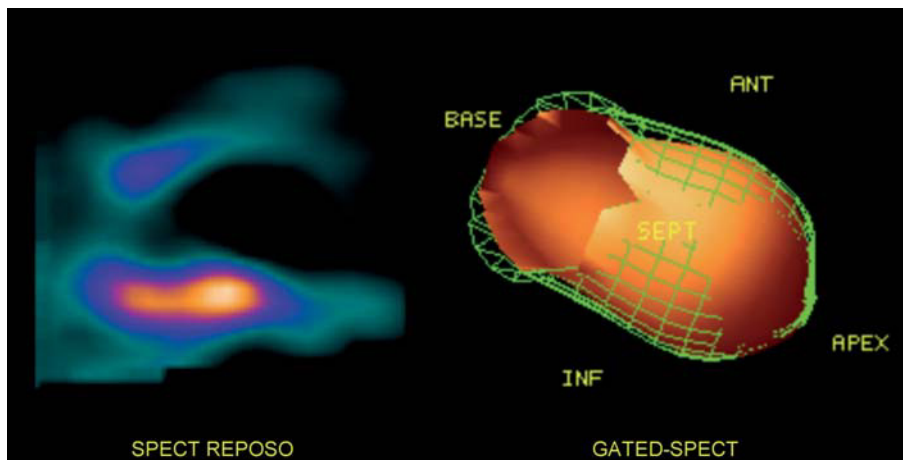


Fig. 1. Izquierda: patrón divergente del ventrículo izquierdo (diámetro transversal a nivel apical > diámetro transversal a nivel basal en eje largo vertical) y ausencia de captación anteroapical en una SPECT de perfusión miocárdica de reposo de un paciente con infarto anterior. Estos criterios son muy específicos de inviabilidad miocárdica. Derecha: *gated*-SPECT del mismo paciente en la que se observa una acinesia anterior y una discinesia septal y apical. Volumen telediastólico, 248 ml; volumen telesistólico, 203 ml; fracción de eyección, 18%. Ant: anterior; Inf: inferior; SPECT: Single Photon Emission Tomography.

DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

El diagnóstico diferencial de la MI se centra básicamente con la miocardiopatía dilatada idiopática. La técnica definitiva para este diagnóstico diferencial continúa siendo la coronariografía de contraste, pero a pesar de ello diferentes técnicas incruentas, como la ecocardiografía, las exploraciones isotópicas, la ecocardiografía, la resonancia magnética y la tomografía computarizada, pueden ofrecer criterios orientativos de una u otra miocardiopatía⁵⁻¹⁸.

En los estudios de *gated*-SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) de perfusión miocárdica con talio 201 (²⁰¹Tl) o con compuestos tecnecios (^{99m}Tc-tetrofosmina y ^{99m}Tc-metoxiisobutil-isonitrilo), se han observado diferentes variables que van a favor de MI, como la presencia de defectos de perfusión miocárdica extensos en reposo⁶⁻⁸, la ausencia total de captación segmentaria⁹, las alteraciones segmentarias de la contractilidad¹⁰, la suma de la puntuación de perfusión en estrés¹¹, la extensión de los defectos en estrés^{12,13} y la presencia de isquemia miocárdica^{12,14}. En nuestra opinión, y con la metodología *gated*-SPECT de perfusión miocárdica con compuestos tecnecios, los criterios más específicos (aunque poco sensibles) de MI son la presencia de al menos 1 segmento con perfusión de grado 4 (ausencia de captación) en reposo y el patrón divergente del VI (diámetro transversal a nivel apical > diámetro transversal) (fig. 1).

En los estudios de resonancia magnética, la presencia de realce tardío de gadolinio a nivel subendocárdico o transmural va muy a favor de MI^{19,20}. El cateterismo cardiaco^{21,22} y más recientemente la coronariografía mediante tomografía computarizada por multidetectores^{23,24}, ésta con un valor predictivo negativo muy alto, son las técnicas de elección para el diagnóstico diferencial.

CRITERIOS DE VIABILIDAD Y EFICACIA DIAGNÓSTICA DE LA GATED-SPECT Y LA GATED-PET

La técnica isotópica idónea para el estudio de la VM es la *gated*-PET (Positron Emission Tomography), con la posibilidad de evaluar la función contráctil, mediante la sincronización con el ECG, la perfusión y el metabolismo de la glucosa y de los ácidos grasos. El denominado patrón *mismatch* (o de discordancia perfusión-metabolismo) es el criterio básico para el diagnóstico de VM (fig. 2). Pero a pesar de esta información, en el ámbito asistencial y por razones de coste-eficacia, la exploración más empleada es la *gated*-SPECT que, en el momento actual, se realiza predominantemente con compuestos tecnecios más que con ²⁰¹Tl, ya que la calidad de las imágenes es superior con los primeros²⁵.

El estudio de la VM debe realizarse en regiones o segmentos con alteraciones severas de la motilidad miocárdica. La administración de nitratos previa a la administración del radionúclido es aconsejable, ya que aumenta la sensibilidad de la prueba. La sincronización con el ECG (*gated*-SPECT) permite la valoración del desplazamiento y del engrosamiento miocárdicos. Los criterios de VM con *gated*-SPECT se basan en el grado de captación del radionúclido con respecto a la máxima captación del VI en reposo o tras la reinyección del radionúclido en el caso del ²⁰¹Tl, en la objetivación de engrosamiento miocárdico y en la presencia de reversibilidad entre estrés y reposo. Con *gated*-SPECT y compuestos tecnecios, los criterios que hemos adoptado con base en nuestra experiencia^{3,4} son la presencia de perfusión con puntuación 0-2 sobre 4 (nivel de captación > 30-40% con respecto a la máxima) (fig. 3) y un engrosamiento conservado (puntuación 0-2) (fig. 4). Siempre que sea posible, es recomendable

Fig. 2. Ejemplo de viabilidad miocárdica anteroapical en las imágenes de eje largo vertical de PET: patrón *mismatch* o de discordancia entre la imagen de perfusión con rubidio 82 (a la izquierda) y la de conservación del metabolismo con ^{18}F -desoxiglucosa (a la derecha). PET: Positron Emission Tomography.

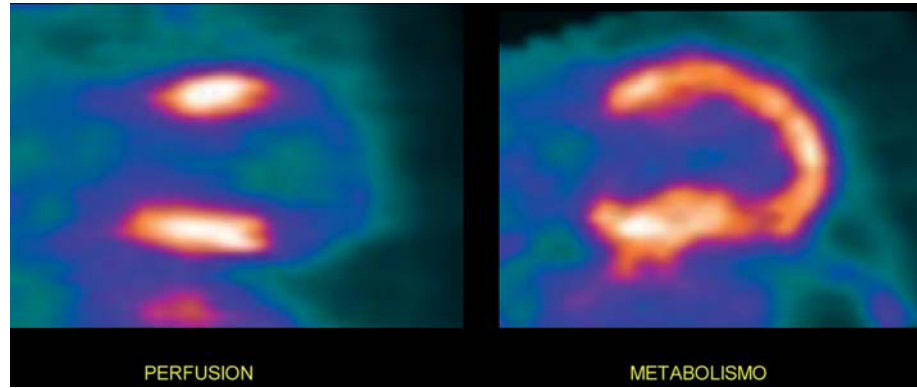


Fig. 3. Imágenes de SPECT de perfusión miocárdica en reposo (eje largo vertical) de un paciente con infarto anterior y criterios de viabilidad miocárdica. La región de acinesia apical (derecha) se corresponde con un defecto de perfusión moderado (grado 2) de captación (izquierda). Volumen telediastólico, 123 ml; volumen telesistólico, 81 ml; fracción de eyección, 34%. Ant: anterior; Inf: inferior; SPECT: Single Photon Emission Tomography.

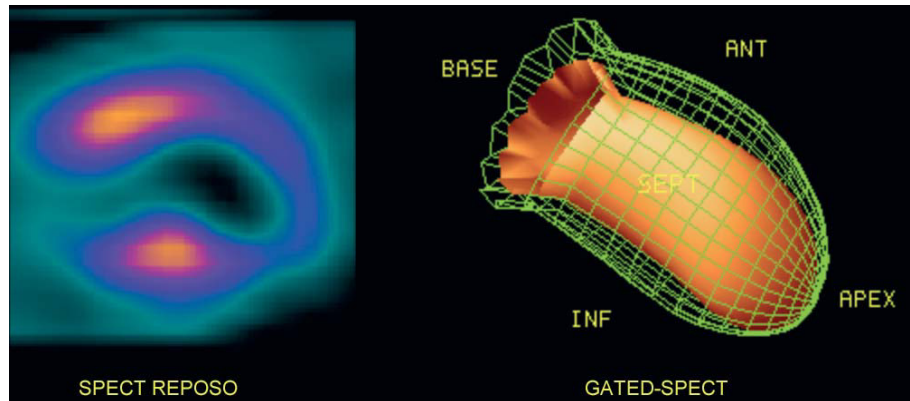
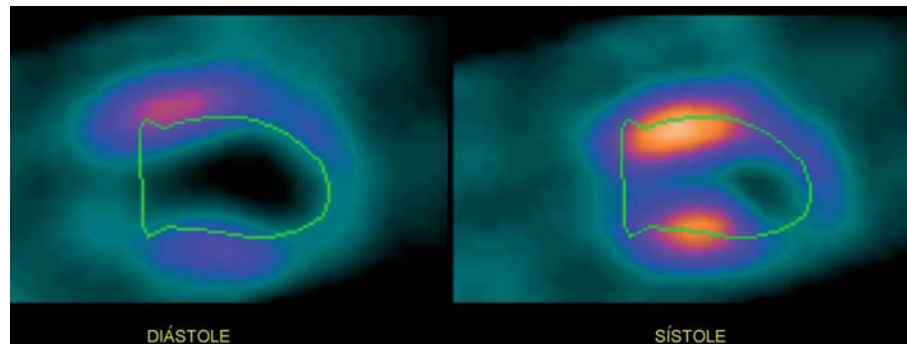


Fig. 4. Imágenes en diástole y sístole con *gated*-SPECT de perfusión miocárdica en reposo (eje largo vertical) del mismo paciente de la figura 3. Puede observarse una alteración moderada (grado 2) del engrosamiento en la región anteroapical. SPECT: Single Photon Emission Tomography.



practicar una prueba de esfuerzo o farmacológica de provocación, puesto que la presencia de reversibilidad estrés-reposo, sinónimo de isquemia, indica viabilidad (fig. 5).

En las tablas 1-3²⁶⁻⁶⁵ se muestran los criterios gammagráficos de VM y en la tabla 4 y la figura 6 se expone un resumen de la eficacia de la PET, la SPECT, la ecocardiografía y la resonancia magnética en la predicción de mejoría de la función sistólica después de la RC^{27,28,35,41-44,46,48,51,64,66-73}. Como puede observarse, el valor predictivo negativo de todas estas pruebas es superior al valor predictivo positivo, lo cual significa que en la práctica se puede estar más seguro en la predicción de las regiones que no van a recuperarse una vez revascularizadas.

Si bien en cuanto a los segmentos los criterios diagnósticos de VM son bastante claros, no hay consenso acerca de cuál es la cantidad de tejido viable para que el VI mejore significativamente su función general una vez revascularizado. En nuestra serie hemos considerado que un paciente tiene criterios gammagráficos de viabilidad cuando la extensión del miocardio viable se da en 3 o más de los segmentos con alteraciones severas de la contractilidad. Ello corresponde a un 18% de la extensión total del VI^{3,4}. Este valor de corte se relaciona con los hallados en los estudios de PET en los que un patrón *mismatch* $\geq 18\%$ muestra un beneficio significativo tras un procedimiento de RC⁷⁴.

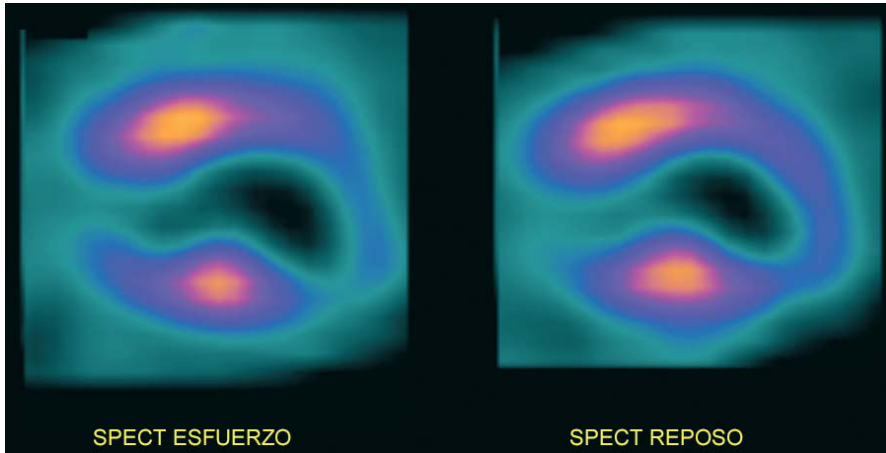


Fig. 5. Isquemia residual tras infarto en la región anteroapical en las imágenes de eje largo vertical de SPECT de perfusión miocárdica del mismo paciente de las figuras 3 y 4. Puede observarse la reversibilidad entre la captación de esfuerzo y en reposo. SPECT: Single Photon Emission Tomography.

TABLA 1. Criterios de viabilidad miocárdica de la SPECT de perfusión miocárdica con ²⁰¹Tl

	Técnicas	Criterios de viabilidad miocárdica
Dreyfus et al ²⁶	²⁰¹ Tl G-SPECT, ¹⁸ FDG PET	Captación normal o defecto moderado. Extensión ≥ 2 regiones
Arnese et al ²⁷	²⁰¹ Tl SPECT, Eco con dobutamina	Mejoría del engrosamiento con dobutamina
Bax et al ²⁸	²⁰¹ Tl SPECT + dobutamina	Captación normal. Reversibilidad
Gioia et al ²⁹ , Pagley et al ³⁰ , Petretta et al ³¹ , Petretta et al ³² , Kubo et al ³³	²⁰¹ Tl SPECT, reposo/redistribución	Captación > 50%. Reversibilidad
Bax et al ^{34,35}	¹⁸ FDG SPECT, ²⁰¹ Tl SPECT, Eco con dobutamina	Perfusión normal
Cuocolo et al ³⁶	²⁰¹ Tl SPECT, V. isot., Eco	Captación ≥ 50%
Chan et al ³⁷ , Petretta et al ³¹ , Morse et al ³⁸	²⁰¹ Tl SPECT, reposo-redistribución-reinyección	Reversibilidad > 10% de la captación en las imágenes de redistribución. Extensión: número total de segmentos viables / número total de segmentos evaluados > 0,5. Captación > 50%. Extensión > 50%
Pasquet et al ³⁹ , Roelants et al ⁴⁰ , Simoes et al ⁴¹	²⁰¹ Tl SPECT, estrés-redistribución-reinyección	Captación > 30%
Castell-Conesa et al ⁴²	²⁰¹ Tl SPECT	Captación ≥ 65%
Piscione et al ⁴³	²⁰¹ Tl SPECT,	Extensión > 8 segmentos
Bax et al ⁴⁴	V. isot., PET, Eco + dobutamina	

FDG: fluorodesoxiglucosa; G-SPECT: Gated-Single Photon Emission Computed Tomography; MIBI: metoxi isobutil isonitrilo; PET: Positron Emission Tomography; SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography; V. isot.: ventriculografía isotópica.

TABLA 2. Criterios de viabilidad miocárdica de la SPECT de perfusión miocárdica con compuestos tecnecios y con PET

	SPECT	Criterios de viabilidad miocárdica
Gonzalez et al ⁴⁵ , Zafrir et al ⁴⁶	^{99m} Tc-MIBI G-SPECT, Eco	Captación > 40-50%. Reversibilidad. Engrosamiento conservado
Castell-Conesa et al ⁴²	^{99m} Tc-MIBI SPECT	Captación > 30%
Sciagrà et al ^{47,48}	^{99m} Tc-MIBI SPECT + nitratos	Captación ≥ 65%. Aumento de la captación > 10% con nitratos
Casàns et al ⁴⁹	^{99m} Tc-tetrofosmina, G-SPECT	Reversibilidad. Extensión > 8%
Romero-Farina et al ⁵⁰		Captación de perfusión y/o engrosamiento 0-2
Romero-Farina et al ³		Extensión ≥ 3 segmentos (18%)
Candell-Riera et al ⁴		
Leoncini et al ⁵¹	^{99m} Tc-MIBI G-SPECT, dobutamina y nitratos	Captación ≥ 50%. Aumento > 1 grado de la contractilidad con dobutamina
PET		
Di Carli et al ^{52,53}	¹³ N amonio y FDG PET	Patrón <i>mismatch</i>
Santana et al ² , Tarakji et al ⁵⁴ , Santana et al ⁵⁵	⁸² Rb y FDG PET	Patrón <i>mismatch</i> . Extensión > 15%

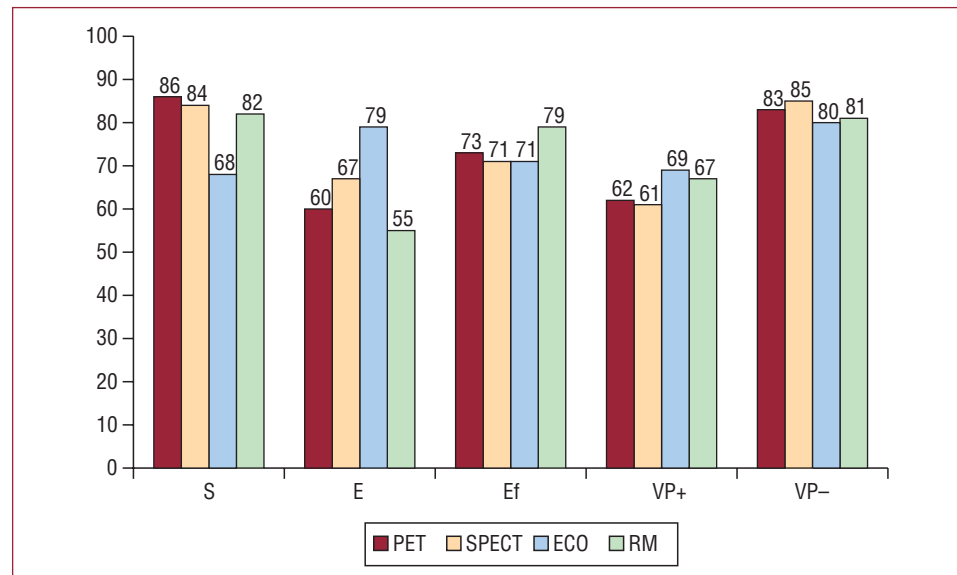
FDG: fluorodesoxiglucosa; G-SPECT: Gated-Single Photon Emission Computed Tomography; MIBI: metoxi isobutil isonitrilo; SPECT: Single Photon Emission Computed Tomography.

TABLA 3. Criterios de viabilidad miocárdica en protocolos combinados: Eco, SPECT, PET y RM

	Técnica	Criterios de viabilidad miocárdica
Vom Dahl et al ⁵⁶	^{99m} Tc-MIBI SPECT ¹⁸ FDG PET	Captación MIBI 51-70% sin <i>mismatch</i> Patrón <i>mismatch</i> : MIBI ≤ 70% con mínima actividad FDG o MIBI > 20% con moderada captación de FDG
Beanlands et al ⁵⁷ Bax et al ⁵⁸	^{99m} Tc-MIBI SPECT, ¹⁸ FDG PET ¹⁸ FDG SPECT ²⁰¹ Tl SPECT, Eco	Captación de FDG > captación de perfusión MIBI Captación de ²⁰¹ Tl ≥ 60% Patrón <i>mismatch</i> : captación de ²⁰¹ Tl < 60% + metabolismo FDG conservado
Gunning et al ⁵⁹	²⁰¹ Tl SPECT, ^{99m} Tc-tetrofosmina SPECT, RM	Visual: puntuación de ²⁰¹ Tl ≥ 2 + puntuación de motilidad RM ≤ 1 (RM o G-SPECT). Cuantitativo: captación de perfusión ≥ 55% + puntuación de motilidad ≤ 1 (RM o G-SPECT)
Cuocolo et al ⁶⁰ Zhang et al ⁶¹	²⁰¹ Tl-MIBI SPECT, V. isot., Eco ^{99m} Tc-MIBI SPECT	Captación > 60%. Extensión ≥ 4 segmentos viables Patrón <i>mismatch</i> : defecto de perfusión con metabolismo de FDG conservado
Schinkel et al ⁶²	¹⁸ FDG PET, Eco ^{99m} Tc-tetrofosmina SPECT, ¹⁸ FDG PET, V. isot., Eco con dobutamina	Extensión: > 2 segmentos con patrón <i>mismatch</i> . Captación de ^{99m} Tc-tetrofosmina < 80% + captación FDG conservada
Kühl et al ⁶³	^{99m} Tc-tetrofosmina SPECT, ¹⁸ FDG PET, RM	Captación de tetrofosmina ≥ 50%. Patrón <i>mismatch</i> : captación de tetrofosmina < 50% y metabolismo conservado
Heiba et al ⁶⁴	²⁰¹ Tl SPECT + dobutamina, ^{99m} Tc-MIBI SPECT, ¹⁸ FDG PET	Captación ≥ 50%
Wu et al ⁶⁵	FDG, ²⁰¹ Tl SPECT, RM	Captación de ²⁰¹ Tl ≥ 50%. Patrón <i>mismatch</i> : captación de ²⁰¹ Tl < 50% + metabolismo conservado (captación de FDG ≥ 50%)

FDG: fluorodesoxiglucosa; G-SPECT: Gated-Single Photon Emission Computed Tomography; MIBI: metoxi isobutil isonitrilo; RM: resonancia magnética; V. isot.: ventriculografía isotópica.

Fig. 6. Porcentajes medios globales de sensibilidad (S), especificidad (E), eficacia (Ef) y valores predictivos (VP) de diferentes técnicas de imagen para el diagnóstico de viabilidad miocárdica^{27,28,35,42,41-44,46,48,51,64,66-73}.
ECO: ecocardiograma; PET: Positron Emission Tomography; RM: resonancia magnética; S: sensibilidad; SPECT: Single Photon Emission Tomography.



EVOLUCIÓN DE LA FUNCIÓN SISTÓLICA VENTRICULAR IZQUIERDA DESPUÉS DE LA REVASCULARIZACIÓN

En los pacientes con MI no es infrecuente observar mejoría de la fracción de eyección (FE) durante el tratamiento médico debido al efecto antiisquémico farmacológico, así como también mejoría espontánea si la disfunción se debe a aturdimiento miocárdico⁷⁵⁻⁷⁷. Tras un procedimiento de RC se

observa un aumento significativo ($\geq 5\%$), entre un 29⁴² y un 65%⁷⁸ de los pacientes, aunque el mayor beneficio se da en los pacientes con criterios de viabilidad y/o isquemia miocárdica cuando va asociada a una disminución moderada o severa de la FE, sobre todo si la RC no se demora^{79,80}. Entre un 59 y un 92% de los pacientes con MI muestran una mejoría de los síntomas de insuficiencia cardíaca después de la RC^{75,81}. El miocardio hibernado suele asociarse con alteraciones volumétricas y

TABLA 4. Eficacia de la SPECT, PET, ecocardiografía y resonancia magnética en la predicción de mejoría de la función sistólica ventricular izquierda después de la revascularización coronaria

	Criterios de mejoría de función sistólica tras RC	Técnica	S (%)	E (%)	Eficacia (%)	VPP (%)	VPN (%)
Gropler et al ⁶⁶	Recuperación contráctil	PET ¹¹ C-acetato	—	—	—	67	69
		FDG				52	81
Tamaki et al ⁶⁷	Mejoría de la contractilidad	PET perfusión reposo ¹³ N	92	35	58	48	87
		PET perfusión reposo-estrés ¹³ N	84	68	75	65	87
		PET FDG	88	82	85	76	92
Arnese et al ²⁷	Mejoría de la motilidad segmentaria	SPECT + ²⁰¹ Tl	89	48	—	33	94
		ECO + BDD	74	95	—	85	93
Bax et al ²⁸	Aumento ≥ 5% de la FE	SPECT + ²⁰¹ Tl reinyección	93	43	58	40	93
		FDG + SPECT ²⁰¹ Tl reinyección	89	77	80	62	94
		ECO + BDD	85	63	67	49	91
Castell-Conesa et al ⁴²	Aumento ≥ 5% de la FE	SPECT + MIBI	79	40	53	39	80
		SPECT + ²⁰¹ Tl	80	46	58	43	82
Martínez et al ⁶⁸	Reducción del VTS, mejoría del engrosamiento	MRI + nitroglicerina	97	64	89	89	88
		ECO dobutamina	93	42	79	86	71
Pace et al ⁶⁹	Aumento ≥ 5% de la FE	ECO + BDD	53	88	76	72	77
		SPECT ²⁰¹ Tl	72	86	81	74	85
Gerber et al ⁷⁰	Aumento ≥ 5% de la FE	PET	79	55	—	—	—
Sciagrà et al ⁴⁸	Aumento ≥ 5% de la FE	SPECT + MIBI	67	79	72	—	—
		SPECT + MIBI + nitratos	81	69	75	—	—
Bax et al ³⁵	Aumento ≥ 5% de la FE	SPECT + FDG	86	92	—	90	89
Leoncini et al ⁵¹	Aumento ≥ 5% de la FE	Gated-SPECT MIBI + BDD	79	78	78	—	—
Simoes et al ⁴¹	Mejoría de la motilidad parietal	Gated-SPECT ²⁰¹ Tl	93	50	69	59	90
		LDD	71	94	84	91	81
Piscione et al ⁴³	Aumento ≥ 5% de la FE	Gated-SPECT ²⁰¹ Tl	77	65	72	75	67
		ECO-LDD	64	62	63	70	56
		Circulación colateral	74	27	55	58	43
		Combinación SPECT-ECO	53	79	64	78	55
Bax et al ⁴⁴	Aumento ≥ 5% de la FE	SPECT ²⁰¹ Tl	95	57	72	—	—
		ECO-LDD	63	89	79	—	—
		Ambas estrategias	89	89	89	—	—
		SPECT + FDG	89	86	87	—	—
Zafir et al ⁴⁶	Mejoría de la motilidad parietal	Gated-SPECT MIBI ≥ 50%	93	59	77	73	87
		Gated-SPECT MIBI ≥ 50% + BDD	96	58	79	74	93
		Gated-SPECT MIBI ≥ 60%	70	86	77	86	70
		Gated-SPECT MIBI ≥ 60% + BDD	85	78	82	82	81
Heiba et al ⁶⁴	Mejoría de la reserva contráctil	Perfusión (²⁰¹ Tl, MIBI, FDG)	73	82	76	92	52
		Reserva contráctil con LDD	52	85	60	91	38
		Métodos combinados	86	75	83	91	65
Krittayaphong et al ⁷¹	Mejoría de la motilidad parietal ≥ 1 grado	RM: realce tardío	74	83	—	63	81
		Grosor parietal en diástole	70	55	—	50	74
Potter et al ⁷²	Mejoría del <i>strain</i>	RM + BDD: <i>principal strain</i>	81	55	—	—	—
		<i>Strain</i> circunferencial	79	54	—	—	—
		<i>Strain</i> radial	80	30	—	—	—
Saraste et al ⁷³	Mejoría de la función sistólica	RM	> 90*	26-68*	—	—	—

BDD: bajas dosis de dobutamina; E: especificidad; ECO: ecocardiograma; FE: fracción de eyección ventricular izquierda; RC: revascularización coronaria; RM: resonancia magnética; S: sensibilidad; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo; VTS: volumen telesistólico.

*Valores generales aportados por artículo de revisión.

morfológicas del VI que también pueden revertirse después de una RC exitosa^{82,83}. En los estudios de *gated*-SPECT de perfusión miocárdica la expresión máxima del remodelado ventricular izquierdo corresponde al patrón divergente del ventrículo izquierdo^{3,84}. Al aumentar el intervalo entre el infarto agudo de miocardio y la práctica de la *gated*-

SPECT, aumenta la prevalencia del remodelado del VI.

En los pacientes con MI la presencia de angina crónica previa al infarto, considerada como la que aparece más allá de los 30 días previos al infarto, puede influir significativamente en la extensión de la necrosis, el diagnóstico de VM y el remodelado

TABLA 5. Variables predictoras de mejoría de la función ventricular izquierda después de la revascularización coronaria

	n	Técnicas	FE ₁ (%)	FE ₂ (%)	Intervalo RC-FE ₂	Variables predictoras	S	E
Rozanski et al ⁸⁵	53	²⁰¹ Tl planar, V. isot.	52	56	—	Mejoría de la motilidad tras estrés inmediato	—	—
Vom Dahl et al ⁸⁶	37	¹⁸ FDG y ¹³ N PET	34	36	13 semanas	Patrón <i>mismatch</i>	—	—
Yamaguchi et al ⁸⁷	20	Cateterismo	26	32	28 días	VTS < 100 ml	—	—
Nagueh et al ⁸⁸	80	²⁰¹ Tl SPECT, Eco contraste y Eco dobutamina	38	45	≤ 6 semanas	Captación ≥ 60%	91	43
Christian et al ⁸⁹	86	V. isot.	39	38	6 meses	—	—	—
Qureshi et al ⁹⁰	34	Eco dobutamina, ²⁰¹ Tl-SPECT	39	—	≥ 6 semanas	Respuesta bifásica	74	89
Meza et al ⁹¹	39	Eco + contraste Dobutamina	25	31	3 meses	Captación de ²⁰¹ Tl ≥ 60% Viabilidad	90	56
		Ambas				Reserva contráctil	84	23
						Respuesta isquémica	80	33
Castell-Conesa et al ⁴²	116	^{99m} Tc-MIBI y ²⁰¹ Tl SPECT	41	41	4,5 meses	Captación > 30%	92	49
Kitsiou et al ⁹²	24	²⁰¹ Tl SPECT				Defecto reversible	79	40
		RM	30	58	8 meses		—	—
		V. isot.						
Bax et al ⁵⁸	42	²⁰¹ Tl SPECT	37	39	3,5 meses	Patrón <i>mismatch</i>	—	—
		¹⁸ FDG SPECT						
Pace et al ⁸⁹	31	Eco dobutamina	31	—	40 días	Viabilidad	72	86
Candell-Riera et al ⁹³	82	^{99m} Tc-MIBI SPECT V. isot.	41	41	3-6 meses	Patrón reversible de perfusión	—	—
						Captación de reposo > 30%		
Pasquet et al ⁹⁴	66	⁸² Rb y ¹⁸ FDG PET reposo-dipiridamol y BDD atropina Eco	28	—	10 semanas	↑ FE con BDD. Viabilidad	—	—
Gerber et al ⁷⁰	178	¹⁸ FDG PET	38	43	—	Captación de FDG > 45% ≥ 3 s		
Koch et al ⁹⁵	46	¹⁸ FDG PET	—	—	—	Amplitud del ECG unipolar > 7,5 mV	91	71
		^{99m} Tc-MIBI SPECT				Viabilidad miocárdica	82	86
		Mapeo electroanatómico				por PET y SPECT		
Dellegrataglie et al ⁹⁶	26	²⁰¹ Tl SPECT				≥ 3 s con reserva contráctil		
		Eco + BDD	37	51	12 meses	viables en las imágenes de ²⁰¹ Tl	37	47
Knuesel et al ⁹⁷	19	¹⁸ FDG PET y RM			11 meses	FDG > 50% + grosor diastólico > 4,5 mm RM		
Bax et al ⁷⁹	85	Eco dobutamina	28	40	10,5 meses	Revascularización coronaria precoz (≤ 1 mes)	—	—
Khoury et al ⁹⁸	70	Eco dobutamina y Eco 3D	—	—	40 semanas	FE < 38%	—	—
Schinkel et al ⁹⁹	118	Eco dobutamina	29	—	4,5 meses	VTS ≤ 140 ml	68	65
Slart et al ¹⁰⁰	38	¹⁸ FDG PET y RM	32	39	> 3 meses	Captación FDG > 50%	93	85
						Grosor parietal ≥ 10%	89	78
Romero-Farina et al ⁵⁰	30	^{99m} Tc-tetrof G-SPECT	30	39	< 2 meses	VTD < 190 ml	71	69
						VTS < 148 ml	88	61
						Suma de la SPD ≥ 4	65	99
Penicka et al ¹⁰¹	54	¹⁸ FDG PET, RM y doppler tisular	30	—	> 6 meses	Velocidad pre-eyectiva positiva en ≥ 5 segmentos disfuncionantes	93	60
Mandegar et al ¹⁰²	85	Eco	27	39	6 meses	Extensión del miocardio viable > 6 s (35%), VTS < 145 ml	—	—
Takeda et al ¹⁰³	15	RM (realce tardío)	20	31	30 meses	Extensión de la necrosis	—	—

BDD: baja dosis de dobutamina; Eco: ecocardiograma; E: especificidad; FE₁: fracción de eyección media previa a la RC; FE₂: fracción de eyección tras la revascularización; RC: revascularización coronaria; RM: resonancia magnética; S: sensibilidad; SPD: suma de puntuación de perfusión diferencial; VTD: volumen telediastólico; VTS: volumen telesistólico.

ventricular. Datos observacionales muestran una prevalencia de angina crónica previa al infarto del 21%, con un efecto protector contra la MI caracterizado por una menor extensión del área necrótica, un menor remodelado ventricular izquierdo y un mayor porcentaje de pacientes con criterios gammagráficos de VM⁷⁶.

VARIABLES PREDICTORAS DE MEJORÍA DE LA FUNCIÓN SISTÓLICA VENTRICULAR IZQUIERDA DESPUÉS DE LA REVASCULARIZACIÓN

En la tabla 5^{42,50,58,69,70,79,85-103} se expone un resumen de las variables predictoras de mejoría de la FE del

VI en estudios ecocardiográficos, de resonancia magnética e isotópicos. Estas variables son marcadores directos o indirectos de isquemia, viabilidad y remodelado ventricular izquierdo. En nuestra experiencia⁵⁰, los pacientes con aumento de la FE $\geq 5\%$ después de la cirugía se caracterizan por tener una mayor prevalencia de enfermedad del tronco común y una mayor carga isquémica gammagráfica previa a la cirugía. En las imágenes de SPECT observamos que una suma diferencial esfuerzo-reposo de puntuación de perfusión ≥ 4 es predictora de un aumento significativo de la FE. Pero es la dilatación ventricular izquierda (volumen telesistólico > 145 ml y/o volumen telediastólico > 190 ml) la variable más significativa de que no hay mejoría de la FE en presencia de VM. Otros autores han observado que en pacientes con menos de 6 segmentos viables (el 35% del VI) y un volumen telesistólico superior a 145 ml, la probabilidad de aumentar la FE post-RC es muy escasa¹⁰².

En presencia de hibernación miocárdica, la recuperación contráctil post-RC suele ocurrir relativamente pronto¹⁰⁴. Los pacientes que recuperan la función en reposo muestran más reserva contráctil en el estudio de dobutamina previo, y en aquellos que a pesar de tener reserva contráctil no presentan recuperación de la función de reposo, suele haber más isquemia miocárdica previa a la revascularización. Los estudios de ecocardiografía con dobutamina predicen la recuperación de la función ventricular con una elevada precisión, pero pueden subestimar el grado de recuperación tardía¹⁰⁵.

VALOR PRONÓSTICO DE LA GATED-SPECT Y LA GATED-PET

Las variables pronósticas que se han descrito en los pacientes con MI se exponen en la tabla 6^{2-4,52,55,106-115}. En nuestra experiencia, los más importantes son la edad, no poder practicar una prueba de estrés, la capacidad del esfuerzo, la VM, la isquemia miocárdica, el remodelado ventricular izquierdo y la RC^{3,4,116,117}.

La VM se relaciona significativamente con la mortalidad cardiaca, y su valor pronóstico aumenta aún más cuando se asocia a isquemia miocárdica. Por este motivo es aconsejable adoptar, siempre que el paciente pueda tolerarlo, protocolos de estrés-reposo con la finalidad de no perder información sobre la presencia y la severidad de la isquemia miocárdica, ya sea en la misma región de la necrosis o a distancia.

Otra variable de valor pronóstico es el grado de remodelado del VI. En estudios de *gated*-PET con FDG se han observado como variables predictoras de mortalidad cardiaca la presencia de un volumen telesistólico ≥ 200 ml o de un volumen

telediastólico ≥ 260 ml². En presencia de VM, el patrón gammagráfico divergente del VI, indicio de aneurisma apical, se relaciona con mortalidad en general y mortalidad cardiaca por insuficiencia cardiaca^{3,118,119}.

En nuestra experiencia⁴, durante un seguimiento de $2,3 \pm 1,2$ años de 167 pacientes con MI, la mortalidad cardiaca fue del 17,4% y el criterio gammagráfico de VM fue predictor independiente de esta mortalidad en la *gated*-SPECT de reposo ($p = 0,027$; HR = 5,1; intervalo de confianza [IC] del 95%, 1,2-21,4). En los 137 pacientes en los que se pudo practicar *gated*-SPECT de estrés, los predictores fueron la isquemia + viabilidad gammagráfica ($p = 0,026$; HR = 3,6; IC del 95%, 1,16-11,2) y una duración del ejercicio ≤ 5 min ($p = 0,04$; HR = 2,7; IC del 95%, 1,01-7,36). Las variables derivadas de la coronariografía, que se realizó en 111 pacientes, no modificaron significativamente el pronóstico de las variables incruentas (fig. 7).

En un metaanálisis en el que se incluyeron estudios con SPECT, PET y ecocardiograma, se ha observado una estrecha relación entre la presencia de VM y la mejoría significativa de la supervivencia tras un procedimiento de RC; no así en los pacientes sin criterios de VM¹²⁰. En nuestra serie de pacientes con MI estudiados con *gated*-SPECT de perfusión miocárdica, hemos observado resultados parecidos, con una mayor MC en los pacientes con criterios de VM que no fueron revascularizados (fig. 8)^{116,117}.

La toma de decisiones terapéuticas en la práctica clínica se realiza en torno a los síntomas, la isquemia miocárdica, la función ventricular, la presencia de VM, la anatomía coronaria y las comorbilidades. Los pacientes a los que se practica una coronariografía están en general más sintomáticos, tienen una función sistólica del VI más deprimida y un mayor grado de isquemia miocárdica en la SPECT de perfusión miocárdica.

En la práctica, creemos que la decisión de indicar tanto una coronariografía como una RC se basa más en la demostración de isquemia en las imágenes de SPECT, junto con un menor remodelado del VI, que en la presencia de VM. El principal motivo para practicar una coronariografía en los pacientes sin viabilidad es la presencia de isquemia gammagráfica en regiones no necróticas, es decir, la isquemia a distancia. Los procedimientos de revascularización son más frecuentes en los pacientes en quienes la SPECT se practica previa al cateterismo cardiaco, probablemente porque muchas coronariografías dejan de indicarse cuando no se observan criterios de VM ni de isquemia en la SPECT o en la PET.

La otra alternativa terapéutica en los pacientes con MI es la terapia de resincronización cardiaca. Se ha observado que el análisis de fase de la ventriculografía isotópica y de la *gated*-SPECT y la

TABLA 6. Variables predictoras de mortalidad cardiaca en los pacientes con miocardiopatía isquémica

	n	Técnicas	Variables predictoras	Medida del efecto
Técnicas isotópicas				
Di Carli et al ⁵²	93	PET	Patrón <i>mismatch</i>	—
Santana-Boado et al ²	99	<i>Gated</i> -PET	Angina grave sin viabilidad miocárdica	—
			Volumen telediastólico ≥ 260 ml	RR = 2,7; p = 0,014
			Volumen telesistólico ≥ 200 ml	RR = 2,5; p = 0,021
Santana-Boado et al ⁵⁵	104	<i>Gated</i> -PET	Patrón <i>mismatch</i>	HR = 0,29; p = 0,01
			Porcentaje máximo FDG <i>match</i> / <i>mismatch</i>	HR = 0,23; p = 0,005
Morishima et al ¹⁰⁶	106	<i>Gated</i> -SPECT	VTS > 97 ml/m ²	RR = 3,44; p = 0,039
			VTD > 145 ml/m ²	RR = 3,96; p = 0,011
			Prescripción de amiodarona	RR = 5,09; p = 0,003
			Volumen del defecto de perfusión $\geq 47,5$ ml	RR = 6,34; p = 0,005
Romero-Farina et al ³	156	<i>Gated</i> -SPECT	Patrón divergente + viabilidad miocárdica	HR = 3,1; p = 0,028
Evangelista et al ¹⁰⁷	164	SPECT	Viabilidad miocárdica	—
Candell-Riera et al ⁴	167	<i>Gated</i> -SPECT	Edad ≥ 65 años	HR = 3,6; p = 0,002
			No poder practicar estrés ^a	HR = 3,4; p = 0,002
			Duración del ejercicio ≤ 5 min	HR = 2,8; p = 0,037
			Carga < 70 W	HR = 2,5; p = 0,048
			Al menos 3 segmentos con viabilidad miocárdica ^a	HR = 5,7; p = 0,017
			Viabilidad + isquemia ^a	HR = 4,1; p = 0,012
Tio et al ¹⁰⁸	480	PET	Reserva de perfusión miocárdica	—
Técnicas no isotópicas				
Chow et al ¹⁰⁹	768	ECG	Alternancia de la onda T con microvoltaje	HR = 2,29; p = 0,049
Schinkel et al ¹¹⁰	1.781	ECO dobutamina	Isquemia miocárdica	—
			Reserva contráctil	—
Rizzello et al ¹¹¹	128	ECO dobutamina	Enfermedad multivaso ^a	HR = 0,21; p < 0,0001
			FE basal	HR = 0,90; p = 0,0001
			Puntuación de motilidad en reposo	HR = 4,02; p = 0,0006
			Puntuación de motilidad con BDD ^a	HR = 7,01; p = 0,0001
			Puntuación de motilidad con EDD	HR = 4,62; p = 0,0001
			Extensión de la cicatriz miocárdica	HR = 1,39; p = 0,0001
			RC en > 25% de segmentos disfuncionantes ^a	HR = 0,34; p = 0,02
Yokota et al ¹¹²	86	RM	Volumen cicatrizal y porcentaje de cicatriz	—
Iler et al ¹¹³	337	ECG	Edad	HR = 1,03; p = 0,04
			No IECA	HR = 2,17; p < 0,02
			Prolongación del QRS	HR = 1,50; p = 0,01
Antonini et al ¹¹⁴	105	MAPA	Bajo índice pronóstico ^b < 220 ^a	HR = 4,8; p = 0,0001
Niizeki et al ¹¹⁵	112	Analítica	Clase funcional NYHA	HR = 1,85; p = 0,0008
			Natremia ^a	HR = 0,74; p = 0,04
			Creatinemia	HR = 1,29; p = 0,034
			Filtrado glomerular ^a	HR = 0,66; p = 0,01
			BNP ^a	HR = 1,45; p = 0,003
			HSP 60 ^a	HR = 1,37; p = 0,008

BDD: baja dosis de dobutamina; BNP: péptido natriurético cerebral; EDD: elevadas dosis de dobutamina; ECG: electrocardiograma; FE: fracción de eyección ventricular izquierda; HR: *hazard ratio*; HSP: *heat shock protein*; MAPA: monitorización ambulatoria de la presión arterial; PET: Positron Emission Tomography; RC: reserva contráctil; RM: resonancia magnética; RR: riesgo relativo; SPECT: Single Photon Emission Tomography; VTD: volumen telediastólico; VTS: volumen telesistólico.

^aVariables significativas en el análisis multivariable.

^b(120 - edad) + (presión arterial diastólica media + presión arterial sistólica media registradas durante las 24 horas).

gated-PET de perfusión miocárdica permite valorar la asincronía del ventrículo izquierdo y seleccionar posibles candidatos para resincronización¹²¹⁻¹²⁷. Aproximadamente el 40% de los pacientes sometidos a terapia de resincronización no mejoran los síntomas y/o la función ventricular¹²⁵. Se ha observado que los pacientes con cicatriz lateral tienen una menor probabilidad de respuesta a la resincronización¹²⁸⁻¹³¹.

CONCLUSIONES

La MI es una enfermedad con elevada mortalidad cuyo pronóstico está influido básicamente por variables estrictamente cardiacas como la isquemia y la viabilidad miocárdicas, el grado de remodelado ventricular y la tolerancia al ejercicio. Las técnicas de *gated*-SPECT y *gated*-PET son herramientas muy apropiadas para el estudio de estos pacientes,

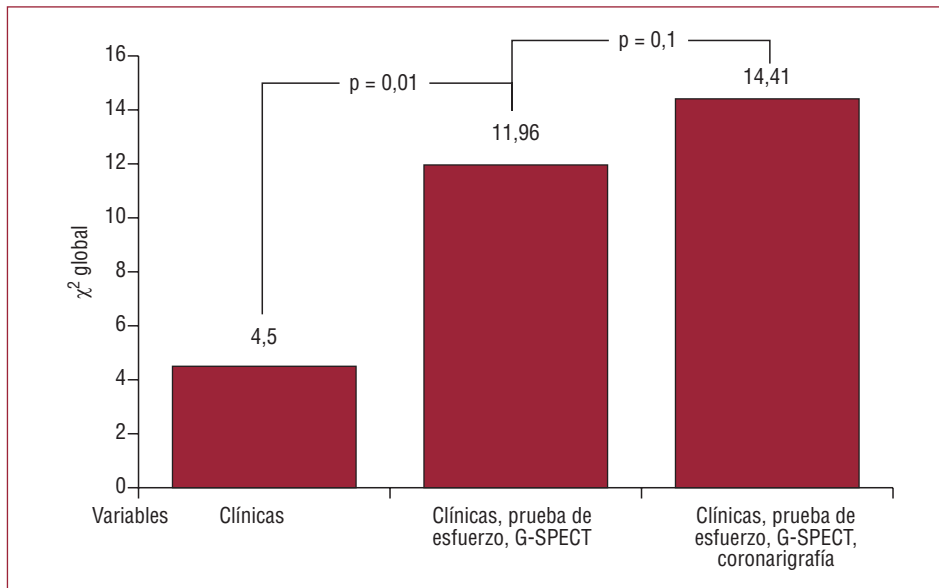


Fig. 7. Valor pronóstico incremental de muerte cardíaca según las variables independientes obtenidas del análisis multivariable: clínicas (edad > 65 años, no poder realizar una prueba de estrés), de la *gated*-SPECT de esfuerzo (duración de ejercicio < 5 min, isquemia + viabilidad gammagráfica) y coronariográficas (estenosis coronarias proximales)⁴. SPECT: Single Photon Emission Tomography.

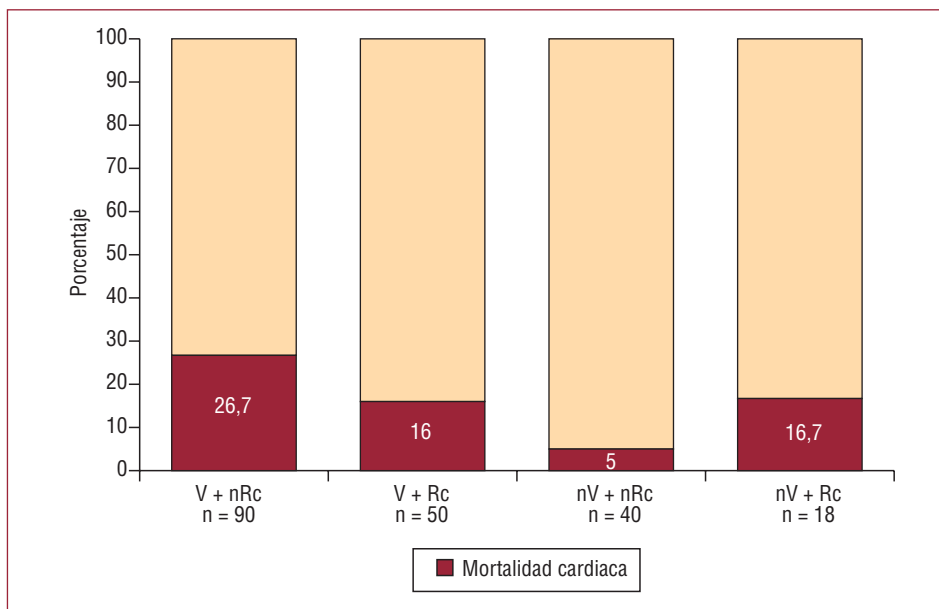


Fig. 8. La mortalidad de causa cardíaca es significativamente superior en los pacientes con criterios gammagráficos de viabilidad no revascularizados que en los pacientes con viabilidad revascularizados y que en los pacientes sin criterios de viabilidad¹¹⁶. nRc: sin revascularización coronaria; nV: no viable; Rc: revascularización coronaria; V: viabilidad.

ya que aportan información sobre la perfusión y el metabolismo miocárdico, la función sistólica, el remodelado y la sincronía ventricular.

BIBLIOGRAFÍA

- Allender S, Scarborough P, Peto V, Rayner M, Leal J, Luengo-Fernández, et al. European cardiovascular disease statistics 2008. Oxford: University of Oxford; 2008. p. 11-42.
- Santana CA, Shaw LJ, García EV, Soler-Peter M, Candell-Riera J, Grossman GB, et al. Incremental prognostic value of left ventricular function by myocardial ECG-gated FDG PET imaging in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Nucl Cardiol.* 2004;11:542-50.
- Romero-Farina G, Candell-Riera J, Agudé-Bruix S, Castell-Conesa J, De León G. Analysis of apical remodeling in

- gated myocardial perfusion SPECT imaging in ischemic cardiomyopathy. *J Nucl Cardiol.* 2008;15:225-31.
- Candell-Riera J, Romero-Farina G, Agudé-Bruix S, Castell-Conesa J, De León G, García-Dorado D. Prognostic value of myocardial perfusion gated-SPECT in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Nucl Cardiol.* 2009;16:212-21.
- Greenberg JM, Murphy JH, Okada RD, Pohost GM, Strauss HW, Boucher CA. Value and limitations of radionuclide angiography in determining the cause of reduced left ventricular ejection fraction: comparison of idiopathic dilated cardiomyopathy and coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1985;55:541-4.
- Bulkley BH, Hutchins GM, Bailey I, Strauss HW, Pitt B. Thallium 201 imaging and gated cardiac blood pool scans in patients with ischemic and idiopathic congestive cardiomyopathy. A clinical and pathologic study. *Circulation.* 1977;55:753-60.

7. Saltissi S, Hockings B, Croft DN, Webb-Peploe MM. Thallium-201 myocardial imaging in patients with dilated and ischaemic cardiomyopathy. *Br Heart J.* 1981;46:290-5.
8. Tauberg SG, Orié JE, Bartlett BE, Cottingham EM, Flores AR. Usefulness of thallium-201 for distinction of ischemic from idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 1993;71:674-80.
9. Dunn RF, Uren RF, Sadick N, Bautovich G, McLaughlin A, Hiroe M, et al. Comparison of thallium-201 scanning in idiopathic dilated cardiomyopathy and severe coronary artery disease. *Circulation.* 1982;66:804-10.
10. Danias PG, Ahlberg AW, Clark BA, Messineo F, Levine MG, McGill CC, et al. Combined assessment of myocardial perfusion and left ventricular function with exercise technetium-99m sestamibi gated single-photon emission computed tomography can differentiate between ischemic and nonischemic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 1998;82:1253-8.
11. Danias PG, Papaioannou GI, Ahlberg AW, O'Sullivan DM, Mann A, Boden WE, et al. Usefulness of electrocardiographic-gated stress technetium-99m sestamibi single-photon emission computed tomography to differentiate ischemic from nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2004;94:14-9.
12. Yao SS, Qureshi E, Nichols K, Diamond GA, Depuey EG, Rozanski A. Prospective validation of a quantitative method for differentiating ischemic versus nonischemic cardiomyopathy by technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *Clin Cardiol.* 2004;27:615-20.
13. Wu YW, Yen RF, Chieng PU, Huang PJ. Tl-201 myocardial SPECT in differentiation of ischemic from nonischemic dilated cardiomyopathy in patients with left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol.* 2003;10:369-74.
14. Her SH, Yoon HJ, Lee JM, Jin SW, Youn HJ, Seung KB, et al. Adenosine Tc-99m tetrofosmin SPECT in differentiation of ischemic from nonischemic cardiomyopathy in patients with LV systolic dysfunction. *Clin Nucl Med.* 2008;33:459-63.
15. Marini C, Giorgetti A, Gimelli A, Kusch A, Sereni N, L'abbate A, et al. Extension of myocardial necrosis differently affects MIBG retention in heart failure caused by ischaemic heart disease or by dilated cardiomyopathy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2005;32:682-8.
16. Mody FV, Brunken RC, Stevenson LW, Nienaber CA, Phelps ME, Schelbert HR. Differentiating cardiomyopathy of coronary artery disease from nonischemic dilated cardiomyopathy utilizing positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1991;17:373-83.
17. Eisenberg JD, Sobel BE, Geltman EM. Differentiation of ischemic from nonischemic cardiomyopathy with positron emission tomography. *Am J Cardiol.* 1987;59:1410-4.
18. Duncan AM, Francis DP, Gibson DG, Henein MY. Differentiation of ischemic from nonischemic cardiomyopathy during dobutamine stress by left ventricular long-axis function: additional effect of left bundle-branch block. *Circulation.* 2003;108:1214-20.
19. Soriano CJ, Ridocci F, Estornell J, Jiménez J, Martínez V, De Velasco JA. Noninvasive diagnosis of coronary artery disease in patients with heart failure and systolic dysfunction of uncertain etiology, using late gadolinium-enhanced cardiovascular magnetic resonance. *J Am Coll Cardiol.* 2005;45:743-8.
20. McCrohon JA, Moon JCC, Prasad SK, McKenna WJ, Lorenz CH, Coats AJS, et al. Differentiation of heart failure related to dilated cardiomyopathy and coronary artery disease using gadolinium-enhanced cardiovascular Magnetic Resonance. *Circulation.* 2003;108:54-9.
21. Hare JM, Walford GD, Hruban RH, Hutchins GM, Deckers JW, Baughman KL. Ischemic cardiomyopathy: endomyocardial biopsy and ventriculographic evaluation of patients with congestive heart failure, dilated cardiomyopathy and coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 1992;20:1318-25.
22. La Vecchia L, Zanolla L, Varotto L, Bonanno C, Spadaro GL, Ometto R, et al. Reduced right ventricular ejection fraction as a marker for idiopathic dilated cardiomyopathy compared with ischemic left ventricular dysfunction. *Am Heart J.* 2001;142:181-9.
23. Budoff MJ, Shavelle, Lamont DH, Kim HT, Akinwale P, Kennedy JM, et al. Usefulness of electron beam computed tomography scanning for distinguishing ischemic from nonischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32:1173-8.
24. Ghostine S, Caussin C, Habis M, Habib Y, Clément C, Sigal-Cinqualbre A, et al. Non-invasive diagnosis of ischaemic heart failure using 64-slice computed tomography. *Eur Heart J.* 2008;29:2133-40.
25. Underwood SR, Bax JJ, Vom Dahl J, Henein MY, Van Rossum AC, Schwarz ER, et al. Imaging techniques for the assessment of myocardial hibernation. Report of a Study Group of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J.* 2004;25:815-36.
26. Dreyfus GD, Duboc D, Blasco A, Vigoni F, Dubois C, Brodaty D, et al. Myocardial viability assessment in ischemic cardiomyopathy: benefits of coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.* 1994;57:1402-7.
27. Arnes M, Cornel JH, Salustri A, Maat A, Elhendy A, Reijs AE, et al. Prediction of improvement of regional left ventricular function after surgical revascularization. A comparison of low-dose dobutamine echocardiography with 201Tl single-photon emission computed tomography. *Circulation.* 1995;91:2748-52.
28. Bax JJ, Cornel JH, Visser FC, Fioretti PM, Van Lingen A, Reijs AEM, et al. Prediction of recovery of myocardial dysfunction after revascularization. Comparison of fluorine-18 fluorodeoxyglucose / thallium-201 SPECT, thallium-210 stress-reinjection SPECT and dobutamine echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1996;28:558-64.
29. Gioia G, Milan E, Giubbini R, DePace N, Heo J, Iskandrian AS. Prognostic value of tomographic rest-redistribution thallium 201 imaging in medically treated patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol.* 1996;3:150-6.
30. Pagley PR, Beller GA, Watson DD, Gimple LW, Ragosta M. Improved outcome after coronary bypass surgery in patients with ischemic cardiomyopathy and residual myocardial viability. *Circulation.* 1997;96:793-800.
31. Petretta M, Cuocolo A, Bonaduce D, Nicolai E, Cardei S, Bernardino S, et al. Incremental prognostic value of thallium reinjection after stress-redistribution imaging in patients with previous myocardial infarction and left ventricular dysfunction. *J Nucl Med.* 1997;38:195-200.
32. Petretta M, Cuocolo A, Nicolai E, Acampa W, Salvatore M, Bonaduce D. Combined assessment of left ventricular function and rest-redistribution regional myocardial thallium-201 activity for prognostic evaluation of patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol.* 1998;5:378-86.
33. Kubo S, Tadamura E, Kudoh T, Inubushi M, Ikeda T, Koshiji T, et al. Assessment of the effect of revascularization early after CABG using ECG-gated perfusion single-photon emission tomography. *Eur J Nucl Med.* 2001;28:230-9.
34. Bax JJ, Cornel JH, Visser FC, Fioretti PM, Van Lingen A, Huitink JM, et al. Prediction of improvement of contractile function in patients with ischemic ventricular dysfunction after revascularization by fluorine-18 fluorodeoxyglucose single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1997;30:377-83.
35. Bax JJ, Visser FC, Poldermans D, Elhendy A, Cornel JH, Boersma E, et al. Relationship between preoperative viability

- and postoperative improvement in LVEF and heart failure symptoms. *J Nucl Med.* 2001;42:79-86.
36. Cuocolo A, Petretta M, Nicolai E, Pace L, Bonaduce D, Salvatore M, et al. Successful coronary revascularization improves prognosis in patients with previous myocardial infarction and evidence of viable myocardium at thallium-201 imaging. *Eur J Nucl Med.* 1998;25:60-8.
 37. Chan RK, Raman J, Lee KJ, Rosalion A, Hicks RJ, Pornvilawan S, et al. Prediction of outcome after revascularization in patients with poor left ventricular function. *Ann Thorac Surg.* 1996;61:1428-34.
 38. Morse RW, Noe S, Caravvalho J Jr, Balingit A, Taylor AJ. Rest-redistribution 201-Tl single-photon emission CT imaging for determination of myocardial viability: relationship among viability, mode of therapy, and long-term prognosis. *Chest.* 1999;115:1621-6.
 39. Pasquet A, Robert A, D'Hondt AM, Dion R, Melin JA, Vanoverschelde JL. Prognostic value of myocardial ischemia and viability in patients with chronic left ventricular ischemic dysfunction. *Circulation.* 1999;100:141-8.
 40. Roelants VA, Vanoverschelde JL, Vander Borgh TM, Melin JA. Reverse redistribution on exercise-redistribution 201Tl SPECT in chronic ischemic dysfunction: predictive of functional outcome after revascularization? *J Nucl Med.* 2002;43:621-7.
 41. Simoes MV, De Almeida-Filho OC, Pintya AO, De Figueiredo AB, Antloga CM, Salis FV, et al. Prediction of left ventricular wall motion recovery after acute myocardial infarction by Tl-201 gated SPECT: incremental value of integrated contractile reserve assessment. *J Nucl Cardiol.* 2002;9:294-303.
 42. Castell-Conesa J, Candell-Riera J, Roselló-Urgell J, López-Amor F, Hornero Sos F, Aguadé-Bruix S, et al. Valoración de la viabilidad miocárdica mediante tecnecio-99m isonitrilo y talio-201. Resultados del protocolo multicéntrico español. *Rev Esp Cardiol.* 1997;50:320-30.
 43. Piscione F, De Luca G, Perrone-Filardi P, Prastaro M, Pace L, Galasso G, et al. Relationship between contractile reserve, Tl-201 uptake, and collateral angiographic circulation in collateral-dependent myocardium: implications regarding the evaluation of myocardial viability. *J Nucl Cardiol.* 2003;10:17-27.
 44. Bax JJ, Maddahi J, Poldermans D, Elhendy A, Schinkel A, Boersma E, et al. Preoperative comparison of different noninvasive strategies for predicting improvement in left ventricular function after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol.* 2003;92:1-4.
 45. González P, Massardo T, Muñoz A, Jofré J, Rivera A, Yovanovich J, et al. Is the addition of ECG gating to technetium-99m sestamibi SPET of value in the assessment of myocardial viability? *Eur J Nucl Med.* 1996;23:1315-22.
 46. Zafir N, Arditi A, Ben-Gal T, Solodky A, Hassid Y, Sulkes J, et al. Additive value of low-dose dobutamine to technetium-99m sestamibi-gated single-photon emission computed tomography for prediction of wall motion improvement in patients undergoing coronary artery bypass graft. *Clin Cardiol.* 2003;26:530-5.
 47. Sciagrà R, Pellegrini M, Pupi A, Bolognese L, Bisi G, Carnovale V, et al. Prognostic implications of Tc-99m sestamibi viability imaging and subsequent therapeutic strategy in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Am Coll Cardiol.* 2000;36:739-45.
 48. Sciagrà R, Leoncini M, Marcucci G, Dabizzi RP, Pupi A. Technetium-99m sestamibi imaging to predict left ventricular ejection fraction outcome after revascularisation in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction: comparison between baseline and nitrate-enhanced imaging. *Eur J Nucl Med.* 2001;28:680-7.
 49. Casáns-Tormo I, Llácer-Escorihuela A, Ferrero-Cabedo JA, Otero-Coto E, Ciudad-Platero J, Manjón-Soriano J. Valor pronóstico del SPECT de perfusión miocárdica en pacientes coronarios con enfermedad multivaso y disfunción ventricular izquierda, comparando revascularizados y no revascularizados. *Rev Esp Med Nuclear.* 2001;20:443-52.
 50. Romero-Farina G, Candell-Riera J, Aguadé-Bruix S, Castell-Conesa J, De León G, Igual A. Variables predictoras de mejoría de la función sistólica ventricular izquierda después de la cirugía de revascularización coronaria en pacientes con miocardiopatía isquémica. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:943-51.
 51. Leoncini M, Sciagra R, Maioli M, Bellandi F, Marcucci G, Sestini S, et al. Usefulness of dobutamine Tc-99m sestamibi-gated single-photon emission computed tomography for prediction of left ventricular ejection fraction outcome after coronary revascularization for ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2002;89:817-21.
 52. Di Carli MF, Maddahi J, Rokhsar S, Schelbert HR, Bianco-Batlles D, Brunken RC, et al. Long-term survival of patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: implications for the role of myocardial viability assessment in management decisions. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;116:997-1004.
 53. Di Carli MF, Asgarzadie F, Schelbert HR, Brunken RC, Rokhsar S, Maddahi J. Relation of myocardial perfusion at rest and during pharmacologic stress to the PET patterns of tissue viability in patients with severe left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol.* 1998;5:558-66.
 54. Tarakji KG, Brunken R, McCarthy PM, Al-Chekakie MO, Abdel-Latif A, Pothier CE, et al. Myocardial viability testing and the effect of early intervention in patients with advanced left ventricular systolic dysfunction. *Circulation.* 2006;113:230-7.
 55. Santana CA, Faber TL, Soler-Peter M, Sanyal R, Esteves FP, Ornelas M, et al. Prognostic performance of quantitative PET tools for stratification of patients with ischemic cardiomyopathy undergoing myocardial viability assessment. *Nucl Med Commun.* 2008;29:970-81.
 56. Vom Dahl J, Althoefer C, Sheehan FH, Buechin P, Schulz G, Schwarz ER, et al. Effect of myocardial viability assessed by technetium-99m-sestamibi SPECT and fluorine-18-FDG PET on clinical outcome in coronary artery disease. *J Nucl Med.* 1997;38:742-8.
 57. Beanlands RS, Hendry PJ, Masters RG, De Kemp RA, Woodend K, Ruddy TD. Delay in revascularization is associated with increased mortality rate in patients with severe left ventricular dysfunction and viable myocardium on fluorine 18-fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging. *Circulation.* 1998;98 Suppl:II51-6.
 58. Bax JJ, Poldermans D, Elhendy A, Cornel JH, Boersma E, Rambaldi R, et al. Improvement of left ventricular ejection fraction, heart failure symptoms and prognosis after revascularization in patients with chronic coronary artery disease and viable myocardium detected by dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1999;34:163-9.
 59. Gunning MG, Anagnostopoulos C, Davies G, Knight CJ, Pennell DJ, Fox KM, et al. Simultaneous assessment of myocardial viability and function for the detection of hibernating myocardium using ECG-gated 99mTc-tetrofosmin emission tomography: a comparison with 201Tl emission tomography combined with cine magnetic resonance imaging. *Nucl Med Commun.* 1999;20:209-14.
 60. Cuocolo A, Acampa W, Nicolai E, Pace L, Petretta M, Salvatore M. Quantitative thallium-201 and technetium 99m sestamibi tomography at rest in detection of myocardial viability in patients with chronic ischemic left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol.* 2000;7:8-15.
 61. Zhang X, Liu XJ, Wu Q, Shi R, Gao R, Liu Y, et al. Clinical outcome of patients with previous myocardial infarction and left ventricular dysfunction assessed with myocardial (99m)Tc-MIBI SPECT and (18)F-FDG PET. *J Nucl Med.* 2001;42:1166-73.
 62. Schinkel AFL, Bax JJ, Van Domburg R, Elhendy A, Valkema R, Vourvouri CE, et al. Dobutamine-induced contractile

- reserve in stunned, hibernating, and scarred myocardium in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Nucl Med.* 2003;44:127-33.
63. Kühl HP, Beek AM, Van der Weerd AP, Hofman MB, Visser CA, Lammertsma AA, et al. Myocardial viability in chronic ischemic heart disease: comparison of contrast-enhanced magnetic resonance imaging with 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol.* 2003;41:1341-8.
 64. Heiba SI, Abdel-Dayem HM, Gould R, Bernaski E, Morlote M, El-Zeftawy H, et al. Value of low-dose dobutamine addition to routine dual isotope gated SPECT myocardial imaging in patients with healed myocardial infarction or abnormal wall thickening by echocardiogram. *Am J Cardiol.* 2004;93:300-6.
 65. Wu YW, Tadamura E, Yamamuro M, Kanao S, Marui A, Tanabara K, et al. Comparison of contrast-enhanced MRI with (18)F-FDG PET/201TI SPECT in dysfunctional myocardium: relation to early functional outcome after surgical revascularization in chronic ischemic heart disease. *J Nucl Med.* 2007;48:1096-103.
 66. Gropler RJ, Geltman EM, Sampathkumaran K, Pérez JE, Schechtman KB, Conversano A, et al. Comparison of carbon-11-acetate with fluorine-18-fluorodeoxyglucose for delineating viable myocardium by positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol.* 1993;22:1587-97.
 67. Tamaki N, Kawamoto M, Tadamura E, Magata Y, Yonekura Y, Nohara R, et al. Prediction of reversible ischemia after revascularization. Perfusion and metabolic studies with positron emission tomography. *Circulation.* 1995;91:1697-705.
 68. Martínez RR, Bennett J, Eikman EA, Fontanet HL, Sayad DE. Comparison of nitroglycerin magnetic resonance imaging with dobutamine echocardiography for predicting recovery of function after revascularization. *Am J Cardiol.* 2000;85:1250-2.
 69. Pace L, Perrone-Filardi P, Storto G, Della Morte AM, Dellegrottaglie S, Prastaro M, et al. Prediction of improvement in global left ventricular function in patients with chronic coronary artery disease and impaired left ventricular function: rest thallium-201 SPET versus low-dose dobutamine echocardiography. *Eur J Nucl Med.* 2000;27:1740-6.
 70. Gerber BL, Ordoubadi FF, Wijns W, Vanoverschelde JL, Knuuti MJ, Janier M, et al. Positron emission tomography using (18)F-fluoro-deoxyglucose and euglycaemic hyperinsulinaemic glucose clamp: optimal criteria for the prediction of recovery of post-ischaemic left ventricular dysfunction. Results from the European Community Concerted Action Multicenter study on use of (18)F-fluoro-deoxyglucose Positron Emission Tomography for the Detection of Myocardial Viability. *Eur Heart J.* 2001;22:1691-701.
 71. Krittayaphong R, Laksanabunsong P, Maneesai A, Saiviroonporn P, Udompunturak S, Chaithiraphan V. Comparison of cardiovascular magnetic resonance of late gadolinium enhancement and diastolic wall thickness to predict recovery of left ventricular function after coronary artery bypass surgery. *J Cardiovasc Magn Reson.* 2008;10:41.
 72. Potter DD, Araoz PA, McGee KP, Harmsen WS, Mandrekar JN, Sundt TM. Low-dose dobutamine cardiac magnetic resonance imaging with myocardial strain analysis predicts myocardial recoverability after coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135:1342-7.
 73. Saraste A, Nekolla S, Schwaiger M. Contrast-enhanced magnetic resonance imaging in the assessment of myocardial infarction and viability. *J Nucl Cardiol.* 2008;15:105-17.
 74. Di Carli MF, Asgarzadie F, Schelbert HR, Brunken RC, Laks H, Phelps ME, et al. Quantitative relation between myocardial viability and improvement in heart failure symptoms after revascularization in patients with ischemic cardiomyopathy. *Circulation.* 1995;92:3436-44.
 75. Chareonthitawee P, Gersh BJ, Araoz PhA, Gibbons RJ. Revascularization in severe left ventricular dysfunction. The role of viability testing. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:567-74.
 76. Romero-Farina G, Candell-Riera J, Aguadé-Bruix S, De León G, Castell-Conesa J. Influencia de la angina crónica previa al infarto en el diagnóstico de viabilidad y remodelado ventricular izquierdo en la gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Med Nucl.* 2008;27:245-52.
 77. Figueras J, Cortadellas J, Missorici M, Castell J, Soler JS. PredischARGE low-dose dobutamine test and prediction of left ventricular function at 1 year in patients with a first anterior myocardial infarction. *Clin Cardiol.* 2002;29:451-6.
 78. Samady H, Elefteriades JA, Abbot BG, Mattera JA, McPherson CA, Wackers FJ. Failure to improve left ventricular function after coronary revascularization for ischemic cardiomyopathy is not associated with worse outcome. *Circulation.* 1999;100:1298-304.
 79. Bax JJ, Arend FL, Schinkel MD, Boersman E, Rizzello V, Elhendy A, et al. Early versus delayed revascularization in patients with ischemic cardiomyopathy and substantial viability: impact on outcome. *Circulation.* 2003;108 Suppl 2:II39-42.
 80. Pitt M, Dutka D, Pagano D, Camici P, Bonser R. The natural history of myocardial awaiting revascularisation in patients with impaired left ventricular function. *Eur Heart J.* 2004;25:500-7.
 81. Baker DW, Jones R, Hodges J, Massie BM, Konstam MA, Rose EA. Management of heart failure. III. The role of revascularization in the treatment of patients with moderate or severe left ventricular systolic dysfunction. *JAMA.* 1994;272:1528-34.
 82. Carluccio E, Biagioli P, Alunni G, Murrone A, Giombolini C, Ragni T, et al. Patients with hibernating myocardium show altered left ventricular volumes and shape, which revert after revascularization: evidence that dyssynergy might directly induce cardiac remodeling. *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:969-77.
 83. Bové T, Van Belleghem Y, Vandenplas G, Caes F, François K, De Backer J, et al. Short-term systolic and diastolic ventricular performance after surgical ventricular restoration for dilated ischemic cardiomyopathy. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009 [en prensa].
 84. Krawczynska EG, Alazraki NP, Karatela R, Jones ME, Cooke CD, Garcia EV, et al. Prognosis in patients with left ventricular apical aneurysm diagnosed by thallium-201 or Tc-99m sestamibi SPECT images. *Am J Cardiol.* 1997;79:406-11.
 85. Rozanski A, Berman D, Gray R, Diamond G, Raymond M, Prause J, et al. Preoperative prediction of reversible myocardial asynergy by postexercise radionuclide ventriculography. *N Engl J Med.* 1982;307:212-16.
 86. Vom Dahl J, Eitzman DT, AL-Aouar ZR, Kanter L, Hicks RJ, Deeb GM, et al. Relation of regional function, perfusion, and metabolism in patients with advanced coronary artery disease undergoing surgical revascularization. *Circulation.* 1994;90:2356-66.
 87. Yamaguchi A, Ino T, Adachi H, Mizuhara A, Murata S, Kamio H. Left ventricular end-systolic volume index in patients with ischemic cardiomyopathy predicts postoperative ventricular function. *Ann Thorac Surg.* 1995;60:1059-62.
 88. Nagueh SF, Vaduganathan P, Ali N, Blaustein A, Verani MS, Winters WL Jr, et al. Identification of hibernating myocardium: comparative accuracy of myocardial contrast echocardiography, rest-redistribution thallium-201 tomography and dobutamine echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1997;29:985-93.
 89. Christian TF, Miller TD, Hodge DO, Orszulak TA, Gibbons RJ. An estimate of the prevalence of reversible left ventricular dysfunction in patients referred for coronary artery bypass surgery. *J Nucl Cardiol.* 1997;4:140-6.

90. Qureshi U, Nagueh SF, Afridi I, Vaduganathan P, Blaustein A, Verani MS, et al. Dobutamine echocardiography and quantitative rest-redistribution 201Tl tomography in myocardial hibernation. Relation of contractile reserve to 201Tl uptake and comparative prediction of recovery of function. *Circulation*. 1997;95:626-35.
91. Meza MF, Ramee S, Collins T, Stapleton D, Milani RV, Murgo JP, et al. Knowledge of perfusion and contractile reserve improves the predictive value of recovery of regional myocardial function postrevascularization. A study using the combination of myocardial contrast echocardiography and dobutamine echocardiography. *Circulation*. 1997;96:3459-65.
92. Kitsiou An, Srinivasan G, Quyyumi AA, Summers RM, Bacharach SL, Dilsizian V. Stress-induced reversible and mild-to-moderate irreversible thallium defects. Are they equally accurate for predicting recovery of regional left ventricular function after revascularization? *Circulation*. 1998;98:501-8.
93. Candell-Riera J, Castell-Conesa J, González JM, Rossello-Urgell J. Eficacia del SPET miocárdico esfuerzo-reposo con 99mTc-MIBI en la predicción de la recuperabilidad de la función contráctil posrevascularización. Resultados del protocolo multicéntrico español. *Rev Esp Cardiol*. 2000;53:903-10.
94. Pasquet A, Lauer MS, Williams MJ, Secknus MA, Lytle B, Marwick TH. Prediction of global left ventricular function after bypass surgery in patients with severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J*. 2000;21:125-13.
95. Koch KC, Vom Dahl J, Wenderdel M, Nowak B, Schaefer WM, Sasse A, et al. Myocardial viability assessment by endocardial electroanatomic mapping: comparison with metabolic imaging and functional recovery after coronary revascularization. *J Am Coll Cardiol*. 2001;38:91-8.
96. Dellegrottaglie S, Perrone-Filardi P, Pace L, Prastaro M, Della Morte AM, Ponticelli MP, et al. Prediction of long-term effects of revascularization on regional and global left ventricular function by dobutamine echocardiography and rest TI-201 imaging alone and in combination in patients with chronic coronary artery disease. *J Nucl Cardiol*. 2002;9:174-82.
97. Knuesel PR, Nanz D, Wyss C, Buechi M, Kaufmann PA, Von Schulthess GK, et al. Characterization of dysfunctional myocardium by positron emission tomography and magnetic resonance: relation to functional outcome after revascularization. *Circulation*. 2003;108:1095-100.
98. Khoury VK, Haluska B, Marwick TH. Effects of revascularisation and contractile reserve on left ventricular remodelling in patients with impaired left ventricular function. *Int J Cardiol*. 2004;93:55-61.
99. Schinkel AFL, Poldermans D, Rizzello V, Vanoverschelde JJJ, Elhendy A, Boersma E, et al. Why do patients with ischemic cardiomyopathy and a substantial amount of viable myocardium not always recover in function after revascularization? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004;127:385-90.
100. Slart RH, Bax JJ, Van Veldhuisen DJ, Van der Wall EE, Dierckx RA, De Boer J, et al. Prediction of functional recovery after revascularization in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction by gated FDG-PET. *J Nucl Cardiol*. 2006;13:210-9.
101. Penicka M, Tousek P, De Bruyne B, Wijns W, Lang O, Madaric J, et al. Myocardial positive pre-ejection velocity accurately detects presence of viable myocardium, predicts recovery of left ventricular function and bears a prognostic value after surgical revascularization. *Eur Heart J*. 2007;28:1366-73.
102. Mandegar MH, Yousefnia MA, Roshanali F, Rayatzadeh H, Alaeddini F. Interaction between two predictors of functional outcome after revascularization in ischemic cardiomyopathy: left ventricular volume and amount of viable myocardium. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:930-6.
103. Takeda K, Matsumiya G, Matsue H, Hamada S, Sakaki M, Sakaguchi T, et al. Use of quantitative analysis of remote myocardial fibrosis with delayed-enhancement magnetic resonance imaging to predict outcomes after surgical ventricular restoration for ischemic cardiomyopathy. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:1514-21.
104. Afridi I, Qureshi U, Kopelen HA, Winters WL, Zoghbi WA. Serial changes in response of hibernating myocardium to inotropic stimulation after revascularization: a dobutamine echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30:1233-40.
105. Zaglavara T, Karvounis HI, Haaverstad R, Pillay TM, Hamilton JR, Hasan A, et al. Dobutamine stress echocardiography is highly accurate for the prediction of contractile reserve in the early postoperative period, but may underestimate late recovery in contractile reserve after revascularization of the hibernating myocardium. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:300-6.
106. Morishima I, Sone T, Tsuboi H, Mukawa H, Uesugi M, Morikawa S, et al. Risk stratification of patients with prior myocardial infarction and advanced left ventricular dysfunction by gated myocardial perfusion SPECT imaging. *J Nucl Cardiol*. 2008;15:631-7.
107. Evangelista L, Acampa W, Petretta M, Ferro A, Ricci F, Luongo L, et al. Incremental prognostic value of cardiac single-photon emission computed tomography after nitrate administration in patients with ischemic left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol*. 2009;16:38-44.
108. Tio RA, Dabeshlim A, Siebelink HM, De Sutter J, Hillege HL, Zeebregts CJ, et al. Comparison between the prognostic value of left ventricular function and myocardial perfusion reserve in patients with ischemic heart disease. *J Nucl Med*. 2009;50:214-9.
109. Chow T, Kereiakes DJ, Bartone C, Booth T, Schloss EJ, Waller T, et al. Prognostic utility of microvolt T-wave alternans in risk stratification of patients with ischemic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2006;47:1820-7.
110. Schinkel AF, Poldermans D, Elhendy A, Bax JJ. Prognostic role of dobutamine stress echocardiography in myocardial viability. *Curr Opin Cardiol*. 2006;21:443-9.
111. Rizzello V, Poldermans D, Schinkel AF, Biagini E, Boersma E, Elhendy A, et al. Long term prognostic value of myocardial viability and ischaemia during dobutamine stress echocardiography in patients with ischaemic cardiomyopathy undergoing coronary revascularisation. *Heart*. 2006;92:239-44.
112. Yokota H, Heidary S, Katikireddy CK, Nguyen P, Pauly JM, McConnell MV, et al. Quantitative characterization of myocardial infarction by cardiovascular magnetic resonance predicts future cardiovascular events in patients with ischemic cardiomyopathy. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2008;10:17-24.
113. Iler MA, Hu T, Ayyagari S, Callahan TD 4th, Civello KC, Thal SG, et al. Prognostic value of electrocardiographic measurements before and after cardiac resynchronization device implantation in patients with heart failure due to ischemic or nonischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2008;101:359-63.
114. Antonini L, Colivicchi F, Pasceri V, Greco S, Varveri A, Turani L, et al. A prognostic index relating 24-hour ambulatory blood pressure to cardiac events in ischemic cardiomyopathy following defibrillator implantation. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2008;31:1089-94.
115. Niizeki T, Takeishi Y, Watanabe T, Nitobe J, Miyashita T, Miyamoto T, et al. Relation of serum heat shock protein 60 level to severity and prognosis in chronic heart failure secondary to ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2008;102:606-10.
116. Romero-Farina G, Candell-Riera J, Aguadé-Bruix S, De León G, Castell-Conesa J. Efecto de la revascularización coronaria en la miocardiopatía isquémica con criterios de viabilidad en

- la gated-SPECT de perfusión miocárdica. *Rev Esp Cardiol.* 2008;61:540-4.
117. Romero Farina G, Ferreira I, Aguadé-Bruix S, Castell-Conesa J, Igual A, Candell-Riera J. Análisis del número de pacientes que es necesario tratar mediante revascularización coronaria en relación con la presencia de viabilidad miocárdica en las imágenes de la gated-SPECT: estudio de cohorte prospectivo desde una unidad de cardiología nuclear. *Rev Esp Med Nucl.* 2009;28:6-10.
 118. Curtis JP, Sokol SI, Wang Y, Saif S, Rathore SS, Ko DT, et al. The association of left ventricular ejection fraction, mortality, and cause of death in stable outpatients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 2003;42:736-42.
 119. Zhang X, Liu XJ, Hu S, Schindler TH, Tian Y, He ZX, et al. Long-term survival of patients with viable and nonviable aneurysms assessed by 99mTc-MIBI SPECT and 18F-FDG PET: a comparative study of medical and surgical treatment. *J Nucl Med.* 2008;49:1288-98.
 120. Allman KC, Shaw LJ, Hachamovitch R, Udelson JE. Myocardial viability testing and impact of revascularization on prognosis in patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol.* 2002;39:1151-8.
 121. Henneman MM, Van der Wall EE, Ypenburg C, Bleeker GB, Van de Veire NR, Marsan NA, et al. Nuclear imaging in cardiac resynchronization therapy. *J Nucl Med.* 2007;48:2001-10.
 122. Van Campen CM, Visser FC, Van der Weerd AP, Knaapen P, Comans EF, Lammertsma AA, et al. FDG PET as a predictor of response to resynchronisation therapy in patients with ischaemic cardiomyopathy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2007;34:309-15.
 123. Henneman MM, Chen J, Dibbets-Schneider P, Stokkel MP, Bleeker GB, Ypenburg C, et al. Can LV dyssynchrony as assessed with phase analysis on gated myocardial perfusion SPECT predict response to CRT? *J Nucl Med.* 2007;48:1104-11.
 124. Trimble MA, Borges-Neto S, Smallheiser S, Chen J, Honeycutt EF, Shaw LK, et al. Evaluation of left ventricular mechanical dyssynchrony as determined by phase analysis of ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging in patients with left ventricular dysfunction and conduction disturbances. *J Nucl Cardiol.* 2007;14:298-307.
 125. Trimble MA, Borges-Neto S, Velazquez EJ, Chen J, Shaw LK, Pagnanelli R, et al. Emerging role of myocardial perfusion imaging to evaluate patients for cardiac resynchronization therapy. *Am J Cardiol.* 2008;102:211-7.
 126. Chen J, Henneman MM, Trimble MA, Bax JJ, Borges-Neto S, Iskandrian AE, et al. Assessment of left ventricular mechanical dyssynchrony by phase analysis of ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol.* 2008;15:127-36.
 127. Chen J, Bax JJ, Henneman MM, Boogers MJ, Garcia EV. Is nuclear imaging a viable alternative technique to assess dyssynchrony? *Europace.* 2008;10 Suppl 3:III101-5.
 128. Bleeker GB, Kaandorp TA, Lamb HJ, Boersma E, Steendijk P, De Roos A, et al. Effect of posterolateral scar tissue on clinical and echocardiographic improvement after cardiac resynchronization therapy. *Circulation.* 2006;113:969-76.
 129. White JA, Yee R, Yuan X, Krahn A, Skanes A, Parker M, et al. Delayed enhancement magnetic resonance imaging predicts response to cardiac resynchronization therapy in patients with intraventricular dyssynchrony. *J Am Coll Cardiol.* 2006;48:1953-60.
 130. Ypenburg C, Schalijs M, Bleeker GB, Steendijk P, Boersma E, Dibbets-Schneider P, et al. Extent of viability to predict response to cardiac resynchronization therapy in ischemic heart failure patients. *J Nucl Med.* 2006;47:1565-70.
 131. Adelstein EC, Saba S. Scar burden by myocardial perfusion imaging predicts echocardiographic response to cardiac resynchronization therapy in ischemic cardiomyopathy. *Am Heart J.* 2007;153:105-12.