

Eficacia diagnóstica de la tomografía miocárdica en la detección de reestenosis coronaria postangioplastia

Jaume Candell-Riera, Jesús María de la Hera, César Santana-Boado, Joan Castell-Conesa, Santiago Aguadé-Bruix, Begoña Bermejo, Joan Ángel, Inocencio Anívarro y Jordi Soler-Soler

Servicio de Cardiología. Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Barcelona.

99mTc-mibi/ angiografía coronaria/ angioplastia coronaria transluminal percutánea/ cateterismo cardíaco/ estenosis coronaria/ pruebas de esfuerzo/ tomografía de esfuerzo/ tomografía de perfusión

Introducción y objetivos. Analizar la eficacia de la tomografía miocárdica de esfuerzo con compuestos tecnecios para el diagnóstico de reestenosis en pacientes con angioplastia previa.

Pacientes y métodos. Se ha analizado retrospectivamente a 71 pacientes con angioplastia previa (16 mujeres, edad media: 60 años, 35 con enfermedad multivascular y 78 angioplastias en total) y comprobación coronariográfica. A todos se les había practicado, por motivos asistenciales, una tomografía miocárdica de esfuerzo con ^{99m}Tc (53 con MIBI y 18 con tetrofosmina) entre 1 mes y 4 años después de la angioplastia. A 16 pacientes se les administró dipiridamol intravenoso simultáneo con el ejercicio puesto que éste fue insuficiente.

Resultados. La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y valor global de la tomografía fueron significativamente superiores a los de la prueba de esfuerzo (80% frente al 63%; $p = 0,05$; 83% frente al 37%; $p = 0,001$; 91% frente al 69%; $p = 0,007$; 64% frente al 31%; $p = 0,009$, y 81% frente al 55%; $p = 0,0006$ respectivamente). Al comparar los resultados de los pacientes con enfermedad multivascular respecto a los de un solo vaso observamos que fue en éstos donde la eficacia diagnóstica de la tomografía fue significativamente superior a la de la ergometría.

Conclusiones. La tomografía miocárdica de esfuerzo con compuestos tecnecios es una exploración con una elevada eficacia para el diagnóstico de la reestenosis postangioplastia, sobre todo en los pacientes con enfermedad de un solo vaso.

DIAGNOSTIC ACCURACY OF TOMOGRAPHIC MYOCARDIAL IMAGING FOR DETECTION OF RESTENOSIS AFTER CORONARY ANGIOPLASTY

Introduction and objectives. To analyze the efficacy of single photon emission tomography (SPET) with ^{99m}Tc -compounds for the diagnosis of restenosis of previous percutaneous transluminal coronary angioplasty (PTCA).

Patients and methods. Seventy-one patients (16 women, median age: 60 years, 35 with multivessel disease, 78 arteries with PTCA) with previous PTCA and with coronary angiography performed after scintigraphy were studied. ^{99m}Tc -SPET exercise (53 with MIBI and 18 with tetrofosmin) was performed, for clinical reasons, to all patients between one month and 4 years after PTCA. Intravenous dipyridamole was administered simultaneously to 16 patients who had insufficient exercise.

Results. SPET sensitivity, specificity, positive predictive values, negative predictive values and global values were all significantly higher than those obtained with exercise tests (80% vs 63%; $p = 0,05$; 83% vs 37%; $p = 0,001$; 91% vs 69%; $p = 0,007$; 64% vs 31%; $p = 0,009$, and 81% vs 55%; $p = 0,0006$, respectively). These results were significantly superior in patients with one vessel disease than in patients with multivessel disease.

Conclusions. SPET exercise with ^{99m}Tc -compounds is a test with a high efficacy for the diagnosis of post-PTCA restenosis, mainly in patients with one vessel disease.

(*Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 648-654)

INTRODUCCIÓN

La incidencia de reestenosis después de una angioplastia coronaria transluminal percutánea (ACTP) es alta, de alrededor de un 30-40% a los 3 meses, un 45% a los 6 meses y hasta casi un 50% a los doce meses. El diagnóstico de la reestenosis es muchas veces difícil si se tiene en cuenta que hasta un 40% de pacientes pue-

Correspondencia: Dr. J. Candell Riera.
Servicio de Cardiología. Hospital General Universitari Vall d'Hebron.
P^o. Vall d'Hebron, 119-129. 08035 Barcelona.
Correo electrónico: jcandell@hg.vhebron.es

Recibido el 29 de enero de 1998.

Aceptado para su publicación el 20 de abril de 1998.

den tener molestias torácicas sin que haya reestenosis y hasta un 25% de los pacientes con reestenosis pueden estar asintomáticos¹.

Para el seguimiento de los pacientes asintomáticos o con síntomas atípicos suele indicarse la práctica de una prueba de esfuerzo convencional, puesto que en los estudios en los que se ha empleado la ergometría se ha observado que, aunque su especificidad no es óptima, su valor predictivo negativo es aceptable para el diagnóstico de reestenosis post-ACTP²⁻¹⁵. Sin embargo, en algunas ocasiones el resultado de la prueba de esfuerzo convencional no es concluyente o no concuerda con los síntomas del paciente. En estos casos se recurre a la práctica de otra prueba no invasiva, antes de realizar una coronariografía. Se han utilizado la ecocardiografía¹⁶⁻¹⁸ y la ventriculografía isotópica de esfuerzo^{3,5,19-22} con esta finalidad. Con la gammagrafía miocárdica de perfusión planar con talio-201 existe un mayor número de publicaciones^{2-6,8,22-27}, aunque con esta técnica se han comunicado resultados falsamente positivos, sobre todo durante los primeros días post-ACTP²⁸. La experiencia con tomogammagrafía miocárdica de esfuerzo con talio es más escasa^{17,29-35} y todavía más con compuestos tecneciados³⁶, por lo que el propósito de este estudio ha sido valorar los resultados de esta exploración, comparándolos con los de la prueba de esfuerzo convencional, en pacientes sometidos a ACP en los que se disponía de comprobación coronariográfica posterior.

PACIENTES Y MÉTODOS

Pacientes

Se ha realizado un análisis retrospectivo de 71 pacientes (edad media: 60 ± 9 años; 16 mujeres) estudiados consecutivamente en el gabinete de cardiología nuclear a los que se les había practicado al menos una ACP previa (a 7 pacientes se les había practicado ACP en dos arterias coronarias). Todos ellos habían sido remitidos al gabinete de cardiología nuclear para la práctica de una tomogammagrafía miocárdica y se les practicó una coronariografía con un intervalo no superior a los 3 meses después del estudio isotópico. La indicación de la tomogammagrafía miocárdica y de la coronariografía fue por motivos asistenciales a criterio del cardiólogo responsable del paciente: en un 57,2% por dolor torácico y ECG de esfuerzo no concluyente y en un 42,8% por ECG de esfuerzo positivo sin dolor. Los casos incluidos provienen de una población global de 394 pacientes sometidos a ACP a los que se había practicado una tomogammagrafía miocárdica. Se excluyeron 154 en los que no había comprobación coronariográfica en los 3 meses posteriores a la tomogammagrafía. Con la finalidad de dar más ho-

mogeneidad a la serie estudiada también se excluyeron 169 con infarto previo (aunque fuera a distancia de la región vascular con ACP).

Se realizó un análisis retrospectivo de las 78 arterias coronarias sometidas a ACP correspondientes a los 71 pacientes objeto de este estudio.

Prueba de esfuerzo

A todos los pacientes se les practicó una prueba de esfuerzo limitada por síntomas mediante bicicleta ergométrica, con una carga inicial de 50 vatios e incrementos sucesivos de 25 vatios cada 3 min hasta el agotamiento, la aparición de síntomas o descenso del segmento ST superior a 2 mm. En el momento de realizar la prueba 31 pacientes (43,6%) recibían tratamiento con betabloqueantes, 48 con antagonistas del calcio (67,6%) y 48 con nitratos (67,6%).

A 16 pacientes (26%) que realizaron una prueba de esfuerzo insuficiente (taquicardización máxima < 5 MET, frecuencia cardíaca máxima $< 80\%$, sin angina ni descenso del segmento ST > 1 mm) se les administró dipiridamol intravenoso (0,14 mg/kg/min durante 4 min) simultáneamente con la práctica del ejercicio, prolongando el mismo con la máxima carga tolerada por el enfermo³⁷.

La prueba de esfuerzo convencional se consideró positiva si el paciente presentó angina o descenso (horizontal o descendente) del segmento ST ≥ 1 mm a los 0,08 s del punto J.

Tomogammagrafía miocárdica con compuestos tecneciados

A todos los pacientes se les administró una dosis intravenosa de 15 mCi (555 mBq) de ^{99m}Tc-MIBI (n = 53) o de 8 mCi (296 mBq) de ^{99m}Tc-tetrofosmina (n = 18) entre 30 y 60 s antes de finalizar el esfuerzo. Para la exploración en reposo, que se realizó con un mínimo de 24 h de separación con respecto a la de esfuerzo en el caso del MIBI (protocolo largo), se administró la misma dosis. A los pacientes estudiados con tetrofosmina la dosis en reposo (20 mCi, 740 mBq) se administró al acabar la detección correspondiente al esfuerzo, realizándose la detección una hora más tarde (protocolo corto). El intervalo medio desde la ACP a la tomogammagrafía fue de 425 días (entre 1 mes y 4 años). En 18 pacientes la tomogammagrafía se practicó entre 1 y 3 meses después de la ACP, en 16 entre 3 y 6 meses, en 14 entre 6 y 12 meses, en 14 pacientes entre el primer y segundo año, y en 9 pacientes entre el segundo y el cuarto año.

La adquisición de las imágenes tomográficas se realizó con una gammacámara Elscint SP4, dotada de un colimador de alta resolución, con órbita semicircular de 180°, iniciada en oblicua anterior derecha 30° y con detecciones cada 3°. Se realizó una reconstrucción de

imágenes (filtro Butterworth de orden 5, frecuencia de corte 0,4) y se obtuvieron cortes de eje corto, eje largo horizontal y eje largo vertical según las recomendaciones existentes³⁸.

Se evaluaron 13 segmentos por paciente: anterior-basal, anterior-medio, anterior-apical, septal-basal, septal-medio, septal-apical, inferior-basal, inferior-medio, inferior-apical, lateral-basal, lateral-medio, lateral-basal y apical. Cada uno de estos segmentos fue valorado en esfuerzo y reposo según la siguiente escala: normal, defecto mínimo, defecto ligero, defecto moderado, defecto grave (similar a la captación de fondo).

Las tomogramografías fueron analizadas retrospectivamente por tres expertos que desconocían la clínica del paciente y el resultado de la coronariografía. Por consenso entre los tres observadores un defecto se consideró positivo cuando era ligero, moderado o grave en al menos dos de los tres ejes o en tres cortes tomográficos consecutivos de un mismo eje y se normalizaba en reposo³⁹. Se consideraron verdaderos positivos para la reestenosis de la descendente anterior cuando los defectos reversibles se localizaban en la región anterior y/o septal, para la reestenosis de la coronaria derecha cuando se localizaban en la región inferior y para la reestenosis de la circunfleja cuando se localizaban en la región lateral.

Cateterismo cardíaco

A todos los pacientes se les practicó un cateterismo cardíaco, que incluía ventriculografía y coronariografía mediante técnica estándar de Seldinger, con un intervalo no superior a los 3 meses después de la tomogramografía. Se realizaron al menos 4 proyecciones (ortogonales 2×2) para la arteria coronaria izquierda y 2 proyecciones (ortogonales) para la arteria coronaria derecha. Dos observadores expertos, sin conocimiento de los resultados gammagráficos, valoraron visualmente la gravedad de las estenosis coronaria. Se consideraron como reestenosis coronarias postangioplastia las estenosis $\geq 50\%$.

Estadística

Para la descripción de los datos se utilizó la media ± 1 desviación estándar para datos cuantitativos y las frecuencias absolutas y relativas para datos categóricos.

Se calcularon la sensibilidad, la especificidad, el valor global, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo, el coeficiente de probabilidad positivo y el coeficiente de probabilidad negativo para el diagnóstico de reestenosis coronaria post-ACTP de la prueba de esfuerzo convencional y de la tomogramografía. Se utilizó la prueba de la χ^2 para comparar los resultados entre estas pruebas.

RESULTADOS

Prueba de esfuerzo

La duración media de la prueba de esfuerzo fue de $7,3 \pm 2,5$ min, la carga máxima alcanzada de 79 ± 36 vatios y el consumo máximo de O_2 de $5,1 \pm 2,2$ MET en el conjunto de la población. La frecuencia cardíaca máxima alcanzada fue de 114 ± 18 lat/min ($70 \pm 18\%$ de la máxima teórica), la presión arterial sistólica máxima de 177 ± 26 mmHg y el producto frecuencia cardíaca máxima por presión sistólica máxima fue de $18,895 \pm 6,057$. Veintidós pacientes (31%) presentaron angina durante la prueba de esfuerzo y en 36 (51%) se observó un descenso del segmento ST > 1 mm.

En el momento de realizar la tomogramografía miocárdica 31 pacientes (44%) seguían tratamiento con betabloqueantes, 48 (68%) con nitratos y 48 (68%) con antagonistas del calcio. Nueve pacientes (13%) recibían tratamiento triple, 37 (52%) tratamiento doble, 26 (37%) tratamiento con un solo fármaco antianginoso, y 3 (4%) no recibían ningún fármaco de estos tres grupos.

Coronariografía

Veinticuatro pacientes (34%) tenían enfermedad de un vaso (11 de la descendente anterior, 7 de la coronaria derecha y 6 de la circunfleja), 24 (34%) de dos vasos (10 de la descendente anterior y de la coronaria derecha, 5 de la descendente anterior y de la circunfleja y 5 de la coronaria derecha y de la circunfleja) y 11 (15%) de tres vasos. Ocho enfermos tenían estenosis entre el 20% y el 40% y en 4 no había estenosis coronarias. Treinta y siete pacientes (52%) tenían estenosis $> 50\%$ de la descendente anterior, 36 (51%) de la coronaria derecha y 32 (45%) de la circunfleja.

En los 71 pacientes se habían realizado 78 ACP: 38 en la descendente anterior (49%), 26 (33%) en la coronaria derecha y 14 (18%) en la circunfleja. En 7 pacientes se habían practicado 2 ACP: en 5 en la coronaria derecha y circunfleja, en 1 en la descendente anterior y en la coronaria derecha y en el restante en la descendente anterior y en la circunfleja. El porcentaje de reestenosis en los pacientes cateterizados fue del 69% (60% para la descendente anterior, 73% para la coronaria derecha y 64% para la circunfleja).

Tomogramografía de perfusión

Como puede observarse en la [tabla 1](#) los valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y valor global fueron significativamente superiores para la tomogramografía con respecto a la prueba de esfuerzo convencional.

Al añadir el resultado de la prueba de esfuerzo convencional a los de la tomogramografía la sensibilidad

TABLA 1
Resultados globales de la tomogammagrafía y de la prueba de esfuerzo convencional

	SEN	ESP	VG	VPP	VPN	CP+	CP-
TOMO	80%	83%	81%	91%	64%	4,71	1,00
	(68-90)	(63-95)	(72-89)	(80-98)	(48-81)		
PE	63%	37%	55%	69%	31%	1,00	1,00
	(50-76)	(19-57)	(44-66)	(56-82)	(15-48)		
p	0,05	0,001	0,0006	0,009	0,007		

CP-: coeficiente de probabilidad negativo; CP+: coeficiente de probabilidad positivo; ESP: especificidad; PE: prueba de esfuerzo; SEN: sensibilidad; VG: valor global; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo; TOMO: tomogammagrafía de perfusión. Entre paréntesis se exponen los intervalos de confianza.

aumentó al 92% pero la especificidad disminuyó al 35%. El valor predictivo positivo fue del 75%, el valor predictivo negativo del 64% y el valor global del 80%.

En la **tabla 2** se exponen los resultados para los subgrupos de pacientes con enfermedad coronaria de un solo vaso y multivaso. Como puede observarse, hubo diferencias significativas entre la ergometría y la tomogammagrafía en los pacientes con enfermedad monovaso, mientras que en los pacientes con enfermedad multivaso no se alcanzaron valores significativos, aunque los resultados fueron mejores para la tomogammagrafía.

Se observaron 43 verdaderos positivos, 20 verdaderos negativos, 4 falsos positivos y 11 falsos negativos. Tres de los 4 resultados falsos positivos se dieron en pacientes con ACTP satisfactorias de la circunfleja. En 2 de estos pacientes se había realizado otra ACTP en otra arteria (coronaria dere-

TABLA 3
Falsos positivos y falsos negativos de la tomogammagrafía de perfusión

	Estenosis coronaria			ACTP
	DA (%)	CX (%)	CD (%)	
Falsos positivos				
1 (Def. ant.)	30	0	30	DA
2 (Def. lat.)	30	0	30	CX
3 (Def. lat.)	0	0	100	CX y CD
4 (Def. inf.-lat.)	60	40	0	CX y DA
Falsos negativos				
1	99	80	0	DA
2	60	30	60	CD y DA
3	90	90	90	DA
4	95	30	100	DA
5	60	100	80	CX y CD
6	100	75	80	CD
7	90	100	95	DA
8	50	70	85	CD
9	75	85	70	DA
10	80	0	90	CD
11	70	0	0	DA

ACTP: angioplastia; ant.: anterior; CD: coronaria derecha; CX: circunfleja; DA: descendente anterior; Def.: defecto; inf.: inferior; lat.: lateral.

cha y descendente anterior) con reestenosis y resultado verdadero positivo en la tomogammagrafía (**tabla 3**).

Diez de los 11 resultados falsos negativos correspondían a pacientes con enfermedad multivaso (4 con enfermedad de 2 vasos y 6 con enfermedad de 3 vasos) con estenosis de similar gravedad en arterias no dilatadas (**tabla 3**).

TABLA 2
Resultados globales de la tomogammagrafía y de la prueba de esfuerzo convencional en los pacientes con enfermedad monovaso y multivaso

	SEN	ESP	VG	VPP	VPN	CP+	CP-
Enfermedad monovaso							
TOMO	95%	80%	87%	82%	94%	4,75	0,06
	(74-99)	(56-94)	(73-96)	(60-95)	(71-99)	0,97	1,00
PE	63%	35%	49%	48%	50%		
	(38-83)	(15-56)	(33-64)	(28-68)	(23-77)		
p	0,021	0,003	0,0002	0,007	0,016		
Enfermedad multivaso							
TOMO	71%	100%	74%	100%	29%		
	(56-86)	(40-100)	(61-88)	(86-100)	(8-58)		
PE	63%	50%	62%	92%	13%		
	(47-69)	(16-93)	(46-77)	(73-99)	(5-40)		
p	NS	NS	NS	NS	NS		

CP-: coeficiente de probabilidad negativo; CP+: coeficiente de probabilidad positivo; ESP: especificidad; PE: prueba de esfuerzo; SEN: sensibilidad; VG: valor global; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo; TOMO: tomogammagrafía de perfusión. Entre paréntesis se exponen los intervalos de confianza.

DISCUSIÓN

En nuestro medio, el seguimiento habitual del paciente con ACTP previa que no presenta síntomas o en los que éstos son poco claros se realiza habitualmente mediante la prueba de esfuerzo convencional. Ahora bien, no es raro que el resultado de la ergometría no sea concluyente o sea discrepante con la clínica del enfermo. En otras ocasiones no puede realizarse ejercicio por problemas de incapacidad física del paciente. En estos casos se indica la gammagrafía de perfusión, con esfuerzo cuando la ergometría no ha sido concluyente y con dipiridamol cuando el paciente no puede realizar esfuerzo físico y no tiene antecedentes asmáticos, en cuyo caso utilizamos la dobutamina^{40,41}. Esta conducta en el paciente con ACTP previa se fundamenta en los resultados de los estudios gammagráficos planares con talio-201 que, aunque han demostrado tener una eficacia diagnóstica superior a la prueba de esfuerzo convencional⁴, no justifican su uso indiscriminado puesto que la información que aportan la clínica y la prueba de esfuerzo convencional es muy importante^{2,8}.

En este estudio se ha analizado la eficacia de la tomogammagrafía miocárdica con compuestos tecnecios para el diagnóstico de la reestenosis en una serie de 78 ACTP. Aunque no se trata de un estudio prospectivo y en la serie se analiza el resultado de la tomogammagrafía en diferentes momentos de la evolución post-ACTP, creemos que en el mismo se refleja el valor de esta exploración en el terreno práctico-asistencial, que es en el que nos movemos habitualmente para el tratamiento de estos enfermos.

Nuestros resultados ponen de manifiesto una aceptable eficacia diagnóstica de la tomogammagrafía (tabla 1) con valores similares de sensibilidad y especificidad (80% y 83%, respectivamente) y un valor global del 81%. Estos resultados son significativamente superiores a los de la prueba de esfuerzo convencional. Ello se explica en buena parte porque la tomogammagrafía se practicó cuando los resultados de la ergometría no eran concluyentes, lo que introduce un claro sesgo de selección. Estos resultados son algo inferiores a los que se obtienen con la tomogammagrafía miocárdica de esfuerzo, y con la misma metodología y criterios de interpretación, para el diagnóstico de enfermedad coronaria^{42,43}. Ello es lógico si se tiene en cuenta que en este caso se trata de detectar una anomalía de la perfusión miocárdica en regiones concretas.

Se sabe que la tomogammagrafía presenta su nivel más óptimo de eficacia diagnóstica en la detección de la lesión responsable⁴⁴ y no tanto en el diagnóstico por arterias coronarias y de enfermedad multivaso⁴⁵. Esto puede justificar la mayoría de falsos negativos en los que haya una estenosis de mayor magnitud en otra arteria coronaria que la propia de la reestenosis post-

ACTP (tabla 3). La presencia de una buena circulación colateral⁴⁶ y un bajo nivel de ejercicio puede ser otra de las causas de falsos negativos, aunque en nuestro estudio se ha intentado paliar con la administración de dipiridamol simultáneo que sabemos permite mejorar la sensibilidad y valor predictivo negativo de la exploración³⁷. Los defectos falsamente positivos, que harían decrecer la especificidad de una prueba realizada precozmente, tienden a desaparecer a partir de la cuarta semana post-ACTP⁴⁷. En nuestro estudio se ha intentado excluir ésta y otras posibles causas de defectos en la misma región donde se ha realizado la angioplastia: la presencia de otra estenosis de la misma arteria infravalorada en la coronariografía, una disección producida por la ACTP, la oclusión de una rama o un infarto producido durante la ACTP. Posiblemente, si se hubiera realizado un estudio prospectivo en el que se hubieran cateterizado todos los enfermos la especificidad sería más alta, puesto que en la práctica muchos de los pacientes con resultados gammagráficos negativos y a no se les indicó un cateterismo y, por tanto, no fueron incluidos en nuestra serie.

Es en el subgrupo de pacientes con enfermedad de un solo vaso donde las diferencias entre la tomogammagrafía y la ergometría son más manifiestas. En los pacientes con enfermedad multivaso no se obtienen diferencias significativas, aunque los resultados de la tomogammagrafía siguen siendo superiores. Aunque la sensibilidad de la tomogammagrafía para el diagnóstico de la enfermedad coronaria es más alta cuantas más arterias coronarias están afectadas, en nuestro estudio hemos observado que la sensibilidad para el diagnóstico de la reestenosis de una arteria concreta disminuye en el paciente con enfermedad multivaso con respecto al monovaso (71% frente al 95%). Como puede observarse en la tabla 3, 10 de los 11 resultados falsos negativos tuvieron lugar en pacientes con enfermedad multivaso.

Nuestros resultados con la tomogammagrafía de esfuerzo y compuestos tecnecios son muy similares a los comunicados con la tomogammagrafía de esfuerzo con talio-201³¹⁻³⁴. Así, Hecht et al^{33,34} ya describieron una sensibilidad, especificidad y valor global de la tomogammagrafía significativamente superior a la de la prueba de esfuerzo convencional (93% frente al 52%, 77% frente al 64% y 86% frente al 57%, respectivamente). Debido al mejor poder de penetración a través de los tejidos del ^{99m}Tc con respecto al ²⁰¹Tl las imágenes tomogammagráficas con compuestos tecnecios adquieren incluso una mejor calidad. Creemos que el hecho de haber incluido pacientes estudiados con ^{99m}Tc-MIBI y ^{99m}Tc-tetrofosmina en nuestra serie no tiene por qué artefactuar nuestros resultados puesto que está demostrada la similar eficacia de ambos radiofármacos en el estudio de la enfermedad coronaria⁴⁸. El alto poder predictivo de la tomogammagrafía de perfusión ha potenciado que algunos autores esta-

blezcan grupos de riesgo en función de sus resultados³¹ y que otros fundamenten la decisión de practicar una coronariografía a los pacientes asintomáticos únicamente por la positividad de la tomogammagrafía³².

CONCLUSIONES

A partir de nuestros resultados, creemos que la tomogammagrafía miocárdica de esfuerzo con compuestos tecnecios es una exploración con una alta eficacia para el diagnóstico de reestenosis post-ACTP, sobre todo en los pacientes con enfermedad monovascular, y que su papel en el seguimiento de pacientes sometidos a ACTP asintomáticos o con síntomas equívocos y prueba de esfuerzo no concluyente está plenamente justificado.

BIBLIOGRAFÍA

- Ryan TJ, Bauman WB, Kennedy JW, Kereiakes DJ, King SB, McCallister BD et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Task Force on assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures (Committee on percutaneous transluminal coronary angioplasty). *Circulation* 1993; 88: 2.987-3.007.
- Scholl JM, Chaitman BR, David PR, Dupras G, Brévers G, Guiteras-Val P et al. Exercise electrocardiography and myocardial scintigraphy in the serial evaluation of the results of percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1982; 66: 380-390.
- Kanemoto N, Hör G, Kober G, Maul FD, Klepzig H, Standke R et al. Noninvasive assessment of left ventricular performance following transluminal coronary angioplasty. *Intern J Cardiol* 1983; 3: 281-292.
- Wijns W, Serruys PW, Simoons ML, Van Den Brand M, De Feijter PM, Creiber JH et al. Predictive value of early maximal exercise test and thallium scintigraphy after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Br Heart J* 1985; 53: 194-200.
- Okada RD, Lim YL, Boucher CA, Pohost GM, Chesler DA, Block PC. Clinical, angiographic, hemodynamic, perfusional and functional changes after one-vessel left anterior descending coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1985; 55: 347-356.
- Wijns W, Serruys PW, Reiber JHC, De Feyter PJ, Van Den Brand M, Simoons ML et al. Early detection of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty by exercise-redistribution thallium scintigraphy. *Am J Cardiol* 1985; 55: 357-361.
- Lablanche JM, Magy JM, Pruvost P, Fourrier JL, Gommeaux A, Bertrand ME. Valeur prédictive du sous-décalage de ST à l'effort dans le diagnostic de la resténose après angioplastie coronarie. *Arch Mal Coeur* 1989; 82: 871-875.
- Schroeder E, Marchandise B, De Coster P, Brichant C, Mitri K, Pieters D et al. Detection of restenosis after coronary angioplasty for single-vessel disease: how reliable are exercise electrocardiography and scintigraphy in asymptomatic patients? *Eur Heart J* 1989; 10 (Supl G): 18-21.
- El-Tamimi H, Davies GJ, Hackett D, Fragasso G, Crea F, Maseri A. Very early prediction of restenosis after successful coronary angioplasty: anatomic and functional assessment. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 259-264.
- Balady GJ, Leitschuh ML, Jacobs AK, Merrell D, Weiner DA, Ryan TJ. Safety and clinical use of exercise testing one to three days after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1992; 69: 1.259-1.264.
- Tercedor L, Melgares R, Prieto JA, Romero JA, Rosas G, Azpitarte J. Análisis probabilístico del valor de la ergometría en la detección de reestenosis tras angioplastia. *Rev Esp Cardiol* 1993; 46: 559-567.
- Hamasaki S, Arima S, Tahara M, Kihara K, Shono H, Nakao S et al. Increase in the ST/heart rate (HR) index: a new predictor of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1996; 78: 990-995.
- Hamasaki S, Abematsu H, Arima S, Tahara M, Kihara K, Shono H et al. A new predictor of restenosis after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty in patients with multivessel coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1997; 80: 411-415.
- Koide Y, Yotsukura M, Ando H, Yoshino H, Ishikawa K. Accuracy of treadmill exercise electrocardiography in detecting restenosis following single-vessel percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1997; 80: 1.282-1.286.
- Broderick T, Sawada SG, Armstrong WF, Ryan T, Dillon JC, Bourdillon PDV et al. Improvement in rest and exercise-induced wall motion abnormalities after coronary angioplasty: an exercise echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 591-599.
- Labovitz AJ, Lewen M, Kern MJ, Vandormael M, Mrosek DG, Byers SL et al. The effects of successful PTCA on left ventricular function: assessment by exercise echocardiography. *Am Heart J* 1989; 117: 1.003-1.008.
- Fioretti PM, Pozzoli MMA, Salustri A, Cornel JH, Reijts AEM, Krenning EP et al. Exercise echocardiography versus thallium-201 SPECT for assessing patients before and after PTCA. *Eur Heart J* 1992; 13: 213-219.
- Crouse LJ, Vacek JL, Beauchamp GD, Kramer PH. Use of exercise echocardiography to evaluate patients after coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1996; 78: 1.163-1.166.
- Kent KM, Bonow RO, Rosing DR, Ewels CJ, Lipson LC, McIntosh CL et al. Improved myocardial function during exercise after successful percutaneous transluminal coronary angioplasty. *N Engl J Med* 1982; 306: 441-446.
- DePuey EG, Leatherman LL, Leachman RD, Dear WE, Massin EK, Mathur VS et al. Restenosis after transluminal coronary angioplasty detected with exercise-gated radionuclide ventriculography. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1.103-1.113.
- Lewis JF, Verani MS, Poliner LR, Lewis JM, Raizner AE. Effects of transluminal coronary angioplasty on left ventricular systolic and diastolic function at rest and during exercise. *Am Heart J* 1985; 109: 792-798.
- Liu P, Kiess MC, Strauss HW, Boucher CA, Block PC, Okada RD. Comparison of ejection fraction and pulmonary blood volume ratio as markers of left ventricular function change after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 511-516.
- Legrand V, Auern FM, Bates ER, O'Neil WW, Hodgson JMB, Mancini GBJ et al. Value of exercise radionuclide ventriculography and thallium-201 scintigraphy in evaluating successful coronary angioplasty: comparison with coronary flow reserve, translesional gradient and percent diameter stenosis. *Eur Heart J* 1987; 8: 329-339.
- Hirzel HO, Nuesch K, Gruentzig AR, Luetolf UM. Short- and long-term changes in myocardial perfusion after percutaneous transluminal coronary angioplasty assessed by thallium-201 exercise scintigraphy. *Circulation* 1981; 63: 1.001-1.007.
- Lim YL, Okada RD, Chesler DA, Block PC, Boucher CA, Pohost GM. A new approach to quantitation of exercise thallium-201 scintigraphy before and after an intervention: application to define the impact of coronary angioplasty on regional myocardial perfusion. *Am Heart J* 1984; 108: 917-925.
- Verani MS, Tadros S, Raizner AE, Phillips R, Mateek G, Lewis JM et al. Quantitative analysis of thallium-201 uptake and washout before and after transluminal coronary angioplasty. *Intern J Cardiol* 1986; 13: 109-124.
- Miller DD, Liu P, Strauss HW, Block PC, Okada RD, Boucher CA. Prognostic value of computer-quantitated exercise thallium

- imaging early after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 275-283.
28. Manyari DE, Knudtson M, Kloiber R, Roth D. Sequential thallium-201 myocardial perfusion studies after successful percutaneous transluminal coronary artery angioplasty: delayed resolution of exercise-induced scintigraphic abnormalities. *Circulation* 1988; 77: 86-95.
 29. Jain A, Mahmarian JJ, Borges-Neto S, Johnston DL, Cashion WR, Lewis JM et al. Clinical significance of perfusion defects by thallium-201 single photon emission tomography following oral dipyridamole early after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1988; 5: 970-976.
 30. Danchin N, Haouzi A, Amor M, Karcher G, Brunotte F, Juilliere Y et al. Sustained improvement in myocardial perfusion four to six years after PTCA in patients with a satisfactory angiographic result, six months after the procedure. *Eur Heart J* 1988; 9: 454-457.
 31. Breisblatt WM, Weiland FL, Spaccavento LJ. Stress thallium-201 imaging after coronary angioplasty predicts restenosis and recurrent symptoms. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 1.199-1.204.
 32. Lussan JR, Citron B, Peycelon P, Maublant J, Kohler P, Richard A et al. Détection de la resténose coronarienne par la tomoscintigraphie myocardique au thallium 201. Série de 85 observations. *Arch Mal Coeur* 1989; 82: 1.679-1.683.
 33. Hecht HS, Shaw RE, Bruce TR, Ryan C, Stertzer SH, Myler RK. Usefulness of tomographic thallium-201 imaging for detection of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1990; 66: 1.314-1.318.
 34. Hecht HS, Shaw RE, Chin HL, Ryan C, Stertzer SH, Myler RK. Silent ischemia after coronary angioplasty: evaluation of restenosis and extent of ischemia in asymptomatic patients by tomographic thallium-201 exercise imaging and comparison with symptomatic patients. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 670-677.
 35. Marie PY, Danchin N, Karcher G, Grentzinger A, Juilliere Y, Olivier P et al. Usefulness of exercise SPECT-thallium to detect asymptomatic restenosis in patients who had angina before coronary angioplasty. *Am Heart J* 1993; 126: 571-577.
 36. Elhendy A, Geleijnse ML, Roelandt JR, Van Domburg RT, Nierpr PR, Bax JJ et al. Dobutamine ^{99m}Tc-MIBI SPET myocardial perfusion scintigraphy in the prediction of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty in patients unable to perform an exercise stress test. *Nucl Med Commun* 1997; 18: 122-128.
 37. Candell-Riera J, Santana-Boado C, Castell-Conesa J, Agudé-Bruix S, Olona M, Palet J et al. Simultaneous dipyridamole/maximal subjective exercise with ^{99m}Tc-MIBI SPECT: improved diagnostic yield in coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 531-536.
 38. Committee on Advanced Cardiac Imaging and Technology, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Cardiovascular Imaging Committee, American College of Cardiology; and Board of Directors, Cardiovascular Council, Society of Nuclear Medicine. Standardization of Cardiac Tomographic Imaging. *Circulation* 1992; 86: 338-339.
 39. Van Train KF, García EV, Maddahi J, Areeda J, Cooke CD, Kiat H et al. Multicenter trial validation for quantitative analysis of same-day rest-stress technetium-99m-sestamibi myocardial tomograms. *J Nucl Med* 1994; 35: 609-618.
 40. Candell-Riera J. Pruebas de esfuerzo y de provocación. En: Candell-Riera J, Ortega-Alcalde D, editores. *Cardiología nuclear*. Barcelona: Doyma S.A., 1992; 44-64.
 41. Candell-Riera J. Stress testing. En: Candell-Riera J, Ortega-Alcalde D, editores. *Nuclear cardiology in every day practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994; 43-66.
 42. Santana-Boado C, Candell-Riera J, Castell-Conesa J, García-Burillo A, Olona M, Palet J et al. Diagnóstico de la enfermedad coronaria mediante la tomografía de esfuerzo con isonitrosotecnecio-99m. *Med Clin (Barc)* 1995; 105: 201-204.
 43. Santana-Boado C, Candell-Riera J, Castell-Conesa J, Olona M, Palet-Balart J, Agudé-Bruix S et al. Importancia de los parámetros ergométricos en los resultados de la tomografía de perfusión miocárdica. *Med Clin (Barc)* 1997; 109: 406-409.
 44. Candell-Riera J, Santana-Boado C, Castell-Conesa J, Agudé-Bruix S, Olona-Cabases M, Domingo E et al. Culprit lesion and jeopardized myocardium: correlation between coronary angiography and single photon emission computed tomography. *Clin Cardiol* 1997; 20: 345-350.
 45. Castell-Conesa J, Santana-Boado C, Candell-Riera J, Agudé-Bruix S, Olona M, Canela T et al. La tomografía miocárdica de esfuerzo en el diagnóstico de la enfermedad coronaria multivascular. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50: 635-642.
 46. Santana-Boado C, Candell-Riera J, Agudé-Bruix S, Castell-Conesa J, Bermejo-Fraile B, Canela-Coll T et al. Cuantificación de la isquemia miocárdica en regiones dependientes de arterias coronarias ocluidas de pacientes sin infarto previo. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 388-395.
 47. Miller DD, Verani MS. Current status of myocardial perfusion imaging after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 260-266.
 48. Campreciós M, García-Burillo A, Santana-Boado C, Candell-Riera J, Canela T, González JM et al. Eficacia diagnóstica de la tomografía de esfuerzo con ^{99m}Tc-tetrofosmin. *Rev Esp Cardiol* 1996; 49 (Supl 3): 51.