

DetECCIÓN DE ESTENOSIS ANGIOGRÁFICA DE LA ARTERIA CORONARIA DESCENDENTE ANTERIOR MEDIANTE ECOCARDIOGRAFÍA DOPPLER TRANSTORÁCICA: UTILIDAD DE LA MEDIDA NO INVASIVA DE LA RESERVA DEL FLUJO CORONARIO

Rafael Florenciano Sánchez, Gonzalo de la Morena Valenzuela, Federico Soria Arcos, Ramón Rubio Patón, Ramón López Palop, Manuel Villegas García, Eduardo Pinar Bermúdez y Mariano Valdés Chávarri

Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia. España.

Introducción y objetivos. El propósito de este estudio fue evaluar la capacidad de detección de flujo en la arteria descendente anterior y la utilidad de la medición de la reserva de flujo coronario para diagnosticar enfermedad coronaria significativa, empleando ecocardiografía Doppler transtorácica con transductor de alta frecuencia y eco-contraste.

Pacientes y método. Estudiamos a 107 pacientes ingresados por cardiopatía isquémica conocida o sospechada, en los que se indicó una coronariografía. Se obtuvo un registro de Doppler pulsado de la descendente anterior distal en condiciones basales y tras infusión de dipiridamol. En todos los pacientes se administró un agente de eco-contraste. Consideramos que la reserva del flujo coronario era normal si su valor era $\geq 1,7$.

Resultados. Se obtuvieron registros Doppler adecuados de la descendente anterior en 83 pacientes (78%). Encontramos estenosis significativas de la descendente anterior en 24 de 83 pacientes (29%). En los pacientes en los que no se obtuvo el registro Doppler, la prevalencia de estenosis en la descendente anterior fue significativamente mayor (62 frente a 29%; $p = 0,006$). La sensibilidad, especificidad y eficacia diagnóstica de una reserva de flujo coronario menor de 1,7 para detectar estenosis significativa de la descendente anterior fueron, respectivamente, del 87, 74 y 78%.

Conclusiones. La medición de la reserva de flujo coronario por medio de ecocardiografía Doppler transtorácica empleando transductor de alta frecuencia y eco-contraste es un método factible, accesible y con una buena capacidad para detectar estenosis significativas en la descendente anterior.

Palabras clave: *Ecocardiografía. Enfermedad coronaria. Flujo sanguíneo regional. Medios de contraste.*

Financiado en parte por el Instituto de Investigación Cardiológica Murciana.

Correspondencia: Dr. R. Florenciano Sánchez.
Historiador Torres Fontes, 18; 4.º E. 30011 Murcia. España.
Correo electrónico: r.florenciano@eresmas.net

Recibido el 29 de julio de 2002.

Aceptado para su publicación el 27 de diciembre de 2002.

Detection of Angiographic Lesions in the Left Anterior Descending Coronary Artery by Transthoracic Doppler Echocardiography: Usefulness of Non-Invasive Assessment of Coronary Flow Reserve

Introduction. We evaluated the feasibility of detecting blood flow in the left anterior descending coronary artery and the usefulness of measuring coronary flow reserve to diagnose significant coronary artery disease, both by means of transthoracic Doppler echocardiography using a high-frequency transducer and echo-contrast agent.

Patients and method. We studied 107 patients who were scheduled for coronary arteriography for known or suspected ischemic heart disease. A Doppler signal was recorded by a pulsed wave in the distal left anterior descending artery at baseline and after dipyrindamole infusion. An echo-contrast agent was administered to all patients. A coronary flow reserve equal to or higher than 1.7 was considered normal.

Results. We recorded Doppler signals in the left anterior descending coronary artery of 83 patients (78%). Significant stenosis of the left anterior descending coronary artery was observed in 24 out of 83 patients (29%). The prevalence of significant stenosis was higher (62 vs 29%; $p = 0.006$) in patients in which no Doppler signal was detected. The sensitivity, specificity, and accuracy of abnormal coronary flow reserve in detecting significant stenosis of the left anterior descending coronary artery were 87, 74 and 78%, respectively.

Conclusions. The measurement of coronary flow reserve by transthoracic Doppler echocardiography using a high-frequency transducer and echo-contrast agent is a feasible, widely available, and accurate method for detecting significant stenosis of the left anterior descending coronary artery.

Key words: *Echocardiography. Coronary disease. Regional blood flow. Contrast media.*

Full English text available at: www.revespcardiol.org

ABREVIATURAS

ADA: arteria coronaria descendente anterior.
EDT: ecocardiografía Doppler transtorácica.
RFC: reserva de flujo coronario.

INTRODUCCIÓN

La reserva del flujo coronario (RFC) es una medición útil para determinar la significación fisiológica de la estenosis de una arteria coronaria¹ y la función microvascular². Hasta el momento, los procedimientos necesarios para medir la RFC eran invasivos (guía Doppler intracoronaria³) o semiinvasivos (ecocardiografía Doppler transeofágica⁴), lo cual limitaba su utilidad en la práctica clínica. Recientemente, los nuevos equipos de ecocardiografía han incorporado nuevas mejoras técnicas que permiten la medición no invasiva de las señales Doppler de arterias como la mamaria interna izquierda⁵ o la coronaria descendente anterior (ADA)^{6,7}. Los transductores de alta frecuencia han permitido realizar mediciones no invasivas de la RFC en la ADA distal con un elevado porcentaje de éxito^{6,8}. Además, la tecnología de segundo armónico, junto a la administración de agentes de eco-contraste, no sólo ha probado su utilidad para detectar un mayor número de señales Doppler, sino que éstas son de mejor calidad^{9,10}. Con todos estos avances técnicos, la capacidad de la técnica para detectar flujo en la ADA se sitúa entre el 78 y 100%^{11,12}.

En los diversos estudios sobre utilidad de la ecocardiografía Doppler transtorácica (EDT) para medir la RFC en la ADA, las poblaciones estudiadas han sido diferentes. En algunos estudios se ha incluido a pacientes con valvulopatía o miocardiopatía^{10,11}, en otros se han excluido pacientes con infarto de miocardio¹³, diabetes⁶ o angina inestable¹¹. La diversidad poblacional y la diferente tecnología empleada explicarían los datos de sensibilidad y especificidad publicados hasta el momento que, aun siendo buenos, son variables^{6,10,12}. Por tanto, sería interesante estudiar de forma no invasiva la RFC en una población más representativa de los pacientes atendidos en la práctica clínica diaria, empleando la tecnología actualmente disponible.

El propósito de este estudio fue evaluar la utilidad de la medición de la RFC para diagnosticar enfermedad coronaria significativa de la ADA en una población no seleccionada de pacientes, empleando para su medida la EDT con transductor de alta frecuencia y eco-contraste.

PACIENTES Y MÉTODO

Población estudiada

Estudiamos a 107 pacientes ingresados en nuestro hospital por cardiopatía isquémica conocida o sospechada, que se habían estabilizado con tratamiento médico, en ritmo sinusal y en los que su cardiólogo responsable indicó una coronariografía. Los pacientes fueron consecutivos y no seleccionados. El único criterio de exclusión fue la contraindicación para la administración de dipiridamol: bloqueo auriculoventricular de segundo o tercer grado, enfermedad del seno, asma bronquial o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) moderada o grave. En las 24 h previas a la realización de la prueba se evitó la ingesta de cafeína o teofilinas de acción prolongada. Se dejó a criterio del cardiólogo responsable del enfermo el mantenimiento de la medicación antiisquémica y antiagregante el día de la EDT. Todos los pacientes dieron el consentimiento informado.

Ecocardiografía Doppler transtorácica

El estudio ecocardiográfico fue realizado con un sistema de ultrasonidos Sonos 5500 (Philips, Andover, Massachusetts), empleando un transductor de alta frecuencia S12 (5-12 MHz).

Las imágenes ecocardiográficas se obtuvieron en una posición próxima a la línea medioclavicular en el cuarto o quinto espacios intercostales con el paciente en decúbito lateral izquierdo. Una vez localizado el surco interventricular en el eje corto, el haz de ultrasonidos se rotó lateralmente para visualizar la porción distal de la ADA con mapeo de Doppler color⁶ de alta frecuencia (5 MHz), rango de velocidades de ± 15 a ± 19 cm/s y profundidad ajustada a 7 cm (fig. 1). La velocidad del flujo sanguíneo se midió con señal de Doppler pulsado, intentando alinear el haz de ultrasonidos lo más paralelo posible al flujo de la ADA distal (fig. 1). La frecuencia empleada en el Doppler pulsado fue de 5 MHz y con un tamaño de muestra de 1,9 mm. La posición del transductor se intentó mantener estable en todo momento. Todos los estudios se grabaron en cintas de vídeo super-VHS y algunos ciclos se almacenaron digitalmente en disco magnetoóptico para su posterior análisis.

Empleamos un agente de eco-contraste (Levovist, Schering, Berlin, Alemania) para mejorar la visualización de las señales del Doppler color y pulsado. El agente de eco-contraste se administró en una concentración de 300 mg/ml por medio de infusión intravenosa de un volumen de 7 ml a una velocidad de 1 ml/min usando una bomba de infusión. La velocidad de infusión se ajustó entre 2,0 y 0,5 ml/min de acuerdo con la calidad de las señales Doppler¹².

Fig. 1. En la imagen de la izquierda se observa un eje corto modificado en el que se aprecia un conducto alargado, con flujo codificado en rojo en el Doppler color y diastólico, que se corresponde con la ADA distal. La imagen de la derecha corresponde a la señal de Doppler pulsado obtenida al colocar la muestra dentro de dicho conducto. Se observa una señal sistólica y otra diastólica predominante.
ADA: arteria coronaria descendente anterior.

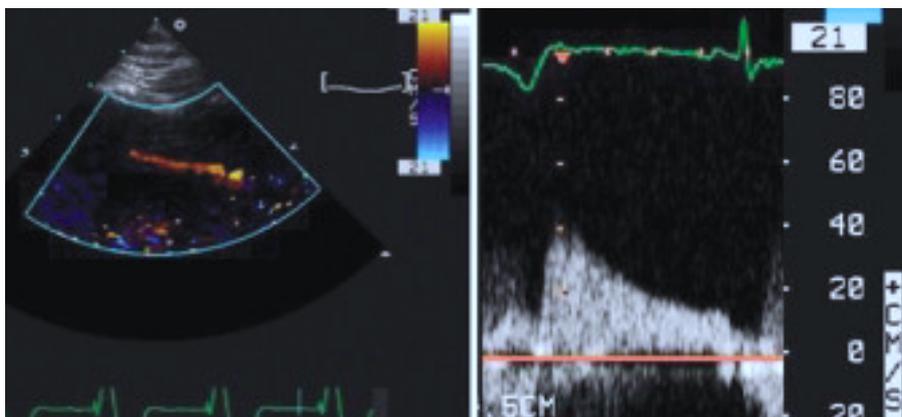
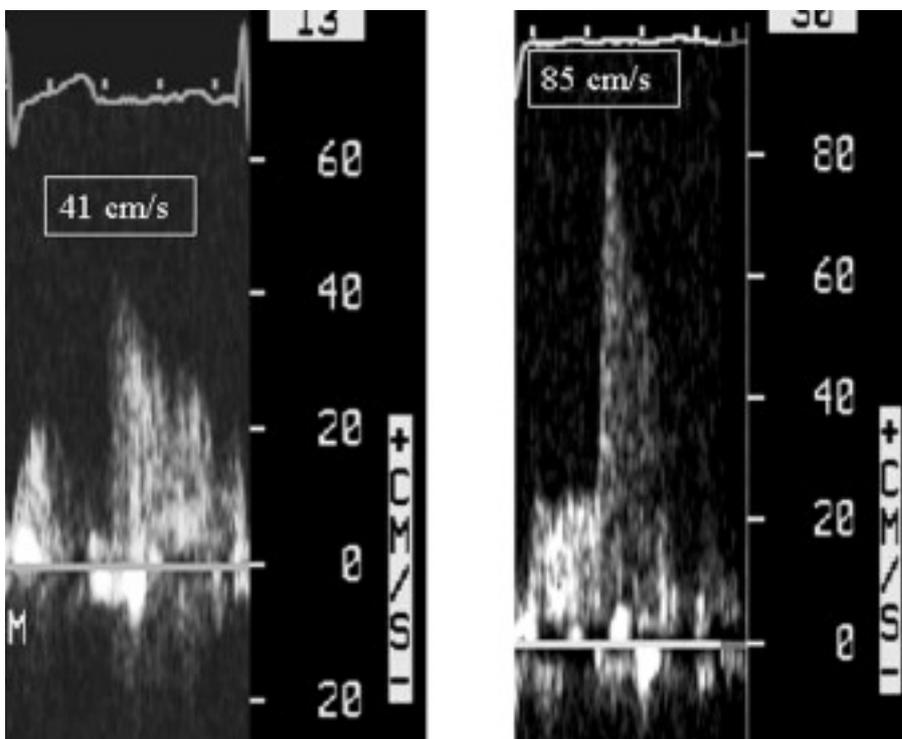


Fig. 2. Se aprecian las velocidades pico diastólicas antes y después de la infusión de dipiridamol, en un paciente con RFC de 2,07 (normal).
RFC: reserva de flujo coronario.



Protocolo de estudio de la RFC

Los pacientes debían estar al menos 48 h libres de síntomas antes de la medición de la RFC. Se obtuvo un registro de Doppler pulsado de la ADA distal en condiciones basales y a los 10 min del inicio de una infusión de dipiridamol (0,84 mg/kg), que duró 6 min. El agente de eco-contraste se administró en condiciones basales y al final de la administración del dipiridamol. Se monitorizaron continuamente el electrocardiograma y la frecuencia cardíaca. La presión arterial se midió en condiciones basales y en cada minuto desde el inicio hasta el final de la infusión de dipiridamol. Una vez obtenido el registro Doppler al final de la infusión de dipiridamol, se antagonizó el efecto de éste con aminofilina.

La medición de la RFC fue llevada a cabo por un ecocardiografista experimentado que desconocía el resultado de la coronariografía. Los parámetros de la señal Doppler analizados antes y después de la infusión de dipiridamol fueron las velocidades pico sistólica y diastólica. Para cada parámetro se promediaron los resultados de 5 mediciones. La RFC se calculó como la relación de velocidades pico diastólicas en hiperemia frente al reposo. Consideramos que la RFC era normal si su valor era $\geq 1,7^{14}$ (figs. 2 y 3).

Coronariografía

Todos los pacientes fueron sometidos a coronariografía durante el ingreso hospitalario según la técnica habitual. Los datos coronariográficos fueron evalua-

TABLA 1. Características de la población

	Detección señal Doppler ADA		
	Sí (n = 83)	No (n = 24)	p
Edad (años)	66,0 ± 10,2	66,3 ± 11,0	NS
Varones	54 (65%)	17 (71%)	NS
Tabaco	13 (16%)	9 (37%)	0,04
Hipercolesterolemia	36 (43%)	12 (50%)	NS
Hipertensión	57 (69%)	18 (75%)	NS
Diabetes	27 (32%)	9 (37%)	NS
Infarto de miocardio			
previo	28 (34%)	6 (25%)	NS
Bloqueadores beta	53 (64%)	12 (50%)	NS
Nitratos	29 (34%)	11 (46%)	NS
Antagonistas calcio	8 (10%)	2 (8%)	NS
Diagnóstico			
Dolor torácico	21 (25%)	5 (21%)	NS
Angina	38 (46%)	9 (37%)	NS
IAM	24 (29%)	9 (37%)	NS
Enfermedad coronaria significativa	54 (65%)	18 (75%)	NS
Estenosis significativa ADA	24 (29%)	15 (62%)	0,006
Estenosis significativa arteria coronaria circunfleja	28 (34%)	9 (37%)	NS
Estenosis significativa arteria coronaria derecha	32 (39%)	8 (33%)	NS

ADA: arteria coronaria descendente anterior; IAM: infarto agudo de miocardio; NS: no significativa.

dos por hemodinamistas expertos que desconocían el resultado de la EDT. La gravedad de la estenosis coronaria se determinó por medio de angiografía cuantitativa con el *software* Inturis Cardioview 1.2 (Philips, Holanda), expresándose como porcentaje de reducción del diámetro luminal. Se consideraron estenosis significativas las que producían una reducción del diámetro luminal mayor del 70%. De acuerdo con el grado de estenosis, los pacientes se clasificaron en grupo A (estenosis ≤ 70%) y grupo B (estenosis > 70%).

Análisis estadístico

Las variables numéricas se expresaron como media ± desviación estándar. Las variables cualitativas se representan como porcentajes y su comparación univariada se realizó mediante la prueba de la χ^2 aplicando la corrección de Fisher cuando fue necesario. Para contrastar diferencias entre grupos de variables numéricas se empleó el test de la t de Student para datos no apareados. Las diferencias dentro de cada grupo entre velocidades basales y tras hiperemia se contrastaron con el test de la t de Student para datos apareados. Se empleó el coeficiente de correlación de Spearman para medir la asociación entre la RFC y el porcentaje de estenosis de la ADA. Se consideró que existían diferen-

TABLA 2. Mediciones Doppler en pacientes con y sin estenosis significativas en ADA

	Grupo A	Grupo B	Valor p
	(estenosis ≤ 70%) (n = 59)	(estenosis > 70%) (n = 24)	
Velocidad sistólica basal (cm/s)	16,8 ± 13,3	14,3 ± 9,1	NS
Velocidad sistólica dipiridamol (cm/s)	29,8 ± 17,9	22,6 ± 19,3	NS
Velocidad diastólica basal (cm/s)	31,1 ± 10,8	27,9 ± 14,0	NS
Velocidad diastólica dipiridamol (cm/s)	58,4 ± 21,4	38,6 ± 18,1	0,001
RFC	1,92 ± 0,44	1,49 ± 0,59	0,001

ADA: arteria coronaria descendente anterior; RFC: reserva de flujo coronario.

TABLA 3. Relación de la RFC con el porcentaje de estenosis de la ADA

	Grupo A (estenosis ≤ 70%) (n = 59)	Grupo B (estenosis > 70%) (n = 24)
RFC < 1,7	15	21
RFC ≥ 1,7	44	3

ADA: arteria coronaria descendente anterior; RFC: reserva de flujo coronario.

cias estadísticamente significativas si el valor de $p < 0,05$. Para los cálculos estadísticos se empleó el *software* SPSS.

La sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, y la eficacia diagnóstica para detectar estenosis significativas en la ADA se calcularon según la manera habitual. La sensibilidad y especificidad se presentan con sus intervalos de confianza.

La variabilidad inter e intraobservador se evaluó con las mediciones de las velocidades en 10 pacientes seleccionados de forma aleatoria. La variabilidad interobservador se calculó como la desviación estándar de las diferencias entre las mediciones de 2 observadores independientes, expresada como porcentaje del valor medio. La variabilidad intraobservador se calculó como la desviación estándar de las diferencias entre una primera y una segunda determinaciones realizadas por un mismo observador, separadas por un intervalo de 2 semanas y expresada como porcentaje del valor medio.

RESULTADOS

Mediciones Doppler por EDT

De los 107 pacientes estudiados, se obtuvieron registros Doppler adecuados de la ADA, antes y después de la administración de dipiridamol, en 83 (78%). Las tasas de éxito en la obtención de registros Doppler en-

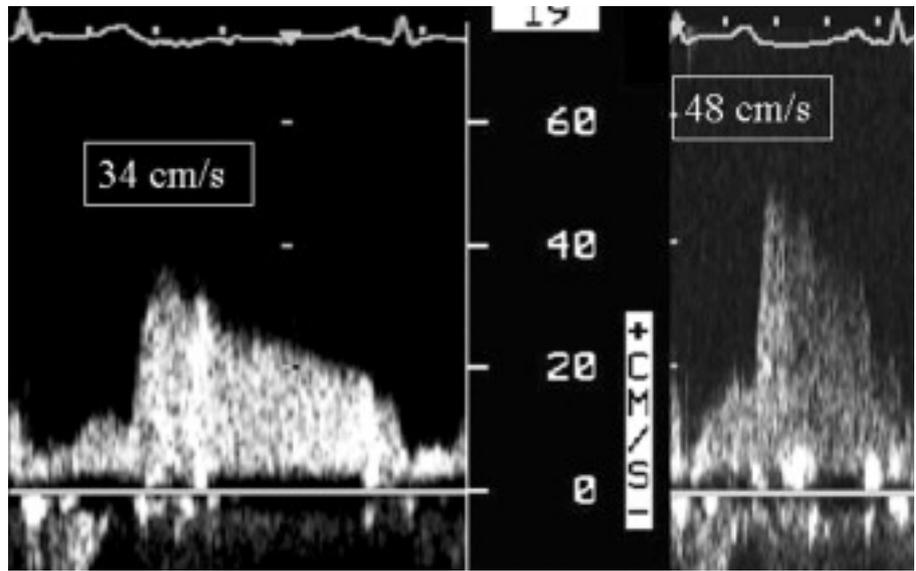


Fig. 3. Se observan las velocidades pico diastólicas antes y después de la infusión de dipiridamol, en un paciente con RFC de 1,41 (patológica). RFC: reserva de flujo coronario.

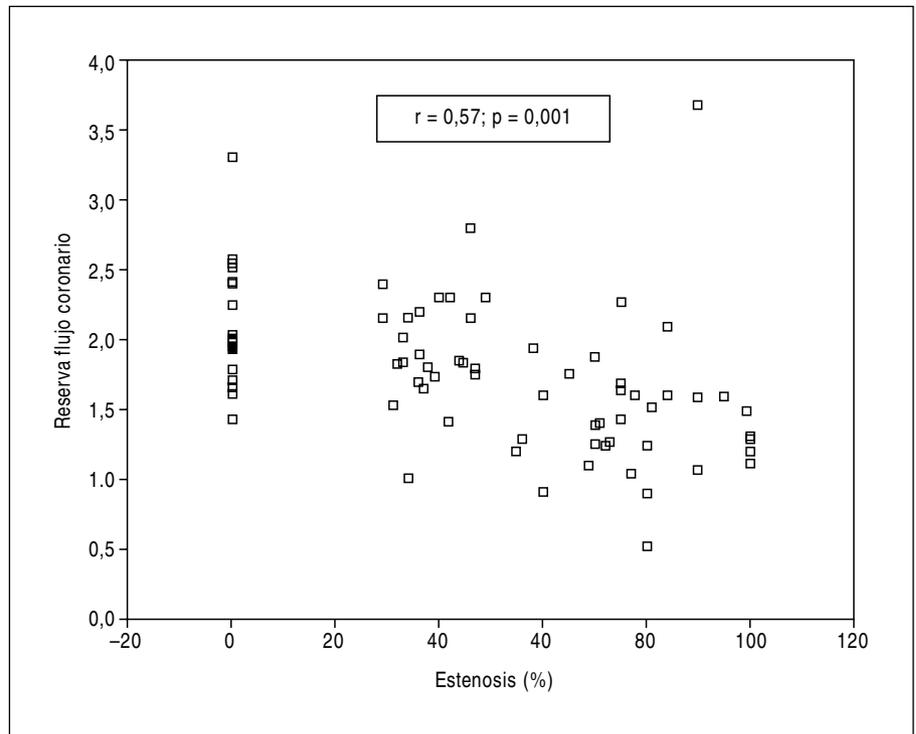


Fig. 4. Representación gráfica de la RFC frente al porcentaje de estenosis en la ADA. Se expone el coeficiente de correlación. ADA: arteria coronaria descendente anterior; RFC: reserva de flujo coronario.

tre los 50 primeros pacientes y los 57 siguientes fueron del 68 y del 86%, respectivamente ($p = 0,04$). No hubo complicaciones tras la administración de dipiridamol. Las características clínicas de la población se exponen en la tabla 1.

La velocidad sistólica basal media fue de $16,3 \pm 12,2$ cm/s, aumentando significativamente a $27,7 \pm 18,5$ cm/s ($p = 0,0001$) tras la administración de dipiridamol. El mismo comportamiento se observó en la velocidad diastólica ($30,2 \pm 11,8$ frente a $52,7 \pm 22,3$ cm/s; $p = 0,0001$).

Hallazgos coronariográficos

Encontramos estenosis significativas de la ADA en 24 de 83 pacientes (29%). Sólo un enfermo presentó estenosis significativas en dos localizaciones (ADA proximal y media del 85 y 100%, respectivamente). Las estenosis estaban situadas en las porciones proximal, media y distal de la ADA en número de 14, 9 y 2, respectivamente. En 4 pacientes coincidieron estenosis significativas del tronco común izquierdo con estenosis significativas en algún segmento de la ADA.

Estudiamos las diferencias existentes en la coronariografía según la detección o no de registro Doppler en la ADA. Los resultados se exponen en la tabla 1. En los pacientes en los que no se obtuvo el registro Doppler, la prevalencia de estenosis en la ADA fue significativamente mayor (62 frente a 29%; $p = 0,006$).

Mediciones Doppler y estenosis significativas en la ADA

En la tabla 2 se exponen las mediciones de las velocidades Doppler según los grupos. El grupo B tenía una RFC significativamente menor que el grupo A, a expensas de una menor velocidad diastólica con dipiridamol. En la población global no hubo diferencias significativas en la RFC entre pacientes tratados con o sin nitratos ($1,86 \pm 0,64$ frente a $1,76 \pm 0,45$; $p = 0,4$). Tampoco aparecieron diferencias significativas entre pacientes tratados con o sin nitratos al analizar los grupos A ($2,05 \pm 0,52$ frente a $1,86 \pm 0,40$; $p = 0,1$) y B ($1,62 \pm 0,70$ frente a $1,32 \pm 0,36$; $p = 0,2$) por separado.

En la tabla 3 se aprecia la distribución de la RFC de acuerdo con el porcentaje de estenosis en la ADA. Según esto, la sensibilidad, especificidad y eficacia diagnóstica de una RFC $< 1,7$ para detectar estenosis significativa de la ADA fueron, respectivamente, 87% (74-100%), 74% (63-85%) y 78%. Los valores predictivos positivo y negativo fueron 58 y 94%, respectivamente. En la figura 4 se expone una representación gráfica de la RFC frente al porcentaje de estenosis en la ADA, además del coeficiente de correlación de Spearman.

Variabilidad intra e interobservador

Las variabilidades intraobservador de las determinaciones de velocidad que determinan el cálculo de la RFC (velocidades diastólicas pico) fueron del 4,5% para las medidas basales y del 2,4% para las medidas tras dipiridamol. Las variabilidades interobservador para las velocidades diastólicas pico basal y tras dipiridamol fueron del 4,9 y 2,9%, respectivamente.

DISCUSIÓN

Este estudio demuestra que, con las nuevas técnicas ecocardiográficas disponibles, una RFC disminuida identifica con buena sensibilidad y especificidad a pacientes con estenosis significativa en la ADA.

RFC medida por EDT

Si bien la correlación entre coronariografía y función coronaria es escasa en pacientes con estenosis coronarias intermedias¹⁵, es indudable el valor de la RFC para determinar el deterioro funcional en estenosis más importantes^{1,16}. Los intentos iniciales para deter-

minar la RFC en la práctica clínica fueron invasivos y basados en técnicas Doppler^{3,17}. La técnica Doppler también se empleó para medir la RFC de forma semiinvasiva con ecocardiografía transesofágica⁴. Actualmente, los transductores de alta frecuencia implementados en los ecocardiógrafos de última generación permiten la medición no invasiva de la RFC por medio de EDT. La correlación entre las mediciones de la RFC por medio de EDT con las técnicas de Doppler intracoronario ha sido alta^{11,12}. Asimismo, se ha comprobado que la medición de la RFC por medio de EDT proporciona datos equivalentes a los obtenidos por la gammagrafía de perfusión para estimar la importancia de la estenosis en la ADA¹³.

A pesar de la diversidad de las poblaciones estudiadas para determinar la RFC por medio de EDT^{6,10,11,13}, la capacidad diagnóstica de una RFC patológica para detectar estenosis significativas en la ADA ha sido buena, con sensibilidades del 86-92% y especificidades del 76-90%^{6,10,12}. También en nuestra población la sensibilidad y especificidad fueron buenas (87 y 74%, respectivamente).

En nuestra población empleamos como criterio de RFC anormal el valor de 1,7. Sin embargo, el mejor punto de corte no está claramente definido, si bien en la mayoría de los trabajos se ha empleado un punto de corte de 2^{6,8,10}. Se ha comprobado que en pacientes con estenosis moderadas existe una escasa correlación entre la gravedad angiográfica de la estenosis y la RFC medida invasivamente¹⁴. Al analizar la RFC y la repercusión funcional en la gammagrafía de perfusión con talio 201, el mejor valor fue de 1,7, de acuerdo con curvas ROC¹⁴. Por tanto, consideramos que el valor de 1,7 era adecuado, puesto que se basaba en la repercusión funcional de una estenosis y no sólo en su gravedad angiográfica.

En dos de los 3 pacientes con RFC normal y estenosis significativa en la ADA, ésta se localizaba en la porción distal. El registro preestenótico de la señal Doppler puede originar una RFC normal debido a la respuesta vasodilatadora del territorio irrigado por ramas sin lesiones que nacen de la zona situada entre la muestra Doppler y la estenosis distal.

La RFC puede resultar afectada por otros factores distintos de la presencia de estenosis en las arterias coronarias, como la diabetes¹⁸, la hipertrofia ventricular izquierda¹⁹ o el infarto previo²⁰. En el presente estudio no excluimos a los pacientes con condiciones que pudieran afectar la RFC en un intento de reflejar la práctica clínica diaria.

Estenosis significativas y falta de detección del flujo de ADA

La introducción de agentes de eco-contraste ha mejorado la tasa de detección de señales Doppler en la ADA. En los diferentes estudios con eco-contraste, la tasa de éxito a la hora de detectar las señales

Doppler varían entre el 89 y el 97%^{9,21}. En nuestro caso, obtuvimos señales Doppler en el 78% de los pacientes. Si bien nuestro porcentaje de éxito es menor que el de otros estudios, lo cual podría limitar la utilidad clínica de la prueba, es importante destacar que los pacientes en los que no se obtuvieron registros Doppler de la ADA tenían una prevalencia de estenosis importante significativamente mayor a la observada en pacientes en los que se visualizó la señal Doppler (62 frente a 29%; $p = 0,006$). Asimismo, esta prevalencia del 62% es superior al 30% documentado en el único estudio que trata este tema⁹. Por tanto, la mayor prevalencia de estenosis significativas en la ADA en nuestro estudio dificultaría la obtención de señales Doppler adecuadas, a pesar de la administración de contraste.

En el análisis de sensibilidad, especificidad y eficacia diagnóstica se excluyó a los pacientes en los que no se detectó la señal Doppler. Sin embargo, en éstos la prevalencia de estenosis significativas fue superior, lo que puede afectar a la utilidad de la prueba. Si consideramos que la imposibilidad de obtener una señal Doppler puede ser un indicador de estenosis, se pueden recalcular la sensibilidad, especificidad y eficacia diagnóstica añadiendo los 24 pacientes en los que no conseguimos señal y contándolos como pacientes con una RFC anormal. Esto aumentaría la sensibilidad, pero disminuiría la especificidad.

Otro aspecto es la adquisición de experiencia en la técnica a lo largo del tiempo. Encontramos que la diferencia en la tasa de éxito entre los primeros 50 pacientes y los siguientes (68 frente a 86%; $p = 0,04$) fue significativa. Quizá los agentes de contraste de última generación puedan acortar estas diferencias y permitan mejorar la obtención de la señal Doppler en la ADA.

Limitaciones del estudio

El diámetro de la arteria coronaria no puede medirse con EDT; por tanto, la relación de velocidades sólo sería reflejo de la RFC si el diámetro de la arteria coronaria permanece constante. Existen autores que abogan por maximizar la dilatación de las arterias epicárdicas con nitratos para evitar cambios en los diámetros de la coronarias⁹ debidos a la vasodilatación secundaria al hiperflujo²². Las velocidades basales del registro Doppler de los pacientes no tratados previamente con nitratos son mayores que las velocidades de los pacientes con nitratos, por lo que la RFC puede infraestimarse, especialmente en pacientes sin lesiones en la ADA. En nuestra población, dos tercios de los pacientes no estaban recibiendo nitratos antes de la medición; sin embargo, no observamos diferencias significativas en la RFC entre pacientes tratados con o sin nitratos.

CONCLUSIÓN

La medición de la RFC por medio de EDT empleando un transductor de alta frecuencia y eco-contraste es un método factible, accesible y con una buena capacidad para detectar estenosis significativas en la ADA en una población representativa de la práctica clínica diaria.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestra gratitud al Dr. Juan A. Castillo Moreno del Hospital Santa María del Rosell (Cartagena) por sus sugerencias siempre acertadas.

BIBLIOGRAFÍA

- Gould KL, Lipscomb K, Hamilton GW. Physiologic basis for assessing critical coronary stenosis: instantaneous flow response and regional distribution during coronary hyperemia as measures of coronary flow reserve. *Am J Cardiol* 1974;33:87-94.
- Baumgart D, Haude M, Liu F, Ge J, George G, Erbel R. Current concepts of coronary flow reserve for clinical decision making during cardiac catheterization. *Am Heart J* 1998;136:136-49.
- Doucette JW, Corl PD, Payne HM, Flynn AE, Goto M, Nassi M, et al. Validation of a Doppler guide wire for intravascular measurement of coronary artery flow velocity. *Circulation* 1992;85:1899-911.
- Iliceto S, Marangelli V, Memmola C, Rizzon P. Transesophageal Doppler echocardiography evaluation of coronary blood flow in baseline conditions and during dipyridamole-induced coronary vasodilation. *Circulation* 1991;83:61-9.
- Sualís A, Carreras F, Borrás X, García-Picart J, Montiel J, Pons-Lladó G. Evaluación de la permeabilidad de los injertos de arteria mamaria interna izquierda mediante análisis de la velocidad del flujo por técnica Doppler transcutánea. *Rev Esp Cardiol* 1999;52:681-7.
- Hozumi T, Yoshida K, Ogata Y, Aksaka T, Asami Y, Takagi T, et al. Noninvasive assessment of significant left anterior descending coronary artery stenosis by coronary flow velocity reserve with transthoracic color Doppler echocardiography. *Circulation* 1998;97:1557-62.
- Moya Mur JL, Guzmán G, Catalán P, Megías A, Ruiz S, Barrios V, et al. Rendimiento de la ecocardiografía transtorácica con sonda de alta frecuencia en el estudio de la descendente anterior. *Rev Esp Cardiol* 2001;54:16-21.
- Takeuchi M, Miyazaki C, Yoshitani H, Otani S, Sakamoto K, Yoshikawa J. Assessment of coronary flow velocity with transthoracic Doppler echocardiography during dobutamine stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:117-23.
- Okayama H, Sumimoto T, Hiasa G, Morioka N, Yamamoto K, Kawada H. Usefulness of an echo-contrast agent for assessment of coronary flow velocity and coronary flow velocity reserve in the left anterior descending coronary artery with transthoracic Doppler scan echocardiography. *Am Heart J* 2002;143:668-75.
- Caiati C, Zedda N, Montaldo C, Montisci R, Iliceto S. Contrast-enhanced transthoracic second harmonic echo Doppler with adenosine. A noninvasive, rapid and effective method for coronary flow reserve assessment. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:122-30.
- Hozumi T, Yoshida K, Akasaka T, Asami Y, Ogata Y, Takagi T, et al. Noninvasive assessment of coronary flow velocity and coronary flow velocity in the left anterior descending artery by

- Doppler echocardiography. Comparison with invasive technique. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1251-9.
12. Caiati C, Montaldo C, Zedda N, Montisci R, Ruscazio M, Lai G, et al. Validation of a new noninvasive method (contrast-enhanced transthoracic second harmonic echo Doppler) for the evaluation of coronary flow reserve. Comparison with intracoronary Doppler flow wire. *J Am Coll Cardiol* 1999;34:1193-200.
 13. Daimon M, Watanabe H, Yamagishi H, Muro T, Akioka K, Hirata K, et al. Physiologic assessment of coronary artery stenosis by coronary flow reserve measurements with transthoracic Doppler echocardiography: comparison with exercise thallium-201 single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37:1310-5.
 14. Heller LI, Cates C, Popma J, Deckelbaum LI, Joye JD, Dahlberg ST, et al. Intracoronary Doppler assessment of moderate coronary artery disease. Comparison with Tl-201 imaging and coronary angiography. *Circulation* 1997;96:484-90.
 15. Miller DD, Donohue TJ, Younis LT, Bach RG, Aguirre FV, Wittry MD, et al. Correlation of pharmacological 99mTc-sestamibi myocardial perfusion imaging with post-stenotic coronary flow reserve in patients with angiographically intermediate coronary artery stenoses. *Circulation* 1994;89:2150-60.
 16. Deychak YA, Segal J, Reiner JS, Rohrbeck SC, Thompson MA, Lundergan CF, et al. Doppler guide wire flow-velocity indexes measured distal to coronary stenoses associated with reversible thallium perfusion defects. *Am Heart J* 1995;129:219-27.
 17. Wilson RF, Laughlin DE, Ackell PH, Chillian WM, Holida MD, Hartley CJ, et al. Transluminal subselective measurement of coronary artery blood flow velocity and vasodilator reserve in man. *Circulation* 1985;72:82-92.
 18. Nitenberg A, Valensi P, Sachs R, Dali M, Aptecar E, Attali J. Impairment of coronary vascular reserve and Ach-induced coronary vasodilation in diabetic patients with angiographically normal coronary arteries and normal left ventricular systolic function. *Diabetes* 1993;91:635-40.
 19. Houghton JL, Frank MJ, Carr AA, Dohlen TW, Prisant LM. Relations among impaired coronary flow reserve, left ventricular hypertrophy and thallium defects in hypertensive patients without obstructive coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:43-51.
 20. Claeys MJ, Vrints CJ, Bosmans J, Krug B, Blockx PP, Snoeck JP. Coronary flow reserve during coronary angioplasty in patients with a recent myocardial infarction: relation to stenosis and myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1712-9.
 21. Caiati C, Montaldo C, Zedda N, Bina A, Iliceto S. New noninvasive method for coronary flow reserve assessment. Contrast-enhanced transthoracic second harmonic echo Doppler. *Circulation* 1999;99:771-8.
 22. Hildick-Smith DJR, Johnson PJJ, Wisbey CR, Winter EM, Shapiro LM. Coronary flow reserve is supranormal in endurance athletes: an adenosine transthoracic echocardiographic study. *Heart* 2000;84:383-9.