

MÉTODOS

Cuantificación de la isquemia miocárdica en regiones dependientes de arterias coronarias ocluidas de pacientes sin infarto previo

César Santana Boado, Jaume Candell Riera, Santiago Aguadé Bruix*, Joan Castell Conesa*, Begoña Bermejo Fraile**, Teresa Canela Coll*, Herminia Valenzuela Juan*, Mario Missorici y Jordi Soler Soler

Servicios de Cardiología, *Medicina Nuclear y **Medicina Preventiva y Epidemiología. Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Barcelona.

99mTc-mibi/ arterias coronarias/ cardiopatía isquémica/ perfusión miocárdica/ pruebas de esfuerzo/ tomografía por emisión de positrones

Introducción y objetivos. El propósito de este estudio es valorar la isquemia miocárdica en las regiones dependientes de arterias coronarias ocluidas de pacientes sin infarto previo.

Pacientes y métodos. Se han estudiado 149 pacientes con enfermedad coronaria demostrada y sin infarto previo mediante tomografía miocárdica de esfuerzo cuantitativa con ^{99m}metoxi-isobutil-isonitrilo (MIBI) (protocolo largo) y coronariografía. Se cuantificó la extensión de la reversibilidad de captación en 3 regiones (antero-septal, inferior y lateral) de los mapas polares, valorándose el porcentaje de cada región que tuviera una diferencia entre la captación en reposo menos la captación en esfuerzo superior al 10%. Se compararon las regiones dependientes de una arteria ocluida con las dependientes de arterias con estenosis entre el 50 y el 99%, y también entre las que no tenían y las que tenían buena circulación colateral.

Resultados. Cincuenta y cuatro de 149 pacientes (36%) tenían al menos una arteria coronaria ocluida (20 descendente anterior, 22 derecha y 27 circunfleja). En el análisis visual se observaron defectos reversibles en todos los pacientes con oclusión de la descendente anterior y de la derecha pero sólo en la mitad de las oclusiones de la circunfleja. La extensión de esta reversibilidad fue significativamente superior en las regiones dependientes de arterias ocluidas, tanto para la descendente anterior como para la derecha y la circunfleja. La extensión de esta reversibilidad fue muy variable, aunque inferior cuando existía una buena circulación colateral.

Conclusiones. En las oclusiones de la descendente anterior y de la derecha se observan siempre defectos reversibles en la ^{99m}Tc-MIBI SPET, mientras

que en las de la circunfleja sólo se detectan en la mitad de los casos. La extensión de la isquemia es superior en las regiones dependientes de una arteria coronaria ocluida, sobre todo en ausencia de una buena circulación colateral.

MYOCARDIAL ISCHEMIA QUANTIFICATION IN REGIONS DEPENDENT ON OCCLUDED CORONARY ARTERIES OF PATIENTS WITHOUT PREVIOUS INFARCTION

Introduction and objectives. The aim of this study is to assess myocardial ischemia in regions with no infarction dependent occluded coronary arteries.

Patients and methods. 149 patients with proved coronary artery disease and without previous myocardial infarction were studied by ^{99m}Tc-MIBI SPECT (long protocol) and coronary angiography. The extent of the uptake reversibility was quantified in 3 regions (antero-septal, inferior and lateral) of the polar maps, assessing the percentage of each region that had a > 10% difference resulting from the rest uptake minus the stress uptake. The regions dependent on one occluded artery were compared to those dependent on non-occluded arteries. In the regions dependent on one occluded artery a comparison was also made between those which had a good collateral circulation and those which did not.

Results. Fifty-four out of 149 patients (36%) had at least one occluded coronary artery (20 anterior descending, 22 right and 27 circumflex coronary arteries). In the visual analysis, reversible defects were observed in all patients with occlusion of the anterior descending and the right coronary artery, but only in half of the occlusions of the circumflex coronary artery. The extent of this reversibility was significantly higher in the regions dependent on occluded arteries and was highly variable,

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@ar.vhebron.es

Recibido el 15 de octubre de 1997.

Aceptado para su publicación el 28 de enero de 1998.

though lower when good collateral circulation was present.

Conclusions. Reversible defects were always observed in the occlusions of the left anterior descending and right coronary arteries, but only in half of those of the circumflex artery. The extent of the ischemia was higher in the regions dependent on one occluded coronary artery, mainly when there was an absence of good collateral circulation.

(*Rev Esp Cardiol* 1998; 51: 388-395)

INTRODUCCIÓN

La correlación entre la gammagrafía de perfusión y la coronariografía en la valoración del miocardio en riesgo no es óptima, ya que varios factores pueden influir en el resultado de ambas exploraciones¹. Entre éstos se encuentra el método empleado para la cuantificación de la gammagrafía²⁻⁴ y de la coronariografía⁵⁻⁸, la presencia de circulación colateral⁹⁻¹¹, el tipo de estrés utilizado para la provocación de isquemia^{12,13}, los valores de MET y de consumo miocárdico de oxígeno alcanzados durante la prueba¹⁴ y el tratamiento que realiza el paciente^{15,16}.

El hecho de que no sea infrecuente observar arterias ocluidas en estudios coronariográficos de pacientes sin antecedentes de infarto de miocardio y diferentes grados de severidad de los defectos de captación en territorios correspondientes a arterias ocluidas pone de manifiesto la disparidad que puede existir entre una prueba básicamente anatómica, la coronariografía, y otra básicamente funcional, la tomogammagrafía.

Al no existir en la bibliografía publicaciones en las que se haya estudiado la extensión de la isquemia en territorios con arterias coronarias ocluidas, proyectamos un estudio cuyo propósito fue valorar cuantitativamente, en pacientes sin infarto previo, los defectos reversibles de perfusión en las regiones dependientes de estas arterias coronarias.

PACIENTES Y MÉTODOS

Pacientes

Para el presente estudio se seleccionaron retrospectivamente 149 pacientes (edad media = 57 ± 8 ; 31 mujeres) con enfermedad coronaria demostrada (coronariografía con un intervalo inferior a 3 meses con respecto al estudio tomogammagráfico) y sin infarto previo (ausencia de antecedentes clínicos, de ondas Q de necrosis en el ECG y de acinesia o discinesia en la ventriculografía de contraste). Estos pacientes habían sido estu-

diados consecutivamente por motivos asistenciales en el gabinete de cardiología nuclear y provenían de una población global de 1.300 enfermos a los que les fue practicado un estudio de perfusión tomográfico con ^{99m}Tc-metoxi-isobutil-isonitrilo (MIBI) entre octubre de 1992 y marzo de 1995. Las exclusiones se debieron a los siguientes motivos: en 650 pacientes no se disponía de cateterismo cardíaco, en 48 la coronariografía se había realizado con un intervalo superior a los 3 meses con respecto a la tomogammagrafía; 209 tenían un infarto de miocardio previo; 119 habían sido revascularizados previamente; 19 tenían una valvulopatía; 12 una miocardiopatía, 12 bloqueo de rama izquierda, y 82 tenían coronarias angiográficamente normales.

Un 47% de los pacientes incluidos fueron estudiados por indicación diagnóstica: un 45% por prueba de esfuerzo convencional no concluyente y un 55% debido a sospecha clínica de enfermedad coronaria a pesar de tener una prueba de esfuerzo convencional negativa. En un 53% de los pacientes el diagnóstico de enfermedad coronaria se había realizado previamente mediante coronariografía y la indicación de la tomogammagrafía fue la localización de la isquemia en un 68% y la valoración de la repercusión funcional de una estenosis coronaria de severidad dudosa en la coronariografía en un 32% de casos.

Los 149 pacientes incluidos en el estudio se dividieron en 2 grupos, de acuerdo con la presencia de estenosis coronaria en las arterias epicárdicas mayores:

1. Grupo 1: 95 pacientes (64%) sin ninguna arteria coronaria ocluida y con, al menos, una estenosis coronaria entre el 50 y el 99%.

2. Grupo 2: 54 pacientes (36%) con al menos una estenosis coronaria del 100% (15 pacientes de este grupo tenían 2 arterias ocluidas).

Métodos

Ergometría

A todos los pacientes se les practicó 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 el agotamiento, la aparición de síntomas o descenso del segmento ST superior a 2 mm. En el momento de realizar la prueba, 73 pacientes recibían tratamiento con betabloqueantes (46%), 76 con antagonistas del calcio (48%) y 82 con nitratos (52%).

A 50 pacientes que realizaron una prueba de esfuerzo insuficiente (taquicardización máxima inferior a 5 MET, frecuencia cardíaca máxima inferior al 80%, sin angina ni descenso del segmento ST superior a 1 mm) se les administró dipiridamol intravenoso (0,14 mg/kg/min) simultáneamente con la práctica del ejer-

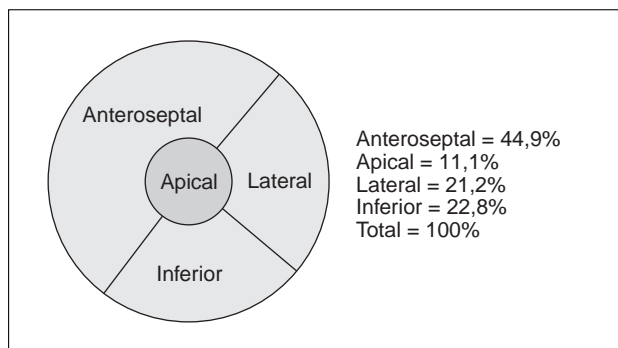


Fig. 1. Mapa polar con las diferentes regiones y el porcentaje de territorio con respecto al total correspondiente a cada una de ellas.

cicio, prolongando el mismo con la máxima carga tolerada por el enfermo¹³.

Tomogammagrafía con ^{99m}Tc-MIBI

A todos los pacientes se les administró una dosis intravenosa de 15 mCi de ^{99m}Tc-MIBI 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 (protocolo largo o convencional), se administró la misma dosis. En ambos estudios la adquisición de las imágenes tomográficas se realizó al cabo de una hora de la administración del radiofármaco 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 existentes¹⁷.

Análisis de los cortes

Se obtuvieron imágenes reorientadas de los ejes corto, largo horizontal y largo vertical. Se realizó una valoración de las imágenes de esfuerzo y reposo por parte de tres observadores expertos, sin conocimiento del resultado de la coronariografía, los cuales decidieron acerca de la positividad o negatividad de la exploración de acuerdo con los siguientes criterios:

El ventrículo izquierdo se dividió en trece segmentos valorando la captación en cada uno de ellos de acuerdo con la siguiente puntuación: 1 = normal; 2 = defecto mínimo; 3 = defecto ligero; 4 = defecto moderado, y 5 = defecto severo (similar a la captación de fondo)¹. Una tomogammagrafía se consideró como positiva si existía algún segmento con grado 3 o superior que se normalizaba en reposo. Se comparó los resultados de la gammagrafía entre los dos grupos.

Mapas polares

Se aplicó un programa de cuantificación de la reversibilidad del defecto de perfusión sobre mapas polares (*bull's eye*) con la siguiente metodología:

Se construyeron los mapas de esfuerzo y reposo con visualización simultánea de los cortes de ambos grupos de imágenes. El operador determinó en un corte medioventricular de eje largo vertical el primer corte de eje corto endocárdico y el último corte basal y se obtuvieron los perfiles radiales de actividad de cada uno de los cortes en arcos de 3°. Los datos numéricos se representaron mediante una escala de color proporcional en una imagen polar con los cortes apicales en el centro de la diana y los basales en la periferia. La actividad de la región puramente apical se calculó según la captación de los cortes de eje largo horizontal y vertical. Ambos mapas se normalizaron a 100 en su píxel de recuento máximo.

Sobre estos mapas polares de esfuerzo y reposo se generaron unos mapas de «diferencia reposo menos esfuerzo» o «reversibilidad»¹³. Cada mapa se dividió en las siguientes regiones: anteroseptal, apical, inferior y lateral. El porcentaje de territorio correspondiente a cada una de estas regiones se expone en la figura 1. Mediante este mapa se valoraron la localización y la extensión de los territorios con captación en reposo menos captación en esfuerzo superior a un 10% (fig. 2).

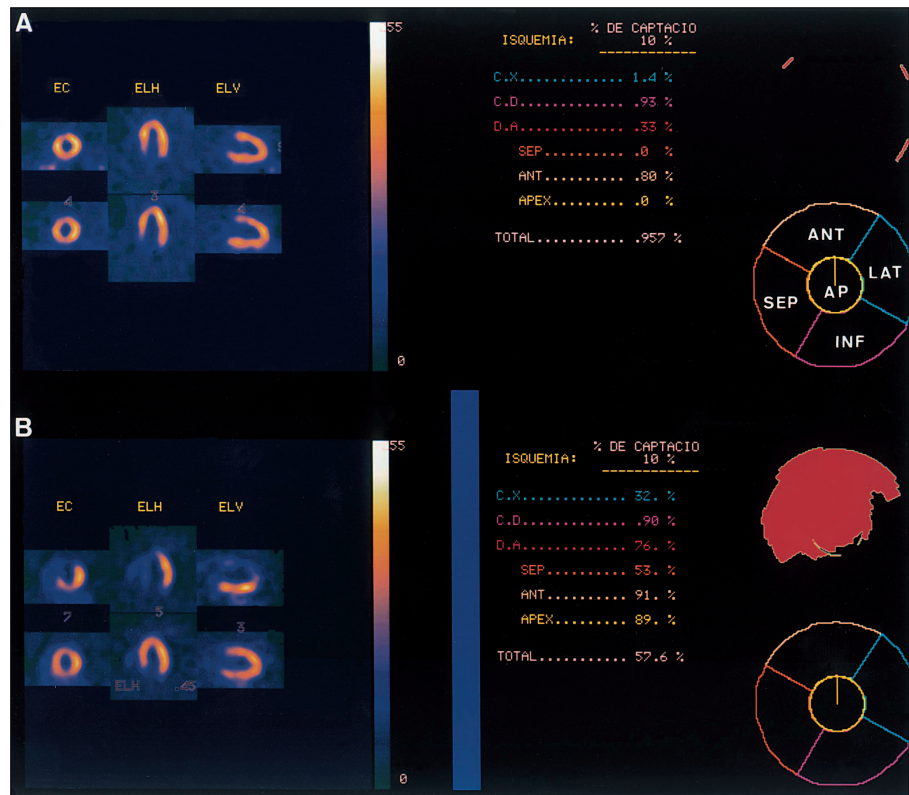
Se cuantificó la reversibilidad del defecto en los dos grupos de pacientes y se compararon los resultados. En los 54 enfermos del grupo 2 (vaso ocluido), se compararon los resultados de la cuantificación entre los pacientes con buena y mala circulación colateral.

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 con respecto a la tomogammagrafía. 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 coronariografía. Todos los pacientes incluidos tenían estenosis coronarias superiores al 50% de una arteria coronaria por lo menos.

Se valoró la presencia de circulación colateral en los pacientes con estenosis del 100%, con los siguientes criterios⁹⁻¹¹: grado 0 = sin evidencia de colaterales; grado 1 = colaterales visibles pero sin llenado del vaso epicárdico; grado 2 = llenado parcial del vaso epicárdico, y grado 3 = llenado total del vaso epicárdico.

Fig. 2. A: imágenes tomográficas y mapa de reversibilidad en un paciente con la arteria circunfleja ocluida. No se observan defectos reversibles en la valoración visual. El porcentaje de territorio isquémico (captación en reposo-captación en esfuerzo > 10%) en el mapa polar es insignificante; B: paciente con la arteria descendente anterior ocluida. Se observa un defecto reversible severo en la región septal, anterior y apical en los cortes tomográficos. El porcentaje de territorio isquémico (en rojo) en el mapa polar es del 53, del 91 y del 89%, respectivamente, para estas regiones. Corresponde a un 76% de toda la región correspondiente a la descendente anterior; ANT: anterior; CD: coronaria derecha; CX: circunfleja; DA: descendente anterior; EC: eje corto; ELH: eje largo horizontal; ELV: eje largo vertical; SEP: septal.



Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante el paquete de programas estadísticos BMDP. Las variables cuantitativas se describen mediante la media y la desviación estándar; las cualitativas mediante la distribución de frecuencias de cada una de las categorías.

La comparación de medias de muestras independientes se realizó mediante la prueba de la t de Student o la prueba de la U de Mann Withney según las variables siguieran o no una distribución normal.

El estudio de la asociación entre variables cualitativas se realizó mediante la prueba de la χ^2 .

El nivel de significación estadística aceptado fue del 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

Prueba de esfuerzo

En la **tabla 1** se exponen los resultados de la prueba de esfuerzo y el tratamiento que seguían los pacientes de cada grupo. La duración de la prueba de esfuerzo ($p = 0,003$), la presión arterial sistólica máxima ($p = 0,001$), el producto frecuencia cardíaca por presión arterial sistólica máximas ($p = 0,009$) y los MET alcanzados ($p = 0,04$) fueron significativamente superiores en los pacientes del grupo 1. La proporción de pacientes que presentaron angina durante la prueba de es-

fuerzo fue superior en el grupo 2 (37% frente al 22%; $p > 0,001$).

Cateterismo

Cuarenta y cinco pacientes (30%) tenían enfermedad coronaria de un vaso, 50 (34%) de dos vasos y 54 (36%) de tres vasos. Ciento veinticinco enfermos (84%) tenían estenosis superior al 50% de la descendente anterior, 97 (65%) de la coronaria derecha y 83 (56%) de la circunfleja. En el grupo 2 había 20 arterias descendente anterior, 27 derechas y 22 circunflejas ocluidas. La fracción de eyección del ventrículo izquierdo de los pacientes del grupo 1 fue ligeramente superior a la de los del grupo 2 ($61 \pm 8\%$ frente al $57 \pm 11\%$; $p = 0,006$). La proporción de pacientes con enfermedad de 3 vasos era superior en el grupo 2 con respecto al grupo 1 (50% frente al 28%; $p = 0,008$; **tabla 1**).

La descendente anterior estaba ocluida en 20 pacientes del grupo 2, la derecha en 27 y la circunfleja en 22; 29 pacientes (54%) de este grupo tenían una buena circulación colateral (grados 2 o 3).

Tomogammagrafía

En la **tabla 2** se presentan los resultados del análisis visual de la tomogammagrafía para cada una de las arterias epicárdicas mayores. Mientras que no hubo ninguna tomogammagrafía negativa en los pacientes con

TABLA 1
Resultados de la prueba de esfuerzo
y del cateterismo en los pacientes sin (grupo 1)
y con (grupo 2) arteria ocluida

	Estenosis del 50-99% (n = 95)	p	Estenosis del 100% (n = 54)
<i>Ergometría</i>			
Duración (min)	7,9 ± 3	= 0,003	6,8 ± 2
Wattios	79 ± 36	= 0,28	72 ± 33
MET	5,6 ± 1,6	= 0,04	5,2 ± 1,6
FC máx.	108 ± 24	= 0,23	103 ± 22
FC (%)	66 ± 14	= 0,39	64 ± 13
PAS máx.	173 ± 28	= 0,001	158 ± 25
FC ± PAS	191 ± 65	= 0,009	166 ± 50
Angina	22 (23)	< 0,001	20 (37)
↓ ST > 1 mm	23 (24)	= 0,16	19 (35)
↓ ST (mm)	0,35 ± 0,6	= 0,17	0,53 ± 0,8
<i>Tratamiento</i>			
Betabloqueantes	50 (53)	= 0,11	36 (67)
Nitratos	61 (65)	= 0,07	34 (63)
Antagonistas del calcio	53 (56)	= 0,45	27 (50)
Tratamiento triple	23 (24)	= 0,65	15 (28)
Sin tratamiento	10 (11)	= 0,56	8 (15)
<i>Cateterismo</i>			
FE	61 ± 8	= 0,006	57 ± 11
1 vaso	35 (37)	= 0,01	10 (19)
2 vasos	33 (35)	= 0,68	17 (31)
3 vasos	27 (28)	= 0,008	27 (50)

FC máx: frecuencia cardíaca máxima; FC (%): porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima respecto a la máxima teórica según la edad; PAS máx: presión arterial sistólica máxima; MET: equivalentes metabólicos; FE: fracción de eyección; los valores entre paréntesis corresponden al porcentaje.

arterias descendente anterior y coronaria derecha ocluidas, en la mitad de los casos con circunfleja ocluida no se observaron defectos reversibles.

TABLA 2
Resultados del análisis visual
de la tomogammagrafía en las diferentes regiones
coronarias

Descendente anterior	Estenosis del 50-99% (n = 105)	p	Estenosis del 100% (n = 20)
Negativa	37 (35)	= 0,001	0
Defecto ligero	45 (43)	= 0,13	5 (25)
Defecto moderado	17 (16)	< 0,001	10 (50)
Defecto severo	6 (6)	< 0,001	5 (25)
Coronaria derecha	(n = 70)	p	(n = 27)
Negativa	18 (26)	= 0,003	0
Defecto ligero	35 (50)	= 0,01	6 (22)
Defecto moderado	13 (19)	= 0,68	6 (22)
Defecto severo	4 (6)	< 0,001	15 (56)
Circunfleja	(n = 61)	p	(n = 22)
Negativa	30 (49)	= 0,94	11 (50)
Defecto ligero	22 (36)	= 0,12	4 (18)
Defecto moderado	7 (11)	= 0,20	5 (23)
Defecto severo	2 (3)	= 0,27	2 (9)

Los valores entre paréntesis corresponden al porcentaje.

Los pacientes con la descendente anterior ocluida presentaron un mayor porcentaje de defectos de perfusión moderados y severos (50% frente al 16% y 25% frente al 6%, respectivamente; $p < 0,001$) con respecto a los enfermos con estenosis entre el 50% y el 99%. Los pacientes con la coronaria derecha ocluida presentaron un mayor porcentaje de defectos de perfusión severos (56% frente al 6%; $p < 0,001$) con respecto a los enfermos con estenosis entre el 50% y el 99%. Para la circunfleja, no se encontraron diferencias significativas.

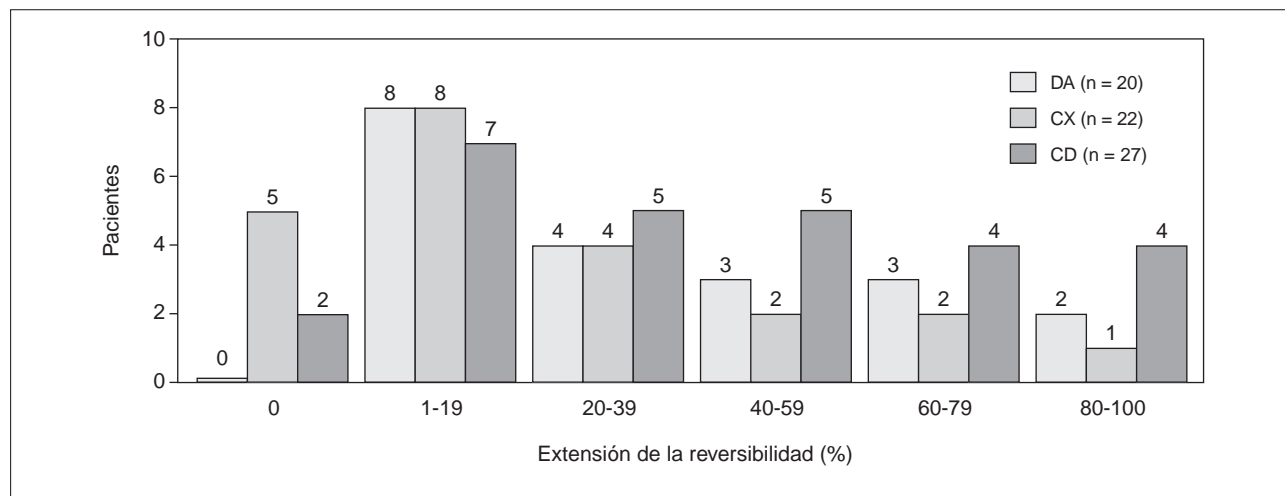


Fig. 3. Número de pacientes con diferentes rangos de extensión de la reversibilidad de las regiones correspondientes a las arterias coronarias ocluidas.

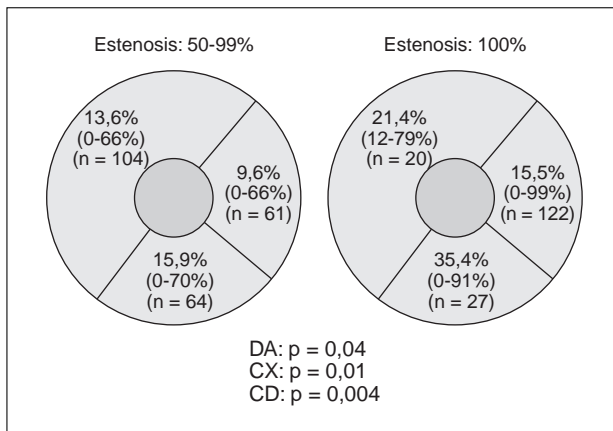


Fig. 4. Valores medios y valores mínimos y máximos (entre paréntesis) de la extensión de la reversibilidad en las regiones correspondientes a arterias con estenosis entre el 50% y el 99%, y a arterias ocluidas; CD: coronaria derecha; CX: circunfleja; DA: descendente anterior.

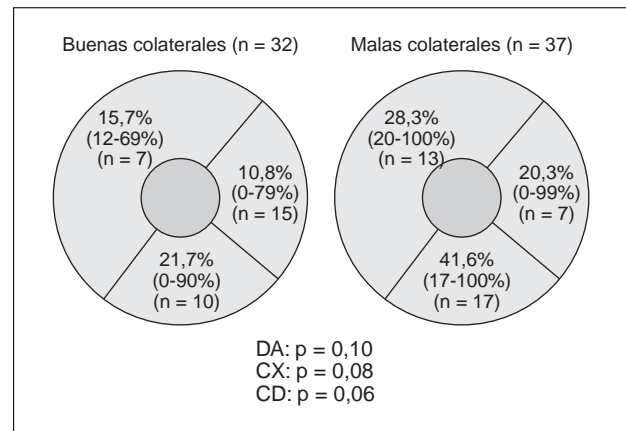


Fig. 5. Valores medios y valores mínimos y máximos (entre paréntesis) de la extensión de la reversibilidad en las regiones correspondientes a arterias ocluidas con buena y mala circulación colateral; CD: coronaria derecha; CX: circunfleja; DA: descendente anterior.

El rango de extensión de la reversibilidad en las regiones correspondientes a las arterias ocluidas fue muy amplio para cada una de las tres arterias coronarias (fig. 3). La extensión de la reversibilidad en las regiones correspondientes a arterias ocluidas fue significativamente superior a la de las arterias con estenosis entre el 50% y el 99%, tanto para la descendente anterior como para la derecha y la circunfleja (fig. 4).

Como puede observarse en la figura 5, el porcentaje de buenas colaterales a la circunfleja ocluida (68%) fue superior que a la descendente anterior (35%) y a la derecha (37%). La extensión de la reversibilidad en las regiones correspondientes a arterias ocluidas con buena circulación colateral fue inferior a la de las arterias ocluidas con mala circulación colateral, aunque sin alcanzar significación estadística (fig. 5).

DISCUSIÓN

El término «lesión culpable» se utiliza como sinónimo de lesión coronaria responsable de la sintomatología del paciente con cardiopatía isquémica y su detección es básica cuando se plantea la práctica de una revascularización parcial¹⁸. Cuando el médico utiliza este término lo hace habitualmente a partir de los resultados de la coronariografía. Sin embargo, la correlación anatómico funcional de las lesiones coronarias no es óptima¹⁹ y cada vez es más frecuente que el tratamiento del enfermo coronario exija una documentación funcional complementaria, ya sea a través de la prueba de esfuerzo convencional, de la ecocardiografía de estrés²⁰ y de contraste²¹ o de la gammagrafía de perfusión²²⁻²⁵. Esta última, además, puede informar de manera más precisa acerca de la localización, extensión y severidad de la isquemia por lo que, en algunos casos, su ayuda será básica²⁶.

El caso extremo de lesión culpable, desde el punto de vista coronariográfico, es la arteria ocluida. Es en los pacientes con una arteria ocluida y sin infarto previo donde hemos centrado nuestra atención con la finalidad de demostrar la amplia variabilidad que presenta la tomografía en la extensión de la isquemia. Un 36% (54/149) de pacientes de nuestra serie tenían al menos una arteria coronaria ocluida. Esta cifra es llamativa si tenemos en cuenta que se trataba de pacientes sin necrosis miocárdica demostrada, es decir, sin clínica previa de infarto, sin ondas Q patológicas en el ECG ni alteraciones severas de la contractilidad en la ventriculografía de contraste. El hecho de que la fracción de eyección fuera ligeramente inferior, aunque dentro de los límites normales, en el grupo de pacientes con arteria ocluida no permite excluir que pequeñas zonas de necrosis no transmural o de miocardio hibernado puedan darse en estos enfermos. En todo caso, la tomografía descartó que existieran regiones con defectos severos de perfusión no reversibles indicativos de necrosis. Así pues, puede afirmarse que existía presencia de miocardio viable en todo el miocardio ventricular izquierdo de los pacientes de nuestra serie.

Análisis visual de la tomografía en la arteria ocluida

Nuestros resultados ponen de manifiesto que el porcentaje de pacientes con angina durante la prueba de esfuerzo era superior en el grupo de enfermos con arteria ocluida. Así mismo, la capacidad funcional fue inferior en este grupo. La proporción de pacientes con enfermedad de 3 vasos fue mayor en los pacientes con alguna arteria ocluida (tabla 1). En las oclusiones de la arteria descendente anterior y de la coronaria de-

recha no se produjeron falsos negativos de la tomografía, es decir, se observaron siempre defectos reversibles en sus regiones correspondientes. Sin embargo, un 50% de pacientes con arteria circunfleja ocluida presentaron gammagrafías normales (fig. 2). La mayor presencia de buenas colaterales en el territorio de la circunfleja (68%) con respecto al territorio de la derecha (37%) y al de la descendente anterior (35%) contribuiría también a explicar este hecho (fig. 5).

La severidad global de los defectos gammagráficos valorados visualmente, en las regiones dependientes de la arteria descendente anterior y coronaria derecha, fue superior en los enfermos con arteria ocluida. No hubo diferencias significativas para la arteria circunfleja (tabla 2). Es conocido que la sensibilidad de la tomografía para el diagnóstico de estenosis de la circunfleja es inferior que para las otras arterias^{27,28}. Ello puede deberse a que la región correspondiente a la circunfleja sea la que peor se visualiza mediante la tomografía. No se conoce, por otra parte, si la región lateral del ventrículo izquierdo puede ser un territorio con circulación colateral más rica, lo que podría explicar en parte la menor sensibilidad de las exploraciones gammagráficas de perfusión para las lesiones de la circunfleja. Como ya se ha mencionado, en nuestra serie la presencia de buena circulación colateral a una arteria circunfleja ocluida fue claramente superior que a la coronaria derecha y a la descendente anterior.

Extensión de la isquemia en regiones dependientes de una arteria ocluida

Al valorar cuantitativamente los defectos de captación reversibles en los mapas polares, la extensión de éstos fue significativamente superior para las regiones correspondientes a arterias ocluidas, y en este caso, también para la arteria circunfleja (fig. 3). No obstante, llama la atención la amplia variabilidad del rango de extensión de los defectos en cada una de las regiones correspondientes a arterias ocluidas (fig. 4).

El nivel de ejercicio físico realizado por el paciente puede ser un factor que ayude a explicar este hecho, puesto que es bien conocido que la sensibilidad y el valor predictivo negativo de la tomografía de los pacientes que no alcanzan como mínimo una taquicardización del 80%, 5 MET y un producto frecuencia cardíaca por presión arterial sistólica máximas de 18.000 son significativamente más bajos¹⁴. Aunque esta limitación ha intentado ser superada en esta serie con la administración de dipiridamol intravenoso a los pacientes con prueba de esfuerzo insuficiente¹³, es indudable que el nivel de esfuerzo puede ser variable incluso cuando estos parámetros mínimos se cumplen.

Otro factor que, sin duda, puede influir también es la calidad de la circulación colateral existente. En nuestra serie no hemos podido demostrar estadística-

mente este punto. Ello probablemente se debe a que al subdividir el grupo de pacientes con arteria ocluida en pacientes con y sin buena circulación colateral el número de enfermos en cada grupo era reducido. Ahora bien, la extensión de territorio isquémico en las regiones con mala circulación colateral fue prácticamente el doble de la de las regiones con buena circulación colateral (fig. 5). A pesar de que la circulación colateral se cita repetidamente como un factor de gran influencia en los resultados de la gammagrafía de perfusión no se han realizado, hasta la fecha, estudios prospectivos directamente encaminados a estudiar cuantitativamente su repercusión.

Este estudio pone de manifiesto la amplia repercusión funcional que puede tener una lesión coronaria anatómica de igual magnitud. Ello tiene implicaciones clínicas evidentes puesto que puede ser trascendente para el tratamiento del paciente. En el caso extremo de la oclusión de una arteria coronaria, no sólo puede ocurrir que no se detecten defectos reversibles, como ocurre en el caso de la circunfleja, sino que existe una amplia variabilidad en la extensión de los defectos en todas las regiones del ventrículo izquierdo que, en parte, pueden ser atribuibles a la calidad de la circulación colateral existente.

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer la colaboración de los Dres. J. Ángel, I. Anívarro y E. Domingo, del Gabinete de Hemodinámica en la revisión de los cateterismos de esta serie.

BIBLIOGRAFÍA

1. Candell-Riera J, Santana-Boado C, Castell-Conesa J, Aguadé-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.
2. Castell-Conesa J. Methods for quantifying myocardial perfusion. En: Candell-Riera J, Ortega-Alcalde D, editores. *Nuclear cardiology in everyday practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994; 88-108.
3. Maddahi J, Van Train K, Prigent F, García EV, Friedman J, Ostrzega E et al. Quantitative single photon emission computed thallium-201 tomography for detection and localization of coronary artery disease: optimization and prospective validation of a new technique. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1.689-1.699.
4. Mahmarian JJ, Pratt CM, Cocanougher MK, Verani MS. Altered myocardial perfusion in patients with angina pectoris or silent ischemia during exercise as assessed by quantitative thallium-201 single-photon emission computed tomography. *Circulation* 1990; 82: 1.305-1.315.
5. Beauman GJ, Vogel RA. Accuracy of individual and panel visual interpretations of coronary arteriograms: implications for clinical decisions. *J Am Coll Cardiol* 1990; 16: 108-113.
6. Bartunek J, Sys SU, Heyndrickx GR, Pijls NH, De Bruyne B. Quantitative coronary angiography in predicting functional signi-

- ficance of stenoses in an unselected patient cohort. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 328-334.
7. Arnesi M, Salustri A, Fioretti PM, Cornel JH, Boersma E, Reijns AEM et al. Quantitative angiographic measurements of isolated left anterior descending coronary artery stenosis. Correlation with exercise echocardiography and technetium-99m 2-methoxy isobutyl isonitrile single-photon emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1.486-1.491.
 8. Klein JL, Boccuzzi SJ, Treasure CB, Manoukian SV, Vogel RA, Beauman GJ et al. Performance standards and edge detection with computerized quantitative coronary arteriography. *Am J Cardiol* 1996; 77: 815-822.
 9. Rentrop KP, Cohen M, Blanke H, Phillips RA. Changes in collateral channel filling immediately after controlled coronary artery occlusion by an angioplasty balloon in human subjects. *J Am Coll Cardiol* 1985; 5: 587-592.
 10. Rentrop KP, Feit F, Sherman W, Thornton JC. Serial angiographic assessment of coronary artery obstruction and collateral flow in acute myocardial infarction. Report from the Second Mount Sinai-New York University Reperfusion Trial. *Circulation* 1989; 80: 1.166-1.175.
 11. Pijls NH, Bech G JW, El Gamal MIH, Bonnier HJRM, De Bruyne B, Van Gelder B et al. Quantification of recruitable coronary collateral blood flow in conscious humans and its potential to predict future ischemic events. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1.522-1.528.
 12. Candell-Riera J. Stress testing. En: Candell-Riera J, Ortega-Alcalde D, editores. *Nuclear cardiology in everyday practice*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994; 43-66.
 13. 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.
 14. Santana-Boado C, Candell-Riera J, Castell-Conesa J, Olona M, Palet-Balart J, Aguadé-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.
 15. Hockings B, Saltissi S, Croft DN, Webb-Peploe MM. Effect of beta adrenergic blockade on thallium-201 myocardial perfusion imaging. *Br Heart J* 1983; 49: 83-89.
 16. Martin GJ, Henkin RE, Scanlon PJ. Beta blockers and the sensitivity of the thallium treadmill test. *Chest* 1987; 92: 486-487.
 17. 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.
 18. Breisblatt WM, Barnes JV, Weiland F, Spaccavento LJ. Incomplete revascularization in multivessel percutaneous transluminal coronary angioplasty: the role for stress thallium-201 imaging. *J Am Coll Cardiol* 1988; 11: 1.183-1.190.
 19. Folland ED, Vogel RA, Hartigan P, Bates ER, Beauman GJ, Fortin T et al. Relation between coronary artery stenosis assessed by visual, caliper, and computer methods and exercise capacity in patients with single-vessel coronary artery disease. *Circulation* 1994; 89: 2.005-2.014.
 20. Dagianti A, Penco M, Agati L, Sciomer S, Dagianti A, Rosanio S et al. Stress echocardiography: comparison of exercise, dipyridamole and dobutamine in detecting and predicting the extent of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26: 18-25.
 21. Sakata Y, Kodama K, Adachi T, Lim YJ, Ishikura F, Fuji H et al. Comparison of myocardial contrast echocardiography and coronary angiography for assessing the acute protective effects of collateral recruitment during occlusion of the left anterior descending coronary artery at the time of elective angioplasty. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1.329-1.333.
 22. Weiner DA, Ryan TJ, McCabe CH, Chaitman BR, Sheffield T, Fisher LD et al. The role of exercise testing in identifying patients with improved survival after coronary artery bypass surgery. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 741-748.
 23. Plotnick GD. Coronary artery bypass surgery to prolong life?: Less anatomy/more physiology. *J Am Coll Cardiol* 1986; 8: 749-751.
 24. Mahmarian JJ, Pratt CM, Boyce TM, Verani MS. The variable extent of jeopardized myocardium in patients with single vessel coronary artery disease: quantification by thallium-201 single photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 355-362.
 25. Iskandrian AS. Relation between functional and anatomic descriptors of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17: 363-364.
 26. Ritchie JL, Bateman TM, Bonow RO, Crawford MH, Gibbons RJ, Hall RJ et al. Guidelines for clinical use of cardiac radionuclide imaging. A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Task Force on assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures, Committee on Radionuclide imaging, developed in collaboration with the American Society of Nuclear Cardiology. *Circulation* 1995; 91: 1.278-1.303.
 27. 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 isonitrilotecnecio-99m. *Med Clin (Barc)* 1995; 105: 201-204.
 28. Gibson RS, Watson D. Clinical applications of myocardial perfusion scintigraphy with thallium-201. En: Yu PN, Goodwin JF, editores. *Progress in cardiology*. Filadelfia: Lea and Febiger, 1983; 67-112.