

MÉTODOS

Eficacia de la tomografía miocárdica en la valoración de la permeabilidad de los injertos aortocoronarios

Julio Carballo*, Jaume Candell-Riera, Santiago Aguadé-Bruix, Joan Castell-Conesa, Eduard Larrousse, Enric Domingo y Jordi Soler Soler

Servicio de Cardiología. Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Barcelona. *Departamento de Cardiología. Centre Cardiovascular Sant Jordi. Barcelona. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

Introducción y objetivos. La ergometría convencional presenta limitaciones en la valoración de la permeabilidad de los injertos aortocoronarios. El motivo del presente estudio fue determinar la eficacia de la tomografía miocárdica de esfuerzo con compuestos tecnecios para el diagnóstico de la enfermedad de los injertos aortocoronarios poscirugía cardíaca.

Pacientes y métodos. Se analizó de forma retrospectiva el estado de 67 injertos coronarios (31 de arteria mamaria, 36 de vena safena, 35 a la arteria descendente anterior, 15 a la circunfleja y 17 a la coronaria derecha) pertenecientes a 38 pacientes ($63 \pm 8,7$ años; 35 varones). El tiempo medio entre la intervención quirúrgica y la tomografía de esfuerzo fue de 9,7 años. De las 38 tomografías, 16 fueron realizadas con ^{99m}Tc -MIBI y las restantes 22 con ^{99m}Tc -tetrofosmina. En 6 de los casos se administró dipiridamol intravenoso durante la realización de una prueba de esfuerzo insuficiente.

Resultados. La sensibilidad (73,1%), especificidad (93%), valor predictivo positivo (86,3%), valor predictivo negativo (84,4%), valor global (85%), coeficiente de probabilidad positivo (10,4) y coeficiente de probabilidad negativo (0,29) de la tomografía fueron significativamente mejores ($p < 0,01$) que los obtenidos por la ergometría convencional (53,8%, 43,6%, 38,9%, 58,6%, 47,7%, 0,95 y 1,06, respectivamente).

Conclusiones. La tomografía miocárdica de esfuerzo con componentes tecnecios es una exploración de alta eficacia para el diagnóstico de la enfermedad de los injertos coronarios.

Palabras clave: *Gammagrafía. Injerto coronario. Estrés.*

(*Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 611-616)

Diagnostic Accuracy of Tomographic Myocardial Imaging for Evaluation of Coronary Artery Bypass Graft Patency

Introduction and objectives. Conventional ergometry has limitations in the evaluation of coronary artery bypass graft patency. The aim of the present study was to determine the efficacy of exercise single photon emission tomography with ^{99m}Tc -compounds for the diagnosis of coronary artery bypass grafts disease.

Patients and methods. The state of sixty-seven coronary artery bypass grafts (31 with mammary artery, 36 with safein vein; 35 to left descending anterior artery, 15 to circumflex and 17 to right coronary artery) were analyzed retrospectively in 38 patients (mean age 63 ± 8.7 ; 35 men). The time that elapsed between the coronary surgery and the exercise tomography was 9,7 years. In 16 cases, exercise tomography was performed with ^{99m}Tc -MIBI and in the 22 remaining with ^{99m}Tc -tetrofosmin. In 6 cases, dipiridamol was administered simultaneously during an insufficient exercise test.

Results. Sensitivity (73.1%), specificity (93%), positive predictive value (86.3%), negative predictive value (84.4%), global value (85%), positive likelihood ratio (10.4) and negative likelihood ratio (0.29) of exercise tomography were significantly ($p < 0.01$) better than those obtained with the exercise test alone (53.8%, 43.6%, 38.9%, 58.6%, 47.7%, 0.95 and 1.06, respectively).

Conclusions. Exercise tomography with ^{99m}Tc -compounds is a highly effective for the detection of coronary artery bypass grafts disease.

Key words: *Scintigraphy. Bypass. Stress.*

(*Rev Esp Cardiol* 2000; 53: 611-616)

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 14 de junio de 1999.
Aceptado para su publicación el 4 de noviembre de 1999.

INTRODUCCIÓN

La revascularización coronaria quirúrgica constituye una forma eficaz de tratamiento de la cardiopatía isquémica que, en algunos subgrupos de pacientes, logra mejorar el pronóstico de la enfermedad respecto al tratamiento médico. Es conocido que más del 50% de los

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

MIBI: metoxi isobutil isonitrilo.

^{99m}Tc: tecnecio-99 metaestable.

injertos coronarios de vena safena se encuentran ocluidos tras un período de 10 años. Dicho porcentaje no alcanza el 10% para los injertos de arteria mamaria interna^{1,2}.

El propósito de este estudio ha sido valorar el rendimiento de la tomografía de perfusión miocárdica con compuestos tecneciados para la detección de la enfermedad de los injertos coronarios, comparándolo con el obtenido para este propósito mediante la prueba de esfuerzo convencional.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se procedió al análisis retrospectivo de 67 injertos coronarios (31 injertos de arteria mamaria interna y 36 de vena safena) en 38 pacientes consecutivos visitados en nuestro centro entre 1992 y 1998 a los que se había practicado una tomografía y una coronariografía con un intervalo no superior a los 2 meses. De la totalidad de los pacientes, 9 habían sido sometidos a revascularización triple, 21 a doble y 8 fueron revascularizados mediante injerto único de arteria mamaria interna. La distribución por sexos fue de 35 varones y 3 mujeres, con una edad media de 63 años. El tiempo medio transcurrido entre la intervención quirúrgica y la tomografía de perfusión miocárdica como el cateterismo cardíaco fueron solicitados por motivos estrictamente asistenciales (angina en el 81,5% de los casos y pronóstico postinfarto en 7 pacientes). Un total de 14 pacientes habían padecido un infarto de miocardio (4 del territorio anterior, 7 del inferior y 3 sin onda Q). Fueron rechazados para el estudio 6 injertos coronarios pertenecientes a pacientes con infarto miocárdico extenso y no viable correspondiente a la región del injerto, y también 4 injertos comprobados permeables pero con enfermedad del lecho nativo distal a los mismos.

Prueba de esfuerzo

Todos los pacientes fueron sometidos a una prueba de esfuerzo limitada por síntomas mediante bicicleta ergométrica, con una carga inicial de 50 W e incrementos sucesivos de 25 W cada 3 min hasta la aparición de síntomas o bien descenso superior a 2 mm del segmento ST con respecto al basal a los 0,08 segundos del punto J. En el momento de realizar la prueba, 4 pacientes (10,5%) seguían monoterapia antianginosa,

23 pacientes (60,5%) tratamiento antianginoso doble y 10 pacientes (26,3%) tratamiento triple. Sólo 1 paciente (2,6%) no seguía tratamiento antianginoso alguno. De la totalidad de los pacientes, 21 (55,2%) seguía tratamiento con betabloqueantes y 10 (26,3%) con antagonistas del calcio cronotropo negativos (diltiazem, varapamilo); es decir, el 81,5% de los pacientes seguían algún tipo de tratamiento cronotropo negativo en el momento de practicarse la ergometría. En 6 casos se administró dipiridamol a razón de 0,16 µg/kg/min, en 4 min, simultáneamente al esfuerzo por ser éste insuficiente (frecuencia cardíaca máxima menor del 80% y no alcanzar 5 MET en ausencia de síntomas y positividad del segmento ST)³. La ergometría fue considerada como verdadera positiva en caso de aparición de angina y/o infradesnivelación del segmento ST de aspecto horizontal o descendente, igual o superior a 1 mm a 0,08 s del punto J, comprobándose oclusión o estenosis significativa (> 50%) en al menos un injerto coronario. En uno de los pacientes portador de dos injertos coronarios, la ergometría no fue valorable, desde el punto de vista eléctrico, por bloqueo completo de rama izquierda.

Tomografía miocárdica con compuestos tecneciados

A todos los pacientes se les administró una dosis intravenosa de 15 mCi (555 mBq) de ^{99m}Tc-MIBI (n = 15) o de 8 mCi (296 mBq) de ^{99m}Tc-tetrofosmina (n = 21) entre 30 y 60 s antes de finalizar el esfuerzo. En el caso del MIBI, la detección en reposo se hizo un mínimo de 24 h separada de la del esfuerzo, inyectándose la misma dosis de radiotrazador. En los pacientes estudiados con tetrofosmina, la dosis de reposo (20 mCi, 740 mBq) fue administrada al finalizar la detección correspondiente al esfuerzo, realizándose la detección una hora más tarde.

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 a 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 existentes⁴.

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-apical y apical.

Cada uno de los segmentos fue valorado de forma semicuantitativa 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 dos expertos desconocedores de la clínica y del resultado de la coronariografía del paciente. Por consenso entre los dos observadores, un defecto fue considerado 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, siendo reversible total o parcialmente en reposo. Se consideraron verdaderos positivos para la oclusión o estenosis significativa (> 50%) de los injertos de la descendente anterior cuando los defectos reversibles se localizaban en la región anterior y/o septal, para los injertos de la coronaria derecha cuando se localizaban en el territorio inferior y para los injertos de la circunfleja cuando se localizaban en la región lateral (figs. 1 y 2).

Cateterismo cardíaco

A todos los pacientes se les practicó un cateterismo cardíaco con coronariografía e injertografía completas, mediante técnica estándar de Seldinger y con un intervalo no superior a los 2 meses antes o después de la tomogramografía. Fue condición indispensable para la inclusión de los pacientes en el estudio la inexistencia de cualquier evento clínico que aconteciese entre la práctica de una y otra prueba y que pudiese haber modificado de alguna manera el estado de las arterias coronarias nativas o de los injertos coronarios. Se realizaron al menos 2 proyecciones, tanto para la valoración del árbol coronario izquierdo como del árbol coronario derecho y los injertos coronarios correspondientes. Dos observadores expertos que desconocían, en su caso, el resultado de la tomogramografía, valoraron visualmente la gravedad de las estenosis u oclusión de los injertos, considerando como estenosis significativas aquellas iguales o superiores al 50%. Teniendo en cuenta que el objetivo del estudio era la valoración del estado de los injertos coronarios, no fueron considerados 4 casos de injerto permeable con enfermedad del lecho vascular nativo distal al mismo.

Estadística

En la descripción de los datos se utilizó la media \pm 1 desviación estándar para datos cuantitativos y las frecuencias absolutas y relativas para los categóricos. Se calcularon la sensibilidad, la especificidad, el valor global, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo, el coeficiente de probabilidad positivo (sensibilidad/1 – especificidad) y el coeficiente de probabilidad negativo (1 – sensibilidad/especificidad) para el diagnóstico de oclusión del injerto coronario de la prueba de esfuerzo convencional y de la tomogramografía. Se utilizó la prueba de la χ^2 para la comparación de resultados entre las pruebas.

RESULTADOS

Cateterismo cardíaco

De los 67 injertos coronarios valorados, un total de 26 (38,8%) presentaban lesiones significativas (\geq 50%) o bien oclusión total en el momento de la injertografía. De los 31 injertos coronarios de mamaria interna, 3 (9,6%) estaban ocluidos en el momento de la injertografía. En el caso de los 36 injertos de vena safena valorados, 20 (55,5%) estaban ocluidos y 3 injertos (8,3%) presentaban estenosis significativas superiores al 50%. En 19 (82,6%) de los 23 injertos coronarios ocluidos la angiografía puso de manifiesto una perfusión del territorio miocárdico en cuestión a través de circulación procedente del vaso nativo anastomosado (11 casos, 57,8%) o bien a través de la circulación colateral homo y/o heterocoronaria (8 casos, 42,1%). En 4 casos, la angiografía no objetivó circulación colateral de calidad suficiente.

Prueba de esfuerzo

La duración media de la prueba de esfuerzo fue de 6,6 min, y se alcanzó un nivel máximo teórico de taquicardización ajustado por la edad del 67,1%. Únicamente 9 enfermos (23,6%) alcanzaron o superaron el 80% de la frecuencia cardíaca máxima teórica. El 36,8% de los pacientes (14 enfermos) presentaron síntomas compatibles o sugerentes de angina que, por sí mismos y combinados a veces con fatiga muscular o disnea, motivaron la detención de la prueba. En 3 casos (7,8%), 2 de ellos con angina, se detuvo la prueba de esfuerzo por cambios electrocardiográficos sugerentes de isquemia severa. En 4 casos (10,5%) se detuvo la prueba por claudicación intermitente y en los restantes 17 casos (44,7%) el cansancio general, la fatiga muscular o la disnea fueron las causas que marcaron el final de la prueba. La media obtenida tras multiplicar la frecuencia cardíaca máxima por la presión arterial sistólica máxima fue de 17.325. En la tabla 1 pueden apreciarse los resultados y la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, valor global y coeficientes de probabilidad, respecto al rendimiento de la ergometría aislada para la detección de la oclusión de un injerto coronario determinado.

Tomogramografía

En la tabla 1 queda reflejada la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo, valor predictivo negativo, valor global y coeficientes de probabilidad de las imágenes tomogramográficas para la identificación de la oclusión de injertos coronarios. Se expresa también cómo, de forma estadísticamente significativa ($p < 0,01$) en todas las variables señaladas, la eficacia de la tomogramografía aislada fue claramente supe-

TABLA 1. Resultados globales de la tomografía de perfusión y de la prueba de esfuerzo convencional

	VP	VN	FP	FN	SEN	ESP	VPP	VPN	VG	CP+	CP-
Tomografía de perfusión (n = 67)	19	38	3	7	73,1% (52-58)	93,0% (82-99)	86,3% (69-98)	84,4% (69-93)	85,0% (75-93)	10,4	0,29
Prueba de esfuerzo (n = 65) p < 0,01	14	17	22	12	53,8% (33-73)	43,6% (27-60)	38,9% (23-56)	58,6% (38-76)	47,7% (35-60)	0,95	1,06

CP-: coeficiente de probabilidad negativo; CP+: coeficiente de probabilidad positivo; ESP: especificidad; FN: falso negativo; FP: falso positivo; SEN: sensibilidad; VG: valor global; VN: verdadero negativo; VP: verdadero positivo; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo. Entre paréntesis se exponen los intervalos de confianza.

TABLA 2. Resultados de la tomografía en la identificación del estado del injerto coronario según el territorio arterial revascularizado

p < 0,01	VP	VN	FP	FN	SEN	ESP	VPP	VPN	VG
Descendente anterior (n = 35)	6	26	2	1	85,7% (42-99)	92,9% (76-99)	75% (34-96)	96,3% (81-99)	91,4% (76-98)
Arteria circunfleja (n = 15)	4	5	0	6	40% (12-73)	100% (47-100)	100% (39-100)	45,5% (16-76)	60% (32-83)
Coronaria derecha (n = 17)	9	7	1	0	100% (66-100)	87,5% (47-99)	90% (55-99)	100% (50-100)	94,1% (71-99)

ESP: especificidad; FN: falso negativo; FP: falso positivo; SEN: sensibilidad; VG: valor global; VN: verdadero negativo; VP: verdadero positivo; VPN: valor predictivo negativo; VPP: valor predictivo positivo. Entre paréntesis se exponen los intervalos de confianza.

rior a la de la ergometría en la valoración del estado de los injertos coronarios. En la tabla 2 se exponen los mismos resultados valorando por separado cada uno de los territorios cardíacos según dependa su perfusión de la arteria descendente anterior, de la circunfleja o de la coronaria derecha.

DISCUSIÓN

Los pacientes sometidos a revascularización coronaria quirúrgica constituyen un amplio grupo de enfermos entre la población general de pacientes afectados de cardiopatía isquémica. Dichos pacientes no están exentos de poder presentar nuevos eventos isquémicos de todo tipo e incluso muerte de causa cardiovascular. Se ha observado que, a pesar del alivio sintomático derivado de una correcta y completa revascularización, los injertos coronarios, sobre todo los venosos, evolucionan a la oclusión tras un número determinado de años^{1,5,6}. Por esta razón, en el seguimiento al que deben ser sometidos estos pacientes, la tomografía de perfusión miocárdica desempeña un importante papel⁷. En nuestro estudio se ha evaluado la eficacia diagnóstica de la tomografía de perfusión miocárdica con compuestos tecnecios, de demostrada eficacia en la valoración de la enfermedad coronaria⁸⁻¹¹, para la oclusión de los injertos aortocoronarios en una población de pacientes en la que por motivos clínicos y asistenciales, se consideró de interés la objetivación y localización de la isquemia miocárdica. Dicha consideración es importante a la hora de interpretar los resultados pues, aunque se parte de una población en la que por definición la prevalencia de la enfermedad coronaria es del 100%, además dicha en-

fermedad se manifestaba clínicamente en el momento del estudio en la mayoría de los pacientes. Por tanto, variables como la sensibilidad y el poder predictivo positivo para la detección de la enfermedad de los injertos coronarios pueden verse incrementadas en este contexto.

Como se ha podido comprobar, la sensibilidad de la gammagrafía de perfusión para la detección de la enfermedad de los injertos coronarios no es tan alta como para el diagnóstico de la enfermedad coronaria nativa. Debe tenerse en cuenta, no obstante, que en este caso se trata de diagnosticar la isquemia en un territorio concreto y no en cualquier territorio. La mencionada sensibilidad (73%) deriva, al igual que en otros estudios, de un número moderadamente elevado de falsos negativos que se han obtenido sobre todo de la arteria circunfleja, arteria de conocida menor sensibilidad diagnóstica. Los pacientes de este subgrupo alcanzaron una frecuencia cardíaca máxima teórica ajustada por la edad un 5% inferior a la global y, por otra parte, en 3 de los 6 casos existía oclusión de otros injertos (verdaderos positivos) e isquemia severa por lesión suboclusiva en una arteria no revascularizada, fenómenos que podrían traducir un mayor grado de isquemia comparativa. De todas formas, y dejando también aparte la elevada prevalencia de pacientes polimedificados en el momento del estudio, no se han comunicado resultados significativamente diferentes. Rasmussen et al obtuvieron una sensibilidad del 71% en la detección de la oclusión de injertos coronarios en 41 pacientes sintomáticos¹². Pfisterer et al obtienen una sensibilidad ligeramente superior (80%) en el estudio de 154 injertos aortocoronarios en pacientes también sintomáticos¹³. Es constante, por otra parte, la

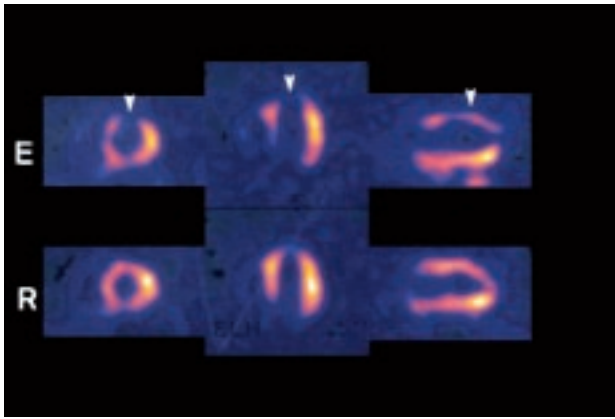


Fig. 1. Tomografía de perfusión miocárdica con ^{99m}Tc -tetrofosmina correspondiente a un paciente con dos injertos de vena safena: uno a la descendente anterior ocluido y otro a la coronaria derecha permeable. Tanto en los cortes de eje corto (izqda.), como en los de eje largo horizontal (centro) y en los de eje largo vertical (dcha.) pueden observarse defectos severos de captación en la región anterior y apical (flechas) en las imágenes de esfuerzo (E) que ponen de manifiesto reversibilidad prácticamente total en las imágenes de reposo (R).

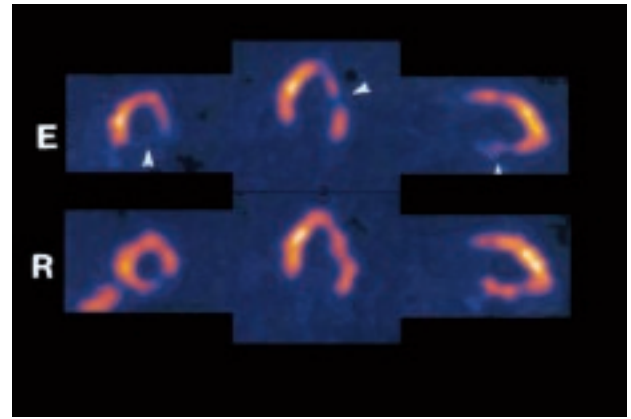


Fig. 2. Tomografía de perfusión miocárdica con ^{99m}Tc -MIBI correspondiente a un paciente con un injerto de arteria mamaria permeable a la descendente anterior, un injerto de vena safena a la coronaria derecha ocluido y una estenosis de la arteria circunfleja del 90%. En las imágenes de esfuerzo (E) pueden observarse defectos severos de captación en la región inferior (flechas) en los cortes de eje corto (izqda.) y de eje largo vertical (dcha.), y un defecto moderado en la región lateral (flecha) en el eje largo horizontal (flecha) que ponen de manifiesto reversibilidad parcial en las imágenes de reposo (R).

alta especificidad de la tomografía de perfusión en el diagnóstico de la enfermedad significativa de los injertos coronarios (el 93% en nuestra serie, el 100% para Iskandrian et al, el 88% para Pfisterer et al y el 94% para Rasmussen et al) así como el elevado poder predictivo de la prueba para la oclusión o permeabilidad de los injertos coronarios, en general superior al 80%¹²⁻¹⁴.

Si bien parece evidente que el rendimiento de la tomografía de perfusión miocárdica con compuestos tecnecios es alto en la detección de enfermedad de los injertos coronarios en pacientes sintomáticos, faltaría saber si estos resultados son aplicables cuando se utiliza la prueba en pacientes revascularizados quirúrgicamente pero libres de síntomas. Lakkis et al distinguen entre los pacientes con síntomas claramente orientativos hacia un origen coronario o bien, por el contrario, aquellos con síntomas atípicos. Este matiz condiciona un descenso de la sensibilidad de la tomografía de perfusión del 14%¹³. En nuestro estudio, tratándose de una población de pacientes en general sometidos a tratamiento antianginoso múltiple, debe apreciarse que la eficacia diagnóstica ha sido alta pese a un bajo nivel global de taquicardización. En este sentido, Lakkis et al no encontraron diferencias en la sensibilidad de la tomografía de perfusión en pacientes con angina, según hubieran alcanzado un nivel máximo o submáximo de esfuerzo¹⁵. No obstante, es posible que en una población de pacientes asintomáticos con, en principio, menor prevalencia de tratamiento médico y de enfermedad de los injertos, un nivel máximo de esfuerzo sí condicione en este grupo un incremento en la sensibilidad de la prueba. La American

Heart Association y el American College of Cardiology recomiendan la valoración de este grupo de pacientes transcurridos 5 años de la cirugía de revascularización¹⁶.

En nuestra serie, y siempre partiendo de la base de que el objetivo fundamental fue la detección de la enfermedad significativa u oclusión de los injertos coronarios, fueron rechazados por considerarse como no valorables aquellos casos en los que el cateterismo cardíaco puso de manifiesto permeabilidad de los injertos con lesiones significativas en el vaso nativo distal a los mismos. Ciertamente, este proceso seguro que ha disminuido el número de falsos positivos y, por tanto, incrementado la especificidad obtenida. De hecho, es posible que ésta sea una de las mayores limitaciones que pueden tener las imágenes gammagráficas: diferenciar si la isquemia detectada procede de enfermedad del injerto o del vaso nativo. Se ha comunicado que los defectos basales podrían corresponder sobre todo a enfermedad de las arterias nativas y los defectos distales se deberían, en general, a enfermedad de los injertos¹⁷. De todas formas, lo que probablemente ayudaría más a establecer un juicio correcto sería un conocimiento muy preciso de la coronariografía previa a la revascularización y el lugar exacto de la anastomosis de los injertos coronarios.

Los resultados de diferentes trabajos recientes otorgan a la gammagrafía de perfusión miocárdica un alto poder predictivo respecto a la aparición ulterior de eventos coronarios mayores, como infarto y muerte por causa cardíaca^{17,18}. Se ha relacionado con estos desenlaces la aparición de varios defectos de perfusión con redistribución en la detección de reposo y también

una elevada detección del radiotrazador en el pulmón. En estos pacientes es preciso proceder a coronariografía e injertografía con una eventual nueva revascularización. De hecho, y a pesar de que es un número muy marginal en nuestro estudio, 2 de los pacientes fueron sometidos a cateterismo cardíaco encontrándose asintomáticos, debido a defectos moderados-severos en las imágenes gammagráficas. Dichos defectos se correspondieron con verdaderos positivos.

Respecto a la utilidad de la ergometría para la detección del estado de los injertos aortocoronarios, su rendimiento es claramente inferior al de la tomografía. El electrocardiograma de esfuerzo no sólo no puede informar acerca de si hay isquemia atribuible a los injertos o a las arterias coronarias nativas, sino que no permite identificar la localización de la misma¹⁵.

En definitiva, a raíz de nuestros resultados podemos afirmar que la tomografía de perfusión miocárdica con compuestos tecnecios es un test eficaz para el estudio de la permeabilidad de los injertos aortocoronarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grondin CM, Campeau L, Thornton JC, Emgle JC, Cross FS, Schreiber H. Coronary artery bypass grafting with saphenous vein. *Circulation* 1989; 79 (Supl 1): 24-29.
2. Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM. New arteries for old. *Circulation* 1989; 79 (Supl 1): 40-45.
3. Candell Riera J, Santana Boado C, Castell Conesa J, Aguadé 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.
4. 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.
5. Varnaskas E and The European Coronary Surgery Study Group. Twelve-year follow-up of survival in the randomized European Coronary Surgery Study. *N Engl J Med* 1988; 319: 332-337.
6. Alderman EL, Fisher LD, Litwin P, Kaiser GC, Myers WO, Maynard C et al. Results of coronary artery surgery in patients with poor left ventricular function (CASS). *Circulation* 1983; 68: 785-795.
7. Iskandrian AE. SPECT perfusion imaging after coronary artery bypass grafting. *J Nucl Cardiol* 1999; 5: 533-537.
8. Castell Conesa J, Santana Boado C, Candell Riera J, Aguadé Bruix S, Olona M, Canela T et al. La tomografía miocárdica de esfuerzo en el diagnóstico de la enfermedad coronaria multivaso. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50: 635-642.
9. Santana Boado C, Candell Riera J, Aguadé 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.
10. Candell Riera J, De la Hera JM, Santana Boado C, Castell Conesa J, Aguadé Bruix S, Bermejo B et al. Eficacia diagnóstica de la tomografía miocárdica en la detección de reestenosis coronaria postangioplastia. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 648-654.
11. Santana Boado C, Candell Riera J. Eficacia diagnóstica del SPET frente a la ergometría convencional y a la gammagrafía planar. En: Candell Riera J, Castell Conesa J, Aguadé Bruix S, editores. *Miocardio en riesgo y miocardio viable. Diagnóstico mediante SPET*. Barcelona: Ediciones Doyma SA, 1998; 79-105.
12. Rasmussen SL, Nielsen SL, Amtorp O, Folke K, Fritz-Hansen P. 201-Thallium imaging as an indicator of graft patency after coronary artery bypass surgery. *Eur Heart J* 1984; 5: 494-499.
13. Pfisterer M, Emmenegger H, Schmitt HE, Müller-Brand J, Hasse J, Grädel E et al. Accuracy of serial myocardial perfusion scintigraphy with thallium 201 for prediction of graft patency early and late after coronary artery bypass surgery. *Circulation* 1982; 66: 1017-1024.
14. Iskandrian AS, Haaz W, Segal BL, Kane SA. Exercise thallium-201 scintigraphy in evaluating aortocoronary bypass surgery. *Chest* 1981; 80: 11-15.
15. Lakkis NM ML, Mahmarian J, Verani MS. Exercise thallium-201 single photon emission computed tomography for evaluation of coronary artery bypass graft patency. *Am J Cardiol* 1995; 76: 107-111.
16. Gibbons DB, Marwich TH, McCallister BD, Thompson PD, Winters WL, Yanowitz FA. ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guideline. *J Am Coll Cardiol* 1997; 30: 260-315.
17. Nallamothu N, Johnson JH, Bagheri B, Heo J, Iskandrian AE. Utility of stress single-photon emission computed tomography (SPECT) perfusion imaging in predicting outcome after coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1997; 80: 1517-1521.
18. Palmas W, Bingham S, Diamond GA, Denton TA, Kiat H, Friedman JD et al. Incremental prognostic value of exercise thallium-201 myocardial single photon emission computed tomography late after coronary artery bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 403-40