

# Archivos de Cardiología de México

Volumen 72  
*Volume* 72

Número 2  
*Number* 2

Abril-Junio 2002  
*April-June* 2002

*Artículo:*

Utilidad de la ecocardiografía  
omniplanar transesofágica de *stress* con  
dobutamina en la detección de  
cardiopatía isquémica

Derechos reservados, Copyright © 2002:  
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Otras secciones de  
este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in  
this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



**Medigraphic.com**

INVESTIGACIÓN CLÍNICA

## *Utilidad de la ecocardiografía omniplanar transesofágica de stress con dobutamina en la detección de cardiopatía isquémica*

José Ramón Azpiri-López,\* José Luis Assad-Morell,\* Roxana Hoyos-Pescador,\* Javier Loera-Torres,\* Evangelina Flores-Coronado\*

### Resumen

**Objetivos:** Evaluar la utilidad de la ecocardiografía transesofágica de stress con dobutamina (ETESD) para la identificación de cardiopatía isquémica. **Métodos:** Se estudiaron pacientes referidos para ETESD con angiografía coronaria. Las imágenes fueron digitalizadas en cine-loop sistólico en estado basal, a dosis bajas de dobutamina ( $14.4 \pm 5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ), dosis altas ( $28.7 \pm 10.5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ) y en la recuperación, para análisis por dos observadores. Se dividió el ventrículo izquierdo en 16 segmentos de acuerdo a su irrigación y se consideró el estudio anormal si hubo desarrollo o empeoramiento de los trastornos de la contractilidad segmentaria. Las angiografías coronarias cuantitativas se evaluaron independientemente, considerándose lesiones significativas aquéllas  $\geq 70\%$ . **Resultados:** Se incluyeron 68 pacientes. La sensibilidad, especificidad y exactitud del ETESD fueron de 93%, 89.7% y 91.1%, respectivamente. El estudio detectó 7/7 pacientes con lesión de un vaso y 20/22 con enfermedad de vasos múltiples. El ECG de 12 derivaciones tuvo sensibilidad de 38.8%, especificidad de 91.8% y exactitud de 74.5% para la detección de las mismas lesiones. **Conclusiones:** El ETESD es un método asequible, seguro, sensible y específico con alta capacidad para detectar estenosis coronarias significativas. Su

### Summary

USEFULNESS OF TRANSESOPHAGEAL DOBUTAMINE STRESS ECHOCARDIOGRAPHY TO DETECT ISCHEMIC HEART DISEASE

**Objective:** To assess the usefulness of transesophageal dobutamine stress echocardiography (TEDSE), to identify patients with coronary artery disease. **Methods:** Patients referred for TEDSE with coronary angiography were included. Images were digitized in systolic cine-loop at baseline, with low dose-dobutamine ( $14.4 \pm 5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ), with high dose-dobutamine ( $28.7 \pm 10.5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ ) and during recovery, and then analyzed by two observers. The left ventricle was divided into 16 segments according to coronary distribution, and the study was considered abnormal if there was a new or worsening of the segmental wall motion abnormality. Quantitative coronary angiographies were independently assessed, and lesions considered significant if they had  $\geq 70\%$  diameter stenosis. **Results:** Sixty eight patients were included. TEDSE sensitivity, specificity, and accuracy were 93%, 89.7%, and 91.1%, respectively. TEDSE correctly detected 7/7 single vessel disease and 20/22 multiple vessel disease patients. Twelve-lead ECG had a sensitivity, specificity, and accuracy of 38.3%, 91.8%, and 74.5% respectively, to detect the same lesions. **Conclusions:**

\* Hospital Christus Muguerza de Monterrey. Calle Hidalgo No. 2525 Pte., Monterrey, N.L., México C.P. 64060

Correspondencia:

José Ramón Azpiri-López (Co-Director del Departamento de Cardiología Diagnóstica), José Benítez No. 2704, Col. Obispado, Monterrey, N.L., México. C.P. 64060. Tel. (81) 8347-8533, Fax (81) 8347-8534, Correo electrónico: jazpiri@infosel.net.mx

Recepción: 10 de enero de 2002

Aceptado: 27 de febrero de 2002

uso debe ser considerado en pacientes con mala ventana acústica transtorácica o pobre visualización de los bordes endocárdicos.

TEDSE is feasible, safe, sensitive, and specific to detect significant coronary lesions. It should be considered in patients with suboptimal acoustic window or poor visualization of endocardial borders.

(Arch Cardiol Mex 2002; 72:105-114).

**Palabras clave:** Ecocardiografía. Transesofágico. Dobutamina.

**Key words:** Echocardiography. Transesophageal. Dobutamine.

## Introducción

La ecocardiografía transtorácica de stress con ejercicio o con estímulo farmacológico, se ha convertido en una arma poderosa en la evaluación de la cardiopatía isquémica, mostrando resultados diagnósticos y pronósticos similares a los estudios de gammagrafía cardíaca de perfusión utilizando diversos isótopos radioactivos.<sup>1-3</sup> Se ha demostrado su capacidad para detectar estenosis arteriales coronarias,<sup>4-8</sup> su utilidad en la identificación de miocardio viable después de un infarto<sup>9-11</sup> y miocardio hibernante.<sup>2,13</sup> Es útil también para obtener información pronóstica en la estratificación del enfermo después de un infarto,<sup>14</sup> y en la evaluación de cardiópatas que serán sometidos a cirugía no cardíaca.<sup>15-17</sup>

Aunque la tecnología de la segunda armónica y los materiales de contraste ultrasonográfico han mejorado la capacidad para detectar isquemia miocárdica durante el eco de stress,<sup>18,19</sup> existen ciertas limitaciones de la técnica transtorácica, en especial el análisis de pacientes con mala ventana acústica y pobre visualización del endocardio, que impiden estudiar el engrosamiento parietal, parámetro crítico en la evaluación de la viabilidad e isquemia miocárdica. Dado que el engrosamiento parietal es más perceptible en un eco transesofágico, el objetivo de este estudio es el de evaluar la utilidad de la ecocardiografía transesofágica de stress con dobutamina en la identificación de pacientes con cardiopatía coronaria isquémica.

## Material y métodos

**Selección de pacientes.** Se incluyeron a todos los pacientes consecutivos durante un año, en los cuales existía sospecha de cardiopatía isquémica o certeza de la misma, deseándose evaluar la magnitud de la isquemia miocárdica y que a la vez contaran con angiografía coronaria cuantitativa en los 30 días previos o posteriores a la realización del ETESD.

Se excluyeron aquellos sujetos con estudio transesofágico de insuficiente calidad diagnóstica, aquellos con hemoductos aortocoronarios injertados en el territorio vascular tributario de zonas con infarto y personas con bloqueo completo de la rama izquierda del haz de His. Se excluyó también un enfermo con angiografía coronaria de mala calidad proveniente de otra institución.

**Protocolo de estudio.** Cuando fue posible se eliminaron los agentes bloqueadores beta adrenérgicos y calcio antagonistas cuando menos 48 horas antes del estudio. Despues de un ayuno mínimo de 4 horas, bajo anestesia faríngea con lidocaína en aerosol y sedación endovenosa con midazolam o propofol y monitoreo de presión arterial, pulsoximetría transcutánea y electrocardiograma de 3 derivaciones, se introdujo un transductor transesofágico omniplanar multifrecuencia 5.0/7.5 mHz acoplado a un ecocardiógrafo HP Sonos 2500, con el cual se realizó el estudio. Simultáneamente, se realizaron electrocardiogramas secuenciales de 12 derivaciones cada 3 minutos.

Se obtuvieron imágenes en 2 y 4 cámaras a nivel esofágico. La proyección de 4 cámaras con el ápex cardíaco hacia arriba se adquirió con la punta del transductor en el mesoesófago en posición neutral o ligera retroflexión y con rotación de los cristales a 0°, mientras que las imágenes en el eje largo de 2 cámaras se adquirieron rotando los cristales entre 70 y 90°. Posteriormente, el transductor se avanzó para obtener las vistas transgástricas en el eje corto y eje longitudinal. Las imágenes mesoventriculares en el eje corto (a nivel de los músculos papilares) se obtuvieron provocando anteflexión con rotación de los cristales a 0°, mientras que las longitudinales se lograron con una rotación de los cristales entre 70 y 90°.

**Adquisición de imágenes y fases del protocolo.** Todas estas imágenes fueron capturadas y digitalizadas en formato de pantalla cuádruple con sincronización sistólica (Image View DCR, Nova

Microsonics) y analizadas por comparación directa con las imágenes obtenidas en reposo. En cada proyección, la onda R del electrocardiograma fue sincronizada para capturar un ciclo cardíaco. La adquisición del asa sistólica consistió de 8 imágenes obtenidas en una lapso de 350 milisegundos. Las imágenes se capturaron en 4 fases, incluyendo el estado basal o de "reposo", a "dosis bajas" y "dosis altas" de dobutamina y posteriormente en "recuperación". Una vez que se obtuvieron las imágenes de "reposo", se inició la infusión de dobutamina a 5 µg/kg/min. Tres minutos después se incrementó la infusión a 10 µg/kg/min y posteriormente a intervalos de 3 minutos, se aumentó la infusión a 20, 30 y finalmente a 40 µg/kg/min. En aquellos pacientes que no alcanzaron la frecuencia cardíaca máxima esperada para la edad, se utilizó atropina intravenosa. De esta manera, adquirimos las imágenes a "dosis bajas" cuando visualmente se detectó de un incremento en la sinergia contráctil de las paredes del ventrículo izquierdo sin que aumentara la frecuencia cardíaca significativamente. Asimismo, la captura de las imágenes a "dosis altas" se llevó a cabo en el momento en que se terminó el protocolo de infusión del medicamento por haber alcanzado alguna de las metas especificadas *a priori*. Estas metas incluían: (a) desarrollo de isquemia miocárdica, manifestada por dolor precordial, desviación del segmento ST mayor de 3 mm y/o desarrollo o agravamiento de disinerquía contráctil, (b) terminación del protocolo al alcanzar dosis máximas de dobutamina (40 µg/kg/min) y/o atropina (1 mg), (c) alcanzar más del 85% de la frecuencia cardíaca máxima esperada para la edad, (d) hipertensión arterial progresiva  $\geq 30$  mmHg, (e) hipertensión arterial sistólica mayor de 220 mmHg, (f) taquicardia ventricular paroxística, o (g) intolerancia al transductor.

**Análisis de las imágenes.** Para el análisis de la movilidad parietal, el ventrículo izquierdo se dividió en un modelo de 16 segmentos previamente validado y acorde a la distribución de la perfusión territorial coronaria<sup>20,21</sup> (Fig. 1). La movilidad parietal segmentaria fue calificada como (1) **normal**, cuando se encontró engrosamiento parietal sistólico evidente y movimiento sistólico del borde endocárdico hacia la cavidad ventricular, (2) **hipoquinético**, cuando había engrosamiento parietal sistólico disminuido y reducción del movimiento sistólico del borde endocárdico hacia la cavidad ventricular, (3) **aquinético**, en

caso de ausencia de engrosamiento parietal y movilidad del borde endocárdico en sistole y (4) **disquinético**, refiriéndose a movimiento parietal paradójico, en el cual parte de la pared ventricular se mueve en dirección opuesta al resto del ventrículo izquierdo y la pared se adelgaza en sistole, en lugar de ocurrir el engrosamiento normal.<sup>22,23</sup> Este sistema de calificación se llevó a cabo en cada una de las 4 imágenes digitalizadas en "reposo", "dosis bajas" y "dosis altas" de dobutamina y en "recuperación".

Se consideró como respuesta **anormal** cualquiera de las tres siguientes: (1) el desarrollo de disinerquía en segmentos con contractilidad basal normal o bien empeoramiento de la disinerquía en aquellos segmentos que desde el inicio del estudio ya se encontraban con contractilidad deprimida, (2) la presencia de una respuesta bifásica, caracterizada por contractilidad anormal basal, la cual mejora a "dosis bajas" de dobutamina y vuelve a empeorar con "dosis altas" del estímulo y (3) finalmente, aquinesia o disinerquía en reposo que no mejora con el estímulo farmacológico.

Por otra parte, la respuesta **normal** al estímulo inotrópico consistió en un aumento gradual y consistente en la movilidad y engrosamiento parietal a dosis progresivas de dobutamina, o bien, la presencia de disfunción en la contractilidad global en reposo que mejora con el estímulo farmacológico.

**Electrocardiograma de stress.** Se obtuvieron trazos de 12 derivaciones en reposo y cada 3 minutos durante el resto de la prueba, efectuando monitoreo electrocardiográfico continuo de 3 derivaciones. El electrocardiograma se consideró positivo para isquemia si ocurrió: (1) infradesnivel horizontal o de pendiente hacia abajo de 0.1 mV a 80 milisegundos del punto J en dos o más derivaciones contiguas o (2) supradesnivel del segmento ST de 0.2 mV a 80 milisegundos del punto J en dos o más derivaciones contiguas.

**Angiografía coronaria cuantitativa.** La angiografía coronaria cuantitativa se llevó a cabo en un angiografo digital (Philips Integris HM 3000), utilizando un algoritmo de detección automatizada de bordes con corrección manual. Se consideró como lesión significativa aquella estenosis que redujo el 70% o más del diámetro luminal interno de las arterias coronarias epicárdicas o sus ramas principales o hemoductos aortocoronarios o 50% el tronco principal izquierdo.

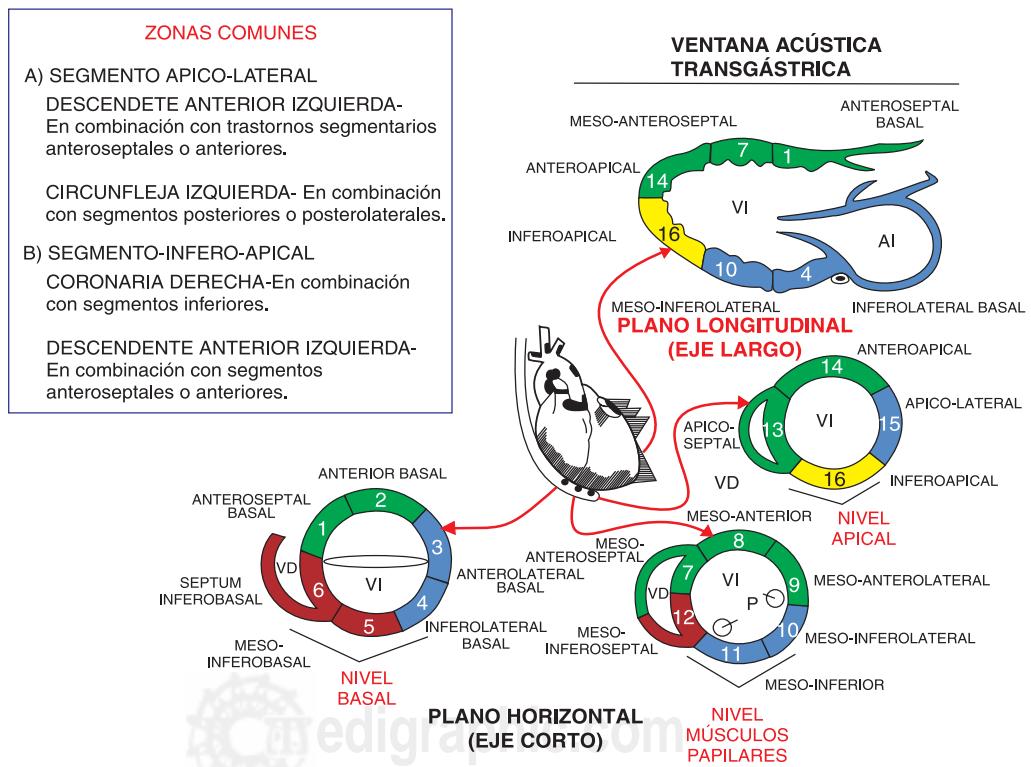
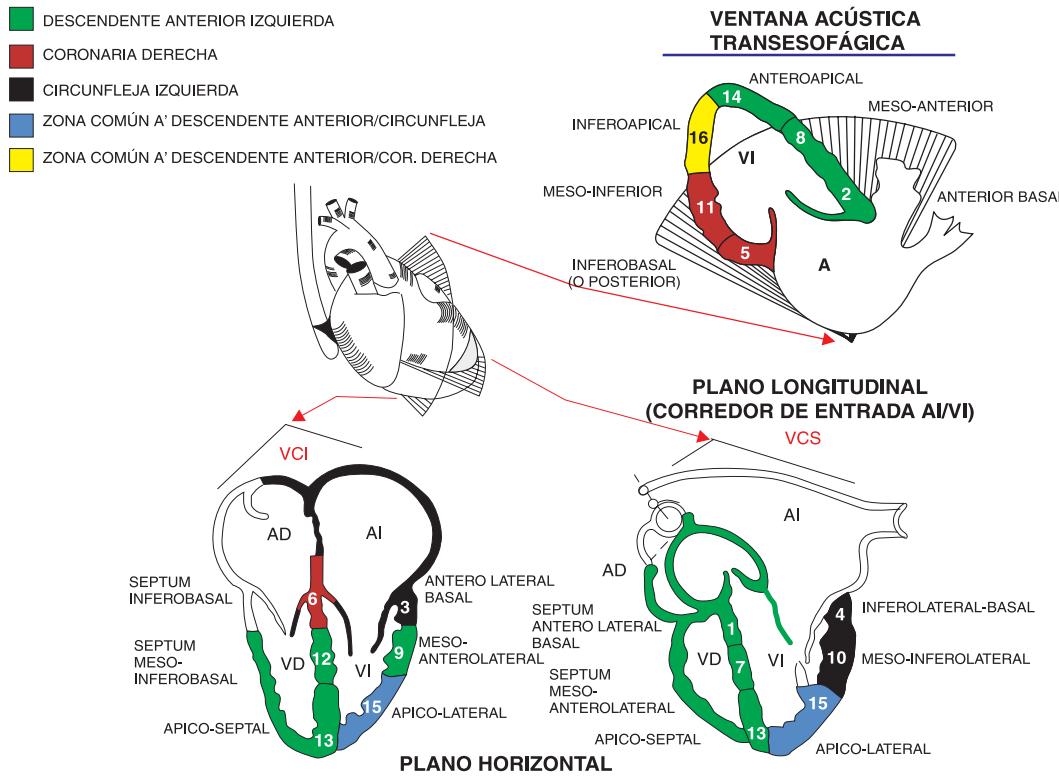


Fig. 1. Distribución de la perfusión arterial coronaria de acuerdo a un modelo que divide al ventrículo izquierdo en 16 segmentos. El panel superior revela las ventanas acústicas transesofágicas y el inferior las transgástricas.

*Análisis estadístico.* La calificación de la movilidad parietal fue realizada después del estudio ecocardiográfico (*off-line*) por dos observadores independientes sin conocimiento de los datos clínicos, y las diferencias fueron resueltas por consenso. Para evaluar la reproducibilidad de la calificación se seleccionaron 40 imágenes ecocardiográficas al azar, 20 obtenidas a través de las ventanas acústicas transesofágicas y 20 a través de las transgástricas, obteniendo una concordancia interobservador de 92%.

Las angiografías fueron analizadas por un observador sin conocimiento de los resultados ecocardiográficos. Las variables se expresan como la media  $\pm$  desviación estándar y sus diferencias fueron probadas utilizando la “t” de Student o la  $\chi^2$ , según aplicara el caso, considerándose significativas cuando  $p \leq 0.05$ . Finalmente, los resultados se presentan como la sensibilidad, especificidad, valores predictivos y exactitud de la prueba. Todos los pacientes expresaron su consentimiento para participar en el estudio, mismo que fue aprobado por el Comité de Bioética de la Institución.

## Resultados

*Características de la población estudiada.* Se estudiaron un total de 74 pacientes, de los cuales se excluyeron 6, 2 debido a pobre ventana acústica, 1 con angiograma no diagnóstico, 1 por bloqueo de rama izquierda y 2 por tener hemoductos aortocoronarios injertados en zonas de infarto. Por consiguiente, el grupo evaluado consistió en 68 pacientes, 53 hombres y 15 mujeres, con una edad de  $58 \pm 13$  años.

El motivo del estudio en los 68 enfermos se describe en la *Tabla I*. El promedio de dobutamina utilizada a “dosis bajas” fue de  $14.4 \pm 5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ , mientras que a “dosis altas” fue de  $28.7 \pm 10.5 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ . El reforzamiento con atropina

se llevó a cabo en 15 enfermos. El porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima esperada para la edad alcanzada fue de  $82.1 \pm 11.5$ . No completaron el protocolo 4 de los 68 enfermos estudiados. Dos por haber desarrollado hipertensión arterial sistólica mayor de 240 mmHg, uno desarrolló taquicardia ventricular no sostenida y el último desarrolló estado de choque, requiriendo intubación endotraqueal (el angiograma de este paciente reveló una estenosis de 90% del tronco principal de la coronaria izquierda); sin embargo, a pesar de no haber completado el protocolo, los 4 tuvieron estudios positivos para isquemia miocárdica.

Se lograron imágenes interpretables en 3 ó 4 de las ventanas acústicas utilizadas en el 96.5% de los enfermos estudiados. El tiempo de intubación esofágica fue de  $22 \pm 9$  minutos. El 88% de los pacientes estudiados no tuvieron síntomas relacionados con el aparato cardiovascular inducido por el estímulo inotrópico, 6% tuvieron angor pectoris, 4% estado nauseoso y 2% palpitaciones. La angiografía coronaria reveló 39 pacientes (57%) con coronariografía normal o lesiones obstructivas menores al 70%, 7 (10%) tenían una arteria afectada, 12 (18%) con dos arterias y 10 (15%) con 3 arterias enfermas.

*Sensibilidad, especificidad, valores predictivos y exactitud de la prueba.* El ecocardiograma de stress transesofágico con dobutamina, demostró una sensibilidad de 93%, especificidad 89.7%, valor predictivo positivo 87%, valor predictivo negativo 94.5%, y una exactitud global de 91.1% en la detección de estenosis coronarias significativas (*Fig. 2*). Asimismo, la capacidad del estudio para detectar correctamente el número de vasos coronarios con estenosis significativas, fue de un 89.7% en pacientes sin enfermedad coronaria, al 100% en aquellos con enfermedad de uno y tres vasos coronarios y al 83.3% en los que tenían 2 vasos afectados (*Fig. 3*).

Se analizó también, la utilidad del estudio en la detección de los territorios coronarios epicárdicos individuales con estenosis significativas. La sensibilidad del estudio fue alta en las arterias coronarias circunfleja y derecha, y, aunque no fue estadísticamente significativo, fue menor en la descendente anterior izquierda. La especificidad, valores predictivos y exactitud de la prueba en los diferentes territorios coronarios fueron similares (*Tabla II*).

*Utilidad comparativa entre el ecocardiograma y el electrocardiograma de stress con dobutami-*

**Tabla I.** Motivo del estudio.

• Evaluación post- revascularización	26
- Angioplastía = 17	
- Cirugía = 9	
• Evaluación post-infarto	13
• Angina de pecho	10
• Cardiomiopatías	9
• Dolor precordial atípico	8
• Valvulopatías/Prótesis	6
• Prueba de esfuerzo positiva asintomática	2
• Cardiopatía hipertensiva	2
• Misceláneos	3

na. Se estudió la utilidad comparativa entre el ecocardiograma y el electrocardiograma con stress con dobutamina llevados a cabo en 55 pacientes estudiados angiográficamente sin evidencia de infarto al miocardio. La sensibilidad fue notoriamente más alta en el ecocardiograma al compararlo con el electrocardiograma (94.1% vs 38.8%), mientras que la especificidad fue seme-

jante para ambos estudios (89.4% vs 91.8%). Finalmente, los valores predictivos y la exactitud fueron estadísticamente superiores al utilizar la ecocardiografía como método diagnóstico con un valor de  $p$  de 0.004 (*Tabla III*). Dos pacientes con ecocardiograma transesofágico de stress falsamente negativo tuvieron un electrocardiograma con estímulo medicamentoso positivo para isquemia miocárdica.

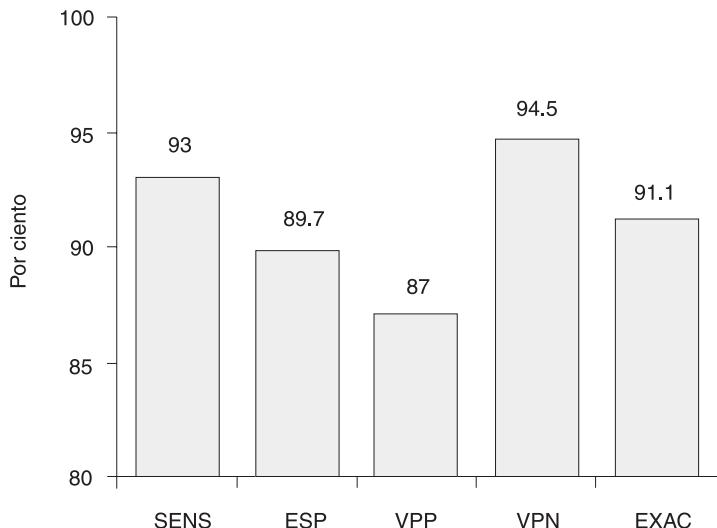
**Utilidad en pacientes revascularizados.** En los pacientes sometidos a revascularización miocárdica quirúrgica, se detectaron correctamente 7 de 7 pacientes con hemoductos ocluidos y 2 de 2 pacientes con hemoductos abiertos. Asimismo, después de revascularización utilizando angioplastia coronaria percutánea transluminal, la sensibilidad de la prueba fue 100%, detectando correctamente 3 de 3 pacientes con reestenosis coronaria y la especificidad fue de 85.7% dado que clasificó correctamente a 12 de 14 pacientes sin reestenosis post-angioplastia.

## Discusión

El ecocardiograma de stress transesofágico omniplano multifrecuencia con estímulo farmacológico con dobutamina y digitalización de imágenes en formato de pantalla cuádruple con sincronización sistólica, es un método asequible, seguro, sensible y específico en la detección de cardiopatía isquémica. El estudio se puede practicar con molestias mínimas para el enfermo y prácticamente sin complicaciones.

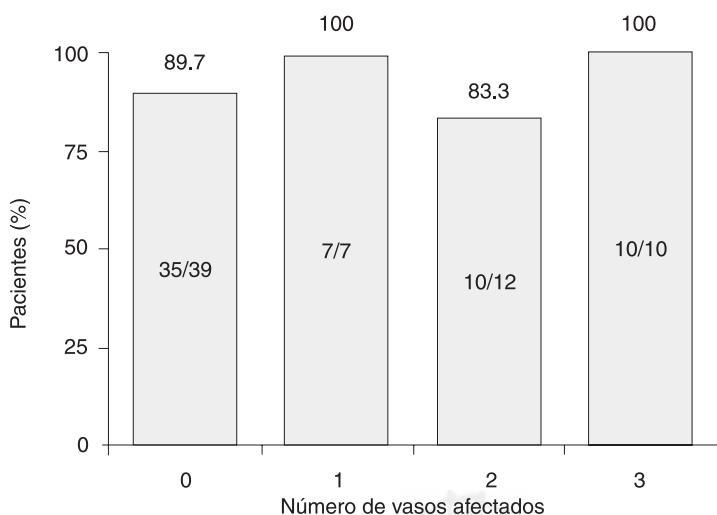
Los resultados de este estudio demuestran que la metodología utilizada tiene una alta capacidad para detectar estenosis coronarias significativas y su utilidad queda también evidenciada en la detección del número de vasos afectados. Finalmente, usando un modelo de 16 segmentos del ventrículo izquierdo acorde a la distribución de la perfusión arterial coronaria, el estudio permite predecir la presencia de estenosis en cada una de las arterias coronarias epicárdicas. De tal manera que el ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina permite: (1) identificar si el paciente tiene enfermedad coronaria, (2) identificar cuántos vasos coronarios epicárdicos tienen obstrucción significativa, y (3) cuáles son las arterias afectadas.

**Bondades del ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina.** El estudio es sumamente versátil dado que nos brinda la clave diagnóstica en virtualmente todas las formas de enfermedad cardíaca estructural. Dado que el estímulo far-



SENS = sensibilidad. ESP = especificidad. VPP = valor predictivo positivo. VPN = valor predictivo negativo. EXAC = exactitud.

**Fig. 2.** Capacidad del ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina para detectar estenosis coronarias significativas.



**Fig. 3.** Detección por ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina del número de vasos coronarios epicárdicos con estenosis significativas. Los números dentro de las barras representan el número de pacientes por cada grupo y los números en la parte superior de las barras representan su porcentaje.

**Tabla II.** Capacidad del ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina para detectar estenosis significativas de vasos coronarios individuales.

Arteria	SENS	ESP	VPP	VPN	EXAC
DA	52% (11/21)	100% (47/47)	100% (11/11)	82% (47/57)	85% (58/68)
CX	80% (16/20)	93.7% (45/48)	84.2% (16/19)	91.8% (45/49)	89.7% (61/68)
DER	95.4% (21/22)	89.1% (41/46)	80.7% (21/26)	97.6% (41/42)	91.1% (62/68)

DA = arteria coronaria descendente anterior izquierda, CX = arteria coronaria circunfleja, DER = arteria coronaria derecha, SENS = sensibilidad, ESP = especificidad, VPP = valor predictivo positivo, VPN = valor predictivo negativo, EXAC = exactitud.

**Tabla III.** Utilidad comparativa entre el ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina y el electrocardiograma de stress con dobutamina en un subgrupo de 55 pacientes sin infarto del miocardio estudiados angiográficamente.

Estudio	SENS	ESP	VPP	VPN	EXAC
ETESD	94.1%	89.4%	80%	97.1%	90.9%
ECGSD	38.8%	91.8%	70%	75.5%	74.5%

ETESD = ecocardiograma transesofágico de stress con dobutamina. ECGSD = electrocardiograma de stress con dobutamina. SENS = sensibilidad. ESP = especificidad. VPP = valor predictivo positivo. VPN = valor predictivo negativo. EXAC = exactitud.  $\chi^2 = 15.6$ ,  $p = 0.004$ .

macológico es progresivo, se logra incrementar la demanda de oxígeno de una manera análoga a la provocada por el ejercicio. Esto permite evaluar también a personas con limitaciones para la deambulación de tipo neurológico, ortopédico y vascular.

Estudios previos han reportado que aproximadamente el 10 al 20% de los candidatos a un eco stress tienen mala ventana acústica transtorácica.<sup>24,25</sup> Nuestros resultados indican que el abordaje transesofágico debe ser muy útil en pacientes con deformidades torácicas, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cirugías torácicas previas,<sup>26</sup> así como en obesos mórbidos<sup>27</sup> y en el 30% de enfermos con definición inadecuada del borde endocárdico,<sup>28</sup> de vital importancia cuando se requiere la medición precisa del engrosamiento parietal como indicador de hibernación o viabilidad miocárdica. Además, el abordaje transesofágico es superior al transtorácico en pacientes con pobre definición del borde endocárdico, cuando se estudia al paciente por ambos métodos en forma simultánea.<sup>29</sup>

La relación costo-beneficio y la brevedad con la que se realizan y se obtienen resultados con el eco stress, compiten favorablemente con las téc-

nicas de medicina nuclear y tomografía por emisión de positrones.<sup>30,31</sup> Además, en el mismo estudio, la ecocardiografía permite evaluar integralmente las válvulas, orejuela izquierda, venas pulmonares, tabique interatrial y pericardio, lo cual no se logra con los estudios de perfusión nuclear. Asimismo, la ecocardiografía de stress tiene una exactitud diagnóstica similar a la tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT), como ha sido demostrado por Hetch y Quiñones.<sup>1,2</sup> En la práctica diaria se obtiene una mayor cantidad de información con la metodología ecocardiográfica aquí descrita que con cualquier otro tipo de técnica diagnóstica cardiovascular no invasiva actualmente utilizada.

*Comparación con estudios previos.* Segar y cols.<sup>32</sup> reportaron de manera preliminar el uso de la ecocardiografía transesofágica de stress con dobutamina, sin embargo fueron Prince y cols.<sup>33</sup> quienes reportaron por primera vez la sensibilidad y especificidad de este método en la detección de cardiopatía isquémica en un grupo de 81 pacientes con diversos diagnósticos, teniendo como referencia la angiografía coronaria, utilizando como criterio de estenosis significativa, la disminución del diámetro luminal más de un 70%. Su sensibilidad de 90% y especificidad de 94% son comparables a las obtenidas en el presente estudio.

En el mismo año, Panza y cols.<sup>24</sup> publicaron un estudio semejante en 76 enfermos. El criterio de estenosis significativa fue de 70%. La sensibilidad fue de 89%, especificidad de 100% y exactitud de 91%, cifras nuevamente comparables a las nuestras. Ellos se vieron obligados a suspender el protocolo en 3 pacientes por intolerancia al transductor. La sensibilidad y especificidad en el diagnóstico de enfermedad de vasos múltiples fue semejante a la reportada por nosotros. En el presente estudio, sin embargo, la sensibilidad en la detección de obstrucción significativa en la descendente anterior (DA) fue de 52% y en el estudio de Panza de 83%. Cabe mencionar que en nuestro trabajo, ninguno de los 7 pacientes con enfermedad de un vaso tenía obstrucción en la DA, por lo tanto, las falsas negativas en la detección de enfermedad en ese territorio coronario ocurrieron en pacientes con enfermedad multivasicular que afectaba simultáneamente a la DA y alguna otra arteria epicárdica. Es factible que el mayor umbral isquémico sea el resultante de colaterales presentes en el territorio perfundido por la DA, como ocurrió en dos de nuestros pa-

cientes. En el estudio de Panza,<sup>24</sup> la especificidad de la prueba fue menor para detectar isquemia en el territorio de la DA; 27% de sus pacientes desarrollaron anormalidades segmentarias en esta zona, sin encontrarse lesiones coronarias significativas. Estos hallazgos podrían corresponder a la sobreposición de la perfusión territorial en zonas de irrigación común a dos arterias epicárdicas (*Fig. 1*). Es posible también, que los mecanismos celulares responsables de la respuesta inotrópica positiva al estímulo adrenérgico requieran de un mayor grado de integridad funcional del miocito, lo cual hace que la respuesta sea heterogénea.<sup>34</sup>

El último estudio, publicado por Frohwein y cols.<sup>28</sup> se evaluó a 51 pacientes, con una sensibilidad de 82% y especificidad de 93%. En este reporte, la sensibilidad fue mayor de 80% en pacientes con diámetro luminal mínimo menor de 1.25 mm y menor de 70% en aquéllos con diámetro luminal mínimo menor de 1.5 mm, lo cual sugiere que a mayor grado de estenosis, mayor es la posibilidad de que ésta sea fisiológicamente significativa y por tanto provoque trastornos de la sinergia contráctil.

**Limitaciones.** La naturaleza invasiva del estudio parecería ser una limitante, sin embargo, la incidencia de complicaciones digestivas o cardiovasculares y los efectos colaterales medicamentosos son similares tanto para pacientes estudiados por vía transtorácica como por vía transesofágica.<sup>35</sup> La interpretación subjetiva y dependiente del operador es una desventaja de la ecocardiografía de stress, al compararla con las técnicas nucleares, las cuales son más cuantitativas. Los métodos de cuantificación acústica de función ventricular<sup>36,37</sup> y cinética a color<sup>38,39</sup> facilitan el análisis de trastornos segmentarios en la función contráctil de las paredes del ventrículo izquierdo, permitiendo un análisis cuantitativo más directo lo cual potencialmente disminuye la variabilidad interobservador.<sup>40</sup>

Al igual que con otras técnicas cardiovasculares, es indispensable desarrollar una curva de aprendizaje para realizar estudios adecuados e interpretables. Es necesario destacar la importancia de evaluar no sólo la movilidad de las paredes sino su engrosamiento y el desplazamiento del endocardio que esto produce. Estas precauciones han sido enfatizadas previamente, encontrando que la exactitud de la prueba es diferente cuando se comparan observadores novatos y expertos.<sup>41</sup>

En uno de nuestros pacientes, hubo que terminar el estudio debido a que desarrolló estado de choque. Tuvo disfunción ventricular global, asociada a una estenosis crítica del tronco coronario izquierdo. En este caso, es evidente que la hipotensión fue secundaria a isquemia miocárdica, pero puede desarrollarse hipotensión asociada al uso de dobutamina por mecanismos no relacionados a isquemia. Contrario al significado que tiene el desarrollo de hipotensión arterial durante una prueba de esfuerzo, la hipotensión inducida por dobutamina no necesariamente está asociada a enfermedad coronaria avanzada o a mal pronóstico.<sup>42</sup> La dobutamina puede causar hipotensión arterial si sus efectos al incrementar el gasto cardíaco no logran contrarrestar la vasodilatación ocasionada por el estímulo de los receptores beta-2.<sup>43,44</sup> Mazeika y cols.<sup>45</sup> a su vez sugieren que el estímulo farmacológico con dobutamina puede causar reducción en la resistencia vascular sistémica debido a la eliminación refleja del tono simpático en respuesta a un gasto cardíaco aumentado, de tal manera que la vasodilatación periférica mediada a través de un reflejo vasodepresor abrupto, puede producir también una respuesta hipotensora. Finalmente, otro mecanismo capaz de producir hipotensión independiente de isquemia miocárdica es aquél secundario a obstrucción dinámica de la cavidad ventricular izquierda,<sup>46</sup> de manera que el examen de rutina de la cámara de salida del ventrículo izquierdo con Doppler durante el ETESD puede ayudar en la detección de obstrucción intraventricular y ser de utilidad para dilucidar la causa de la hipotensión inducida por la dobutamina.

## Conclusiones

El ecocardiograma de stress transesofágico omniplánar con estímulo farmacológico con dobutamina es un método asequible, seguro, exacto, sensible y específico, con alta capacidad para detectar estenosis coronarias significativas. Su utilización debe considerarse en pacientes con mala ventana acústica transtorácica o en aquéllos con pobre visualización de los bordes endocárdicos. El transductor transesofágico omniplánar, permite la visualización del ventrículo izquierdo en múltiples planos, reduciendo el malestar para el enfermo. Proporciona además, una excelente herramienta de investigación clínica basada en imágenes ultrasónicas del miocardio en el paciente con cardiopatía isquémica.

## Referencias

1. HECHT HS, DEBORD L, SHAW R, CHIN H, DUNLAP R, RYAN C, MYLER RK: *Supine bicycle stress echocardiography versus tomographic thallium-201 exercise imaging for the detection of coronary artery disease*. J Am Soc Echocardiogr 1993; 6: 177-185.
2. QUIÑONES MA, VERANI MS, HAICHIN RM, MAMARIAN JJ, SUAREZ J, ZOGHBI WA: *Exercise echocardiography versus <sup>201</sup>Tl single-Photon emission computed tomography in evaluation of coronary artery disease*. Analysis of 292 patients. Circulation 1992; 85: 1026-1031.
3. SALUSTRI P, POZZOLI MMA, HERMANS W, ILMER B, CORNEL JH, REIJS AEM, ROELANDT JRTC: *Relationship between exercise echocardiography and perfusion single-photon emission computed tomography in patients with single vessel coronary artery disease*. Am Heart J 1992; 124: 75-83.
4. RYAN T, FEIGENBAUM H: *Exercise echocardiography*. Am J Cardiol 1992; 69: 82H-89H.
5. RYAN T, SEGAR DS, SAWADA SG, BERKOVIRZ KE, WHANG D, DOHAN AM, ET AL: *Detection of coronary artery disease with upright bicycle exercise echocardiography*. J Am Soc Echocardiogr 1993; 6: 186-197.
6. CROUSE LF, HARBRECHT JJ, VACEK JL, ROSAMOND TL, KRAMER PH: *Exercise echocardiography as a screening test for coronary artery disease and correlation with coronary angiography*. Am J Cardiol 1991; 67: 1213-1218.
7. MARWICK TH, NAMEC JJ, PASHKOW FJ, STEWART WJ, SALCEDO EE: *Accuracy and limitations of exercise echocardiography in a routine clinical setting*. J Am Coll Cardiol 1992; 19: 74-81.
8. MARCOVITZ PA, ARMSTRONG WF: *Accuracy of dobutamine stress echocardiography in detecting coronary artery disease*. Am J Cardiol 1992; 69: 1269-1273.
9. BARILLA F, GHEORGHIADE 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: 1522-1531.
10. PIERARD LA, DE LANDSHEREE 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: 1021-1031.
11. SMART SC, KNICKELBINE T, STOIBER TR, CARLOS M, WYNSEN JC, SAGAR KB: *Safety and accuracy of dobutamine-atropine stress echocardiography for the detection of residual stenosis of the infarct-related artery and multivessel disease during the first week after acute myocardial infarction*. Circulation 1997; 95: 1394-1401.
12. CIGARROA CG, DEFILIPPI CR, BRICKNER ME, ALVAREZ LG, WAIT MA, GRAYBUM PA: *Dobutamine stress echocardiography identifies hibernating myocardium and predicts recovery of left ventricular function after coronary revascularization*. Circulation 1993; 88: 430-436.
13. ARNESE M, CORNEL JH, SALUSTRI A, MAAT A, ELHENDY A, REIJS A, ET AL: *Prediction of improvement of regional left ventricular function after surgical revascularization: a comparison of low-dose dobutamine echocardiography with <sup>201</sup>Tl single-photon emission computed tomography*. Circulation 1995; 91: 2748-2752.
14. CARLOS ME, SMART SC, WYNSEN JC, SAGAR KB: *Dobutamine stress echocardiography for risk stratification after myocardial infarction*. Circulation 1997; 95: 1402-1410.
15. POLDERMANS D, FIORETTI PM, FORSTER T, THOMSON IR, BOERSMA E, EL-SAID EM, ET AL: *Dobutamine stress echocardiography for assessment of perioperative cardiac risk in patients undergoing major vascular surgery*. Circulation 1993; 87: 1506-1512.
16. POLDERMANS D, ARNESE M, FIORETTI PM, BOERSMA E, THOMSON IR, RAMBALDI R, ET AL: *Sustained prognostic value of dobutamine stress echocardiography for late cardiac events after major noncardiac vascular surgery*. Circulation 1997; 95: 53-58.
17. DAVILA-ROMAN VG, WAGGONER AD, SICARD GA, GELTMAN EM, SCHECHTMAN KB, PEREZ JE: *Dobutamine stress echocardiography predicts surgical outcome in patients with aortic aneurysm and peripheral vascular disease*. J Am Coll Cardiol 1993; 21: 957-963.
18. SUZZI FB, POLDERMANS D, BAX JJ, BOERSMA E, VLETTER WB, ELHENDY A, ET AL: *Second harmonic imaging improves sensitivity of dobutamine stress echocardiography for the diagnosis of coronary artery disease*. Am Heart J 2001; 142: 153-159.
19. THANIGARAJ S, NEASE RF, SCHECHTMAN KB, WADE RL, LOSLO S, PEREZ JE: *Use of contrast for image enhancement during stress echocardiography is cost-effective and reduces additional diagnostic testing*. Am J Cardiol 2001; 87: 1430-1432.
20. SEGAR PS, BROWN SE, SAWADA SG, RYAN T, FEIGENBAUM H: *Dobutamine stress echocardiography: correlation with coronary lesion severity as determined by quantitative angiography*. J Am Coll Cardiol 1992; 19: 1197-1202.
21. SEWARD JS, KHANDHERIA BK, EDWARDS WD, OH JK, FREEMAN WK, ET AL: *Multiplane transesophageal echocardiography: image orientation, examination, technique, anatomic correlations, and clinical applications*. Mayo Clin Proc 1990; 65: 1193-1213.

22. MASON SJ, WEISS JL, WEISFELDT M, GARRISON JB, FORTUIN NJ: *Exercise echocardiography detection of wall motion abnormalities during ischemia*. Circulation 1979; 59: 50-59.
23. HENRY WL, DEMARIA AN, GRAMIAK R, KING DL, KISSLO JA, POPP RL, ET AL: *Report of the American Society of Echocardiography committee on nomenclature and standards in two-dimensional echocardiography*. Circulation 1980; 62: 212.
24. PANZA JA, LAURIENZO JM, CURIEL RV, QUYUUMI AA, CANNON III RO: *Transesophageal dobutamine stress echocardiography for the evaluation of patients with coronary artery disease*. J Am Coll Cardiol 1994; 24: 1260-1267.
25. MANNERING D, CRIPPS T, LEECH G: *The dobutamine stress test as an alternative to exercise testing after acute myocardial infarction*. Br Heart J 1988; 59: 521-526.
26. VITARELLI A, DAGIANTI A, CONDE Y, PENCO M, PASTORE LR, FEDELE F: *Value of transesophageal dobutamine stress echocardiography in assessing coronary artery disease*. Am J Cardiol 2000; 86(Suppl): 57G-60G.
27. MADE EC: *Transesophageal dobutamine stress echocardiography in the evaluation of myocardial ischemia in morbidly obese subjects*. Chest 2000; 117: 657-661.
28. FORHWEIN 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.
29. CHAUDHRY FA, TAUKE JT, ALESSANDRINI RS, GREENFIELD SA, TOMMASO CL, BONOW RO: *Enhanced detection of ischemic myocardium by transesophageal dobutamine stress echocardiography: comparison with simultaneous transthoracic echocardiography*. Echocardiography 2000; 17: 241-253.
30. ALDRICH HR, REICHEK N: *Stress echocardiography*. Curr Opin Cardiol 1993; 8: 978-987.
31. BAEHR F, VOTH E, DEUTSCH HJ, SCHNEIDER CA, SCHICHA H, SECHTEM U: *Assessment of viable myocardium by dobutamine transesophageal echocardiography and comparison with fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography*. J Am Coll Cardiol 1994; 24: 343-353.
32. SEGAR DS, SAWADA SG, SMART SC, WILLIAMS RL, FOLTZ JM, RYAN T, FEIGENBAUM H: *Transesophageal, dobutamine stress echocardiography: preliminary experience*. (Abstract). J Am Soc Echocardiogr 1991; 4: 303.
33. PRINCE CR, STODDARD MF, MORRIS GT, AMMASH NN, GOAD JL, DAWKINS PR, VOGEL RL: *Dobutamine two-dimensional transesophageal echocardiographic stress testing for detection of coronary artery disease*. Am Heart J 1994; 128: 36-41.
34. PANZA JA, DILSIZIAN V, LAURIENZO JM, CURIEL RV, KATSIYIANNIS 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.
35. GARCÍAMARTÍN I, SANROMÁN JA, VILACOSTA I, MUÑOZ JC, DE LA TORRE M, FERNÁNDEZ-AVILÉS F: *Complicaciones de la ecocardiografía transesofágica con dobutamina*. Rev Esp Cardiol 2000; 53: 1136-1139.
36. PEREZ JE, WAGGONER AD, BARZILAI B, MELTON HE, MILLER JG, SOBEL BE: *On-line assessment of ventricular function by automatic boundary detection and ultrasonic backscatter imaging*. J Am Coll Cardiol 1992; 19: 313-320.
37. MORRISSEY RL, SIU SC, GUERRERO JL, NEWELL JB, WEYMAN AE, PICARD MH: *Automated assessment of ventricular volume and function by echocardiography: validation of automated border detection*. J Am Soc Echocardiogr 1994; 7: 107-115.
38. VITARELLI A, FERRO-LUZZI M, PENCO M, FEDELE F, DAGIANTI A: *On-line quantitative assessment of left ventricular filling during dobutamine stress echocardiography: a useful addition to conventional wall motion scoring*. Int J Cardiol 1997; 59: 57-69.
39. VITARELLI A, SCIOMER S, DAGINATI AI, CASELLI A, PUGLIESE M, FEDELE F, ET AL: *Detection of coronary artery disease by transesophageal dobutamine stress echocardiography using color kinesis (abstract)*. J Invest Med 1997; 45: 216A.
40. VITARELLI A, DAGIANTI A, CONDE Y, PENCO M, PASTORE LR, FEDELE F: *Value of transesophageal dobutamine stress echocardiography in assessing coronary artery disease*. Am J Cardiol 2000; 86(Suppl): 57G-60G.
41. PICANO E, LATTANZI F, ORLANDINI A, MARINI C, L'ABBATE A: *Stress echocardiography and the human factor: the importance of being an expert*. J Am Coll Cardiol 1991; 17: 666-669.
42. MARCOVITZ PA, BACH DS, MATHIAS W, SHAYNA V, ARMSTRONF WF: *Paradoxical hypotension during dobutamine stress echocardiography: clinical and diagnostic implications*. J Am Coll Cardiol 1993; 21: 1080-1086.
43. ROSAMOND TL, ROWLAND AJ, WILLHOITE DJ, VACEK JL, CROUSE LJ: *Hypotension during dobutamine stress echocardiography: significance of the absence of regional hypokinesis*. (Abstract). J Am Coll Cardiol 1991; 17: 193A.
44. LIBERMAN EB, HEINLE SK, WILDERMANN N, WAUGH RA, KISSLO JA, BASHORE TM: *Does hypotension during dobutamine stress echocardiography correlate with anatomic or functional impairment?* Am Heart J 1995; 129: 1121-1126.
45. MAZEIKAI TK, NADAZDIN A, OAKLEY CM: *Clinical significance of abrupt vassodepression during dobutamine stress echocardiography*. Am J Cardiol 1992; 69: 1484-1486.
46. PELLIKKA PA, OH JK, BAILEY KR, NICHOLS BA, MONAHAN KH, TAIK AJ: *Dynamic intraventricular obstruction during dobutamine stress echocardiography. A new observation*. Circulation 1992; 86: 1429-1432.