

Eficacia del SPET miocárdico esfuerzo-reposo con ^{99m}Tc -MIBI en la predicción de la recuperabilidad de la función contráctil posrevascularización. Resultados del protocolo multicéntrico español

Jaume Candell-Riera, Joan Castell-Conesa^a, José Manuel González^a y José Rosselló-Urgell^b, en representación del Grupo de Trabajo de Cardiología Nuclear*

Introducción y objetivos. El propósito de este estudio ha sido valorar la eficacia de la tomografía miocárdica de esfuerzo-reposo con ^{99m}Tc -MIBI en la predicción de la mejoría de la contractilidad ventricular izquierda posrevascularización.

Material y métodos. Se valoró una serie prospectiva y consecutiva de 82 pacientes (59 ± 9 años, 12 mujeres) que tenían algún segmento con alteración severa de la contractilidad y que fueron sometidos a revascularización coronaria mediante cirugía ($n = 64$) o angioplastia ($n = 18$). A todos los pacientes se les practicó una tomografía de reposo con ^{99m}Tc -MIBI y a 40 de estos pacientes también se les practicó una tomografía de esfuerzo. Antes y a los 3-6 meses de la revascularización se practicó una ventriculografía isotópica en equilibrio de tres proyecciones. Se valoró la mejoría de la contractilidad segmentaria posrevascularización en relación con la cuantificación de la captación de ^{99m}Tc -MIBI en reposo y con la presencia de reversibilidad (captación en esfuerzo < captación en reposo).

Resultados. El valor medio de la fracción de eyección del ventrículo izquierdo no se modificó tras la revascularización ($41,1 \pm 14,5\%$ frente a $41,8 \pm 15,7\%$). En el control posrevascularización se observó una mejoría de la contractilidad en un 40% (113/282) de los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia. La reversibilidad esfuerzo-reposo y un valor de captación en reposo > 30% fueron criterios que se observaron en un 62 ($p = 0,002$) y un 89% ($p < 0,0001$), respectivamente, de los segmentos que demostraron mejoría de la contractilidad posrevascularización.

Conclusiones. Para el ^{99m}Tc -MIBI SPET, la presencia de reversibilidad esfuerzo-reposo y un grado de captación en reposo > 30% son criterios predictivos de recuperación contráctil posrevascularización.

Palabras clave: Enfermedad coronaria. Gammagrafía. Hibernación. Revascularización. Tomografía.

(Rev Esp Cardiol 2000; 53: 903-910)

Efficacy of Stress-Rest ^{99m}Tc -MIBI Myocardial SPET in the Prediction of Contractile Recovery After Revascularization. Results of the Spanish Multicentric Trial

Background and objectives. The aim of this study was to evaluate the efficacy of stress-rest ^{99m}Tc -MIBI SPET to predict wall motion improvement after revascularization.

Material and methods. A prospective and consecutive series of 82 patients (59 ± 9 years, 12 women), who had some segment with severe impairment of the contractility and underwent coronary revascularization by surgery ($n = 64$) or angioplasty ($n = 18$) were studied with rest ^{99m}Tc -MIBI SPET. All patients had a rest ^{99m}Tc -MIBI SPET, and an exercise test was also performed on 40 of these patients. Before and within 3-6 months after the revascularization a gated blood pool scintigraphy of three projections was performed. The segmentary contractile recovery after revascularization was assessed in relation to the quantification of the ^{99m}Tc -MIBI uptake and to the exercise-rest reversibility (exercise uptake < rest uptake).

Results. The mean value of the left ejection fraction did not change after the revascularization ($41.1 \pm 14.5\%$ vs $41.8 \pm 15.7\%$). In the post revascularization control a contractile recovery was observed in 40% (113/282) of the segments with severe hypokinesia, akinesia or dyskinesia. Exercise-rest reversibility and rest uptake > 30% were present in 62% ($p = 0.002$) and 89% ($p < 0.0001$) respectively of segments that improved contractility after revascularization.

Conclusions. For the ^{99m}Tc -MIBI SPET an exercise-rest reversibility and > 30% uptake at rest are predictive criteria of contractile recovery after revascularization.

Key words. Coronary disease. Scintigraphy. Hibernation. Revascularization. Tomography.

(Rev Esp Cardiol 2000; 53: 903-910)

*Al final del artículo se expone la relación de los miembros participantes en el Grupo de Trabajo de Cardiología Nuclear.

Este estudio ha contado con la ayuda de la beca FIS 94/1915 y del Premio Pfizer de la Sociedad Española de Cardiología.

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

Recibido el 3 de agosto de 1999.

Aceptado para su publicación el 24 de noviembre de 1999.

INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista diagnóstico y pronóstico, tiene un gran interés la detección de miocardio con severa depresión contráctil y preservación de la viabilidad, que constituye la situación denominada hibernación y que sólo puede resolverse cuando se restaura el flujo coronario¹⁻³.

pacientes estudiados sólo en reposo o con esfuerzo-reposo (tabla 1).

Métodos

Características del estudio

Estudio clínico multicéntrico abierto y prospectivo en el que participaron 11 hospitales españoles. El protocolo fue aprobado por el comité ético de cada uno de los hospitales participantes.

Protocolo de estudio

Se realizó una ventriculografía isotópica de 3 proyecciones y una ^{99m}Tc-MIBI SPET en reposo y de esfuerzo (a criterio del cardiólogo clínico responsable del enfermo) antes de la revascularización. El intervalo máximo entre las exploraciones y la revascularización no superó los 3 meses. Entre 3 y 6 meses después de la revascularización se repitió la ventriculografía isotópica en todos los pacientes.

Los resultados de las exploraciones fueron evaluados, por dos exploradores expertos, en el hospital central, en orden a homogeneizar los criterios de valoración.

^{99m}Tc-MIBI SPET

Todas las exploraciones tomográficas se realizaron en gammacámaras de un solo cabezal (Elscont, General Electric y Siemens), con órbita circular de 180 grados desde la oblicua anterior derecha a la oblicua posterior izquierda con adquisiciones en modo discontinuo (step and shot), empleándose colimadores de baja energía y alta resolución. Los controles de calidad, sistemas de normalización y elección de filtros de la retroproyección fueron los habituales en los estudios de perfusión miocárdica de cada uno de los centros participantes.

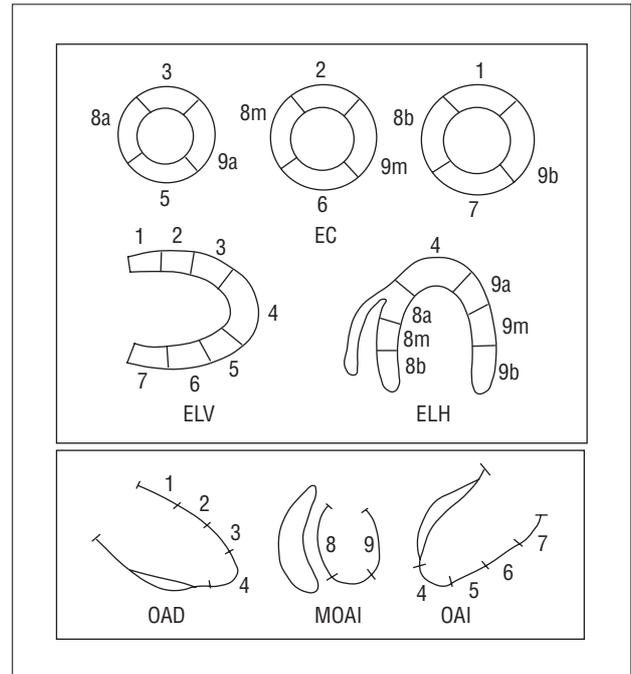
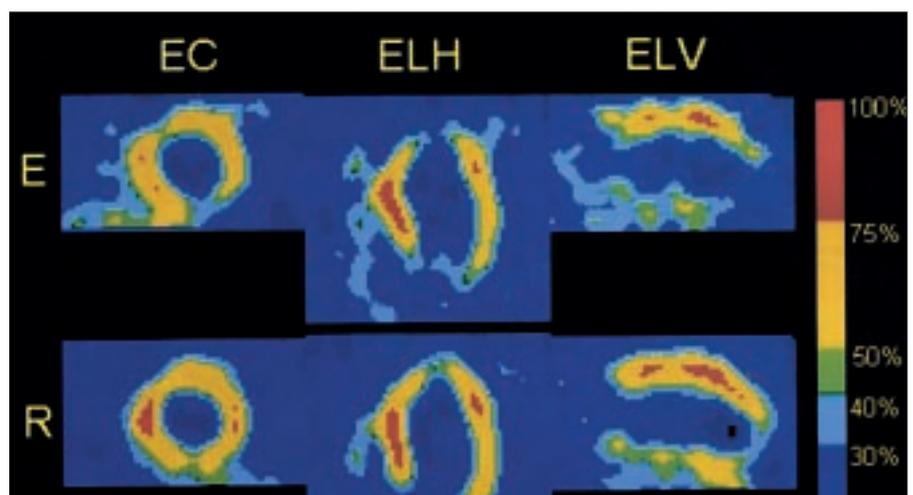


Fig. 1. Segmentos en que fue dividido el ventrículo izquierdo en la tomografía miocárdica y en la ventriculografía isotópica. EC: eje corto; ELH: eje largo horizontal; ELV: eje largo vertical; OAD: oblicua anterior derecha; MOAI: mejor oblicua anterior izquierda; OAI: oblicua anterior izquierda.

A todos los enfermos se les administró una dosis de ^{99m}Tc-MIBI en reposo (15 mCi). A 40 pacientes se les practicó una prueba de esfuerzo máxima subjetiva con bicicleta ergométrica. En estos enfermos, el estudio esfuerzo/reposo se llevó a cabo mediante un protocolo largo (días separados, con dosis iguales a 15 mCi). La detección se realizó a los 60-90 min de la inyección del radiotrazador.

Se generaron cortes en los tres planos habituales: eje corto y ejes largos horizontal y vertical. El ventrículo

Fig. 2. Cuantificación del ^{99m}Tc-MIBI SPECT en esfuerzo (E) y reposo (R) en un paciente con fracción de eyección del 19% y criterios de viabilidad. Puede observarse cómo existe reversibilidad (captación en reposo > esfuerzo) en las regiones anterior, septal, apical e inferior y criterios de viabilidad (captación > 30%) en todos los segmentos de la imagen de reposo. EC: eje corto; ELH: eje largo horizontal; ELV: eje largo vertical.



izquierdo se dividió en 9 segmentos (fig. 1) y se realizó una valoración cuantitativa de la captación en esfuerzo y reposo (fig. 2):

- Grado 1: captación entre el 76 y el 100% de la máxima.
- Grado 2: captación entre el 51 y el 75% de la máxima.
- Grado 3: captación entre el 41 y el 50% de la máxima.
- Grado 4: captación entre el 30 y el 40% de la máxima.
- Grado 5: captación inferior al 30% de la máxima.

Se consideró que existían criterios de reversibilidad cuando la captación de reposo era superior a la de esfuerzo al menos en un grado.

Ventriculografía isotópica

Tras el marcaje de hematófilos se realizaron tres adquisiciones de 24-32 imágenes/ciclo en las proyecciones: mejor oblicua anterior izquierda, oblicua anterior derecha a 20 grados y oblicua anterior izquierda a 70 grados. Se obtuvo el valor de la fracción de eyección y se analizó la contractilidad segmentaria mediante análisis visual en modo cine del ciclo cardíaco representativo y con las imágenes de amplitud y fase en color (análisis de Fourier).

Se estableció uno de los siguientes grados en cada uno de los 9 segmentos que se exponen en la figura 1:

- 1: normal.
- 2: hipocinesia leve/moderada.
- 3: hipocinesia severa.
- 4: acinesia.
- 5: discinesia.

Se valoró, sobre la base de las imágenes dinámicas y paramétricas, si existía mejoría, deterioro o ausencia de cambios entre el estudio pre y posrevascularización, con desconocimiento del resultado de la tomografía.

Método de valoración

Los segmentos de la tomografía miocárdica y de la ventriculografía isotópica se asignaron a territorios dependientes de las arterias coronarias epicárdicas y a los vasos revascularizados según la siguiente concordancia:

Segmentos 1, 2, 3 (anteriores) y 8 (septal) dependientes de la arteria descendente anterior. Segmentos 5, 6 y 7 (inferiores) dependientes de la arteria coronaria derecha. El segmento 9 (lateral) se asignó a la arteria circunfleja y el segmento 4 (apical) se consideró dependiente de cualquiera de los vasos. Un segmento se consideró revascularizado cuando se había

practicado la angioplastia o el injerto aortocoronario al vaso coronario que le fue asignado.

De los segmentos con severo trastorno de la contractilidad (grados 3, 4 y 5 en la ventriculografía isotópica) se definieron como viables aquellos que mejoraron un grado tras la revascularización, excepto el grado 5, que debía pasar a un grado 3 como mínimo para que se considerara como recuperación contráctil.

Análisis estadístico

Para analizar el cambio de la fracción de eyección tras la revascularización se aplicó la prueba de la t de Student para datos apareados. Para la comparación de dos variables categóricas, como en el caso del estudio de la relación entre el grado de captación o la presencia de reversibilidad y la mejoría de la contractilidad, se utilizó la prueba de la χ^2 de Pearson. En todas las pruebas de contraste de hipótesis se utilizó un nivel de significación de 0,05.

RESULTADOS

Función ventricular global

En las ventriculografías isotópicas no hubo diferencias significativas entre la FE prerrevascularización ($41,1 \pm 14,5\%$) y la FE posrevascularización ($41,8 \pm 15,7\%$). En un 58% de los pacientes no se observaron cambios significativos de la FE, ya que la diferencia entre los valores pre y posrevascularización no difirió más de 5 puntos. Un 24% de los pacientes incrementaron más de 5 puntos el valor de la FE posrevascularización, y en un 18% se objetivó un descenso superior a 5 puntos de la FE.

El comportamiento de la FE después de la revascularización de los 24 pacientes con una FE prerrevascularización $< 35\%$ fue muy similar. En un 50% no hubo cambios significativos, en un 21% se observó un aumento de la FE superior a 5 puntos y en un 29% la FE disminuyó más de 5 puntos.

Función ventricular regional

De un total de 738 segmentos analizados, 638 fueron revascularizados (86,4%). Doscientos ochenta y dos segmentos (38,2% con respecto al total) con severa disfunción contráctil (grados 3, 4 y 5 de contractilidad) fueron revascularizados.

Se objetivó una mejoría contráctil en el 40% (113/282) de los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia que fueron revascularizados.

Cuantificación de la tomografía miocárdica en reposo

No se observaron diferencias significativas en cuanto a la mejoría de la contractilidad posrevascularización de los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia cuando se utilizó el criterio clásico de considerar como viables los grados 1 y 2 de captación en reposo (captación > 50%), y como no viables los grados 3, 4 y 5 (captación < 50%). En cambio, sí que se observó una diferencia estadísticamente significativa cuando se comparó el grado 5 de captación en reposo (captación < 30%) con respecto a los grados de captación 1, 2, 3 y 4 (captación > 30%) ($p = 0,002$) (tabla 2).

Un 41% de los segmentos con grado 3 de captación en reposo (40-50%) y un 37% con grado 4 (30-40%) mejoraron la contractilidad después de la revascularización, mientras que sólo lo hicieron un 20% de los segmentos con captación grado 5 (< 30%) ($p = 0,01$).

Reversibilidad esfuerzo-reposo

De los 40 pacientes a los que se practicó una prueba de esfuerzo, 32 recibían tratamiento con nitratos, 22 con betabloqueantes y 18 con antagonistas del calcio. Las características ergométricas de estos enfermos se exponen en la tabla 1.

Los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia que presentaron mejoría de la captación en reposo con respecto al esfuerzo, mejoraron su contractilidad en una proporción significativamente mayor ($p < 0,0001$) que aquellos segmentos que no demostraban reversibilidad (tabla 3). Así pues, de los 80 segmentos que experimentaron mejoría de la contractilidad, 50 (62%) presentaron reversibilidad entre esfuerzo y reposo, y de los 30 restantes, sólo 5 (un 6,2% con respecto al total) no tenían criterios de viabilidad en reposo (captación < 30%).

DISCUSIÓN

Aunque hay evidencia de que la revascularización coronaria puede mejorar la función ventricular en los pacientes con contractilidad segmentaria deprimida^{1-3,31}, existen pocos estudios que permitan evaluar el impacto clínico que puede tener determinar la existencia de miocardio viable en la recuperación funcional posrevascularización en la población que presenta trastornos de la contractilidad regional y que se somete a revascularización coronaria³². En nuestra serie, sólo un 24% de los pacientes mejoraron su función global, hecho claramente relacionado con la proporción de segmentos revascularizados que mejoraron la contractilidad (40%). La variabilidad interensayo de la ventriculografía isotópica no creemos que pueda justificar estos resultados, puesto que ésta es una de las técnicas más reproducibles en la valoración de la FE³³. Las explicaciones que pueden invo-

TABLA 2. Captación en reposo del ^{99m}Tc-MIBI y mejoría de la contractilidad regional después de la revascularización

	Captación de ^{99m} Tc-MIBI en reposo			p
	> 50%	< 50%	Total	
Sin mejoría	60 (36%)	109 (64%)	169 (100%)	0,13
Mejoría	51 (45%)	62 (55%)	113 (100%)	
	> 30%	< 30%	Total	p
Sin mejoría	125 (74%)	44 (26%)	169 (100%)	0,002
Mejoría	101 (89%)	12 (11%)	113 (100%)	

TABLA 3. Reversibilidad esfuerzo-reposo del ^{99m}Tc-MIBI y mejoría de la contractilidad regional después de la revascularización

	Reversibilidad esfuerzo reposo del ^{99m} Tc-MIBI			p
	Reversibilidad	No reversibilidad	Total	
No mejoría	25 (26%)	71 (74%)	96 (100%)	0,0001
Mejoría	50 (62%)	30 (38%)	80 (100%)	

carse para la baja tasa de recuperación funcional pueden ser varias: la existencia de una elevada proporción de zonas de cicatriz, transmural o subendocárdica; la restauración incompleta del flujo coronario; la existencia de un mal lecho vascular distal a la revascularización; la reoclusión del injerto; la reestenosis postangioplastia, o la necrosis peroperatoria^{34,35}. La práctica de un estudio gammagráfico de perfusión posrevascularización podría ayudar a descartar estas últimas posibilidades³⁶.

Captación miocárdica en reposo y recuperación funcional

La efectividad de los estudios de viabilidad con ^{99m}Tc-MIBI SPET en la situación clínica de disfunción sistólica crónica o de hibernación planteada en el presente trabajo es todavía objeto de discusión³⁰⁻³², a pesar de que se ha comprobado la correspondencia entre las zonas de cicatriz y el miocardio viable delimitadas mediante ^{99m}Tc-MIBI y los análisis histológicos³⁷⁻³⁹.

En estudios con seguimiento postangioplastia o cirugía, Udelson et al²³ y Marzullo et al¹⁴ obtuvieron un valor predictivo semejante entre el ²⁰¹Tl y el ^{99m}Tc-MIBI, y otros autores²⁷⁻²⁹ comprobaron que por debajo del 30% de captación no existían criterios de viabilidad con ¹⁸F-fluorodesoxiglucosa, mientras que en el 30 y el 50% se observó viabilidad en una proporción del 29 al 50% de los segmentos. En nuestra serie hemos encontrado mejoría posrevascularización en un 89% de los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia y captación de ^{99m}Tc-MIBI > 30%. La coexistencia de

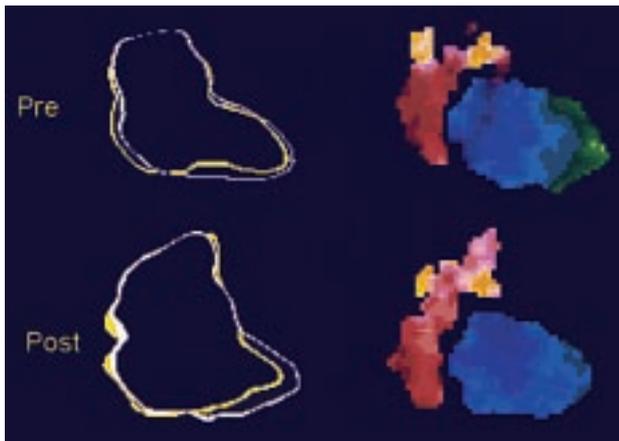


Fig. 3. Ventriculografía isotópica en equilibrio (proyección oblicua anterior derecha) antes (Pre) y después (Post) de la revascularización, correspondiente al paciente de la figura 2. Puede observarse la mejora de la contractilidad en las imágenes de contornos ventriculares (izquierda). En las imágenes de fase (dcha.) se observa la normalización de la amplia zona de asincronismo anterior-apical (en verde). Fracción de eyección prerrevascularización: 19%, fracción de eyección posrevascularización: 55%.

miocardio y cicatriz se da en proporciones variables y probablemente por este motivo no sea posible establecer un límite preciso entre las regiones recuperables o no cuando la captación está entre el 30 y el 50%. Nosotros hemos encontrado mejora posrevascularización en un 41% de los segmentos con hipocinesia severa, acinesia o discinesia y captación de ^{99m}Tc -MIBI entre el 40 y el 50%, y en un 37% de los segmentos con captación entre el 30 y el 40%. De todo ello parece desprenderse que, probablemente, el umbral del 50% sea demasiado alto como valor mínimo de viabilidad, sobre todo cuando las imágenes tomográficas de perfusión han sido obtenidas con compuestos tecnecios, ya que una de las características de esta metodología es la obtención de imágenes de mayor contraste entre las zonas captantes y no captantes debido a la menor atenuación del ^{99m}Tc con respecto al ^{201}Tl ⁴⁰.

Reversibilidad de la captación entre esfuerzo y reposo y recuperación funcional

En los estudios de viabilidad con ^{201}Tl se consideran viables todos aquellos segmentos en los que se observa reversibilidad entre la captación de esfuerzo y la de reposo, ya sea de redistribución o de reinyección. Paralelamente, diversos estudios han tratado de establecer un umbral idóneo de captación en reposo para predecir la recuperación contráctil^{10,11,14}. Existen, pues, dos criterios básicos para determinar la presencia de miocardio viable en un segmento con disfunción sistólica: reversibilidad y captación en reposo. En los estudios comparativos $^{201}\text{Tl}/^{99m}\text{Tc}$ -MIBI, el criterio de reversibilidad ha proporcionado en general peores resultados para el trazador tecnecio^{25,26}, mientras que los resultados han

sido prácticamente idénticos cuando se analizó de manera cuantitativa la captación de ambos trazadores en los segmentos disinérgicos^{12,23}.

No obstante, en los pacientes de nuestra serie en los que se practicó una tomografía de esfuerzo se observó que la presencia de mejora o reversibilidad en reposo de los defectos postesfuerzo permitía distinguir de forma significativa aquellos segmentos que mejoraban su contractilidad después de la revascularización. Éste es un criterio simple, de fácil valoración y que no requiere ningún proceso de cuantificación. Además, limita el número de casos en los que será preciso cuantificar la captación en reposo. En los pacientes de nuestra serie en los que se practicó prueba de esfuerzo, de los 80 segmentos que experimentaron mejora de la contractilidad 50 (62%) demostraron reversibilidad esfuerzo y reposo, y de los 30 restantes, en 25 existía captación en reposo > 30%. Es decir, que sólo en un 6,2% de segmentos que mejoraron la contractilidad posrevascularización no se observó ningún criterio de viabilidad (reversibilidad o captación en reposo > 30%).

Teniendo en cuenta estos resultados creemos que, aunque lo que se pretenda prioritariamente sea estimar la viabilidad miocárdica, es recomendable la práctica de un estudio de perfusión de esfuerzo para valorar la presencia de isquemia en los segmentos con severos trastornos de la contractilidad, y cuantificar el grado de captación en reposo sólo de aquellos sin reversibilidad.

Limitaciones del estudio

Características de la serie estudiada

Los pacientes de esta serie fueron sometidos a revascularización únicamente por criterios clínicos de tratamiento de angina o con la finalidad de mejorar la supervivencia, con independencia de los resultados de los estudios isotópicos de viabilidad y sin el objetivo específico de mejorar la función ventricular. Por esta razón, no se trata de pacientes con FE muy baja, es decir, con miocardiopatía isquémica y en insuficiencia cardíaca, en los que lo que se pretende básicamente con la revascularización es una mejora significativa de la función ventricular.

Concordancia entre los segmentos de la tomografía miocárdica y los de la ventriculografía isotópica

Existen diferencias entre el tipo de imágenes planares de la ventriculografía isotópica y los cortes tomográficos de los estudios de perfusión. Esto puede conllevar un ligero grado de imprecisión a la hora de comparar los segmentos en ambos tipos de exploración. Los estudios de función y captación miocárdica

mediante adquisición tomográfica sincronizada con el ECG (gated SPET) es posible que proporcionen una mejoría en este aspecto, ya que permiten analizar simultáneamente la captación, la motilidad y el engrosamiento de cada región ventricular.

Ausencia de comprobación de la permeabilidad de los injertos o de la arteria sometida a angioplastia

No se comprobó la permeabilidad de los injertos o de la angioplastia en el momento de la evaluación posrevascularización, ya que ello hubiera requerido efectuar coronariografías en pacientes asintomáticos y solamente por requerimiento del protocolo. Debido a ello, pueden haberse catalogado como revascularizadas regiones con vasos o injertos ocluidos.

CONCLUSIONES

En los estudios de perfusión miocárdica esfuerzo/reposo con ^{99m}Tc -MIBI, la reversibilidad de los defectos es un índice predictivo de su recuperación funcional posrevascularización. Aquellos segmentos no reversibles con captación > 30% en reposo también demuestran una elevada probabilidad de mejorar su contractilidad posrevascularización. En consecuencia, parece recomendable que en la estrategia diagnóstica del miocardio viable con ^{99m}Tc -MIBI se utilice como primer criterio la existencia de reversibilidad y, cuando ésta no se produce, aplicar el criterio de captación en reposo > 30% para identificar el máximo número de segmentos viables.

MIEMBROS PARTICIPANTES EN EL GRUPO DE TRABAJO DE CARDIOLOGÍA NUCLEAR

Santiago Aguadé-Bruix y Manuel Fraile (Servicio de Medicina Nuclear); Fernando Hornero-Sos (Servicio de Cirugía Cardíaca). Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Barcelona.

Irene Casáns-Tormo (Servicio de Medicina Nuclear) y Eduardo Otero-Coto (Servicio de Cardiología). Hospital Clínico Universitario de Valencia.

José Antonio Nuño de la Rosa (Servicio de Medicina Nuclear) y Jesús Salas-Nieto (Servicio de Cardiología). Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia.

José Luís Carreras-Delgado (Servicio de Medicina Nuclear) y Alfonso Jurado-López (Instituto de Cardiología). Universidad Complutense de Madrid.

Jordi Magriñá-Ballarà (Servicio de Cardiología) y Alicia García-Fernández (Servicio de Medicina Nuclear). Hospital Clínic i Provincial. Barcelona.

Maximiliano Diego-Domínguez (Servicio de Cardiología) y Ángel Martín de Arriba (Servicio de Medicina Nuclear). Hospital Clínico de Salamanca.

Francisco Cepa-Camón (Servicio de Medicina Nuclear) y Justo Torres-Romero (Servicio de Cardiología). Hospital Universitario de Valladolid.

Francisco Bosa-Ojeda (Servicio de Cardiología) y María Ángeles Gómez (Servicio de Medicina Nuclear). Hospital Universitario de Canarias. Tenerife.

María Begoña Miguel-Martínez (Servicio de Medicina Nuclear) y Pablo Ruiz-Pérez (Servicio de Cardiología). Hospital General Yagüe. Burgos.

Ana Huelmos (Servicio de Cardiología) y Antonio Maldonado (Servicio de Medicina Nuclear). Clínica Universitaria de Navarra. Pamplona.

Enrique Otero-Chulián (Servicio de Cardiología) y Magdalena Pajares-Vinardell (Servicio de Medicina Nuclear). Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz.

BIBLIOGRAFÍA

- Braunwald E, Rutheford JD. Reversible ischemic left ventricular dysfunction: evidence for the «hibernating myocardium». *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 1467-1470.
- Rahimtoola SH. The hibernating myocardium. *Am Heart J* 1989; 117: 211-221.
- Lee KS, Marwick TH, Cook SA, Go RT, Fix JS, James KB et al. Prognosis of patients with left ventricular dysfunction, with and without viable myocardium after myocardial infarction. Relative efficacy of medical therapy and revascularization. *Circulation* 1994; 90: 2687-2694.
- Brunken R, Tillisch J, Schwaiger M, Child JS, Marshall R, Maldenkern M et al. Regional perfusion, glucose metabolism, and wall motion in patients with chronic electrocardiographic Q wave infarctions: evidence for persistence of viable tissue in some infarct regions by positron emission tomography. *Circulation* 1986; 73: 951-963.
- Tillisch J, Brunken R, Marshall R, Schwaiger M, Maldenkern M, Pheps M et al. Reversibility of cardiac wall-motion abnormalities predicted by positron tomography. *N Engl J Med* 1986; 314: 884-888.
- Brunken R, Schwaiger M, Grover-McKay M, Phelps ME, Tillisch J, Schelbert HR. Positron emission tomography detects tissue metabolic activity in myocardial segments with persistent thallium perfusion defects. *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 557-567.
- Henes CG, Bergmann SR, Walsh MN, Sobel BE, Geltman EM. Assessment of myocardial oxidative metabolic reserve with positron emission tomography and Carbon-11 acetate. *J Nucl Med* 1989; 30: 1489-1499.
- Schwaiger M, Hicks R. The clinical role of metabolic imaging of the heart by positron emission tomography. *J Nucl Med* 1991; 32: 565-578.
- Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO. Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* 1990; 323: 141-146.
- Bonow RO, Dilsizian V, Cuocolo A, Bacharach SL. Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. Comparison of thallium scintigraphy with reinjection and PET imaging with ^{18}F -Fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1991; 83: 26-37.
- Dilsizian V, Freedman NMT, Bacharach SL, Perrone-Filardi P, Bonow RO. Regional thallium uptake in irreversible defects. Magnitude of change in thallium activity after reinjection distinguishes viable from nonviable myocardium. *Circulation* 1992; 85: 627-634.
- Dilsizian V, Arrighi JA, Diodati JG, Quyyumi AA, Alavi K, Bacharach SL et al. Myocardial viability in patients with chronic coronary artery disease: comparison of ^{99m}Tc -sestamibi with thallium-201 reinjection and (^{18}F) fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1994; 89: 578-587.

13. Iskandrian AS, Hakki A, Kane SA, Goel IP, Mundth ED, Hakki A et al. Rest and redistribution thallium-201 myocardial scintigraphy to predict improvement in left ventricular function after coronary arterial bypass grafting. *Am J Cardiol* 1983; 51: 1312-1316.
14. Marzullo P, Sambuceti G, Parodi O. The role of sestamibi scintigraphy in the radioisotopic assessment of myocardial viability. *J Nucl Med* 1992; 33: 1925-1930.
15. Rocco TP, Dilsizian V, Strauss HW, Boucher CA. Technetium-99m isonitrile myocardial uptake at rest. II. Relation to clinical markers of potential viability. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1678-1684.
16. Kiat H, Berman DS, Maddahi J, Yang DL, Van Train K, Rozanski A et al. Late reversibility of tomographic thallium-201 defects: an accurate predictor of myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 1456-1463.
17. Ingless E, Bambrilla M, Dondi M, Pieri PL, Bisi G, Cannizzaro G et al. Assessment of myocardial viability after thallium-201 reinjection or rest-redistribution imaging: a multicenter study. *J Nucl Med* 1995; 36: 555-563.
18. Ragosta M, Beller GA, Watson DD, Kaul S, Gimble LW. Quantitative rest-redistribution 201Tl imaging in detection of myocardial viability and prediction of improvement in left ventricular function after coronary bypass surgery in patients with severely depressed left ventricular function. *Circulation* 1993; 87: 1630-1641.
19. Dilsizian V, Perrone-Filardi P, Arrighi JA, Bacharach SL, Quyyumi AA, Freedman NM et al. Concordance and discordance between stress-redistribution-reinjection and rest-redistribution thallium imaging for assessing viable myocardium. Comparison with metabolic activity by positron emission tomography. *Circulation* 1993; 88: 941-952.
20. Mori T, Minamiji K, Kurogane H, Ogawa K, Yoshida Y. Rest-injected thallium-201 imaging for assessing viability of severe asynergic regions. *J Nucl Med* 1991; 32: 1718-1724.
21. Rocco TP, Dilsizian V, McKusick KA, Fishman AJ, Boucher CA, Strauss HW. Comparison of thallium redistribution with rest «reinjection» imaging for the detection of viable myocardium. *Am J Cardiol* 1990; 66: 158-163.
22. Dilsizian V, Rocco TP, Strauss HW, Boucher CA. Technetium-99m isonitrile myocardial uptake at rest. I. Relation to severity of coronary artery stenosis. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1678-1684.
23. Udelson JE, Coleman PS, Metherall J, Pandian NG, Gómez AR, Griffith JL et al. Predicting recovery of severe regional ventricular dysfunction. Comparison of resting scintigraphy with 201Tl and ^{99m}Tc-Sestamibi. *Circulation* 1994; 89: 2552-2561.
24. Althoefer C, Vom Dahl J, Buell U, Uebis R, Kleinhans E, Hanrath P. Comparison of thallium-201 single-photon emission tomography after rest injection and fluorodeoxyglucose positron emission tomography for assessment of myocardial viability in patients with chronic coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* 1994; 21: 37-45.
25. Cuocolo A, Pace L, Ricciardelli B, Chiariello M, Trimarco B, Salvatore M. Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease: comparison of thallium-201 scintigraphy with reinjection and technetium-99m-methoxyisobutylisonitrile. *J Nucl Med* 1992; 33: 505-511.
26. Dondi M, Tartagni F, Fallani F, Fanti S, Marengo M, DiTomaso I et al. A comparison of rest sestamibi and rest-redistribution thallium single photon emission tomography: possible implications for myocardial viability detection in infarcted patients. *Eur J Nucl Med* 1993; 20: 26-31.
27. Althoefer C, Kaiser HJ, Doerr R, Feinendegen C, Beilin I, Uebis R et al. Fluorine-18 deoxyglucose PET for assessment of viable myocardium in perfusion defects in ^{99m}Tc-MIBI SPET: a comparative study in patients with coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* 1992; 19: 334-342.
28. Althoefer C, Von Dahl J, Biedermann M, Uebis R, Beilin I, Sheehan F et al. Significance of defect severity in technetium-99m-MIBI SPECT at rest to assess myocardial viability: comparison with fluorine-18-FDG PET. *J Nucl Med* 1994; 35: 569-574.
29. Sawada SG, Altmann KC, Muzik O, Beanlands RS, Wolfe ER, Gross M et al. Positron emission tomography detects evidence of viability in rest Technetium-99m Sestamibi defects. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 92-98.
30. Castell J, Candell-Riera J, Roselló-Urgell J, Fraile López-Amor M, 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: 320-330.
31. 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: 3436-3444.
32. Christian TF, Miller TD, Hogde 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: 140-146.
33. Candell Riera J. Utilidad de la ventriculografía isotópica en el seguimiento de la disfunción ventricular izquierda. *Rev Esp Cardiol* 1992; 45: 386-387.
34. Iskandrian AS. Myocardial viability: unresolved issues. *J Nucl Med* 1996; 37: 794-797.
35. Chaitman BR, Jaffe AS. What is the true perioperative myocardial infarction rate? Does anyone know for sure? The need for clarification. *Circulation* 1995; 91: 1609-1610.
36. 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.
37. Medrano R, Lowry RW, Young JB, Weilbaecher DG, Michael LH, Afridi I et al. Assessment of myocardial viability with ^{99m}Tc-Sestamibi in patients undergoing cardiac transplantation. A scintigraphic/pathological study. *Circulation* 1996; 94: 1010-1017.
38. Dakik HA, Howell JF, Lawrie GM, Espada R, Weilbaecher DG, He ZX et al. Assessment of myocardial viability with ^{99m}Tc-Sestamibi tomography before coronary bypass graft surgery. Correlation with histopathology and postoperative improvement in cardiac function. *Circulation* 1997; 96: 2892-2898.
39. Maes AF, Borgers M, Flameng W, Nuyts JL, van de Werf F, Ausma JJ et al. Assessment of myocardial viability in chronic coronary artery disease using technetium-99m-sestamibi SPECT. Correlation with histologic and positron emission tomographic studies and functional follow-up. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 62-68.
40. Candell Riera J, Aguadé Bruix S, Castell Conesa J, Cortadellas Angel J. Isonitrosos marcados con tecnecio-99m frente a talio-201 en la enfermedad coronaria. *Rev Esp Cardiol* 1994; 47 (Supl 4): 101-115.