

# Eco 3D transesofágico en la estenosis aórtica con bajo flujo/bajo gradiente paradójico

## 3D-Transesophageal Echocardiography in Paradoxical Low-Flow, Low-Gradient Aortic Stenosis

MARTÍN LOMBARDERO<sup>†</sup>, RUTH HENQUIN<sup>MTSAC</sup>, GABRIEL PEREA, MATÍAS TINETTI<sup>MTSAC</sup>

### RESUMEN

**Introducción:** En la estenosis aórtica (EAo) con bajo flujo/bajo gradiente paradójico (BFBGP), el eco transtorácico 2D (ETT2D) podría subestimar el cálculo de flujo porque asume el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) con una morfología circular. El eco transesofágico 3D (ETE3D) es metodológicamente mejor que el 2D para medir el TSVI.

**Objetivos:** Evaluar el volumen eyectivo indexado (VEi) del ventrículo izquierdo por ETT2D y ETE3D en pacientes con corazón normal (GN) y con EAo grave (GEAo) y determinar cuántos pacientes con BFBGP por ETT2D se consideran también con BFBGP por ETE3D.

**Material y métodos:** Se evaluaron 35 pacientes con ETT2D y ETE3D: GN = 17 pacientes y GEAo = 18 pacientes. Se estimó en ambos grupos el área del TSVI en protosístole por ETT2D (TSVI2Dprot) y por planimetría ETE3D (TSVI3Dprot) y como promedio sistólico (TSVI3Dprom). Multiplicando cada área del TSVI por su integral de flujo, se obtuvieron los VEi (VEi ETT2D prot, VEi ETE3D prot y VEi ETE3D prom) tanto del GN como del GEAo. En el GEAo se determinó BFBGP según criterio actual.

**Resultados:** GN: área TSVI ETT2D prot vs. ETE3D prot  $p < 0,05$ . GEAo: área TSVI ETT2D prot vs. ETE3D prot  $p < 0,001$  y vs. ETE3D prom  $p < 0,023$ ; VEi ETT2D prot vs. VEi ETE3D prot  $p < 0,002$  y vs. VEi ETE3D prom  $p < 0,038$ . En el GN, el VEi en el límite inferior de lo normal por ETT2D, ETE3D prot y ETE3D prom fue  $< 34$ ,  $< 38,9$  y  $< 35,9$  ml/m<sup>2</sup>, respectivamente. Tres pacientes del GEAo fueron BFBGP por ETT2D, pero ninguno por ETE3D.

**Conclusiones:** Los pacientes con BFBGP por ETT2D podrían ser reclasificados por el ETE3D. Este hallazgo se relaciona con las limitaciones del eco 2D para el cálculo del área del TSVI.

**Palabras clave:** Estenosis de la válvula aórtica/Fisiopatología - Válvula aórtica/Ultrasonografía - Ecocardiografía transesofágica - Ecocardiografía tridimensional - Velocidad de flujo sanguíneo

### ABSTRACT

**Background:** In paradoxical low-flow, low gradient (LF-LG) aortic stenosis, 2D-transthoracic echocardiography (2D-TTE) may underestimate flow because it assumes a circular left ventricular outflow tract (LVOT) shape. Three-dimensional transesophageal echocardiography (3D-TEE) is a better method to measure LVOT area.

**Objectives:** The aim of this study was to evaluate left ventricular stroke volume index (SVi) by 2D-TTE and 3D-TEE in patients with normal heart (NG) and with severe aortic stenosis (ASG) and to determine how many patients are categorized as paradoxical LF-LG by 2D-TTE and 3D-TEE.

**Methods:** Thirty-five patients were evaluated by 2D-TTE and 3D-TEE: NG=17 patients and ASG=18 patients. Left ventricular outflow tract area was estimated during early systole (ES) by 2D-TTE (ES2DLVOT Ar) and by 3D-TEE (ES3DLVOT Ar) planimetry, and as systolic average (Avg 3DLVOT Ar). Each LVOT area was multiplied by its corresponding flow integral to obtain SVi (ES2D-TTE SVi, ES3D-TEE SVi and Avg 3D-TEE SVi) in NG and ASG. Paradoxical LF-LG was determined in ASG following standard criterion.

**Results:** NG: ES2DLVOT Ar vs. ES3DLVOT Ar  $p < 0,05$ ; ASG: ES2DLVOT Ar vs. ES3DLVOT Ar  $p < 0,001$  and vs. Avg 3DLVOT Ar  $p < 0,023$ ; ES2D-TTE SVi vs. ES3D-TEE SVi  $p < 0,002$  and vs. Avg 3D-TEE SVi  $p < 0,038$ . In the NG, the lower limit of normal SVi for 2D-TTE, ES3D-TEE and Avg 3D-TEE was  $< 34$ ,  $< 38,9$  and  $< 35,9$  ml/m<sup>2</sup>, respectively. Three patients with severe aortic stenosis were categorized as paradoxical LF-LG by 2D-TTE, but none by 3D-TEE.

**Conclusions:** Patients with paradoxical LF-LG by 2D-TTE could be recategorized by 3D-TEE. This finding is related with the limitations of 2D-echocardiography for estimating LVOT area.

**Key words:** Aortic Valve Stenosis/Pathophysiology - Aortic Valve/Ultrasonography - Echocardiography, Transesophageal - Echocardiography, Three-Dimensional - Blood Flow Velocity

REV ARGENT CARDIOL 2015;83:328-334. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v83.i4.5689>

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO: Rev Argent Cardiol 2015;83:279-281. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v83.i4.6729>

Recibido: 27/01/2015 - Aceptado: 27/03/2015

Dirección de separatas: Martín Lombardero - Departamento de Imagen Cardíaca. Trinidad Palermo - Sinclair 2924 - 4.º Piso - CABA - e-mail: martinlombardero@hotmail.com

## Abreviaturas

<b>AVA</b>	Área valvular aórtica	<b>GN</b>	Grupo normal
<b>BFBGP</b>	Bajo flujo/bajo gradiente paradójico	<b>NFBG</b>	Normoflujo, bajo gradiente
<b>EAo</b>	Estenosis aórtica	<b>prom</b>	Promedio
<b>ETE2D</b>	Ecocardiograma transesofágico bidimensional	<b>prot</b>	Protosístole
<b>ETE3D</b>	Ecocardiograma transesofágico tridimensional	<b>TSVI</b>	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
<b>ETT2D</b>	Ecocardiograma transtorácico bidimensional	<b>VEi</b>	Volumen eyectivo indexado
<b>FEy</b>	Fracción de eyección	<b>VTI</b>	Integral de flujo
<b>GEAo</b>	Grupo estenosis aórtica		

## INTRODUCCIÓN

La estenosis valvular aórtica (EAo) está aumentando progresivamente su incidencia debido al crecimiento de la población de edad avanzada. (1) Los parámetros de gravedad en la EAo establecidos para el ecocardiograma transtorácico bidimensional (ETT2D) están determinados por un área valvular aórtica (AVA)  $< 1 \text{ cm}^2$  e indexada  $< 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  y un gradiente medio  $> 40 \text{ mm Hg}$ . (2) En la práctica diaria, cuando se mide el AVA por ETT2D con ecuación de continuidad, frecuentemente se observan incongruencias área-gradiente: AVA  $< 1 \text{ cm}^2$  pero con gradiente medio  $< 40 \text{ mm Hg}$ , fácil de entender en pacientes con fracción de eyección (FEy) baja, pero difícil de explicar con FEy normal. (3) Hachicha y colaboradores (4) describieron que existe un subgrupo de pacientes con EAo y FEy preservada ( $> 50\%$ ), donde la incongruencia área-gradiente no es tal, sino que es un estado de bajo flujo con volumen eyectivo indexado (VEi)  $< 35 \text{ ml}/\text{m}^2$ . Este estado lo asociaron con una disminución de la cavidad ventricular izquierda por remodelación concéntrica, menor volumen sistólico, aumento de la carga vascular y déficit contráctil no evidenciable por índices eyectivos (como la FEy). Esta entidad se denominó EAo con bajo flujo/bajo gradiente con función preservada o bajo flujo/bajo gradiente paradójico (BFBGP). Uno de los cuestionamientos que se ha hecho a esta nueva entidad es la hipótesis del probable error de medición en el tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI). (5) El ecocardiograma transesofágico tridimensional (ETE3D) es una excelente herramienta para medir el TSVI sin asumir su geometría y podría desenmascarar un diagnóstico erróneo de EAo con BFBGP. Para poder demostrarlo, primero se debería conocer en un grupo de sujetos con corazón sano cuál es el valor normal del VEi por ETT2D y por ETE3D y a qué valor corresponde bajo flujo.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) Determinar en pacientes con corazón estructuralmente normal el VEi del ventrículo izquierdo por ETT2D y ETE3D. 2) En una población con EAo grave, determinar cuántos pacientes con BFBGP por ETT2D también se consideran BFBGP por ETE3D.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio con diseño de corte transversal en el que se incluyeron en forma consecutiva y prospectiva dos grupos de pacientes:

un grupo control con corazón estructuralmente normal (GN) y un grupo de pacientes con EAo grave (GEAo). En el GN se incluyeron 17 pacientes de  $46 \pm 16$  años (10 mujeres), con indicación de eco transesofágico (13 por búsqueda de fuente embolígena y 4 por síndrome febril) y que al momento del estudio presentaban un ETT2D normal, ritmo sinusal y tensión arterial  $< 130/90$ . Si los pacientes presentaban arritmia que pudiera afectar el gatillado de captura, se excluían.

En el GEAo se incluyeron 18 pacientes, edad  $73,5 \pm 9$  años (12 varones), con AVA indexada ( $< 0,6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  medida por ETT2D con ecuación de continuidad y con ritmo sinusal. Se determinó EAo con BFBGP al subgrupo de pacientes con VEi por ETT2D  $< 35 \text{ ml}/\text{m}^2$ , gradiente medio  $< 40 \text{ mm Hg}$  y FEy del ventrículo izquierdo  $> 50\%$ .

### Método de realización de los estudios

En ambos grupos se realizó de manera sucesiva un ETT2D, un ETE2D y un ETE3D con ecocardiógrafo Philips IE33 (Philips Ultrasound USA) con plataforma 3D, que adquiere imágenes digitales en 2D, 3D tiempo real (“vivo”) y a través del modo gatillado de “adquisición del volumen completo”. Esta captura completa en 3D fue transferida y posteriormente analizada con el programa QLAB 8.1 (Philips Medical System) en una estación de trabajo. En primer término se realizó ETT2D según protocolo convencional. Inmediatamente después se realizó un ETE con sonda transesofágica multiplanar X7-2t, con sedación (a cargo de médico anestesista). Se adquirieron volúmenes completos en 3 cámaras con la raíz de la aorta y la aorta descendente desplegadas (alrededor de los  $135^\circ$  del ETE2D) hasta que en la captura 3D no se observaran artefactos de ensamble. Todas las mediciones fueron realizadas por un único operador experimentado en 2D/3D y entrenado en el programa QLAB. Para disminuir la variabilidad intra-observador se tomó un promedio de tres mediciones en cada una de las mediciones realizadas.

En ambos grupos se estimó el VEi por superficie corporal como el producto del área del TSVI ( $\text{cm}^2$ ) por la integral de flujo (VTI) (cm) del TSVI calculada con Doppler pulsado. La VTI del TSVI se calculó por ETT2D (previo al ETE) y nuevamente intra-ETE (bajo sedación intravenosa) intercambiando el transductor a ETT2D una vez obtenida una adquisición 3D correcta en 3 cámaras. El área del TSVI por ETT2D se estimó a través del diámetro del TSVI en protosístole (TSVI2Dprot) según cálculo convencional:  $\pi \cdot (\text{diámetro} / 2)^2$  (Figura 1 A). El área del TSVI por ETE3D se obtuvo por planimetría directa a 5 mm del anillo aórtico en protosístole (TSVI3Dprot) y como promedio de todas las áreas de cada cuadro (*frame*) de la sístole (TSVI3Dprom) (Figura 1 B). Multiplicando las áreas obtenidas del TSVI (TSVI2Dprot, TSVI3Dprot y TSVI3Dprom) por la VTI correspondiente y simultáneo a cada técnica (ETT2D y ETE3D), se obtuvieron los siguientes volúmenes eyectivos indexados: VEi 2D protosístole, VEi 3D protosístole y VEi 3D promedio, tanto del GN como del GEAo. La medición de volúmenes por ETE3D es en realidad un híbrido 2D/3D que

combina la medición Doppler del ETT2D con la planimetría del TSVI por ETE3D (Figura 1 C), con medición simultánea y similares variables hemodinámicas (paciente sedado con control de médico anestesista). Y a su vez, con el cociente de este volumen eyectivo por la VTI de la válvula aórtica con Doppler continuo medimos el AVA efectiva con corrección del TSVI por ETE3D (AVA efectiva por híbrido 2D/3D). Para determinar cuántos pacientes con BFBGP por ETT2D también se consideran BFBGP por ETE3D se utilizó el valor de VEi obtenido en el grupo de pacientes normales. No se realizó la comparación del área del TSVI por ETE2D debido a que tiene las mismas limitaciones del ETT2D (también asume el TSVI con una morfología circular desde un diámetro).

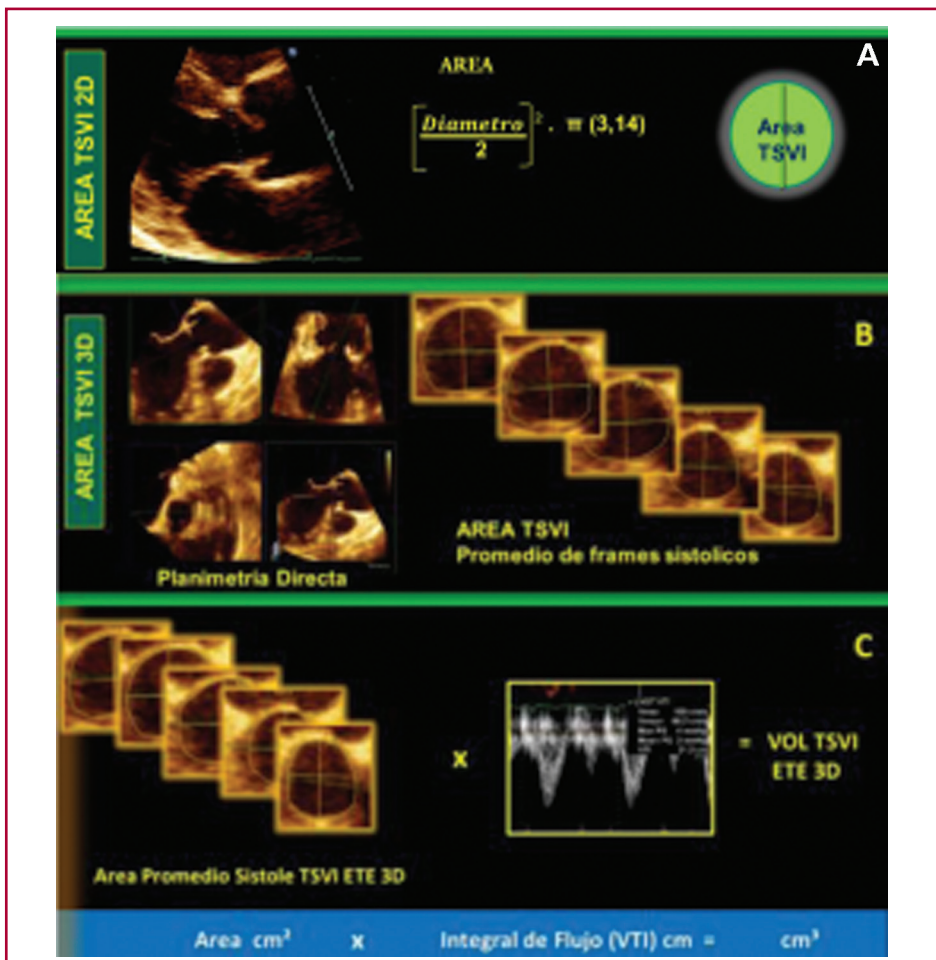
**Análisis estadístico**

Los datos cuantitativos se expresan como media ± desviación estándar. Las variables cualitativas se informan como porcentajes. Las comparaciones entre dos datos cuantitativos se realizaron con la prueba de Mann-Whitney y las comparaciones múltiples, por métodos no paramétricos (Kruskal-Wallis) o con ANOVA y método de Scheffe, según el caso. La concordancia entre los diferentes métodos se evaluó con la prueba de Bland & Altman. Los parámetros de normalidad del VEi en el GN se obtuvieron como la media ± 2 desviaciones estándar. Se consideró un valor de p < 0,05 como punto de corte para significación estadística.

**RESULTADOS**

En el GN la VTI (cm) del TSVI medida durante el ETT2D pre-ETE3D (20,8 ± 2,02) vs. VTI del TSVI medida intra-ETE por ETT2D (20,3 ± 2,44) no mostró diferencias significativas. Se observó que el área del TSVI por ETE3D en protosístole es mayor que el área medida por ETT2D en protosístole (p < 0,05), pero no hubo diferencias entre áreas TSVI ETE3D promedio versus ETT2D protosístole ni entre ETE3D promedio versus ETE3D protosístole. Tampoco hubo diferencias entre los VEi de ETT2D protosístole, ETE3D protosístole y ETE3D promedio (Tabla 1).

En el GEAO, el área por ecuación de continuidad fue de 0,65 (± 0,24) cm² e indexada de 0,35 (± 0,11) cm²/m², el gradiente pico fue de 66 (± 19) mm Hg y el gradiente medio fue de 41 (± 14) mm Hg. La FEy fue del 52% (± 13). La VTI del TSVI medido en el ETT2D pre-ETE3D (20,3 ± 5) vs. la VTI del TSVI medido intra-ETE por ETT2D (20,6 ± 5,7) no mostró diferencias significativas. La tensión arterial sistólica del ETT2D fue de 134 mm Hg (± 16) vs. intra-ETE3D en el momento de la medición de la VTI del TSVI 120 mm Hg (± 30) (p = ns). El área (cm²) del TSVI2Dprot (3,16 ± 08) vs. TSVI3D



**Fig. 1. A.** Forma clásica de medición del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) por ETT2D (asume el TSVI con morfología circular). **B.** Medición por planimetría directa del TSVI con ETE3D luego de alinear correctamente los planos ortogonales del 2D y en cada cuadro (frame) sistólico. **C.** Método híbrido 2D/3D para medir volumen eyectivo, tomando el promedio de las áreas (cuadro por cuadro) de la sístole por la integral de flujo por ETT2D.

**Tabla 1.** Características del grupo normal y del grupo estenosis aórtica

Variable	GN n = 17	IC 95% media	GEAo n = 18	IC 95% media	p
Edad, años	46,7 (± 16)	38-55,4	73,5 (± 9)	68,8-78,1	< 0,001
Varones, n (%)	10 (58,8)	34,9-79,9	12 (66)	43,0-85,2	ns
Superficie corporal, m <sup>2</sup>	1,81 (± 0,18)	1,72-1,90	1,85 (± 0,23)	1,74-1,96	ns
FEV1, %	62,9 (± 3,48)	61,2-64,5	52 (± 13)	46,0-58,0	0,02
Diámetro TSVI ETT2D, cm	2,04 (± 0,16)	1,96-2,12	1,99 (± 0,2)	1,8-1,9	ns
VTI TSVI ETT2D	20,8 (± 2,02)	19,7-21,8	20,3 (± 5)	17,8-22,8	ns
VTI TSVI ETT2D intra-ETE	20,3 (± 2,44)	18,9-21,6	20,6 (± 5,7)	16,2-25,0	ns
Área TSVI ETT2D prot, cm <sup>2</sup>	3,29 (± 0,5)	3,02-3,57	3,16 (± 0,8)	2,75-3,57	ns
Área TSVI ETE3D prot, cm <sup>2</sup>	3,83 (± 0,6)	3,51-4,15	4,04 (± 0,7)	3,68-4,41	ns
Área TSVI ETE3D prom, cm <sup>2</sup>	3,54 (± 0,6)	3,23-3,86	3,82 (± 0,6)	3,49-4,15	ns
VEi ETT2D prot, ml/m <sup>2</sup>	38,2 (± 8,03)	34,0-42,3	34,04 (± 8,6)	29,7-38,3	ns
VEi ETE3D prot, ml/m <sup>2</sup>	43,4 (± 8,6)	38,9-47,8	43,5 (± 9,6)	38,7-48,3	ns
VEi ETE3D prom sístole ml/m <sup>2</sup>	40,1 (± 8,3)	35,9-44,4	41,1 (± 9,6)	36,3-45,9	ns

Los valores ± entre paréntesis expresan la desviación estándar. TSVI: Tracto de salida del ventrículo izquierdo. VTI: Integral de flujo. ETT2D: Ecocardiograma transtorácico bidimensional. ETE3D: Ecocardiograma transesofágico tridimensional. prot: Protosístole. VEi: Volumen eyectivo indexado. prom: Promedio

prot (4,04 ± 0,7) y del TSVI2Dprot vs. TSVI3Dprom (3,82 ± 0,6) mostraron diferencias significativas (p < 0,001 y p < 0,023, respectivamente) y no concordancia (Tabla 2; Figura 3). No hubo diferencias entre áreas del TSVI3D prot vs. TSVI3Dprom. El VEi 2D protosístole (ml/m<sup>2</sup>) vs. VEi 3D protosístole, y el VEi 2D protosístole vs. VEi 3D promedio mostraron diferencias estadísticamente significativas (p < 0,002 y p < 0,038, respectivamente) y no concordancia (véase Tabla 2). Los diámetros (cm) por ETT2D del TSVI del GN vs. GE Ao no tuvieron diferencia significativa (2,04 vs. 1,99; p = ns).

De acuerdo con los resultados del GN, el VEi considerado límite inferior de lo estimado como normal y punto de corte para considerar bajo flujo, con medición del TSVI en protosístole por ETT2D fue < 34 ml/m<sup>2</sup> y por ETE3D fue < 38,9 ml/m<sup>2</sup>. Por ETE3D y con área del TSVI promedio de toda la sístole fue < 35,9 ml/m<sup>2</sup>.

De los 18 pacientes del GE Ao, 3 (16%) tenían BFBGP según la clásica definición (< 35 ml/m<sup>2</sup>, gradiente medio < 40 mm Hg y FEy > 50%) con VEi por ETT2D protosístole de 30,9 ml/m<sup>2</sup>, gradiente medio de 27,6 mm Hg y FEy del 54,6%. Y dos de estos tres pacientes tenían BFBGP por ETT2D según el corte de nuestra población control (bajo flujo < 34 ml/m<sup>2</sup>). Ninguno de los 3 pacientes fue considerado con BFBGP si tomamos como referente el VEi del ETE3D, tanto con medición del TSVI en protosístole (40,2 ml/m<sup>2</sup>) como con el promedio del TSVI en toda la sístole (38,9 ml/m<sup>2</sup>) (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

La EAo con BFBGP tiene una incidencia muy variable, de entre el 9% y el 35% según lo publicado. (4, 6) Aún existe controversia acerca de su pronóstico, su real incidencia y hasta de su existencia. (5) Fue asociada con

**Tabla 2.** Concordancia entre los métodos

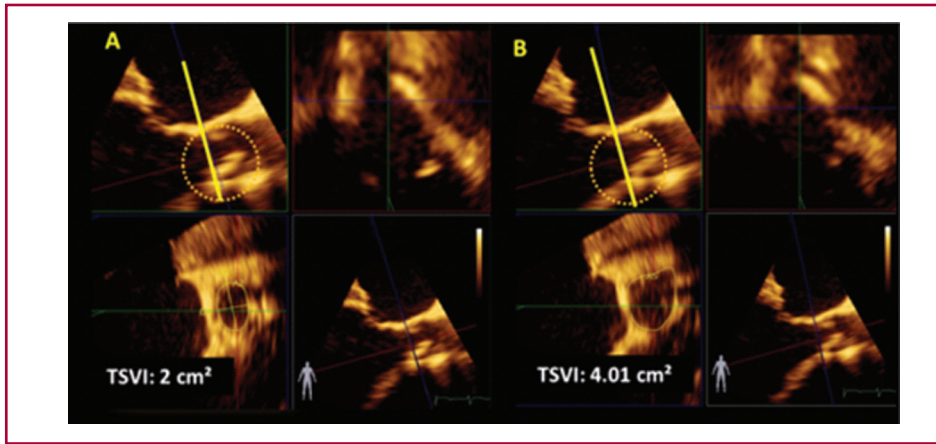
Variable	IC 95% concordancia	p
GN Área TSVI ETT2D prot cm <sup>2</sup> vs. Área TSVI ETE3D prot cm <sup>2</sup>	-1,75 a -1,25	< 0,0001
GE Ao Área TSVI ETT2D prot cm <sup>2</sup> vs. Área TSVI ETE3D prom cm <sup>2</sup>	-2,08 a -1,58	< 0,0001
GE Ao Área TSVI ETT2D prot cm <sup>2</sup> vs. Área TSVI ETE3D prot cm <sup>2</sup>	-2,32 a -1,798	< 0,0001
GE Ao VEi ETT2D prot ml/m <sup>2</sup> vs. VEi ETE3D prot ml/m <sup>2</sup>	-12,18 a -6,84	< 0,0001
GE Ao VEi ETT2D prot ml/m <sup>2</sup> vs. VEi ETE3D prom sístole ml/m <sup>2</sup>	-10,05 a -4,15	< 0,0001

Método: Bland & Altman.

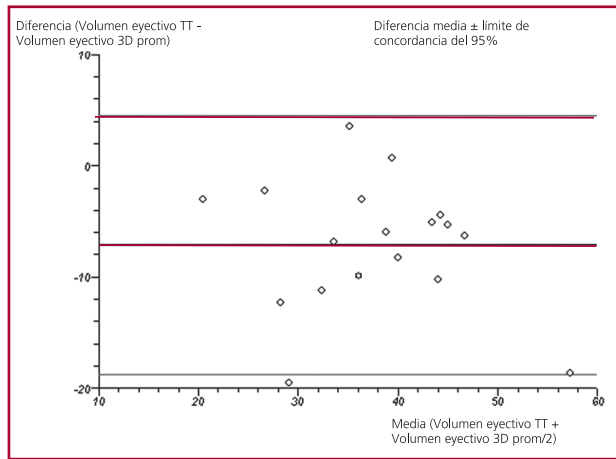
GN: Grupo normal. GE Ao: Grupo estenosis aórtica. TSVI: Tracto de salida del ventrículo izquierdo. ETT2D: Ecocardiograma transtorácico bidimensional. ETE3D: Ecocardiograma transesofágico tridimensional. prot: Protosístole. prom: Promedio. VEi: Volumen eyectivo indexado.

peor pronóstico a largo plazo, pero otros autores hallaron el mismo pronóstico que en la EAo moderada. (7)

En su diagnóstico, la clave está en el cálculo de flujo desde el TSVI, que a su vez depende del tamaño del TSVI. (8) La morfología del TSVI no es circular, es mayormente oval, cuyo eje menor es el antero-posterior (el diámetro que se mide por ETT2D). (9) Una variación mínima en la medición del diámetro por ETT2D potencia el error del cálculo del volumen eyectivo y del AVA con la ecuación de continuidad. De aquí la subestimación del 17% del área del TSVI 2D versus 3D descrita en trabajos previos. (10) Además, la geometría del ventrículo izquierdo asociada con la EAo con BFBGP es habitual de encontrar en pacien-



**Fig. 2.** Estenosis aórtica grave en el mismo paciente de la Figura 1, pero con diferentes medidas del área del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI) con ETE3D y desde planos ortogonales. Obsérvese cómo dificulta el calcio la medición del área (A, abajo izquierda) y cómo varía con cambios mínimos e imperceptibles en el cursor de corte (B, abajo derecha).



**Fig. 3.** Gráfico de Bland & Altman para GEAo: VEi ETT2D prot ml/m<sup>2</sup> vs. VEi ETE3D prom sístole ml/m<sup>2</sup>. Límite de concordancia 95% = -10,05 a - 4,15 (p < 0,0001) (GEAo: Grupo estenosis aórtica. ETT2D: Ecocardiograma transtorácico bidimensional. ETE3D: Ecocardiograma transesofágico tridimensional. VEi: Volumen eyectivo indexado).

tes añosos e hipertensos. Tomando en cuenta ambas consideraciones, parece fácil sobrestimar esta entidad.

Este trabajo fue diseñado para evaluar qué pacientes considerados como EAo con BFBGP por ETT2D no lo eran cuando el volumen eyectivo se medía por ETE3D, con corte de bajo flujo determinado por ETE3D en sujetos normales. Y observamos que en los 3 pacientes con criterios actuales de EAo con BFBGP no tenían bajo flujo en el VEi del ETE3D, según el límite de corte del VEi preestablecido en el ETE3D del GN (< 38,9 ml/m<sup>2</sup> desde protosístole y < 35,9 ml/m<sup>2</sup> como promedio sistólico). Si bien los 3 pacientes tenían mayor AVA efectiva al volver a calcularla por método híbrido 2D/3D, el área seguía siendo menor de 1 cm<sup>2</sup> y de 0,6 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (véase Tabla 3). De BFBGP pasaron a ser una EAo < 1 cm<sup>2</sup> pero normoflujo, bajo gradiente (NFBG) con FEy preservada. La entidad NFBG fue descripta por Adda y colaboradores (6) en un trabajo prospectivo multicéntrico con 340 EAo < 1 cm<sup>2</sup> y FEy preservada por ETT2D. En ese estudio describen al subgrupo NFBG con mayor incidencia (15%), mayor

**Tabla 3.** Características de los 3 pacientes con estenosis aórtica con bajo flujo/bajo gradiente paradójico

	Paciente 1	Paciente 2	Paciente 3
Sexo	V	M	M
Edad, años	84	54	72
Superficie corporal, m <sup>2</sup>	1,86	1,7	1,63
Gradiente medio, mm Hg	31	23	29
Fracción de eyección, %	50	59	55
Área ETT2D prot, cm <sup>2</sup>	3,46	2	3,26
Área ETE3D prot, cm <sup>2</sup>	4,97	3	3,58
Área ETE3D prom, cm <sup>2</sup>	4,92	2,87	3,47
Área UST ETE3D prot, cm <sup>2</sup>	9,06	3,68	3,42
VEi ETT2D prot, ml/m <sup>2</sup>	31,1	26,8	34,9
VEi ETE3D prot, ml/m <sup>2</sup>	41,4	40,2	39,22
VEi ETE3D prom, ml/m <sup>2</sup>	41	38	37,9
AVA ETT2D, cm <sup>2</sup>	0,72	0,7	0,67
AVA híbrido 2D/3D, cm <sup>2</sup>	0,87	0,91	0,71
AVA ETT2D i, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,38	0,41	0,41
AVA híbrido 2D/3D i, cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,46	0,53	0,43

ETT2D: Ecocardiograma transtorácico bidimensional. ETE3D: Ecocardiograma transesofágico tridimensional. prot: Protosístole. prom: Promedio. UST: Unión sinotubular. VEi: Volumen eyectivo indexado. AVA: Área valvular aórtica. i: Indexado.

AVA, mayor índice de pérdida de energía y menor carga global versus el subgrupo BFBGP (9%) y sugieren el probable error del cálculo del TSVI por ETT2D. Además, Lancellotti y colaboradores (11) demostraron un nivel de péptido natriurético auricular más bajo en NFBG versus BFBG.

**¿Cuáles son las probables causas por las que ninguno de los 3 pacientes con BFBG por ETT2D no fue considerado también BFBG por ETE3D?**

El error en la medición del TSVI por 2D. Tanto en el GN como en el GEAo se subestimó el área del TSVI por ETT2D versus ETE3D (nuestro referente). Pero la subestimación del 2D fue aún mayor en el

GEAo [la diferencia del área del TSVI 2D *versus* 3D en protosístole en el GE Ao fue del 21,7% (0,88 cm<sup>2</sup>) y en el GN fue del 13,7% (0,52 cm<sup>2</sup>)]. Este hallazgo puede interpretarse por la mayor dificultad técnica que genera el calcio de una válvula aórtica grave para medir el diámetro del TSVI por 2D (Figura 2). Existiría entonces mayor posibilidad de error cuando se mide el volumen eyectivo en un TSVI de una EAo grave que en un TSVI sin EAo.

*El probable error en el corte para definir bajo flujo.* El corte para determinar bajo flujo en una EAo (VEi < 35 ml/m<sup>2</sup> por ETT2D) se obtuvo en forma arbitraria, en base a experiencias de estudios previos, (4) y no se consideró la limitación que puede generar el calcio en el cálculo del TSVI del 2D. Aunque definir un corte de flujo normal en una población sana y más joven y luego establecerlo en una población más añosa (GE Ao) puede ser controversial, también puede ser difícil encontrar un grupo de edad similar a la del GE Ao con ETT2D normal e indicación de ETE2D/3D para luego evaluar cuál es el corte que definiría flujo normal en esta población.

*¿Existe error en el corte para definir gravedad de la EAo BFBGP?* En la EAo, la gravedad se determina por área y gradiente. Debido a la alta tasa de incongruencia área-gradiente por ETT2D, y a que utilizando la fórmula de Gorlin (12) un AVA de 1 cm<sup>2</sup> se correlaciona con un gradiente medio de 26 mm Hg, algunos autores plantearon la posibilidad de bajar el corte de gravedad de 1 a 0,8 cm<sup>2</sup>. (5) De ser así, 2 de nuestros 3 pacientes con BFBGP no tendrían EAo grave según el VEi por ETE3D.

No hay trabajos en la literatura con el mismo diseño que el nuestro. González-Canovasy y colaboradores (13) evaluaron a 63 pacientes con EAo con BFBGP con planimetría directa de la válvula aórtica por ETE3D y confirmaron la existencia de un área < 1 cm<sup>2</sup> en el 85%, y afirman que la entidad BFBGP existe. Pero el flujo del TSVI lo analizaron solo por ETT2D, sin saber en cuántos de estos pacientes pudo haberse subestimado el VEi que definió BFBGP.

Este trabajo no fue diseñado para descartar la teoría de BFBGP. Pero pone en duda cuál debería ser el corte para definir bajo flujo en pacientes con EAo y FEy preservada. Y sugiere que algunos de los pacientes considerados como EAo con BFBGP según la definición actual pueden ser reclasificados utilizando técnicas de eco 3D y pasar al estado descrito como EAo NFBG, que parece más benigno pero cuya fisiopatología puede ser aún más discutida que la de BFBGP.

### Limitaciones

El número de pacientes en ambos grupos (GN y GE Ao) es insuficiente para tener resultados concluyentes. Los pacientes del GN fueron más jóvenes que los del GE Ao y la comparación entre ambos grupos puede interpretarse como metodológicamente incorrecta, sobre todo en términos de función ventricular y volumen

eyectivo normal. Si bien interpretamos al ETE3D como método referente, al no existir un verdadero patrón de referencia tanto el ETT2D puede subestimar como el ETE3D sobrestimar el tamaño del TSVI. No se analizó variabilidad interobservador.

### CONCLUSIONES

En esta población de pacientes con EAo grave, los 3 pacientes con EAo grave y BFBGP por eco 2D fueron reclasificados a NFBG cuando se evaluaron con ETE3D. Este hallazgo puede explicarse por las limitaciones del eco 2D para el cálculo del área del TSVI, sobre todo en pacientes con válvulas aórticas calcificadas. Se necesitan futuros estudios en esta misma línea de investigación para demostrar si las técnicas 3D pueden ser útiles para desenmascarar una EAo con BFBGP diagnosticada por eco 2D.

### Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran que no poseen conflicto de intereses. (Véanse formularios de conflicto de intereses de los autores en la web/ Material suplementario).

### BIBLIOGRAFÍA

1. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, Enriquez-Sarano M. Burden of valvular heart disease: a population-based study. *Lancet* 2006;368:1005-11. <http://doi.org/dhzdrf>
2. Bonow RO, Carabello BA, Chatterjee K, de Leon AC Jr, Faxon DP, Freed MD, et al. ACC/AHA 2006 guidelines for the management of patients with valvular heart disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Valvular Heart Disease). *J Am Coll Cardiol* 2006;48:e1-148. <http://doi.org/b8q4ms>
3. Minners J, Allgeier M, Gohlke-Baerwolf C, Kienzle RP, Neumann FJ, Jander N. Inconsistencies of echocardiographic criteria for the grading of aortic valve stenosis. *Eur Heart J* 2008;29:1043-8. <http://doi.org/c8scsz>
4. Hachicha Z, Dumesnil JG, Bogaty P, Pibarot P. Paradoxical low-flow, low gradient severe aortic stenosis despite preserved ejection fraction is associated with higher afterload and reduced survival. *Circulation* 2007;115:2856-64. <http://doi.org/fgrqp7>
5. Jander N. Low-gradient 'severe' aortic stenosis with preserved ejection fraction: new entity, or discrepant definitions? *Eur Heart J* 2008;10(Suppl E):E11-5. <http://doi.org/fq2ss8>
6. Adda J, Mielot C, Giorgi R, Zirphile X, Donal E, Sportouch-Dukhan C, et al. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite normal ejection fraction is associated with severe left ventricular dysfunction as assessed by speckle-tracking echocardiography: a multicenter study. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5:27-35. <http://doi.org/fdmsh>
7. Jander N, Minners J, Holme I, Gerds E, Boman K, Brudi P, et al. Outcome of patients with low gradient "severe" aortic stenosis and preserved ejection fraction. *Circulation* 2011;123:887-95. <http://doi.org/c2sgd9>
8. Michelena H, Margaryan E, Miller FA, Eleid M, Maalouf J, Suri R, et al. Inconsistent echocardiographic grading of aortic stenosis: is the left ventricular outflow tract important? *Heart* 2013;99:921-31. <http://doi.org/44n>
9. Falconi M, Funes D, Arias A, Bagnati R, Jaimovich G, Giacomini P y cols. Dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo durante el ciclo cardíaco evaluado con ecocardiografía tridimensional. *Rev Argent Cardiol* 2012;80:341-6. <http://doi.org/q3z>

10. Gaspar T, Adawi S, Sachner R, Asmer I, Ganaeem M, Rubinshtein R, et al. Three-dimensional imaging of the left ventricular outflow tract: impact on aortic valve area estimation by the continuity equation. *J Am Soc Echocardiogr* 2012;25:749-57. <http://doi.org/44p>
11. Lancellotti P, Magne J, Donal E, Davin L, O'Connor K, Rosca M, et al. Clinical Outcome in asymptomatic severe aortic stenosis insights from the new proposed aortic stenosis grading classification. *J Am Coll Cardiol* 2012;59:235-43. <http://doi.org/fzrdfc>
12. Gorlin R, Gorlin SG. Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves, and central circulatory shunts. *Am Heart J* 1951;41:1-29. <http://doi.org/chkffm>
13. González-Canovas C, Muñoz-Esparza C, Oliva MJ, González-Carrillo J, López-Cuenca A, Gonzalo de la Morena y cols. Estenosis aórtica grave con bajo gradiente y fracción de eyección normal: Una cuestión de mala clasificación. *Rev Esp Cardiol* 2013;66:255-60. <http://doi.org/f2ffk9>