

# Correlación de los parámetros ecocardiográficos de estenosis aórtica en pacientes con fracción de eyección normal

Alejandro E. Contreras<sup>1</sup>, Roberto A. Chamale<sup>2</sup>, Eduardo J. Brenna<sup>1</sup>, Gustavo R. Parisi<sup>2</sup>, Marcos Amuchástegui<sup>1</sup>

## Resumen

**Introducción.** El ecocardiograma es el método de elección para evaluar la severidad de la estenosis aórtica (EA), pero a menudo existen discrepancias entre los parámetros ecocardiográficos. El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la correlación entre los parámetros ecocardiográficos utilizados para graduar la severidad de la estenosis aórtica: área valvular aórtica (AVA), gradiente transvalvular medio (GM) y velocidad sistólica máxima (VM), y valorar la discordancia entre el AVA y el GM para el diagnóstico de EA severa.

**Material y métodos.** Se incluyeron de forma consecutiva pacientes a los que se les realizó un ecocardiograma transtorácico como parte del seguimiento de su estenosis aórtica. Se calculó el AVA por ecuación de continuidad, el AVA indexado (AVAi), la VM y el GM con Doppler continuo. Mediante el método de correlación bivariada se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables AVA y AVAi-GM, AVA y AVAi-VM. Se consideró una  $p < 0,05$ , estadísticamente significativa. Además, se dividió a la población en 4 grupos de acuerdo a los siguientes parámetros ecocardiográficos, AVA  $\geq 1$  cm<sup>2</sup> y  $< 1$  cm<sup>2</sup>; AVAi  $\geq 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y  $< 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> y GM  $\geq 40$  mm Hg y  $< 40$  mm Hg.

Las variables categóricas se expresan en porcentaje y las variables continuas en promedio y desviación estándar.

**Resultados.** Fueron incluidos 104 pacientes con un AVA promedio de  $1,24 \pm 0,40$  cm<sup>2</sup>, AVAi promedio de  $0,67 \pm 0,22$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, una VM promedio de  $3,34 \pm 0,89$  m/seg y un GM promedio de  $27,9 \pm 17,6$  mm Hg. Hubo correlación significativa entre las variables: AVA-GM (coeficiente de correlación 0,738;  $p < 0,01$ ), AVA-VM (coeficiente de correlación de 0,801;  $p < 0,01$ ). Se mantuvo la misma correlación cuando se comparó GM y VM con AVAi. Al dividir por grupos de acuerdo al área valvular y GM, hubo discordancia de los parámetros ecocardiográficos de estenosis aórtica severa en 12,5% y 17,3%, con AVA o AVAi, respectivamente.

**Conclusión.** Existe correlación estadística entre los parámetros ecocardiográficos para evaluar la EA, pero hay discordancia de 12,5 ó 17,3% entre el AVA o AVAi, respectivamente, y GM para valorar EA severa.

*Insuf Card 2013;(Vol 8) 4: 151-156*

**Palabras clave:** Estenosis aórtica - Fracción de eyección normal - Parámetros ecocardiográficos - Área valvular aórtica - Gradiente transvalvular medio - Velocidad sistólica máxima

<sup>1</sup> Médico de planta. Servicio de Cardiología. Hospital Privado Centro Médico de Córdoba. Córdoba. República Argentina.

<sup>2</sup> Residente de Cardiología. Servicio de Cardiología. Hospital Privado Centro Médico de Córdoba. Córdoba. Argentina.

**Correspondencia:** Dr. Alejandro Contreras  
Servicio de Cardiología. Hospital Privado Centro Médico de Córdoba.  
Naciones Unidas 346. Barrio Parque Vélez Sarsfield. Córdoba. Córdoba. República Argentina.  
CP: 5016. Tel.: 543514688220. Fax: 543514688818.  
E-mail: aletreras@hotmail.com

Recibido: 11/01/2013  
Aceptado: 28/06/2013

## Summary

### Correlation of aortic stenosis echocardiographic parameters in patients with normal ejection fraction

**Background.** Echocardiography is the method of choice for evaluating the severity of aortic stenosis, but there are often discrepancies between echocardiographic parameters. The aim of our study was to evaluate the correlation between echocardiographic parameters used to grade the severity of aortic stenosis: aortic valve area (AVA), mean transvalvular gradient (MG) and peak systolic velocity (PV) and assess the discordance between AVA and mean gradient for the diagnosis of severe aortic stenosis.

**Material and methods.** We included consecutively patients who underwent transthoracic echocardiography as part of follow up of aortic stenosis. Was calculated AVA by continuity equation, indexed AVA (iAVA), PV and MG with continuous Doppler. By the method of bivariate correlation was obtained Pearson correlation coefficient between AVA and iAVA-MG, AVA and iAVA-PV. We considered a  $p < 0.05$  statistically significant. In addition, the population was divided into 4 groups according to the following echocardiographic parameters, AVA  $\geq 1$  cm<sup>2</sup> and  $< 1$  cm<sup>2</sup>; iAVA  $\geq 0.6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> and  $< 0.6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> and GM  $\geq 40$  mm Hg and  $< 40$  mm Hg.

**Results.** We included 104 patients with a mean AVA of  $1.24 \pm 0.40$  cm<sup>2</sup>, a mean iAVA of  $0.67 \pm 0.22$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, a mean PV of  $3.34 \pm 0.89$  m/sec and a mean MG of  $27.9 \pm 17.6$  mm Hg. There was significant correlation between the variables: AVA-MG (correlation coefficient 0.738,  $p < 0.01$ ), AVA-PV (correlation coefficient of 0.801,  $p < 0.01$ ). Remained the same correlation when compared iAVA with MG and PV. Dividing into groups according to valve area and MG, there was discrepancy of echocardiographic parameters of severe aortic stenosis in 12.5% and 17.3%, with AVA or iAVA respectively.

**Conclusion.** Statistical correlation exists between echocardiographic parameters to assess aortic stenosis, but there is disagreement of 12.5 or 17.3%, between AVA or iAVA and mean gradient respectively to assess severe aortic stenosis.

**Keywords:** Aortic stenosis - Normal ejection fraction - Echocardiographic parameters - Aortic valve area - Mean transvalvular gradient - Peak systolic velocity

## Resumo

### Correlação dos parâmetros ecocardiográficos de estenose aórtica em pacientes com fração de ejeção normal

**Introdução.** O ecocardiograma é o método de escolha para avaliar a gravidade da estenose aórtica, mas muitas vezes há divergências entre os parâmetros ecocardiográficos. O objetivo do nosso estudo foi avaliar a correlação entre os parâmetros ecocardiográficos utilizados para classificar a gravidade da estenose aórtica: área da válvula aórtica (AVA), gradiente transvalvular médio (GM) e velocidade sistólica máxima (VM), e avaliar a discordância entre AVA e GM para o diagnóstico de estenose aórtica grave.

**Material e métodos.** Foram incluídos consecutivamente pacientes que se submeteram a ecocardiografia transtorácica como parte do monitoramento de sua estenose aórtica. A AVA foi calculada pela equação da continuidade, a AVA indexada (AVAi), a VM e GM com Doppler contínuo. Pelo método de correlação bivariada foi obtido coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis AVA e AVAi-GM, AVA e AVAi-VM. Foi considerado uma  $p < 0,05$  estatisticamente significativa. Além disso, a população foi dividida em quatro grupos de acordo com os seguintes parâmetros ecocardiográficos, AVA  $\geq 1$  cm<sup>2</sup> e  $< 1$  cm<sup>2</sup>; AVAi  $\geq 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e  $< 0,6$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e GM  $\geq 40$  mm Hg e  $< 40$  mm Hg.

As variáveis categóricas foram expressas em porcentagens e as variáveis contínuas em média e desvio padrão.

**Resultados.** Foram incluídos 104 pacientes com uma AVA média de  $1,24 \pm 0,40$  cm<sup>2</sup>, AVAi média de  $0,67 \pm 0,22$  cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, uma VM média de  $3,34 \pm 0,89$  m/seg e um GM média de  $27,9 \pm 17,6$  mm Hg. Houve correlação significativa entre as variáveis: AVA-GM (coeficiente de correlação 0,738,  $p < 0,01$ ), AVA-VM (coeficiente de correlação de 0,801,  $p < 0,01$ ). Mesma correlação foi mantida quando comparado GM e VM com AVAi. Dividindo-se em grupos de acordo com a área da válvula e GM, houve discordância de parâmetros ecocardiográficos de estenose aórtica grave em 12,5% e 17,3%, com AVA ou AVAi, respectivamente.

**Conclusão.** Existe correlação estatística entre os parâmetros ecocardiográficos para avaliar a estenose aórtica, mas discordância de 12,5 ou 17,3%, entre a AVA ou AVAi, respectivamente, e GM para avaliar a estenose aórtica grave.

**Palavras-chave:** Estenose aórtica - Fração de ejeção normal - Parâmetros ecocardiográficos - Área da válvula aórtica - Gradiente transvalvular médio - Velocidade sistólica máxima

## Introducción

El ecocardiograma Doppler es el método preferido para la evaluación de la gravedad de la estenosis aórtica (EA). Los gradientes de presión transvalvular son dependientes del flujo y su medida representa en teoría el área valvular.

La medición del área valvular es operador dependiente y en la práctica clínica es un parámetro menos robusto que los gradientes transvalvulares estimados. Por este motivo, es aconsejable no sólo tener en cuenta el área valvular; sino también, otros parámetros (gradientes, flujo, presión arterial, etc.) para valorar la severidad de la EA<sup>1</sup>. En la rutina diaria, es común encontrar discrepancias entre las medidas de severidad en un mismo paciente.

El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la correlación entre los parámetros ecocardiográficos de severidad de la EA: área valvular aórtica (AVA), gradiente medio transvalvular (GM) y velocidad sistólica máxima (VM) y valorar la discordancia entre AVA y GM para el diagnóstico de EA severa.

## Material y métodos

Realizamos un estudio retrospectivo y observacional, donde se incluyeron de forma consecutiva, desde Marzo de 2011 a Diciembre de 2011, todos los pacientes a los que se les realizó un ecocardiograma transtorácico como parte del seguimiento de su EA. Se excluyeron los pacientes con deterioro de la fracción de eyección (FE), (FE <55%). Se obtuvo la VM y el GM con Doppler continuo desde la vista apical de 5 cámaras. Se calculó el AVA por ecuación de continuidad según recomendaciones actuales (Guías de Ecocardiografía)<sup>1</sup>. Los estudios fueron realizados por 3 operadores experimentados. Mediante el método de correlación bivariada se obtuvo el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables AVA-GM y AVA indexado a la superficie corporal (AVAi)-GM, AVA-VM y AVAi-VM. Se consideró una p<0,05 estadísticamente significativa. Para evaluar la prevalencia de medidas discrepantes en EA severa, se dividió a la población en 2 grupos concordantes

Grupo 1	Grupo 2
GM < 40 mm Hg AVA > 1 cm <sup>2</sup> ó AVAi > 0,6 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	GM ≥ 40 mm Hg AVA > 1 cm <sup>2</sup> ó AVAi > 0,6 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Grupo 3	Grupo 4
GM < 40 mm Hg AVA < 1 cm <sup>2</sup> ó AVAi < 0,6 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	GM ≥ 40 mm Hg AVA < 1 cm <sup>2</sup> ó AVAi < 0,6 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

**Figura 1.** Conformación de los grupos de acuerdo al área valvular aórtica cruda (AVA) o indexada (AVAi) y al gradiente medio transvalvular (GM).

(grupo 1 y 4) y 2 grupos discrepantes (grupo 2 y 3) de acuerdo a los siguientes parámetros ecocardiográficos, AVA, AVAi y GM (Figura 1).

Las variables categóricas se expresan en porcentaje y las variables continuas en promedio y desviación estándar. Se usó el paquete estadístico SPSS 12® (Chicago, IL).

## Resultados

Se evaluaron 146 pacientes, de los cuales 42 fueron excluidos por falta de datos o por tener deterioro de la FE. En definitiva, fueron incluidos 104 pacientes, cuyas características generales y ecocardiográficas se muestran en la Tabla 1.

Observamos una correlación significativa entre las variables: AVA-GM o AVAi-GM (coeficiente de correlación 0,738; p<0,01) (Figura 2), AVA-VM o AVAi-VM (coeficiente de correlación de 0,801; p<0,01) (Figura 3).

Al dividir por grupos de acuerdo a AVA y GM, observamos que hubo discrepancia en el 12,5%, y el 17,3% cuando se tuvo en cuenta el AVAi (Figura 4, grupos 2 y 3). En la Tabla 2, se muestran las características generales y ecocardiográficas de los 4 grupos.

## Discusión

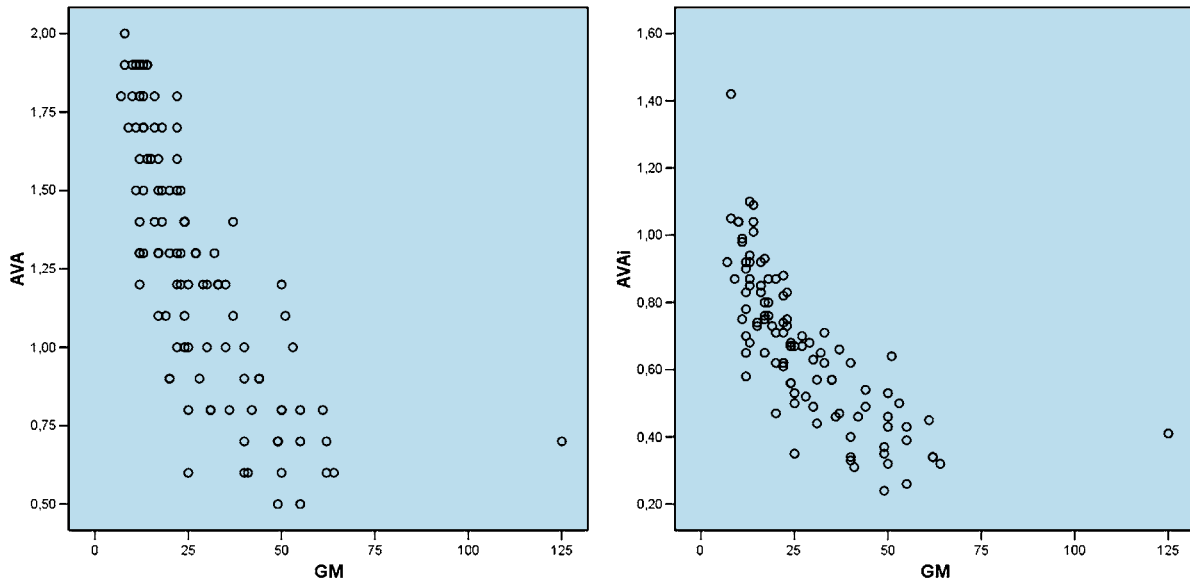
El ecocardiograma es en la actualidad el método de elección para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con EA<sup>1</sup>. En estudios de la década del 80, se demostró buena correlación en la medición de gradientes transvalvulares máximos y medios entre la ecocardiografía Doppler y la medición invasiva<sup>2,3</sup>.

En nuestra experiencia, observamos buena correlación entre los valores de AVA y la velocidad pico y gradiente medio en pacientes con FE normal; sin embargo, existió una discrepancia de 12,5 ó 17,3%, entre el AVA o AVAi, respectivamente, y el GM para valorar EA severa. Esto no es una situación novedosa, Minners y col. observaron

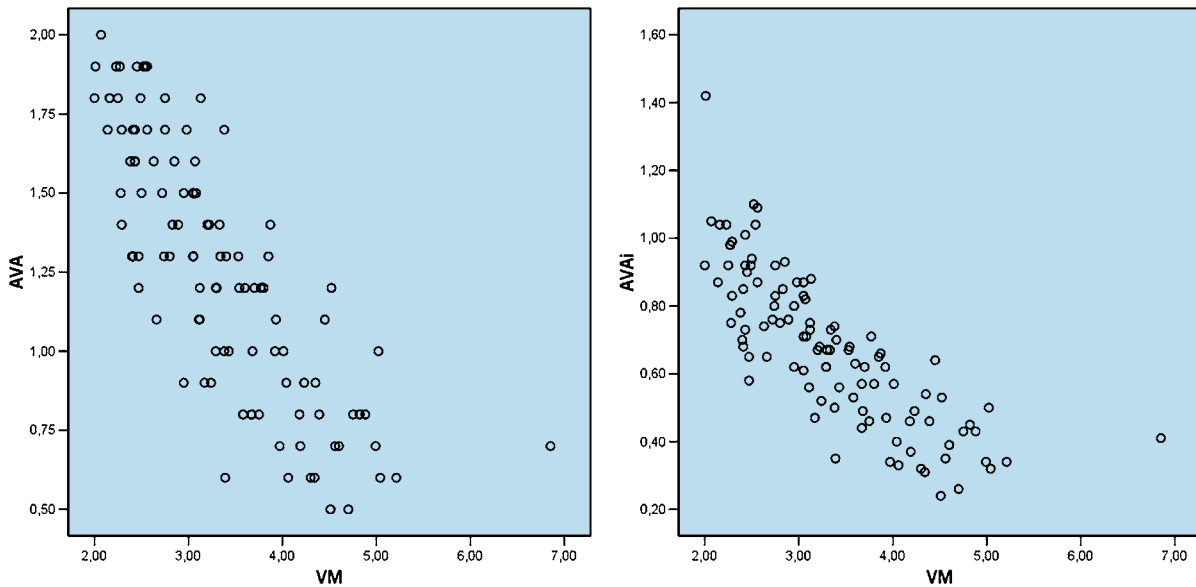
**Tabla 1.** Características generales y ecocardiográficas de la población

Edad (años)	69 ± 15,6
SC (m <sup>2</sup> )	1,85 ± 0,19
Femenino (%)	40,4
FE (%)	63,6 ± 5,9
GM (mm Hg)	27,9 ± 17,6
VM (m/seg)	3,34 ± 0,89
AVA (cm <sup>2</sup> )	1,24 ± 0,40
AVAi (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	0,67 ± 0,22
Bicúspide (%)	11,5
Frecuencia de EA severa por AVA (%)	27,9
Frecuencia de EA severa por GM (%)	24
Frecuencia de EA severa por VM (%)	23,1

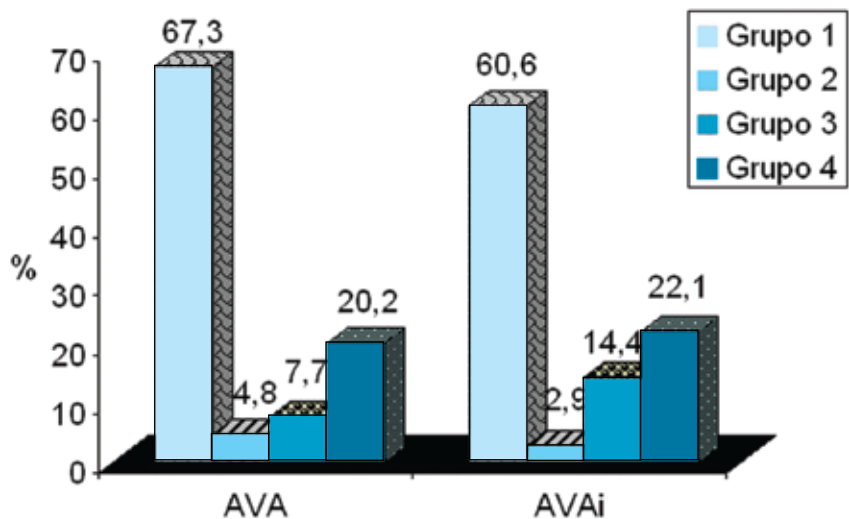
SC: superficie corporal. FE: fracción de eyección. GM: gradiente medio. VM: velocidad máxima. AVA: área valvular aórtica. AVAi: área valvular aórtica indexada a la superficie corporal. EA: estenosis aórtica.



**Figura 2.** Correlación entre gradiente medio aórtico (GM) y área valvular aórtica (AVA) y AVA indexado a la superficie corporal (AVAi), gráfico izquierdo y derecha, respectivamente.



**Figura 3.** Correlación entre la velocidad máxima (VM) y área valvular aórtica (AVA) y AVA indexado a la superficie corporal (AVAi), gráfico izquierda y derecha, respectivamente.



**Figura 4.** Porcentaje de grupos concordantes (grupos 1 y 4) y grupos discordantes (grupos 2 y 3) según área valvular aórtica (AVA) y AVA indexado a la superficie corporal (AVAi), teniendo en cuenta valores de estenosis aórtica severa ( $AVA < 1 \text{ cm}^2$  ó  $AVAi < 0,60 \text{ cm}^2/\text{m}^2$  y gradiente medio  $> 40 \text{ mm Hg}$ ).

Tabla 2. Características generales y ecocardiográficas de los grupos

	Grupo 1 (n= 70)	Grupo 2 (n= 5)	Grupo 3 (n= 8)	Grupo 4 (n= 21)
Edad (años)	68,3 ± 13,4	53,7 ± 21,2	70,6 ± 18,6	73,4 ± 18,9
SC (m <sup>2</sup> )	1,87 ± 0,19	1,89 ± 0,29	1,63 ± 0,17	1,85 ± 0,14
Femenino (%)	39,4	50	62,5	33,3
FE (%)	63,7 ± 5,6	65 ± 6,2	64,8 ± 5,4	62,8 ± 6,9
GM (mm Hg)	19,1 ± 7,6	48,5 ± 5,8	27 ± 5,6	53,6 ± 18
AVA (cm <sup>2</sup> )	1,46 ± 0,27	1,07 ± 0,09	0,81 ± 0,09	0,70 ± 0,12
Bicúspide (%)	11,3	25	25	4,8
Relación E/Ea	10,9 ± 4,8	11,1 ± 1,7	12,4 ± 6	13,4 ± 5,5

SC: superficie corporal. FE: fracción de eyección. GM: gradiente medio. VM: velocidad máxima. AVA: área valvular aórtica.

que sobre la base del cálculo de AVA con FE normal, una mayor proporción de pacientes son clasificados como EA severa cuando se compara con gradiente transvalvular medio o VM, sugiriendo que 40 mm Hg de gradiente medio se corresponde con un AVA<sup>4</sup> de 0,75 cm<sup>2</sup>.

Las discrepancias podrían ser explicadas en parte por errores en el cálculo del AVA. Para calcular el AVA, se debe estimar el área de sección transversal del tracto de salida del ventrículo izquierdo (TSVI), midiendo el diámetro del tracto de salida en la vista paraesternal del eje largo, presumiendo que la forma del TSVI es circular<sup>5</sup>; sin embargo, Falconi y col. demuestran en un estudio con ecocardiografía transesofágica tridimensional que el TSVI tiene un 15% de variación en su diámetro durante el ciclo cardíaco, y en sístole alrededor del 50% de los casos el TSVI es parcialmente elíptico y no circular<sup>6</sup>. Cuando se compara la medición del anillo aórtico con la tomografía multicorte, el ecocardiograma subestima los diámetros aórticos<sup>7</sup>.

Otra posible explicación de la discordancia entre AVA y GM en la evaluación de la EA severa es un fenómeno descrito recientemente como EA severa de bajo flujo bajo gradiente paradójico, en pacientes con fracción de eyección preservada. Típicamente, tienen AVAi <0,6 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, con gradientes medios menores de 40 mm Hg y volumen sistólico >35 ml/m<sup>2</sup>. Hachicha y col. hallaron que una importante proporción de pacientes con EA severa cumple estos criterios (35%), sugiriendo que representan un estado de enfermedad más avanzado, caracterizado por mayor poscarga del ventrículo izquierdo (VI), mayor hipertrofia del VI, evidencias de disfunción miocárdica intrínseca y menor sobrevida<sup>8</sup>.

No podemos asegurar que en nuestra experiencia, las discrepancias hayan sido por situaciones de bajo flujo bajo volumen y es posible que se deban a errores en la medición del TSVI. De las mediciones discordantes, un porcentaje menor fueron debidas a AVA mayores a 1 cm<sup>2</sup> con gradientes elevados (grupo 2 de la Figura 4).

Entre las limitaciones de nuestro trabajo, se encuentran las de ser un estudio retrospectivo, sin datos de variabilidad inter e intraobservador; sin embargo, es una muestra de lo que pasa en la vida cotidiana en la evaluación de estos pacientes.

La situación de discordancia, en la evaluación de la EA y fundamentalmente en la EA severa, es frecuente y se deberían tomar recaudos para su interpretación, como por ejemplo, evaluar la carga ventrículo-arterial y confirmar el bajo flujo con otro método (por ejemplo, Simpson), sin perder de vista la situación clínica del paciente (síntomas), a la hora de tomar decisiones terapéuticas.

## Conclusión

Si bien existe correlación estadística entre los parámetros ecocardiográficos para evaluar la EA, observamos en la práctica diaria una discordancia del 12,5 ó 17,3%, entre el AVA o AVAi, respectivamente, y el GM para valorar la EA severa.

## Recursos financieros

Los autores no recibieron recursos ni subsidios para la realización del presente trabajo.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## Referencias bibliográficas

1. Vahanian A, Alfieri O, Andreotti F, Antunes MJ, Barón-Esquivias G, Baumgartner H, Borger MA, Carrel TP, De Bonis M, Evangelista A, Falk V, Lung B, Lancellotti P, Pierard L, Price S, Schäfers HJ, Schuler G, Stepinska J, Swedberg K, Takkenberg J, Van Oopell UO, Windecker S, Zamorano JL, Zembala M. Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012). Eur Heart J 2012;33:2451-96.
2. Currie PJ, Seward JB, Reeder GS, Vlietstra RE, Bresnahan DR, Bresnahan JF, Smith HC, Hagler DJ, Tajik AJ. Continuous wave Doppler echocardiographic assessment of severity of calcific aortic stenosis: a simultaneous Doppler catheter correlative study in 100 adult patients. Circulation 1985;71:1162-69.
3. Oh JK, Taliencio CP, Holmes DR, Reeder GS, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ. Prediction of the severity of aortic stenosis

- by Doppler aortic valve area determination: Prospective Doppler catheterization correlation in 100 patients. *J Am Coll Cardiol* 1988;11:1227-34.
4. 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;29:1043-48.
  5. Baumgartner H, Hung J, Bermejo J, Chambers JB, Evangelista A, Griffin BP, Jung B, Otto CM, Pellikka PA, Quiñones M. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *J Am Soc Echocardiogr* 2009;22: 1-23.
  6. Falconi ML, Funes D, Arias AA, Bagnati R, Jaimovich G, Giacomini ML, Oberti PF, Cagide AM. Dinámica del tracto de salida del ventrículo izquierdo durante el ciclo cardíaco evaluada con ecocardiografía tridimensional. *Rev Argent Cardiol* 2012;80:341-6.
  7. Tsang JF, Lytwyn M, Faraq A, Zeglinski M, Wallace K, daSilva M, Bohonis S, Walker JR, Tam JW, Strzelczyk J, Jassal DS. *Echocardiography* 2012;29:735-41.
  8. 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.