

II. Papel de la ecocardiografía Doppler en el manejo de la cardiopatía isquémica crónica

Ángel María Alonso Gómez^a, Carlos Paré Bardera^b, Rafael Payá Serrano^c, Luis Javier Placer Peralta^d y José Alberto San Román Calvar^e

Servicios de Cardiología. ^aHospital Txagorritxu. Vitoria-Gasteiz. ^bHospital Clínic i Provincial. Barcelona. ^cHospital General. Valencia. ^dHospital Miguel Servet. Zaragoza. ^eHospital Clínico Universitario. Valladolid.

ecocardiografía doppler/ isquemia miocárdica/ estrés/ ecocardiografía/ ecocardiografía transesofágica

La ecocardiografía Doppler permite identificar anomalías regionales y globales de la contractilidad del ventrículo izquierdo de una forma rápida, sencilla e incruenta, por lo que se puede considerar el método de mayor aplicabilidad para este fin dentro de las técnicas de imagen. En este documento se ha revisado el papel de la ecocardiografía Doppler en el manejo de la cardiopatía isquémica, tanto para el estudio de la función global y regional en situación basal, como en las aplicaciones derivadas de su uso durante una sobrecarga. Se analizan las técnicas habituales de ecocardiografía de estrés para el diagnóstico de la enfermedad coronaria, así como su utilidad en el estudio de la viabilidad miocárdica, estableciendo una serie de recomendaciones para el uso de la técnica en la práctica clínica.

ROLE OF DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY IN THE MANAGEMENT OF CHRONIC CORONARY ARTERY DISEASE

Doppler echocardiography is a simple, fast and non-invasive method to identify abnormal regional and global left ventricular function. One could consider this method the best application for this end within the techniques of imaging. This chapter reviews the role of Doppler echocardiography in the management of chronic coronary artery disease, as well as for studying the global and regional function at rest, as in the applications derived from their use during stress testing. Frequent techniques of stress echocardiography for the diagnosis of ischemic heart disease, their utility in the study of myocardial viability, and the establishment of recommendations for their use in clinical practice are analyzed.

(*Rev Esp Cardiol* 1997; 50: 15-25)

INTRODUCCIÓN

La valoración y el pronóstico del paciente con cardiopatía isquémica crónica están condicionados fundamentalmente por el grado de disfunción sistólica y por la existencia de isquemia inducible. La ecocardiografía permite la valoración global y segmentaria de la función ventricular izquierda y es, por tanto, una técnica muy útil para su evaluación. La técnica Doppler permite el diagnóstico de alteraciones asociadas y una aproximación a la función diastólica.

Se ha introducido en la práctica clínica la utilización de la ecocardiografía en situaciones de estrés (ecocardiografía de estrés) como herramienta en la detección y cuantificación de la isquemia y viabilidad miocárdicas. Recientemente otras técnicas ecocardiográficas

han contribuido a conocer otros aspectos de la cardiopatía isquémica como son la objetivación de lesiones coronarias (ecografía intracoronaria) y alteraciones en la perfusión miocárdica (ecocardiografía de contraste).

En este documento se revisará el papel actual que la ecocardiografía Doppler tiene en el manejo de los pacientes con cardiopatía isquémica crónica (CIC), haciendo hincapié en los aspectos que se refieren a la aplicación clínica y su recomendación en diferentes situaciones, más que a los metodológicos que han sido revisados en profundidad en otras publicaciones. Desde un punto de vista didáctico, ha parecido útil considerar la técnica en apartados con la suficiente relevancia como para poder ser considerados por separado. Así pues, se considerará la ecocardiografía Doppler en reposo, la ecocardiografía de estrés, el papel de la ecocardiografía en el estudio de la viabilidad miocárdica y, por último, un grupo de aplicaciones de reciente introducción, pero con un futuro muy prometedor.

Correspondencia: Dr. A.M. Alonso Gómez.
Pintor Vera Fajardo, 11 C, 5.º A. 01008 Vitoria-Gasteiz.

ECOCARDIOGRAFÍA-DOPPLER EN REPOSO

Metodología

Evaluación de la función sistólica global

Los parámetros que deben ser estudiados para la evaluación de la función sistólica global son las dimensiones sistólica y diastólica, la fracción de acortamiento y la fracción de eyección. La fracción de acortamiento es un parámetro muy útil pero sin validez en presencia de anomalías de la contracción regional; en este caso el parámetro que debe utilizarse es la fracción de eyección. El método recomendado es el propuesto por la Sociedad Americana de Ecocardiografía que es la aplicación del método de Simpson en dos proyecciones ortogonales, y en su defecto, el método área-longitud en la proyección de 4 cámaras¹⁻³. Sin embargo, está admitido que la valoración visual por un explorador experimentado tiene el mismo valor que la cuantificación en la práctica clínica^{4,5}.

Evaluación de la contractilidad regional

La ecocardiografía permite analizar el patrón de contractilidad de los distintos segmentos de la pared ventricular. El adelgazamiento y la disminución o ausencia de engrosamiento sistólico segmentario son muy específicas de la presencia de cardiopatía isquémica.

Es esencial realizar un adecuado análisis regional del ventrículo izquierdo para lo cual se han propuesto muy diversas clasificaciones. La Sociedad Americana de Ecocardiografía propone una clasificación de 16 segmentos: septal, anterior, lateral e inferior en el ápex y estos segmentos y anteroseptal y posterior en la zona media (músculos papilares) y basal. En general, se asume que los segmentos apicales, anteroseptales, anteriores y septal medio dependen de la arteria descendente anterior. Cuando hay dominancia derecha, la circunfleja irriga los segmentos posteriores y laterales y la coronaria derecha los segmentos inferiores y el septal basal^{1,6}. Si bien es recomendable seguir esta metodología, cualquier clasificación basada en la anatomía coronaria puede aplicarse en la rutina diaria.

En la práctica clínica para la cuantificación de la contractilidad regional se utiliza el índice de motilidad regional (IMR). Se clasifica cada segmento, de acuerdo a la motilidad y el engrosamiento sistólico, con una puntuación que varía de 1 a 4: 1 para la contractilidad normal, 2 hipocinesia, 3 acinesia y 4 discinesia. El IMR se obtiene al sumar las puntuaciones y dividir entre el número de segmentos visualizados. De esta forma se obtiene un parámetro que es independiente de la clasificación segmentaria utilizada y del número de segmentos estudiados. Este índice es una medida fácil de obtener en la que se integran la extensión y la severidad de la isquemia. No requiere sistemas com-

putarizados ni la visualización de todos los segmentos y es muy útil para la comunicación de resultados en los estudios clínicos.

Función diastólica

La afectación de la función diastólica del ventrículo izquierdo es muy frecuente en los pacientes con CIC y casi siempre precede a la alteración de la función sistólica. En los últimos años su estudio por métodos incruentos ha progresado de forma significativa. Aunque la ecocardiografía Doppler permite el estudio de la función diastólica global, con rapidez y alta disponibilidad⁷, los índices habitualmente utilizados son de valor limitado y su utilidad quedaría relegada a casos individuales. En un futuro próximo, la aportación de nuevas aplicaciones de los ultrasonidos proporcionará una metodología adecuada en el estudio de la función diastólica global y regional, que tenga impacto en la práctica clínica.

Indicaciones (aplicación clínica)

La ecocardiografía Doppler se puede utilizar en todas aquellas circunstancias clínicas que requieran el conocimiento de la función global y/o regional del ventrículo izquierdo, lo que en la práctica clínica se refiere a todos los pacientes portadores de CIC y más especialmente en los que presentan insuficiencia cardíaca o infarto de miocardio reciente o antiguo. Con el fin de establecer el papel real de la técnica en el manejo de la CIC, se procederá a enumerar las recomendaciones que un grupo de trabajo de cardiólogos de la Sección de Cardiopatía Isquémica de la Sociedad Española de Cardiología ha consensuado en una reunión diseñada para este fin.

Recomendaciones

La recomendación de utilizar esta herramienta diagnóstica se hará a dos niveles: *recomendaciones absolutas*, serían aquellas en las que hay un acuerdo general en la indicación del test, están expresamente recogidas en documentos de consenso y cuyas afirmaciones se sustentan en estudios con evidencia tipo A o B y *recomendaciones relativas* serían aquellas indicaciones en las que la realización del test proporcionaría una información que no es imprescindible o se ha obtenido por otros métodos.

Recomendaciones absolutas

– Pacientes con CIC y sospecha de disfunción ventricular izquierda.

– Pacientes con infarto de miocardio previo.

Esta recomendación incluye las siguientes circunstancias clínicas: angina estable, angina inestable con-

trada, evaluación precoz y tardía tras infarto agudo de miocardio, tras angioplastia coronaria y poscirugía de revascularización coronaria, evaluación del riesgo quirúrgico en cirugía vascular y en la evaluación preoperatoria de cirugía cardíaca en pacientes con CIC.

Recomendaciones relativas

– Evidencia clínica de CIC sin disfunción sistólica ni infarto previo.

ECOCARDIOGRAFÍA DE ESTRÉS

El fundamento fisiopatológico de la ecocardiografía de estrés se basa en que la inducción de alteraciones regionales y reversibles de la contractilidad es un marcador muy específico de isquemia miocárdica. Cuando no existen anomalías en situación basal, es necesario utilizar técnicas de provocación que favorezcan la aparición y detección de alteraciones transitorias de la contractilidad. Existen diferentes maniobras de provocación o tipos de estrés que se pueden englobar en dos grandes grupos: los que producen isquemia por aumento de la demanda de oxígeno (ejercicio, dobutamina, estimulación auricular) y los que la provocan por redistribución del flujo coronario (dipiridamol, adenosina, ATP, ergonovina).

Metodología

Describiremos de forma resumida algunos aspectos de la metodología que han sido considerados con profundidad en publicaciones previas^{8,9}.

Preparación del paciente

La preparación del paciente que va a ser sometido a ecocardiografía de esfuerzo debe ser similar a la preparación para realizar una prueba de esfuerzo convencional. Cuando se va a realizar ecocardiografía con infusión de fármacos es conveniente un ayuno previo de 3-4 horas para evitar el vómito que puede producirse con la administración de los fármacos. En el caso del dipiridamol, adenosina y ATP, debe evitarse, además, la ingestión de café, té y bebidas con cola durante las 8 horas previas a la realización de la prueba. Debe obtenerse una vía venosa periférica si se va a hacer ecocardiografía con infusión de fármacos. Se realiza una monitorización electrocardiográfica continua con el ecocardiógrafo, de tal manera que el cardiólogo conozca en todo momento el ritmo y la frecuencia del paciente. Es aconsejable obtener un electrocardiograma de 12 derivaciones basal, cada 2-3 minutos y siempre que se considere necesario según la clínica y la contractilidad ventricular. El paciente tendrá un esfigmomanómetro colocado permanentemente en el brazo y se tomará la tensión arterial basal, cada 2-3

minutos y, de la misma forma que el electrocardiograma, cuando se considere necesario. Cuando sea posible, el test debe realizarse sin tratamiento médico.

Protocolo de ejercicio

Está condicionado por el tipo de ergómetro utilizado. Cuando se hace sobre cinta rodante habitualmente se realiza un protocolo de Bruce y en caso de cicloergómetro se hacen incrementos de 25-30 vatios cada 3 minutos¹⁰.

Protocolo de infusión de fármacos

1. Dobutamina

La dobutamina se administra de forma continua a dosis progresivas durante un tiempo que se divide en cuatro estadios, los tres primeros de 3 minutos y el último de 3-6 minutos. La dosis inicial es de 5-10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ y se aumenta cada 3 minutos en 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ hasta una dosis total de 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Este ritmo de infusión se mantiene durante 3-6 minutos, si al finalizar la administración la prueba es negativa y el paciente no ha alcanzado el 85% de la frecuencia máxima teórica se administran 0,5-1 mg de atropina por vía intravenosa. En caso de que la frecuencia cardíaca continuara por debajo de la frecuencia submáxima podría administrarse una nueva dosis de atropina¹¹.

2. Dipiridamol

Se administran 0,56 mg/kg en 4 minutos. Si no hay alteraciones de la contractilidad después de 4 minutos se administran 0,28 mg/kg en 2 minutos¹². Puede añadirse atropina si no hay alteraciones de la contractilidad. Si a los 10 minutos la prueba es positiva es aconsejable administrar aminofilina (200 mg intravenosos en 1-3 minutos).

3. Adenosina y ATP

No hay un protocolo de administración de adenosina admitido por todos los grupos. Pueden administrarse 0,14 mg/kg/min en 6 minutos (total: 0,84 mg/kg) o una pauta escalonada comenzando con dosis de 0,05 a 0,1 mg/kg/min que aumentan cada 1-3 minutos hasta una dosis máxima de 0,14-0,18 mg/kg/min¹³. La infusión del fármaco se realiza en 4-7 minutos. El ATP puede administrarse a la dosis de 0,28 mg/kg/min durante 6 minutos, total: 1,68 mg/kg¹⁴.

4. Ergonovina

Se comienza con una dosis de 0,025 mg en bolo, seguida de dosis crecientes cada 5-10 minutos

(0,05, 0,1, 0,2, 0,3 y 0,4 mg) hasta 0,4 mg. Si la prueba es positiva se administra nitroglicerina sublingual y/o intravenosa. Algunos autores consideran que al hacer la prueba debe disponerse del laboratorio de hemodinámica por si fuera necesaria una infusión intracoronaria de nitroglicerina. Siempre que la prueba sea negativa debe administrarse nifedipino sublingual para evitar una posible respuesta tardía¹⁵.

5. Arbutamina

Recientemente se ha incorporado la arbutamina como nuevo fármaco capaz de producir una sobrecarga que desencadene isquemia miocárdica. Se trata de un betamimético de síntesis que se comercializa con un sistema automático de infusión incorporado^{16,17}.

Adquisición de imágenes

En los protocolos de esfuerzo se adquieren las imágenes en situación basal, durante el esfuerzo si es posible y en el primer minuto después del esfuerzo. En la ecocardiografía de estrés con fármacos se hace una monitorización continua de la motilidad ventricular y se registran imágenes en situación basal, al final de cada estadio y 5-10 minutos después de terminar la prueba. El almacenamiento de las imágenes puede hacerse en vídeo convencional o mediante sistema digital. El inconveniente fundamental del vídeo es que las imágenes basales y durante el estrés no se pueden comparar simultáneamente. En los protocolos de ecocardiografía de esfuerzo es altamente recomendable disponer de un sistema de adquisición digital. Probablemente, la situación ideal es grabar el estudio en vídeo y obtener imágenes digitalizadas. En la práctica no se ha demostrado la superioridad de la digitalización sobre la grabación en vídeo por lo que no es necesario disponer de esta tecnología para realizar ecocardiografía de estrés farmacológico.

Definición de prueba positiva

El marcador ecocardiográfico fundamental de isquemia miocárdica es la aparición de alteraciones de la motilidad ventricular que no existían en el examen basal o eran de menor grado. El movimiento de un segmento ventricular está influido por el movimiento de segmentos adyacentes, por tanto, es importante combinar el estudio de la movilidad con la valoración del grosor en sístole para definir la presencia de una anomalía regional. No se consideran aquellos segmentos básalmente acinéticos que durante el estrés se hacen discinéticos pues es ésta una respuesta habitual en zonas necróticas sin que ello signifique que hay isquemia¹⁸. En las pruebas positivas se produce un aumento del índice de motilidad regional,

mientras que se mantiene fijo en las pruebas en las que no se producen nuevas alteraciones de la contractilidad.

Durante la situación de estrés se produce una mejoría de la contractilidad en regiones sanas, que puede facilitar la identificación de las zonas en las que se altera la contractilidad por el contraste que se produce. La hipercontractilidad es, por tanto, un signo de ausencia de enfermedad coronaria. Por este motivo, algunos autores consideran que la incapacidad de un segmento para mejorar la contractilidad durante el estrés farmacológico («tardocinesia») es una respuesta positiva ecocardiográfica. De esta forma, se podría aumentar la sensibilidad para la detección de enfermedad coronaria aunque a costa, probablemente, de una disminución de la especificidad¹⁹.

Suspensión de la prueba

Se aceptan como criterios para detener un ecocardiograma de estrés los siguientes:

- Aparición de alteraciones extensas de la contractilidad.
- Alcanzar el 85% de la frecuencia cardíaca teórica máxima.
- Angina intensa y síntomas como cefalea, náuseas, temblor cuando son limitantes.
- Descenso del segmento ST superior a 0,3 mV.
- Descenso de la presión arterial sistólica cuando produce síntomas o es menor de 90 mmHg.
- Presión sistólica mayor de 220 mmHg o presión arterial diastólica mayor de 130 mmHg.
- Aparición de arritmias ventriculares complejas o taquicardia supraventricular.

La ecocardiografía de estrés con fármacos puede presentar efectos secundarios indeseables, pero que en la práctica representan una proporción muy pequeña de los pacientes estudiados^{20,21}.

Indicaciones

El campo de actuación de la ecocardiografía de estrés ha ido ampliándose en los últimos años y hoy día proporciona un número importante de aplicaciones clínicas, de las cuales enumeramos a continuación las más importantes²²:

1. En aquellas circunstancias en que se desee objetivar y localizar la isquemia miocárdica.
2. Diagnóstico y valoración de la enfermedad coronaria en grupos de población en los que la ergometría tiene una utilidad limitada: mujeres, hipertensión arterial, electrocardiograma no interpretable.
3. Valoración del significado funcional de una lesión anatómica de una arteria coronaria.

4. Evaluación de los procedimientos de revascularización.

5. Valoración pronóstica de los pacientes con enfermedad coronaria crónica y tras un infarto agudo de miocardio.

6. Diagnóstico de enfermedad multivaso tras un IAM.

7. Identificación del vaso responsable en pacientes con enfermedad multivaso.

8. Valoración del riesgo de cirugía no coronaria en pacientes coronarios, fundamentalmente en cirugía vascular mayor.

9. Valoración pronóstica de los pacientes con enfermedad coronaria estable.

10. Identificación de miocardio viable.

El estudio de la eficacia diagnóstica de la ecocardiografía de estrés ha sido objeto de numerosos trabajos, estableciéndose para la ecocardiografía de esfuerzo cifras de sensibilidad entre el 78 y el 100% y de especificidad entre el 64 y el 100%^{8,23} y para la ecocardiografía de estrés con fármacos cifras similares²⁴⁻²⁷. También se ha investigado con detalle, comparando diferentes técnicas de estrés ecocardiográfico, qué tipo de estrés y/o qué fármaco tienen una mayor rentabilidad en el diagnóstico de la enfermedad²⁸⁻³⁴, obteniéndose cifras similares con cualquiera de las técnicas, siempre que se considere el estrés con dobutamina y dipiridamol asociado a atropina³⁵. Se acepta que los valores medios de sensibilidad alcanzan el 78-81% y de especificidad el 86-89%, estando fundamentalmente condicionados por el número y tipo de vaso afectado, la severidad de la lesión, la frecuencia cardíaca alcanzada, la experiencia del operador, los criterios y metodología seguidos en la adquisición de imágenes, la presencia de anomalías basales y el tratamiento farmacológico durante el test^{8,9}.

Se han definido una serie de criterios de severidad en la respuesta ecocardiográfica que conllevan una afectación multivaso o un peor pronóstico y entre los generalmente aceptados se encuentran la presencia de anomalías severas, el tiempo libre de isquemia reducido, afectación de > 4 segmentos, afectación isquémica remota o un índice de motilidad regional alto³⁶⁻³⁹.

Recomendaciones

Consideraciones generales para la ecocardiografía de estrés:

La fiabilidad depende directamente de la experiencia y es necesario hacer un número suficiente de procedimientos y contrastar los resultados con otras técnicas antes de tomar decisiones clínicas a partir de los hallazgos de la ecocardiografía de estrés⁴⁰.

Es indispensable disponer de una tecnología adecuada que no necesariamente exige la adquisición di-

gital de las imágenes aunque es preferible en todos los tipos de ecocardiografía de estrés y muy recomendable en la ecocardiografía de esfuerzo.

Un laboratorio de ecocardiografía de estrés debería estar capacitado para realizar cualquier tipo de estrés. Dado su carácter fisiológico, la ecocardiografía de esfuerzo debería considerarse de elección en pacientes que pueden hacer ejercicio. Sin embargo, dado que se ha demostrado que la eficiencia de los distintos tipos de estrés es similar, la elección del tipo de estrés dependerá de la experiencia y de la disponibilidad en cada centro⁴¹.

Recomendaciones absolutas

– Interés clínico por documentar y localizar la isquemia miocárdica y demostrar su significado funcional.

– Valoración del paciente con prueba de esfuerzo no valorable o con incapacidad física.

Recomendaciones relativas

– Evaluación pronóstica y estratificación de riesgo en el paciente postinfarto agudo de miocardio.

– Valoración del riesgo quirúrgico en pacientes que van a ser sometidos a cirugía vascular.

– Detección de reestenosis tras realización de una angioplastia en pacientes que no pueden hacer prueba de esfuerzo o cuando la prueba de esfuerzo es positiva electrocardiográfica o clínicamente.

– Detección de estenosis de injertos aortocoronarios.

– Valoración pronóstica en la cardiopatía isquémica estable.

VIABILIDAD MIOCÁRDICA Y ECOCARDIOGRAFÍA DOPPLER

La ecocardiografía Doppler permite identificar anomalías de la contracción segmentaria del ventrículo izquierdo y estas alteraciones pueden ser debidas a diferentes situaciones funcionales, dentro del espectro continuo de la isquemia miocárdica, que van desde la necrosis miocárdica a la isquemia transitoria, pasando por el miocardio aturdido o hibernado. Desde el punto de vista práctico tiene gran importancia establecer si un segmento con *anomalía regional basal* es un segmento *viable*, es decir, un segmento con capacidad de recuperación funcional, espontánea o tras revascularización.

En este documento se revisará en profundidad el papel de la ecocardiografía Doppler en la detección de la viabilidad miocárdica, ya que se ha extendido su uso en la práctica y se está utilizando en la toma de decisiones clínicas. Desde el punto de vista académico nos ha parecido conveniente dividir la exposición en

TABLA 1
Viabilidad tras infarto de miocardio

Autor	Año	Referencia bibliográfica	Patrón oro estándar	Sensibilidad	Especificidad	VP+	VP-	Tipo de ecocardiografía	Dosis de dobutamina
Pierard	1990	43	PET					ETT	10
Barrilla	1991	44	ECO			90		ETT	5-10
Marzullo	1993	45	TI/Tc	82	92			ETT	5-10
Smart	1993	46	ECO	73/100	92/88			ETT	4-12
Previtali	1993	47	ECO	79	68	89	50	ETT	5-10
Salustri	1994	48	ECO	66	94	79	88	ETT	5-10
Baer	1994	49	PET			81	97	ETE	5-20
Watada	1994	50	ECO	83	86	91	65	ETT	5-10
Dendale	1995	51	ECO	82	85			ETT	5

ECO: ecocardiografía; ETE: eco transeofágico; ETT: eco transtorácico; PET: tomografía de emisión de positrones; TI/Tc: estudios con talio y tecnecio; VP+: valor predictivo positivo; VP-: valor predictivo negativo.

dos grandes apartados, el que considera la utilidad de la ecocardiografía de estrés farmacológico y la ecocardiografía de contraste, por ser estos dos apartados dentro de la ecocardiografía Doppler, los que han conseguido una mayor difusión en la práctica clínica, aunque el ecocardiograma basal también aporta información en este terreno como recientemente ha demostrado el grupo italiano de Faletra, quienes evidenciaron que la presencia de ausencia de engrosamiento telediastólico y una ecogenicidad aumentada podían predecir una falta de recuperación tras la revascularización.

Ecocardiografía de estrés farmacológico

1. Ecocardiografía con dobutamina

La ecocardiografía con dobutamina (ECODOB) es la técnica más ampliamente utilizada en el laboratorio de ecocardiografía para el estudio de la viabilidad miocárdica. Su fundamento se basa en que dosis bajas de esta amina pueden estimular la contracción de células miocárdicas que basalmente están hipocontráctiles o asinérgicas, y esa reserva contráctil es un marcador de la capacidad de recuperación espontánea o tras revascularización.

Metodología

Se realiza un registro ecocardiográfico de los planos longitudinal, eje corto a nivel de músculos papilares, apical 4 cámaras y apical 2 cámaras que permita visualizar todos los segmentos del ventrículo izquierdo (anterior, inferior, septal, lateral y apical) en situación basal y durante la infusión de dosis crecientes de dobutamina entre 2,5 y 10 µg/kg/min (generalmente estadios de 3-5 minutos de 5 µg/kg y 10 µg/kg). Además del registro continuo en vídeo, es conveniente realizar una captura digital de los registros que permita una

presentación simultánea en formato de varias pantallas para que se pueda analizar un mismo corte topográfico en dos estadios consecutivos. En la práctica, el estudio de la viabilidad forma parte de una evaluación completa con ecocardiografía de estrés con dobutamina, cuya metodología se ha descrito con detalle en otro apartado de este artículo.

Análisis de la respuesta

Se considera una respuesta positiva la mejoría, en al menos un grado de disinerxia de uno-dos segmentos contiguos, con las dosis reducidas de dobutamina. Aunque, según ha señalado Afridi et al, la mejoría progresiva con dosis altas de dobutamina y la mejoría con dosis bajas y empeoramiento con dosis altas (respuesta bifásica) son patrones que también pueden predecir la recuperación de la contractilidad de un segmento⁴².

Estudios clínicos

Desde el estudio pionero de Pierard et al⁴³ han aparecido numerosos trabajos en los últimos años, aunque sin llegar a incluir todavía a un número importante de pacientes. La **tabla 1** resume algunos aspectos de los estudios más importantes que han evaluado la ECODOB en la detección de la viabilidad espontánea tras infarto de miocardio. Se trata de 9 estudios⁴³⁻⁵¹, que incluyeron 329 pacientes y que mostraron para detectar viabilidad un valor medio de sensibilidad del 77,5% (66-82), especificidad del 86% (68-94), valor predictivo positivo entre 79 y 91 y valor predictivo negativo entre 50 y 97. En dos estudios el estándar de comparación fue el PET, en uno los isótopos y en el resto la reserva contráctil.

En la **tabla 2** se han recogido 13 estudios clínicos en los que se evaluó la viabilidad pero tras procedimientos de revascularización, angioplastia o pontaje aorto-coronario^{42,52-63}. Incluyen 419 pacientes y el valor me-

TABLA 2
Viabilidad tras procedimientos de revascularización

Autor	Año	Referencia bibliográfica	Revasc. Ang/Cg	Sensibilidad	Especificidad	VP+	VP-	Dosis de dobutamina
Cigarroa	1993	52	Cg	82	86			5-10
La Canna	1994	53	Cg	87	82	90	77	5-10
Charney	1994	54	A/C	78/71	86/93	78/92	86/74	5-10
Afridi	1995	42	Ang	74	73			2,5-10
Voci	1995	55	Cg	91	93	97	79	5
Perrone	1995	56	A/C	88	87	91	92	5-10
Kao	1995	57	Ang			80	89	5-10
Haque	1995	58	A/C	94	80	94	80	4-8-12
Vanovers-Chelde	1995	59	A/C	84	81			5-10
Meluzin	1995	60	A/C					5-10
Arnese	1995	61	Cg	74	95	85	93	10
De Filippi	1995	62	A/C	97	73	85	94	5-20
Le Feubre	1996	63	A/C	66	100	100	62	5-10

A/C: angioplastia y cirugía; Ang.: angioplastia; Cg.: cirugía.

TABLA 3
Estudios de viabilidad realizados con dipiridamol

Autor	Año	Referencia bibliográfica	Patrón oro estándar	Sensibilidad	Especificidad	VP+	VP-	Precisión
Picano	1992	65	Talio					
Sclavo	1992	66	Eventos					
Poli	1996	67	Eco	51	82	56	79	
Varga	1996	68	Eco	78	94			
Picano	1996	69	Eco	67	95			79

dio de sensibilidad alcanzado fue del 83% (66-97), especificidad del 85% (73-100), valor predictivo positivo del 90% (78-100) y valor predictivo negativo de 82% (77-94). En 4 estudios^{45,54,58,61} se comparó la eficacia de la ECODOB con estudios isotópicos que utilizaron el talio, alcanzándose cifras de sensibilidad algo más altas con los isótopos, pero a costa de una significativa menor especificidad. Existen datos preliminares (Sicari y Grupo EDIC. *Circulation* 1995, resumen), que indican que la detección de viabilidad puede tener valor pronóstico en la detección de eventos espontáneos (muerte e infarto) tras un infarto agudo de miocardio.

Limitaciones

Aunque este test está alcanzando una gran difusión en la práctica clínica es importante recordar algunos aspectos que ayudan a establecer su real utilidad clínica. En primer lugar, los buenos resultados de eficacia diagnóstica se refieren, casi siempre, a evaluación de segmentos analizados y no de pacientes, realizados por grupos pioneros con una curva de aprendizaje ya superada. El método no es de aplicación universal, pues el 10% de los pacientes pueden tener una ventana ecocardiográfica no adecuada, precisando la venta-

na transeofágica, lo que le resta la ventaja de ser un test no invasivo. La evaluación es siempre subjetiva, lo que exige una dilatada experiencia en ecocardiografía de estrés. Por otra parte, se desconoce el número y localización de los segmentos necesarios con reserva contráctil necesarios para predecir mejoría en la función sistólica global, y no está claro si la mejoría se da en segmentos que responden a baja o alta dosis y no se conoce la influencia de la medicación (betabloqueantes) en la reserva contráctil⁶⁴.

2. Ecocardiografía con dipiridamol

La utilización del dipiridamol se fundamenta en las observaciones experimentales y clínicas que han demostrado que la disfunción ventricular del miocardio viable puede ser mejorada por un estímulo inotrope. En el caso del dipiridamol, el mecanismo probable sería el incremento del flujo y la estimulación adrenérgica, que aunque está presente, no es de gran entidad.

Metodología

El protocolo generalmente aceptado es la infusión de 0,56 mg/kg durante 4 minutos y tras 2-4 minutos,

0,28 mg/kg en 2 minutos. Recientemente se ha publicado la utilidad de dosis más bajas (0,28 mg/kg en 4 minutos) con resultados similares a los alcanzados con dosis bajas de dobutamina⁶⁵.

Análisis de la respuesta

Se considera positiva una respuesta en la que hay un incremento de al menos un grado en dos segmentos acinéticos o hipocinéticos en situación basal.

Estudios clínicos

En la **tabla 3** se han recogido los estudios más significativos publicados en los que se ha empleado el dipiridamol para evaluar la viabilidad⁶⁵⁻⁶⁹. En general la sensibilidad ha sido menor⁵¹⁻⁷⁸ que la obtenida con la dobutamina y la especificidad más alta⁸²⁻⁹⁵.

Muy recientemente se ha demostrado que la utilización de dosis bajas de dobutamina y dipiridamol puede ser de gran utilidad en predecir viabilidad, con resultados superiores a los obtenidos por cada fármaco por separado, consiguiendo la asociación de los dos fármacos cifras de sensibilidad significativamente superiores (94, 71 y 67%) a la dobutamina y el dipiridamol por separado⁶⁹.

Ecocardiografía de contraste

La ecocardiografía de contraste permite identificar la perfusión miocárdica y, por tanto, documentar la presencia de viabilidad (ausencia de necrosis). La inyección de un contraste ecocardiográfico en una arteria coronaria produce microburbujas del tamaño de los hematíes que atraviesan la microcirculación coronaria, pudiendo ser detectadas en el miocardio por una ecocardiografía convencional. Algunos estudios han comprobado su utilidad en demostrar recuperación de la función del ventrículo izquierdo tras infarto de miocardio⁷⁰, constituyendo el único método factible para el estudio de la viabilidad en el laboratorio de cateterismos. Además, De Filippi et al han comprobado la utilidad de esta técnica en predecir una mejoría tras la revascularización, incluso con resultados similares a la ecocardiografía de dobutamina en cuanto a sensibilidad, pero con menor especificidad⁶². La limitación principal estriba, en la actualidad, en la necesidad de realizar una inyección intracoronaria del contraste, aunque en un futuro cercano los ecocontrastes de nueva generación permitirán la inyección por vía intravenosa. La discrepancia en los resultados entre los estudios de perfusión y aquellos que evalúan la reserva contráctil se admite que se debe a que se precisa un mayor número de células funcionantes para obtener positividad en la reserva contráctil, mientras que los «islotos de células» pueden tener preservada su perfusión pero son incapaces de desencadenar contracción^{61,62,71}.

Recomendaciones de estudio de viabilidad

Cuando existe indicación clínica de conocer la presencia de viabilidad miocárdica, la ecocardiografía con fármacos debe recomendarse de forma absoluta. Otras formas de estudio de viabilidad por métodos ecocardiográficos se consideran en fase de investigación clínica.

OTRAS TÉCNICAS ECOCARDIOGRÁFICAS UTILIZADAS

Algunas aplicaciones particulares de los ultrasonidos presentan también una gran utilidad en el manejo de la CIC. La *ecocardiografía transesofágica* va a proporcionar una imagen adecuada en aquellos pacientes con deficiente ventana acústica, tanto en los estudios en reposo como de estrés⁷². La estimulación eléctrica a través de un catéter, por vía esofágica o intravenosa, permite una forma de ecocardiografía de estrés^{73,74} y la aplicación del Doppler de tejidos⁷⁵ o la detección automática de bordes⁷⁶ son metodologías novedosas en el análisis regional y global de la función sistólica y diastólica, tanto en reposo como durante una situación de sobrecarga. Aunque se trata de una exploración cruenta es obligado mencionar en este capítulo la *ecografía intravascular* como un procedimiento que genera una imagen tomográfica de la luz y pared de la arteria coronaria y que con seguridad va a suponer en los próximos años una herramienta indispensable en el manejo de la CIC, ya sea para la detección de la enfermedad, la cuantificación de las lesiones, la interpretación de los hallazgos angiográficos y la monitorización de los procedimientos de angioplastia con balón o nuevos dispositivos⁷⁷.

BIBLIOGRAFÍA

- Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1989; 2: 358-367.
- García Fernández MA, Beltrán A, Forteza JF, Moreno M, Bañuelos F. Análisis de modelos matemáticos para la cuantificación de los volúmenes ventriculares y la fracción de eyección por ecocardiografía bidimensional. Rev Esp Cardiol 1982; 35: 107-113.
- Schiller NB. Two-dimensional echocardiographic determination of left ventricular volume, systolic function and mass. Circulation 1991; 84(Supl 1): 280-287.
- Amico AF, Lichtenberg GS, Reisner SA, Stone CK, Schwartz RG, Meltzer RS. Superiority of visual vs. computerized echocardiographic estimation of radionuclide left ventricular ejection fraction. Am Heart J 1989; 118: 1.259-1.265.
- Mueller X, Stauffer JC, Jaussi A, Goy JJ, Kappenberger L. Subjective visual echocardiographic estimate of left ventricular ejection fraction as an alternative to conventional echocardiographic methods: comparison with contrast angiography. Clin Cardiol 1991; 14: 898-902.
- Bourdillon PD, Broderick TM, Sawada SG, Armstrong WF, Ryan T, Dillon JC et al. Regional wall motion index for infarct

- and noninfarct regions after reperfusion in acute myocardial infarction: comparison with global wall motion index. *J Am Soc Echo* 1989; 2: 398-407.
7. San Román D, García-Fernández MA, Torrecilla EG, Moreno M, Delcán JL. Evaluación de la función diastólica: ζ isótopos o ultrasonidos? Perspectiva ecocardiográfica. *Rev Esp Cardiol* 1995; 48: 91-100.
 8. Placer L, Sánchez-Navarro F, González A, Paré C. *Ecocardiografía de estrés*. Barcelona: Balmes, 1994.
 9. Vilacosta I, San Román JA. *Ecocardiografía de estrés farmacológico*. Madrid: Doyma, 1996.
 10. Placer Peralta LJ, Sánchez-Navarro F, Monzón Lomas FJ, Lapeiral Mur JR, Diarte de Miguel JA, Artal Burriel A et al. Utilidad de la ecocardiografía de esfuerzo en el diagnóstico de la cardiopatía isquémica. *Rev Esp Cardiol* 1994; 47: 12-16.
 11. San Román JA, Vilacosta Y, Castillo JA, Sánchez-Harguindey L. Comparación de la ecocardiografía con administración de dobutamina y la prueba de esfuerzo en la detección de enfermedad coronaria. *Rev Esp Cardiol* 1994; 47: 221-226.
 12. Picano E, Lattanzi F, Masini M, Distante A, L'Abbate A. High dose dipyridamole echocardiography test in effort angina pectoris. *J Am Coll Cardiol* 1986; 6: 848-854.
 13. Zoghbi WA, Cheirif J, Kleiman NS, Verani MS, Trakhtenbroit A. Diagnosis of ischemic heart disease with adenosine echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1991; 18: 1.271-1.279.
 14. Fukai TH, Koyanagi S, Ichiki T, Matsumoto T. Adenosine triphosphate stress echocardiography in the detection of myocardial ischemia. *Circulation* 1993; 88 (Supl 1): 404.
 15. Song J-K, Lee S J-K, Kang D-H, Cheong SS, Hong MK, Kim J-J et al. Ergonovine echocardiography as a screening test for diagnosis of vasospastic angina before coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 1.156-1.161.
 16. Bach DS, Armstrong WF, for the international Arbutamine Study Group. Adequacy of low-stress arbutamine to provoke myocardial ischemia during echocardiography. *Am J Cardiol* 1995; 76: 259-262.
 17. Cramer M-JM, Jaarsma W, Sutherland GR, Nihoyannopoulos P, Fioretti P, Tan L-B et al, on behalf of the European Arbutamine Study Group. Safety and efficacy of computerized closed-loop delivery of arbutamine: a new pharmacologic myocardial stress modality for the assessment of coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 1995; 8: 854-863.
 18. Arnese M, Fioretti PM, Cornel JH, Postma-Tjoa J, Reijts AEM, Roelandt JRTC. Akinesis becoming dyskinesis during high-dose dobutamine stress echocardiography: a marker of myocardial ischemia or a mechanical phenomenon? *Am J Cardiol* 1994; 73: 896-897.
 19. Crouse LJ, Harbrecht JJ, Vacek JL, Rosamond TL, Kramer PH. Exercise echocardiography as a screening test for coronary artery disease and correlative with coronary arteriography. *Am J Cardiol* 1991; 67: 1.213-1.218.
 20. Cladellas Capdevilla M, Bruguera Cortada J, Hernández Herrero J, Villena Segura J, Serrat Serradell R, Sardá Palau R. Efectos secundarios de la ecocardiografía de estrés con dobutamina. *Rev Esp Cardiol* 1996; 49: 22-28.
 21. Mertes H, Sawada SG, Ryan T, Segar DS, Kovacs R, Foltz J et al. Symptoms, adverse effects, and complications associated with dobutamine stress echocardiography. *Circulation* 1993; 88: 15-19.
 22. Moreno M, Laraudogoitia E, Placer LJ, Vilacosta I. Indicaciones de la ecocardiografía de estrés. En: Asín E, Cosín J, Del Río A, editores. *Normas de actuación clínica en Cardiología*. Madrid: Sociedad Española de Cardiología, 1996; 323-326.
 23. Pellikka PA, Roger VL, Oh JK, Miller FA, Seward JB, Tajik AJ. Stress echocardiography. Part I. Exercise stress echocardiography. *Mayo Clin Proc* 1995; 70: 1-15.
 24. San Román JA, Rollán MJ, Vilacosta I, Castillo JA, Meroño E, Hernández M et al. Ecocardiografía y gammagrafía con MIBI-SPECT durante la infusión de dobutamina en el diagnóstico de la enfermedad coronaria. *Rev Esp Cardiol* 1995; 48: 606-614.
 25. O'Keefe JH, Barnhart CS, Bateman TM. Comparison of stress echocardiography and stress myocardial perfusion scintigraphy for diagnosing coronary artery disease and assessing its severity. *Am J Cardiol* 1995; 75: 25D-34D.
 26. Pellikka PA, Veronique LR, Oh JK, Miller FA, Seward JD, Tajik AJ. Stress echocardiography. Part II. Dobutamine stress echocardiography: techniques, implementation, clinical applications, and correlations. *Mayo Clin Proc* 1995; 70: 16-27.
 27. Beckmann S, Schartl M, Bocksch W, Fleck E. Diagnosis of coronary artery disease and viable myocardium by stress echocardiography. Diagnostic accuracy of different stress modalities. *Eur Heart J* 1995; 16 (Supl J): 10-18.
 28. Martin TW, Seaworth JF, Johns JP, Pupa LE, Condos WR. Comparison of adenosine, dipyridamole, and dobutamine in stress echocardiography. *Ann Intern Med* 1992; 116: 190-196.
 29. Marangelli V, Iliceto S, Piccinni G, De Martino G, Sorgente L, Rizzon P. Detection of coronary artery disease by digital stress echocardiography: comparison of exercise, transesophageal atrial pacing and dipyridamole echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 117-124.
 30. Segar DS, Ryan T, Sawada SS, Johnson M, Feigenbaum H. Pharmacologically induced myocardial ischemia: a comparison of dobutamine and dipyridamole. *J Am Soc Echocardiogr* 1995; 8: 9-14.
 31. 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.
 32. Ostojic M, Picano E, Beleslin B, Djordjevic-Dikic A, Distante A, Stepanovic J et al. Dipyridamole and dobutamine: competitors or allies in pharmacological stress echocardiography? *Eur Heart J* 1995; 16 (Supl J): 26-30.
 33. San Román JA, Vilacosta Y, Castillo JA, Rollán MJ, Domínguez L, Peral V et al. Concordancia entre la ecocardiografía con dipyridamol y dobutamina. *Rev Esp Cardiol* 1995; 48 (Supl 6): 79.
 34. Tawa CR, Baker WB, Kleiman NS, Trakhtenbroit A, Desir R, Zoghbi WA. Comparison of adenosine echocardiography, with and without isometric handgrip, to exercise echocardiography in the detection of ischemia in patients with coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 1996; 9: 33-43.
 35. Pingitore A, Picano E, Colosso MQ, Reisenhofer B, Gigli G, Lucarini AR et al. The atropine factor in pharmacologic stress echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 1.164-1.170.
 36. Picano E. Algoritmos diagnósticos centrados en la ecocardiografía de esfuerzo. En: Picano E, editor. *Ecocardiografía de esfuerzo*. Barcelona: Springer-Verlag Ibérica, 1994; 89-93.
 37. Roger VL, Pellikka PA, Oh JK, Bailey KR, Tajik J. Identification of multivessel coronary artery disease by exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 109-114.
 38. Brown KA. Prognostic value of cardiac imaging in patients with known or suspected coronary artery disease: comparison of myocardial perfusion imaging, stress echocardiography, and positron emission tomography. *Am J Cardiol* 1995; 75: 35D-41D.
 39. Belló MC, Alonso Gómez AM, Torres A, Cordo JC, Arós F, Martínez J. Utilidad de la ecocardiografía de estrés con dobutamina en la evaluación de la extensión de la enfermedad coronaria. *Rev Esp Cardiol* 1995; 48 (Supl 6): 49.
 40. Picano E, Lattanzi F, Orlandini A, Marini C, L'Abbate A. Stress echocardiography and the human factor: the importance of being expert. *J Am Coll Cardiol* 1991; 17:666-669.
 41. Hoffmann R, Lethen H, Marwick T, Arnese M, Fioretti P, Pingitore A et al. Analysis of interinstitutional observer agreement in interpretation of dobutamine stress echocardiograms. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 330-336.
 42. Afridi I, Kleiman NS, Raizner AE, Zoghbi WA. Dobutamine echocardiography in myocardial hibernation. Optimal dose and accuracy in predicting recovery of ventricular function after coronary angioplasty. *Circulation* 1995; 91: 663-670.
 43. Pierard LA, De Landsheere CM, Berthe C, Rigo P, Kulbertus HE. Identification of viable myocardium by echocardiography

- during dobutamine infusion in patients with myocardial infarction after thrombolytic therapy: comparison with positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1.021-1.031.
44. Barilla F, Gheorghiane M, Alam M, Khaja F, Goldstein S. Low-dose dobutamine in patients with acute myocardial infarction identifies viable but not contractile myocardium and predicts the magnitude of improvement in wall motion abnormalities in response to coronary revascularization. *Am Heart J* 1991; 122: 1.522-1.531.
 45. Marzullo P, Parodi O, Reisenhofer B, Gianmario S, Picano E, Distanto A et al. Value of rest Thallium-201/Technetium-99m sestamibi scans and dobutamine echocardiography for detecting myocardial viability. *Am J Cardiol* 1993; 71: 166-172.
 46. Smart SC, Sawada S, Ryan T, Segar D, Atherton L, Berkovitz K et al. Low-dose dobutamine echocardiography detects reversible dysfunction after thrombolytic therapy of acute myocardial infarction. *Circulation* 1993; 88: 405-415.
 47. Previtali M, Poli A, Lanzarini L, Fetiveau R, Mussini A, Ferrario M. Dobutamine stress echocardiography for assessment of myocardial viability and ischemia in acute myocardial infarction treated with thrombolysis. *Am J Cardiol* 1993; 72: 124G-130G.
 48. Salustri A, Elhendy A, Garyfallydis P, Ciavatti M, Cornel JH, Ten Cate JF et al. Prediction of improvement of ventricular function after first acute myocardial infarction using low-dose dobutamine stress echocardiography. *Am J Cardiol* 1994; 74: 853-856.
 49. Baer FM, Voth E, Deutsch HJ, Schneider CA, Schicha H, Sechtem U. Assessment of viable myocardium by dobutamine transthoracic echocardiography and comparison with fluorine-18 fluorodeoxy-glucose positron emission tomography. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 343-353.
 50. Watada H, Ito H, Oh H, Masuyama T, Aburaya M, Hori M et al. Dobutamine stress echocardiography predicts reversible dysfunction and quantitates the extent of irreversibly damaged myocardium after reperfusion of anterior myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 624-630.
 51. Dendale PAC, Franken PR, Waldman G, De Moor DGE, Tombeur DAM, Block PFC et al. Low-dosage dobutamine magnetic resonance imaging as an alternative to echocardiography in the detection of viable myocardium after acute infarction. *Am Heart J* 1995; 130: 134-140.
 52. Cigarroa CG, DeFilippi CR, Brickner E, Alvarez LG, Wait MA, Grayburn PA. Dobutamine stress echocardiography identifies hibernating myocardium and predicts recovery of left ventricular function after coronary revascularization. *Circulation* 1993; 88: 430-436.
 53. La Canna G, Alfieri O, Giubbini R, Gargano M, Ferrari R, Visioli O. Echocardiography during infusion of dobutamine for identification of reversible dysfunction in patients with chronic coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1994; 23: 617-626.
 54. Charney R, Schwinger ME, Chun J, Cohen MV, Nanna M, Menegus MA et al. Dobutamine echocardiography and resting-redistribution thallium-201 scintigraphy predicts recovery of hibernating myocardium after coronary revascularization. *Am Heart J* 1994; 128: 864-869.
 55. Voci P, Bilotta F, Caretta Q, Mercanti C, Marino B. Low dose dobutamine echocardiography predicts the early response of dysfunctioning myocardial segments to coronary artery bypass grafting. *Am Heart J* 1995; 129: 521-526.
 56. Perrone-Filardi P, Pace L, Prastaro M, Piscione F, Betocchi S, Squame F et al. Dobutamine echocardiography predicts improvement of hypoperfused dysfunctional myocardium after revascularization in patients with coronary artery disease. *Circulation* 1995; 91: 2.556-2.565.
 57. Kao H-L, Wu Ch, Ho Y, Chen W, Lee Ch, Chen M et al. Dobutamine stress echocardiography predicts early wall motion improvement after elective percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1995; 76: 652-656.
 58. Haque T, Furukawa T, Takahashi M, Kinoshita M. Identification of hibernating myocardium by dobutamine stress echocardiography: comparison with thallium-201 reinjection imaging. *Am Heart J* 1995; 130: 553-563.
 59. Vanoverschelde J-L, Gerber BL, D'Hondt A-M, De Kock M, Dion R, Wijns W et al. Preoperative selection of patients with severely impaired left ventricular function for coronary revascularization. Role of low-dose dobutamine echocardiography and exercise-redistribution-reinjection thallium SPECT. *Circulation* 1995; 92 (Supl 2): 37-44.
 60. Meluzin J, Cigarroa CG, Brickner ME, Cerny J, Spinarova L, Frelich M et al. Dobutamine echocardiography in predicting improvement in global left ventricular systolic function after coronary bypass or angioplasty in patients with healed myocardial infarcts. *Am J Cardiol* 1995; 76: 877-880.
 61. Arnese M, Cornel JH, Salustri A, Maat APWM, Elhendy A, Reijts AEM et al. Prediction of improvement of regional left ventricular function after surgical revascularization. A comparison of low-dose dobutamine echocardiography with 201TI single-photon emission computed tomography. *Circulation* 1995; 91: 2.748-2.752.
 62. DeFilippi CR, Willet DL, Irani WN, Eichhorn EJ, Velasco CE, Vacheron PA. Comparison of myocardial contrast echocardiography and dobutamine stress echocardiography in predicting recovery of regional left ventricular function after coronary revascularization. *Circulation* 1995; 92: 2.863-2.868.
 63. Le Feuvre C, Baubion N, Aubry N, Metzger JP, De Vernejoul P, Vacheron A. Assessment of reversible dyssynergic segments after acute myocardial infarction: dobutamine echocardiography versus thallium-201 single photon emission computed tomography. *Am Heart J* 1996; 131: 668-675.
 64. Grayburn PA. How Good is echocardiography at assessing myocardial viability? [editorial]. *Am J Cardiol* 1995; 76: 1.183-1.184.
 65. Picano E, Marzullo P, Gogli G, Reisenhofer B, Parodi O, Distanto A et al. Identification of viable myocardium by dipyridamole-induced improvement in regional left ventricular function assessed by echocardiography in myocardial infarction and comparison with thallium scintigraphy test. *Am J Cardiol* 1992; 70: 703-710.
 66. Sclavo MG, Noussan P, Pallisco O, Presbitero P. Usefulness of dipyridamole-echocardiographic test to identify jeopardized myocardium after thrombolysis. *Eur Heart J* 1992; 13: 1.348-1.355.
 67. Poli A, Previtali M, Lanzarini L, Fetiveau R, Diotallevi P, Ferrario M et al. Comparison of dobutamine stress echocardiography with dipyridamole stress echocardiography for detection of viable myocardium after myocardial infarction treated with thrombolysis. *Heart* 1996; 75: 240-246.
 68. Varga A, Ostojic M, Djordjevic-Dikic, Sicari R, Pingitore A, Nedeljkovic I et al. Infra-low dose dipyridamole test. A novel dose regimen for selective assessment of myocardial viability by vasodilator stress echocardiography. *Eur Heart J* 1996; 17: 629-634.
 69. Picano E, Ostojic M, Varga A, Sicari R, Djordjevic-Dikic A, Nedeljkovic Y et al. Combined low dose dipyridamole-dobutamine stress echocardiography to identify myocardial viability. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 1.422-1.428.
 70. Camarrano G, Ragosta M, Gimple LW, Powers ER, Kaul S. Identification of viable myocardium with contrast echocardiography in patients with poor left ventricular systolic function caused by recent or remote myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1995; 75: 215-219.
 71. Panza JA, Dilsizian V, Laurienzo JM, Curiel RV, Katsiyannis PT. Relation between thallium uptake and contractile response to dobutamine. Implications regarding myocardial viability in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Circulation* 1995; 91: 990-998.
 72. Frohwein S, Klein JL, Lane A, Taylor WR. Transesophageal dobutamine stress echocardiography in the evaluation of coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 823-829.
 73. Anselmi M, Golia G, Marino P, Prioli MA, Rossi A, Franceschini L et al. Usefulness of transesophageal atrial pacing combined with two-dimensional echocardiography (Echo-Pacing) in pre-

- dicting the presence and site of residual jeopardized myocardium after uncomplicated acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1994; 73: 534-538.
74. Hoffmann R, Kleinhans E, Lambertz F, Flachskampf A, Uebis R, Buell U et al. Transesophageal pacing echocardiography for detection of restenosis after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Eur Heart J* 1994; 15: 823-831.
75. García Fernández MA, Azevedo J, Puerta P, Moreno M, San Román D, Torrecilla E. Regional left ventricular diastolic dysfunction evaluated by tissue Doppler imaging as an earlier signal of myocardial ischemia. Experimental study of induced ischemia and reperfusion in pigs [resumen]. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27 (Supl): 299.
76. Lang RM, Vignon P, Weinert L, Bednarz J, Korcarz C, Sandelski J et al. Echocardiographic quantification of regional left ventricular wall motion with color kinesis. *Circulation* 1996; 93: 1.877-1.885.
77. De Franco AC, Murat E, Brenner S, Nissen S. Interventional applications of coronary intravascular ultrasound, angiography and Doppler flow. En: Fuster V, Ross R, Topol EJ, editores. *Atherosclerosis and coronary artery disease*. Filadelfia: Lippincott-Raven, 1996; 1.451-1.472.