

# Evaluación de la permeabilidad de los injertos de arteria mamaria interna izquierda mediante análisis de la velocidad del flujo por técnica Doppler transcutánea

Alfons Sualís\*, Francesc Carreras, Xavier Borrás, Joan García-Picart, José Montiel y Guillem Pons-Lladó

Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Barcelona.

*arteria mamaria interna / ecocardiografía Doppler / injerto coronario / velocidad del flujo sanguíneo*

**Objetivo.** El objetivo del estudio fue analizar las características de la curva de velocidad del flujo Doppler de los injertos coronarios con arteria mamaria interna en relación con su permeabilidad determinada por angiografía selectiva.

**Métodos.** Se estudiaron 25 pacientes consecutivos portadores de un injerto de arteria mamaria interna izquierda. Se les practicaron coronariografía y estudio Doppler transcutáneo. Se cuantificaron las velocidades máximas y las integrales velocidad-tiempo de los componentes sistólico y diastólico de las señales obtenidas. En la coronariografía se analizó la permeabilidad del injerto, así como las características angiográficas de la arteria coronaria distal a la anastomosis.

**Resultados.** Se obtuvo señal de flujo por Doppler en 23 de los 25 pacientes analizados (92%). En 17 de los 25 casos (68%) el injerto era angiográficamente permeable, siendo el flujo de predominio diastólico en 15 (88%) y sistólico en 2 (12%). En los 8 pacientes (32%) con injerto ocluido angiográficamente, 6 (75%) presentaban una señal de predominio sistólico y estaba ausente en 2 (25%). La sensibilidad y la especificidad de la presencia de un patrón Doppler de predominio diastólico para la detección de permeabilidad del injerto fueron del 88 y del 100%, respectivamente, con un valor predictivo positivo del 100% y negativo del 80%.

**Conclusiones.** Las características de la curva de velocidad del flujo de los injertos coronarios con arteria mamaria interna están relacionadas con la permeabilidad del injerto, siendo la presencia de un flujo predominantemente diastólico altamente indicativa de la misma.

**Palabras clave:** *Ecocardiografía. Doppler. Injerto coronario. Arterias mamarias.*

## ASSESSMENT OF THE PERMEABILITY OF LEFT INTERNAL MAMMARY ARTERY GRAFT PATENCY BY TRANSCUTANEOUS DOPPLER FLOW VELOCITY ANALYSIS

**Objective.** To analyze the features of Doppler flow velocity curve of left internal mammary artery by-pass grafts in relation with their permeability as assessed by selective angiography.

**Methods.** Twenty-five consecutive patients with a left mammary artery graft were studied by angiography and transcutaneous Doppler technique. From the Doppler tracings, peak velocity and time-velocity integral of the systolic and diastolic components were determined. Patency of the graft and the characteristics of the distal native coronary artery were evaluated at angiography.

**Results.** Doppler flow signal was obtained in 23 (92%) of 25 analyzed patients. The graft was angiographically patent in 17 (68%) of 25 patients; in 15 (88%) of them the Doppler flow velocity signal was mainly diastolic and in only 2 (12%) it was predominantly systolic. In 8 (32%) of the 25 patients the graft was angiographically occluded, 6 (75%) of these patients showing a predominantly systolic Doppler signal, while the remaining 2 (25%) patients were those in whom the signal could not be elicited. Sensitivity and specificity of a predominantly diastolic Doppler flow pattern for the presence of graft patency was 88% and 100% respectively, with a predictive positive value of 100% and a negative one of 80%.

**Conclusions.** Doppler flow velocity pattern of internal mammary artery by-pass grafts is related with patency of the graft, the presence of a predominantly diastolic curve being highly indicative of a patent graft.

**Key words:** *Echocardiography. Doppler. Coronary artery bypass grafting. Mammary arteries.*

(*Rev Esp Cardiol* 1999; 52: 681-687)

\*Dirección actual: Sección de Cardiología. Centre Hospitalari Parc Taulí. Sabadell. Barcelona.

Correspondencia: Dr. F. Carreras.  
Departamento de Cardiología y Cirugía Cardíaca.  
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau.  
P. Claret, 167. 08025 Barcelona.  
Correo electrónico: fcarreras@hsp.santpau.es

Recibido el 14 de diciembre de 1998.

Aceptado para su publicación el 26 de febrero de 1999.

## INTRODUCCIÓN

La arteria mamaria interna izquierda (AMI) es un vaso idóneo para utilizar como injerto pediculado en la revascularización quirúrgica de la arteria coronaria descendente anterior al presentar escasa afectación aterosclerótica, en particular, por debajo de los 65 años<sup>1,2</sup>. No obstante pueden existir casos en los que la revascularización sea incompleta, bien por problemas técnicos en la realización de la anastomosis, en particular en el caso de las nuevas técnicas de minitoracotomía, que exigen una mayor habilidad por parte del cirujano<sup>3,4</sup>, o bien por el desarrollo crónico de lesiones en el injerto que comprometan su funcionalismo a largo plazo. Disponer de un método incruento como la técnica Doppler, que permite el estudio de las características del flujo de la AMI es, por tanto, de gran interés para valorar la permeabilidad del vaso<sup>5</sup>.

A diferencia de los injertos venosos, la AMI es de fácil localización mediante ultrasonidos, ya que su segmento más proximal se mantiene en su posición anatómica habitual y se detecta habitualmente en el segundo-tercer espacio intercostal. Diferentes autores han demostrado la utilidad de la técnica Doppler para evaluar su permeabilidad a partir del análisis de los perfiles de velocidad del flujo. Éste es de predominio diastólico cuando el injerto es normofuncionante, ya que adopta el patrón característico del flujo coronario, y de predominio sistólico cuando el injerto presenta una estenosis significativa, retomando el patrón característico del flujo sistémico arterial<sup>6</sup>.

El objetivo de nuestro estudio ha sido evaluar en nuestro medio la utilidad de la técnica Doppler, aplicada por vía transtorácica, para la detección del flujo y la valoración de la permeabilidad de los injertos coronarios de AMI, utilizando como patrón de referencia los resultados del estudio angiográfico.

## MÉTODOS

Entre febrero y noviembre de 1997 se incluyeron en el estudio 25 pacientes consecutivos portadores de un injerto de AMI izquierdo anastomosado a la arteria coronaria descendente anterior, ingresados en nuestro centro para la práctica de coronariografía diagnóstica por presentar clínica anginosa.

Se incluyeron 18 varones y 7 mujeres. La edad media fue de 61,4 años (47,8-77,1). El intervalo medio entre la cirugía y el cateterismo fue de 5,7 años (6 días-11,4 años).

Se realizó estudio Doppler a todos los pacientes mediante una sonda Pedof de 2 MHz conectada a un ecocardiógrafo convencional (Vingmed CFM 700 o Aloka SD-100) en modalidad de Doppler pulsado. La detección del flujo de la AMI se basó en su característica localización anatómica: distancia poco variable de esta arteria respecto al borde paraesternal, de 10 a 15 mm,

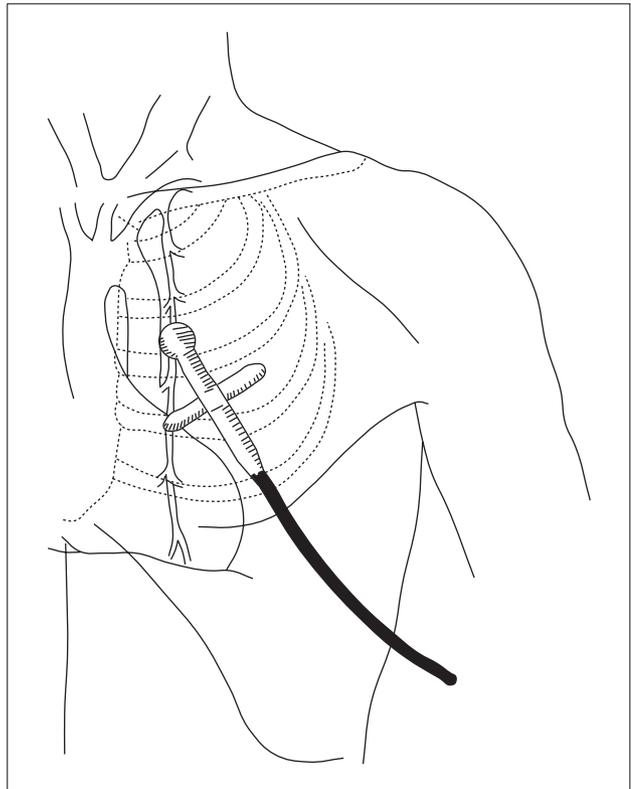


Fig. 1. Esquema ilustrativo de la colocación de la sonda Pedof para detectar el flujo de la arteria mamaria interna izquierda.

en el segundo-tercer espacio intercostal (fig. 1). Con el fin de facilitar la detección de la señal de flujo, el volumen de muestra de la señal de Doppler pulsado se calibró inicialmente a su máxima longitud (20 mm) para posteriormente, una vez detectada, reducirlo al mínimo (3 mm) y así determinar con precisión la profundidad de la señal y la localización del injerto. Hallándose el paciente en decúbito supino, la angulación del transductor respecto a la pared torácica fue de unos 75 grados en sentido craneocaudal, con dirección paralela al borde paraesternal. Facilitaba la localización del injerto, especialmente en aquellos casos en los que la señal de flujo no se obtenía con rapidez, estudiar la situación anatómica del tramo inicial de la AMI contralateral, no manipulada quirúrgicamente, mediante la detección de la señal Doppler de la velocidad de su flujo, de claro predominio sistólico (figs. 2 y 3).

Los parámetros analizados en el estudio Doppler fueron los siguientes: profundidad de la señal respecto a la pared torácica; velocidades máximas (Vmax) e integral velocidad-tiempo (ITV) tanto del componente sistólico (Vmax S; ITV S) como del diastólico (Vmax D; ITV D) y relación entre las Vmax sistólica y diastólica (Vmax S/D) e ITV (ITV S/D).

La coronariografía se realizó en un intervalo de tiempo no superior a las 24 h respecto al estudio Doppler. Los resultados del cateterismo fueron anali-

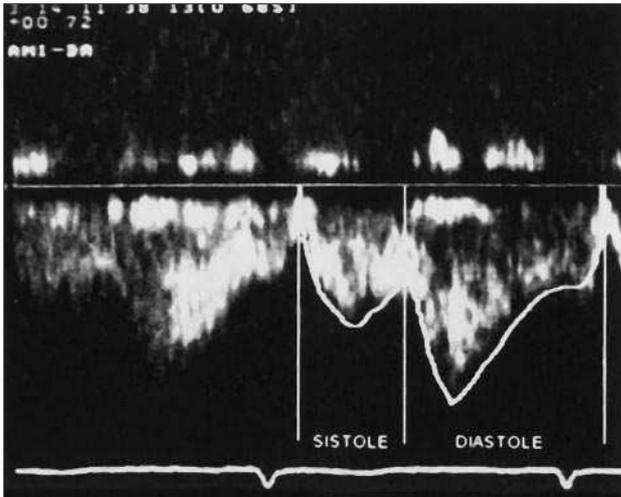


Fig. 2. Registro Doppler de la velocidad del flujo de un injerto de AMI normofuncionante. El flujo se adapta a las resistencias vasculares del territorio coronario, por lo que es predominantemente diastólico.

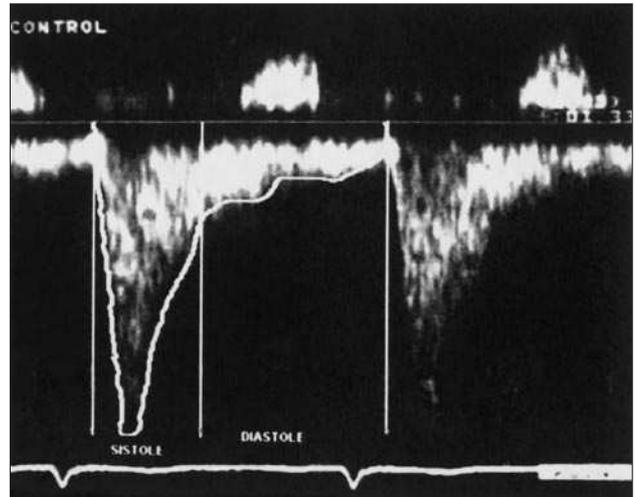


Fig. 3. Registro Doppler de la velocidad del flujo de AMI no injertada. El flujo es de características arteriales sistémicas, con un marcado predominio del componente sistólico.

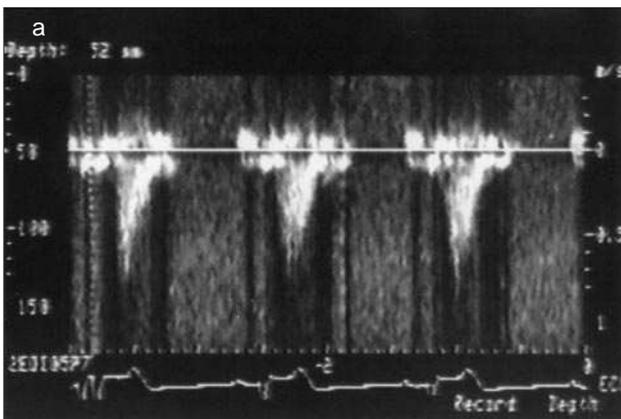
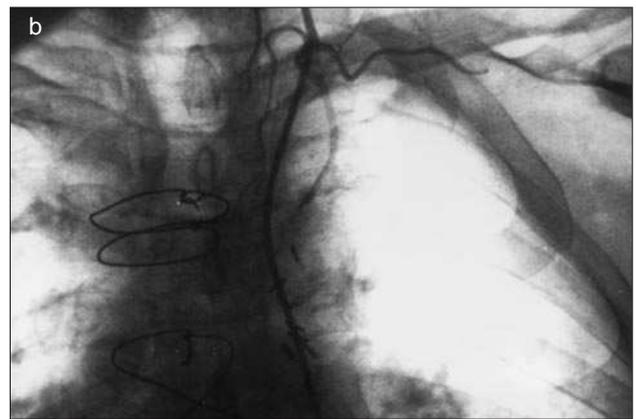


Fig. 4. a) Registro Doppler de la velocidad del flujo de un injerto de AMI disfuncionante. Por el segmento permeable del vaso, al perderse la comunicación con la circulación coronaria, se transmite únicamente el flujo sistólico arterial sistémico; b) injertografía correspondiente al mismo caso, en la que se observa la obstrucción del injerto de AMI en su tercio proximal (flecha).



zados por un observador independiente (JGP), informando sobre la permeabilidad del injerto, la presencia de lesiones estenóticas y la calidad del vaso distal a la anastomosis.

## RESULTADOS

### Estudio Doppler

En 23 de los 25 pacientes se obtuvo señal Doppler de flujo de un vaso identificado como AMI, a una profundidad media de 39,4 mm (18-60 mm). Éste era característicamente bifásico, diferenciándose dos componentes, uno sistólico y otro diastólico. Los pacientes fueron clasificados en dos grupos, dependiendo del predominio de los componentes sistólico y diastólico de la señal Doppler:

**Grupo A (15 pacientes).** Casos que presentaban un flujo con un componente diastólico de la señal superior al sistólico (fig. 2). En estos casos la ITV S/D era inferior a 1 ( $0,46 \pm 0,18$ ) y la relación Vmax S/D era inferior a 2 ( $1,3 \pm 0,4$ ).

**Grupo B (10 pacientes).** Se incluyeron los casos en los que no se pudo registrar la señal de flujo de AMI (2 pacientes) y aquellos con un flujo con un componente sistólico claramente superior al diastólico (fig. 4). En estos casos la ITV S/D era superior a 1 ( $1,65 \pm 0,26$ ) y la relación Vmax S/D era superior a 2 ( $3,8 \pm 1,3$ ).

### Estudio angiográfico

El estudio angiográfico se realizó en todos los casos. En 17 pacientes la AMI era permeable con buen vaso

**TABLA 1**  
**Datos Doppler y resultados angiográficos del grupo de pacientes estudiados**

Caso	Edad	Sexo	Vmax S	Vmax D	Vmax S/D	ITV S	ITV D	ITV S/D	Patrón Doppler	Angio-AMI
1	60	F	14,3	19,5	0,7	2,7	6,8	0,4	Diast	P
2	50	M	69	38	1,8	9,1	17,5	0,5	Diast	P
3	51	F	28	21	1,3	4,5	9,9	0,5	Diast	P
4	53	M	42	30	1,4	6,2	13,7	0,5	Diast	P
5	77	F	29	28	1,0	1,4	9,2	0,2	Diast	P
6	61	M	41	22	1,9	2,8	10,0	0,3	Diast	P
7	68	M	45	27	1,7	6,6	16,0	0,4	Diast	P
8	65	M	30	29	1,0	3,5	14,0	0,2	Diast	P
9	65	M	32	20	1,6	5,2	10,3	0,5	Diast	P
10	50	M	44	32	1,4	9,2	9,9	0,9	Diast	P
11	63	M	37	32	1,2	4,3	8,2	0,5	Diast	P
12	71	M	98	36	2,7	16,3	9,8	1,7	Sist	P
13	57	M	16	28	0,6	4,5	6,5	0,7	Diast	P
14	64	F	27	24	1,1	3,3	11,7	0,3	Diast	P
15	57	M	50	26	1,9	6,4	14,6	0,4	Diast	P
16	64	M	34	39	0,9	6,4	10,1	0,6	Diast	P
17	74	M	25	6,8	3,7	5,8	3,6	1,6	Sist	P
18	70	F	55	17	3,2	10,5	6,8	1,6	Sist	D
19	48	M	52	21	2,5	9,6	8,4	1,1	Sist	D
20	48	M	77	13	5,9	12,2	6,9	1,8	Sist	D
21	64	M	80	14	5,7	12,0	6,0	2,0	Sist	D
22	66	M	63	17	3,7	12,6	7,5	1,7	Sist	D
23	64	M	65	22	3,0	14,2	8,4	1,7	Sist	D
24	62	F	-	-	-	-	-	-	-	D
25	65	F	-	-	-	-	-	-	-	D

Diast: curva de velocidad del flujo de predominio diastólico; Sist: curva de velocidad del flujo de predominio sistólico; P: injerto angiográficamente permeable; D: injerto disfuncionante (ocluido o con severa limitación del paso de flujo al territorio coronario). Resto de abreviaturas en el texto.

distal. En 8 casos se identificó un injerto disfuncionante: en cinco casos se trataba de una injerto no permeable, en dos casos existía muy mal flujo en el lecho distal y en un caso se observó estenosis significativa en la anastomosis.

### Relación entre patrones Doppler y permeabilidad angiográfica

De los 17 pacientes con AMI permeable, todos menos dos pertenecían al grupo A. Los 8 casos con AMI angiográficamente disfuncionante pertenecían al grupo B. Los parámetros Doppler determinados en cada caso se detallan en la **tabla 1**. En los pacientes con AMI permeable se obtuvo una ITV S/D de  $0,6 \pm 0,4$  mientras que en los pacientes con disfunción del injerto era de  $1,6 \pm 0,3$  ( $p < 0,001$ ) (**fig. 5a**). De igual manera, existían diferencias estadísticamente significativas entre la Vmax S/D del grupo con AMI permeable ( $1,6 \pm 0,8$ ) y con AMI disfuncionante ( $4,0 \pm 1,5$ ) ( $p < 0,001$ ) (**fig. 5b**).

Todos los pacientes del grupo A tenían el injerto permeable (capacidad predictiva del 100%). En ocho de los 10 pacientes del grupo B se demostró disfunción del injerto (capacidad predictiva del 80%). La capacidad diagnóstica del estudio de las características del flujo Doppler del injerto de AMI fue del 92%.

En el análisis angiográfico de los dos casos falsos negativos, con señal Doppler de predominio sistólico y arteria permeable, se observó en uno de ellos una AMI de trayecto muy tortuoso, hecho que dificultaba su localización por Doppler, correspondiendo probablemente la señal obtenida a un vaso arterial distinto de la AMI, mientras que en el otro se identificó un trayecto de AMI atípico, con recorrido retroesternal y una rama colateral de calibre importante, cuyo flujo de características arteriales sistémicas fue probablemente el que se detectó mediante Doppler (**fig. 6**).

### DISCUSIÓN

Los resultados de nuestro estudio confirman que la técnica Doppler transcutánea es útil para la detección del flujo del injerto de AMI<sup>7</sup>, y que las características de la curva de velocidades registrada, en particular cuando es de predominio diastólico, permite identificar la permeabilidad del injerto con un elevado grado de fiabilidad.

La sonda Pedof utilizada para estudiar el flujo de la AMI ofrece una relación señal/ruido óptima en la detección de la señal Doppler, por lo que es muy sensible para detectar señales de flujo de baja intensidad<sup>8</sup>. Por este motivo, a pesar de que la detección del flujo

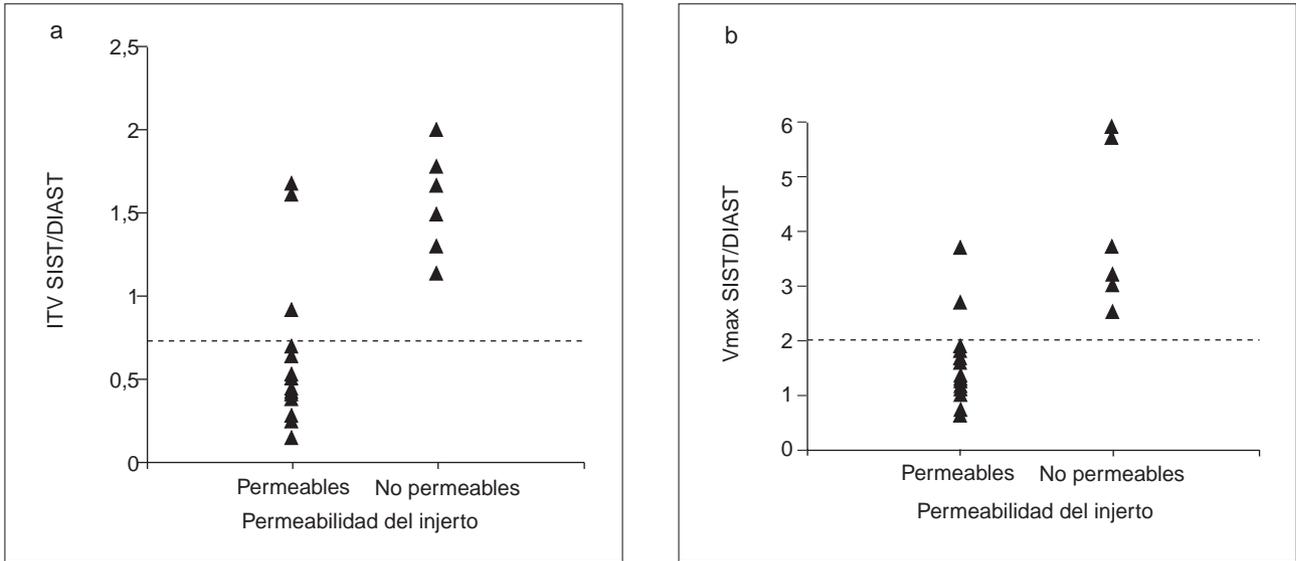


Fig. 5. Distribución, en función de la permeabilidad del injerto, de los valores obtenidos del cociente entre la integral (a) y la velocidad máxima (b) de los componentes sistólico y diastólico de la curva de velocidades máximas del flujo registrado en cada caso. Abreviaturas en el texto.

de la AMI se realizó sin la ayuda del Doppler color, la localización y registro de la señal se consiguió sin grandes dificultades. Aunque por regla general en los estudios publicados se utiliza en primer lugar la imagen ecocardiográfica bidimensional, generalmente con la ayuda del Doppler color, para identificar la localización del injerto de AMI, sea por abordaje supraclavicular<sup>9</sup> o a partir de la ventana paraesternal izquierda, con el paciente en decúbito lateral izquierdo o en decúbito supino<sup>5</sup>. La aparición reciente de los transductores de alta frecuencia constituye, sin lugar a duda, una gran ayuda para identificar con mayor rapidez la localización del vaso<sup>10</sup>.

El patrón de flujo que presenta la AMI en condiciones fisiológicas es de predominio sistólico, como corresponde a cualquier arteria sistémica. La circulación coronaria difiere de la del resto del sistema arterial en que la mayor parte del riego sanguíneo se produce en diástole, ya que la presión de perfusión coronaria depende de la diferencia entre la presión diastólica aórtica y la de ventrículo izquierdo. En consecuencia, al injertar la AMI a una arteria coronaria, las características del flujo en el primer vaso deberán adaptarse a las resistencias del nuevo lecho vascular, pasando a ser predominantemente diastólico. Si existe una estenosis severa en la anastomosis o a lo largo del injerto las características del flujo en la AMI volverán a ser las propias de una arteria no coronaria, debido a que la presión arterial diastólica no podrá salvar la resistencia creada por la estenosis. En diástole el flujo sanguíneo se derivará a través de las pequeñas ramas colaterales de la AMI antes que hacia la circulación coronaria o el injerto se comportará simplemente como un tubo ciego.

Las cifras de sensibilidad y especificidad de nuestros resultados en cuanto a la detección de la permea-

bilidad de injertos coronarios no difieren significativamente de las publicadas por otros autores<sup>5,7,9</sup>, en las que se citan valores entre el 90 y el 100% para la sensibilidad y del 85-90% para la especificidad. En nues-



Fig. 6. Angiografía correspondiente a un injerto de AMI, en la que se observa una rama colateral de calibre importante, no ligada por el cirujano, causa de uno de los falsos negativos del estudio. Obsérvese cómo el segmento pediculado de la AMI desvía su trayecto hacia la posición retroesternal, dificultando su detección.

tra serie queda demostrado que la detección de un flujo de predominio diastólico, con una relación ITV S/D  $< 1$  o  $V_{\max}$  S/D  $< 2$  (fig. 5), indica con absoluta especificidad la permeabilidad del injerto de AMI. Por contra, aunque la especificidad del patrón de flujo con predominio sistólico sea muy alta para el diagnóstico de disfunción del injerto, el hecho de existir dos falsos negativos genera un cierto grado de incertidumbre por la repercusión clínica que puede tener esta afirmación diagnóstica. En la práctica, este hecho obliga probablemente a realizar en todos estos casos otra técnica diagnóstica para corroborar o descartar el diagnóstico de disfunción, en particular si el problema es que no se ha detectado ninguna señal, como sucedió en dos pacientes de nuestra serie. Aunque debido a las características del grupo de pacientes estudiado no sea metodológicamente correcto efectuar la siguiente afirmación, es razonable pensar que en el caso de que el paciente se encuentre asintomático, sin datos clínicos de disfunción del injerto, la detección de un flujo sistólico se deba a un falso negativo de permeabilidad. En este caso sería recomendable efectuar en primer lugar un estudio incruento mediante resonancia magnética<sup>11</sup>, con el fin de confirmar la existencia de un injerto permeable. Además, mediante esta técnica se pueden descartar fácilmente los falsos negativos debidos a un recorrido anormal del injerto<sup>12</sup>. En caso de que el contexto clínico del paciente lo aconseje, o la resonancia magnética no aclare el diagnóstico, será necesario recurrir a la valoración angiográfica del injerto.

### Limitaciones del estudio

Al utilizar el Doppler pulsado a ciegas, sin visualización bidimensional mediante ecografía-Doppler-color, es de suma importancia el conocimiento de la anatomía de la región. En algunos casos, especialmente los primeros, fue importante tener grandes dosis de paciencia para localizar el vaso, siendo inevitable la existencia de una curva de aprendizaje para la aplicación de esta técnica. De acuerdo con nuestra experiencia<sup>13</sup>, comunicada posteriormente a la realización de este estudio, disponer de equipos ecocardiográficos de última generación, con sondas de alta frecuencia para estudio vascular y con la ayuda de agentes ecopotenciadores, facilita la localización de la AMI en manos menos experimentadas, aunque sin lugar a dudas con una relación coste-beneficio superior.

Según nuestros resultados, la presencia de una señal Doppler con patrón de flujo diastólico permite afirmar con seguridad la permeabilidad del injerto. No obstante, la ausencia de lesiones obstructivas de origen ateromatoso en el grupo de pacientes estudiado ha impedido analizar el patrón de velocidades Doppler en esta circunstancia. Con el fin de descubrir la existencia de estas lesiones se ha descrito la utilidad de estudiar la reserva del flujo coronario en el injerto, mediante la

valoración funcional del flujo de la AMI antes y después de la administración de dipiridamol<sup>14,15</sup>.

Por otra parte, la no detección de flujo puede deberse a AMI ocluida o a defectos en la técnica de localización del vaso; es en estos casos cuando dudamos sobre seguir buscando el flujo o bien establecer el diagnóstico de AMI no permeable. Llegada esta circunstancia es necesario recurrir a otras técnicas diagnósticas para confirmar con la mayor fiabilidad el diagnóstico de oclusión del injerto, como puede ser la resonancia magnética o el estudio angiográfico invasivo, si es preciso por las circunstancias clínicas del paciente.

### CONCLUSIONES

Nuestro estudio demuestra que el Doppler pulsado a ciegas es un método simple y no sofisticado que permite estudiar la permeabilidad del injerto de AMI, evitando la utilización de equipos de alta tecnología. La detección de una señal de velocidad de flujo de AMI con componente diastólico superior al sistólico es indicativo de vaso permeable (ITV S/D  $< 1$  o  $V_{\max}$  S/D  $< 2$ ). El predominio del componente sistólico en la señal de flujo indica la disfunción del injerto. En los casos en los que no se detecte señal de flujo, antes de diagnosticar oclusión del injerto, es recomendable utilizar otras técnicas diagnósticas para descartar un error en la localización del vaso.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Abad C, Santana C, Díaz J, Feijoo J. Arteriosclerotic histologic evaluation of the internal mammary artery in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 1995; 9: 198-201.
2. Lytle BW, Loop FD, Cosgrove DM, Ratliff NB, Easley K, Taylor PC. Long-term (5 to 12 years) serial studies of internal mammary artery and saphenous vein coronary bypass grafts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 248-258.
3. Mestres CA, Aramendi JJ. Minimal access and minimally invasive coronary surgery. *Rev Esp Cardiol* 1998;51 (Supl 3): 99-105.
4. Calafiore A Di Giammarco G, Teodori G, Bosco G, D'Annunzio E, Barsotti A et al. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *AnnThorac Surg* 1996; 61: 1.658-1.665.
5. Crowley JJ, Shapiro LM. Noninvasive assessment of left internal mammary artery graft patency using transthoracic echocardiography. *Circulation* 1995; 92 (Supl 9): 25-30.
6. Cartier R, Semper O, Pellerin M, Hébert Y, Leclerc Y. Changing flow pattern of the internal thoracic artery undergoing coronary bypass grafting: continuous-wave Doppler assessment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112: 52-58.
7. De Bono DP, Samani NJ, Spyt TJ, Hartshorne T, Thrush AJ, Evans DH. Transcutaneous ultrasound measurement of blood-flow in internal mammary artery to coronary artery grafts. *Lancet* 1992; 339: 379-381.
8. Hatle L, Angelsen B. Doppler ultrasound in cardiology (2.ª ed.). Filadelfia: Lea and Febiger, 1985; 69-70.
9. Takagi T, Yoshikawa J, Yoshida K, Akasaka T. Noninvasive measurement of left internal mammary artery graft patency using

- duplex Doppler echocardiography from supraclavicular fossa. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1.647-1.652.
10. Ehram JE, Spittell PC, Seward JB. Internal mammary artery: 100% visualization with new ultrasound technology. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 10-12.
  11. Pons Lladó G, Carreras F. Estado actual de las aplicaciones de la resonancia magnética en el estudio de la cardiopatía isquémica. *Rev Esp Cardiol* 1997; 50 (Supl 5): 59-73.
  12. Pons-Lladó G, Carreras F, Borrás X, Güell X, Llauger J, Palmer J. Estudio de la permeabilidad de los injertos coronarios por medio de técnicas convencionales de resonancia magnética [resumen]. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51 (Supl 5): 86.
  13. Carreras F, Leta R, Borrás X, García-Picart J, Pons-Lladó G. Estudio de la permeabilidad de los injertos de arteria mamaria interna: utilidad de los ecopotenciadores para identificar la señal de flujo mediante Doppler color [resumen]. *Rev Esp Cardiol* 1998; 51 (Supl 5): 7.
  14. Rombaut E, Vantrimpont P, Gurné O, Chenu P, Schroeder E, Buche M et al. Noninvasive functional assessment of left internal mammary artery grafts by transcutaneous Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1998; 11: 403-408.
  15. Pezzano A, Fusco R, Child M, Riccobono S, Milazzo A, Recalcati F et al. Assessment of left internal mammary artery grafts using dipyridamole Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 1997; 80: 1.603-1.606.