

Eficacia de la relación gradiente pico-gradiente medio para el diagnóstico de la gravedad de la estenosis aórtica

VERÓNICA I. VOLBERG[†], CLOTILDE S. BERENZSTEIN^{MTSAC}, MARCOS G. BER, GUSTAVO LANOSA, JORGE LERMAN^{MTSAC}, DANIEL J. PIÑEIRO^{MTSAC}

Recibido: 16/01/2006
Aceptado: 20/03/2006

Dirección para separatas:

Daniel J. Piñeiro
Arenales 2463, Piso 2 "D" -
(C1124AAM) Buenos Aires,
Argentina
e-mail: dpineiro@intramed.net

RESUMEN

Se evaluó la eficacia estadística de la relación del gradiente máximo respecto del gradiente medio transaórticos (G_{MAX}/G_{MED}) para estimar la gravedad de la EAo. Se estudiaron retrospectivamente los ecocardiogramas de 212 pacientes consecutivos (media de la edad: 74, rango 19 a 98 años, 100 de sexo masculino [47%]) con un área aórtica calculada por la ecuación de continuidad (AAo) ≤ 2 cm². Se consideraron criterios de EAo grave: velocidad máxima transaórtica (V_{MAX}) ≥ 4 m/s, gradiente medio transaórtico (G_{MED}) ≥ 40 mm Hg o AAo ≤ 1 cm². También se realizó el análisis considerando EAo grave a un AAo $\leq 0,75$ cm². Se verificó que: 1) la relación G_{MAX}/G_{MED} se correlaciona directa pero débilmente con el AAo, 2) existe gran superposición de valores de la relación G_{MAX}/G_{MED} entre los pacientes con EAo de diferente gravedad, 3) la sensibilidad, la especificidad y la precisión de la relación G_{MAX}/G_{MED} para el diagnóstico de EAo grave son de regular magnitud, 4) en la población estudiada, los valores predictivos de la relación G_{MAX}/G_{MED} para el diagnóstico de EAo grave son modestos, 5) el análisis de la tasa de probabilidad ante un resultado positivo o negativo revela que la relación G_{MAX}/G_{MED} tiene un escaso impacto clínico para el diagnóstico de EAo grave, 6) si bien se requieren más estudios antes de aceptar la relación G_{MAX}/G_{MED} como un parámetro de utilidad clínica para el diagnóstico de EAo grave, esta relación podría ser un criterio subrogante del AAo cuando no se pudieran evaluar todos los elementos necesarios para su cálculo.

REV ARGENT CARDIOL 2006;74:123-128.

Palabras clave > Estenosis aórtica - Ecocardiografía - Doppler

Abreviaturas >

AAo	Área aórtica	GPR	Grosor parietal relativo
Ao _{IVT}	Integral velocidad-tiempo aórtica	IMVI	Índice de masa del ventrículo izquierdo
DDVI	Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo	MVI	Masa del ventrículo izquierdo
DSVI	Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo	PP	Pared posterior
EAo	Estenosis aórtica	SIV	Septum interventricular
FA	Fracción de acortamiento	TSVI	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
G_{MAX}	Gradiente máximo transaórtico	TSVI _{IVT}	Integral velocidad-tiempo del tracto de salida del ventrículo izquierdo
G_{MAX}/G_{MED}	Relación del gradiente máximo respecto del gradiente medio transaórticos	V_{MAX}	Velocidad máxima transaórtica
G_{MED}	Gradiente medio transaórtico		

INTRODUCCIÓN

La estenosis aórtica (EAo) es la valvulopatía adquirida más frecuente en la población adulta, afecta al 2% a 4% de los mayores de 64 años. (1-4) El procedimiento más empleado para definir su diagnóstico y pronóstico es la ecocardiografía, a pesar de la probable utilidad de otros métodos como, por ejemplo, la determinación del péptido natriurético. (1-9) Se trata de una patología que presenta una progresión temporal, tanto hemodinámica como clínica. (1-4) El reemplazo valvular es el tratamiento de elección en los

pacientes con EAo grave sintomática, aunque en el pasado se han intentado diversos procedimientos alternativos y actualmente se hallan en desarrollo intervenciones percutáneas para la implantación de bioprótesis. (1-4, 10-15)

Los métodos ecocardiográficos permiten evaluar la anatomía y la extensión de la calcificación valvular y estimar la gravedad de la EAo en base a la velocidad anterógrada máxima (V_{MAX}), el gradiente medio de presión (G_{MED}) y el área valvular calculada mediante la ecuación de continuidad (AAo). (2, 7) Estos parámetros, si bien tienen una alta eficiencia diagnóstica,

no carecen de errores y limitaciones. (7) Es por ello que la aparición de nuevos criterios diagnósticos merece una atenta ponderación clínica. (16-26) Recientemente, Chambers y colaboradores describen que la relación del gradiente máximo (G_{MAX}) respecto del G_{MED} transaórticos (G_{MAX}/G_{MED}) constituye un parámetro útil para evaluar la gravedad de la EAo. (27) El propósito del presente trabajo fue evaluar la eficacia estadística (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y negativo, precisión, tasas de probabilidad ante un resultado positivo o negativo) de la relación G_{MAX}/G_{MED} para estimar la gravedad de la EAo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Población

Se evaluaron retrospectivamente los ecocardiogramas y Doppler correspondientes a 212 pacientes consecutivos (media de la edad: 74, rango 19 a 98 años, 100 de sexo masculino [47%]) estudiados por diversas indicaciones clínicas en el Hospital de Clínicas "José de San Martín", Universidad de Buenos Aires. El criterio de inclusión fue un AAO ≤ 2 cm². Los criterios de exclusión fueron imágenes ecocardiográficas inadecuadas, ritmo diferente del sinusal, bloqueo de rama izquierda, insuficiencia aórtica o mitral mayor a leve.

Examen ecocardiográfico

Se analizaron los registros de ecocardiografía transtorácica bidimensional, modo M guiado por bidimensional, Doppler pulsado, continuo y color realizados con un equipo de ecocardiografía Apogee CX 200 (Advanced Technology Laboratories, Bothell, Wash, EE.UU.). Los registros se efectuaron con transductores de 2,5 MHz y 2,0 MHz "ciego"

(Pedoff) desde las ventanas paraesternal izquierda y derecha, apical, supraesternal y subxifoidea. Se midieron los diámetros diastólico (DD) y sistólico (DS) del ventrículo izquierdo (VI) y los grosores parietales de fin de diástole del septum interventricular (SIV) y de la pared posterior (PP) y el diámetro del tracto de salida del VI (TSVI). El grosor parietal relativo del VI (GPR) se calculó como $GPR = ([SIV + PP] / 2) / DDVI$. La masa del VI (MVI) se calculó de acuerdo con las recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía. (28) El índice de masa del VI (IMVI) se calculó como $IMVI = MVI / talla^{2.7}$. (29, 30) La fracción de acortamiento (FA) se calculó como $FA = (DDVI - DSVI) / DDVI$. Se midieron la V_{MAX} , las integrales velocidad-tiempo del TSVI ($TSVI_{IVT}$) y aórtica (Ao_{IVT}). El G_{MAX} se calculó como $4 \times V_{MAX}^2$ y el G_{MED} con el algoritmo del equipo. El AAO se calculó con la fórmula de la continuidad como $AAo = \pi \times (TSVI_{DIÁMETRO} / 2) \times TSVI_{IVT} / Ao_{IVT}$. Se consideraron los siguientes criterios para EAo grave: $V_{MAX} \geq 4$ m/s, $G_{MED} \geq 40$ mm Hg o AAO ≤ 1 cm². (2, 31) A fin de evaluar la gravedad de la EAo en forma similar a Chambers y colaboradores, se realizó también el análisis tomando como punto de corte para el diagnóstico de EAo grave un AAO $\leq 0,75$ cm². (27)

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresaron como media \pm desvío estándar (DE). Se realizaron análisis de regresión univariado (correlación) y análisis bayesiano. Se utilizó el programa Statistica 6, StatSoft, Tulsa, OK, EE.UU.

RESULTADOS

Las características de la población se resumen en la Tabla 1. Hubo correlación inversa entre la relación G_{MAX}/G_{MED} y el G_{MED} ($r = -0,33$, $p < 0,000001$) y direc-

Tabla 1. Características clínicas y ecocardiográficas de la población

	Total	$V_{MAX} < 4$ m/s	$V_{MAX} \geq 4$ m/s	$G_{MED} < 40$ mm Hg	$G_{MED} \geq 40$ mm Hg	AAo > 1 cm ²	AAo $\leq 1 - > 0,75$ cm ²	AAo $\leq 0,75$ cm ²
N	212	115	97	116	96	36	75	101
Sexo masculino (%)	100 (47)	65 (56)	35 (36)	64 (55)	36 (37)	19 (53)	44 (59)	37 (37)
Edad (años)	74 \pm 11	73 \pm 9	75 \pm 12	73 \pm 10	75 \pm 12	74 \pm 10	73 \pm 9	75 \pm 12
Peso (kg)	72 \pm 14	73 \pm 13	70 \pm 15	73 \pm 13	70 \pm 14	73 \pm 14	72 \pm 12	71 \pm 15
Talla (cm)	161 \pm 16	163 \pm 14	159 \pm 17	162 \pm 15	160 \pm 17	165 \pm 8	164 \pm 13	158 \pm 19
SC (m ²)	1,76 \pm 0,18	1,79 \pm 0,16	1,73 \pm 0,20	1,79 \pm 0,16	1,73 \pm 0,20	1,80 \pm 0,18	1,79 \pm 0,15	1,72 \pm 0,20
DDVI (mm)	51 \pm 8	51 \pm 8	51 \pm 9	51 \pm 8	51 \pm 9	51 \pm 6	50 \pm 7	51 \pm 10
DSVI (mm)	32 \pm 8	31 \pm 9	32 \pm 8	31 \pm 8	32 \pm 9	32 \pm 7	28 \pm 7	33 \pm 9
IMVI (g/m ^{2.7})	90 \pm 35	80 \pm 27	102 \pm 39	81 \pm 26	102 \pm 40	84 \pm 30	77 \pm 24	103 \pm 39
GPR	0,54 \pm 0,14	0,50 \pm 0,13	0,58 \pm 0,15	0,51 \pm 0,13	0,58 \pm 0,14	0,50 \pm 0,11	0,51 \pm 0,12	0,58 \pm 0,16
FA (%)	38 \pm 9	39 \pm 9	38 \pm 10	39 \pm 9	38 \pm 9	37 \pm 9	41 \pm 9	37 \pm 10
FA $< 30\%$ (%)	44 (21)	22 (19)	22 (23)	22 (19)	22 (23)	7 (19)	10 (13)	27 (27)
V_{MAX} (m/s)	3,99 \pm 0,95	3,26 \pm 0,55	4,86 \pm 0,55	3,28 \pm 0,49	4,85 \pm 0,57	2,90 \pm 0,51	3,48 \pm 0,49	4,76 \pm 0,64
G_{MAX} (mm Hg)	67 \pm 32	43 \pm 12	96 \pm 23	44 \pm 12	96 \pm 23	35 \pm 12	49 \pm 14	93 \pm 25
G_{MED} (mm Hg)	40 \pm 20	25 \pm 8	58 \pm 15	25 \pm 7	58 \pm 15	20 \pm 7	29 \pm 9	55 \pm 16
AAo (cm ²)	0,79 \pm 0,24	0,95 \pm 0,19	0,61 \pm 0,14	0,95 \pm 0,19	0,60 \pm 0,14	1,17 \pm 0,12	0,89 \pm 0,07	0,58 \pm 0,11

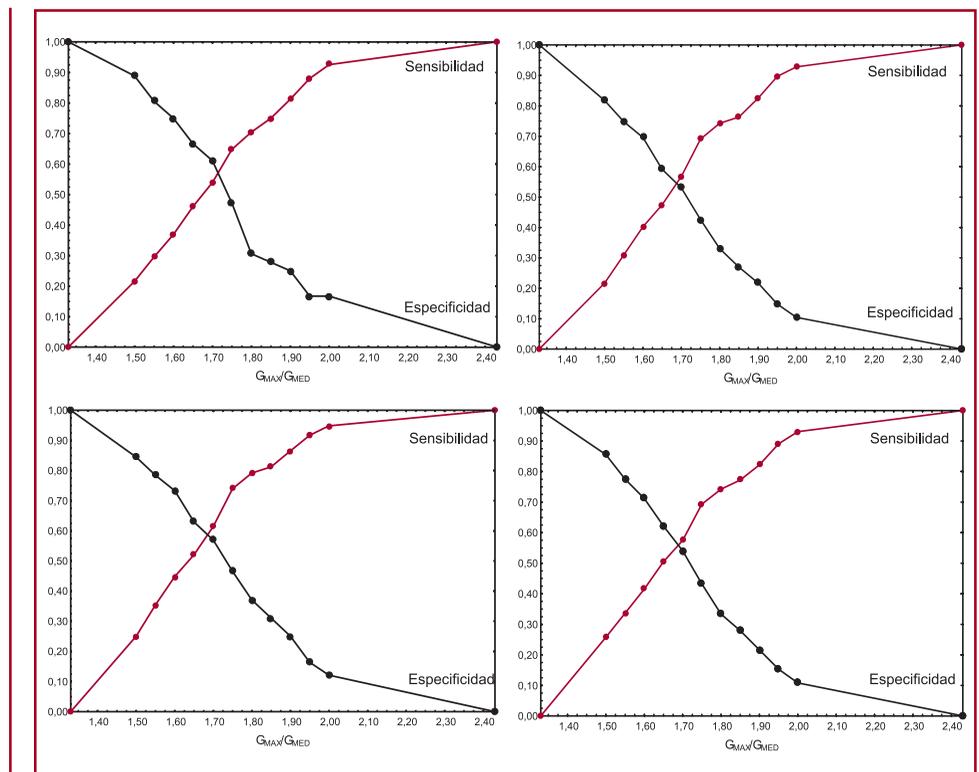
AAo: Área valvular (calculada mediante la ecuación de continuidad). DDVI: Diámetro diastólico del ventrículo izquierdo. DSVI: Diámetro sistólico del ventrículo izquierdo. FA: Fracción de acortamiento. G_{MAX} : Gradiente máximo de presión. G_{MED} : Gradiente medio de presión. GPR: Grosor parietal relativo. IMVI: Índice de masa del ventrículo izquierdo. SC: Superficie corporal. V_{MAX} : Velocidad anterógrada máxima.

ta entre la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ y el AAO ($r = 0,19$; $p < 0,01$). No hubo correlación entre la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ y la $V_{\text{MÁX}}$. En la Figura 1 se grafican las curvas ROC de la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAO grave de acuerdo con los criterios de $V_{\text{MÁX}}$, G_{MED} , AAO $\leq 1 \text{ cm}^2$ y AAO $\leq 0,75 \text{ cm}^2$ (áreas bajo la curva: $V_{\text{MÁX}}$: 0,66, G_{MED} : 0,72, AAO $\leq 1 \text{ cm}^2$: 0,67 y AAO $\leq 0,75 \text{ cm}^2$: 0,68). Los mejores puntos de corte de la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAO grave fueron 1,75 cuando se consideraron los criterios de $V_{\text{MÁX}}$, G_{MED} o AAO $\leq 0,75 \text{ cm}^2$ y 1,70 cuando se empleó el criterio de AAO $\leq 1 \text{ cm}^2$. En la Figura 2 se resumen la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo, el valor predictivo negativo y la precisión de los puntos de corte óptimos de la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAO grave. La única variable clínica y ecocardiográfica que se relacionó con una estimación de gravedad de la EAO falsamente negativa respecto del AAO $\leq 1 \text{ cm}^2$ fue un IMVI menor ($72 \pm 31 \text{ g/m}^2.7$ versus $90 \pm 31 \text{ g/m}^2.7$). El menor peso ($69 \pm 12 \text{ kg}$ versus $77 \pm 16 \text{ kg}$) y superficie corporal ($1,75 \pm 0,17 \text{ m}^2$ versus $1,85 \pm 0,21 \text{ m}^2$) se relacionaron con un resultado falsamente positivo. En la Figura 3 se indican las tasas de probabilidad ante un resultado positivo o negativo correspondiente a cada uno de los criterios considerados. En la Figura 4 se grafican la sensibilidad y la especificidad para los puntos de corte propuestos por Chambers y colaboradores de 1,75 y 1,50, respectivamente. (27) Noventa y ocho pacientes (46% de la población) presentaron una relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ entre los citados puntos de corte.

DISCUSIÓN

Toda prueba o parámetro diagnóstico tiene el propósito de descubrir, excluir, confirmar o controlar una entidad nosológica o variable clínica. (32-34) La evaluación de dicha prueba consiste en analizar su reproducibilidad (o variabilidad), su exactitud (o validez), su adaptabilidad, su aceptabilidad y su eficacia estadística. (32-34) Esta evaluación permite una interpretación correcta de los resultados en diferentes escenarios clínicos. (32-34) Es decir que, considerando el propósito buscado, la evaluación de la prueba, la interpretación de sus eventuales resultados y los riesgos potenciales, puede realizarse una selección racional de la mejor prueba disponible ante una situación clínica determinada. (32-34) En el caso particular del presente trabajo se analiza la eficacia estadística de un nuevo parámetro propuesto para el diagnóstico de la EAO grave: la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$. (27) Este parámetro tendría la ventaja sobre otros disponibles de ser independiente de los flujos, como la $V_{\text{MÁX}}$, el G_{MED} y la pérdida de trabajo sistólico, lo cual representaría una ventaja sobre los índices que deben ser corregidos por el flujo, como el AAO y la resistencia valvular. (30, 35-38) El único trabajo que evalúa la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ es el de Chambers y colaboradores, que lo compara exclusivamente con el AAO. (27) En el presente análisis se compara la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ no sólo con el AAO sino también con la $V_{\text{MÁX}}$ y el G_{MED} , que son los tres criterios más empleados para el diagnóstico de EAO grave. (2, 7)

Fig. 1. Curvas ROC de la relación $G_{\text{MÁX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAO grave de acuerdo con los criterios de $V_{\text{MÁX}}$ (A), G_{MED} (B), AAO = 1 cm^2 (C) y AAO = $0,75 \text{ cm}^2$ (D).



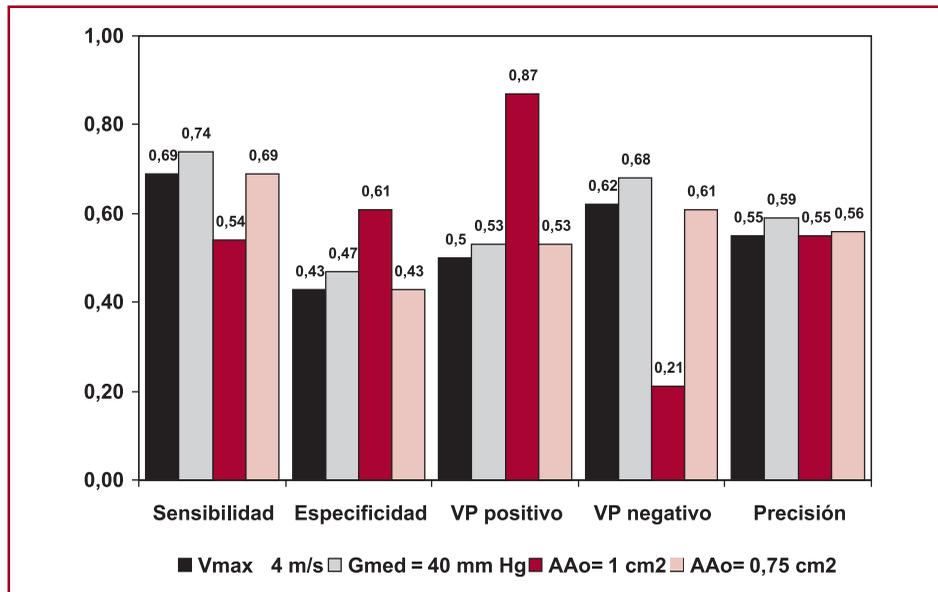


Fig. 2. Sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y precisión de los puntos de corte óptimos de la relación G_{MAX}/G_{MED} para el diagnóstico de estenosis aórtica grave.

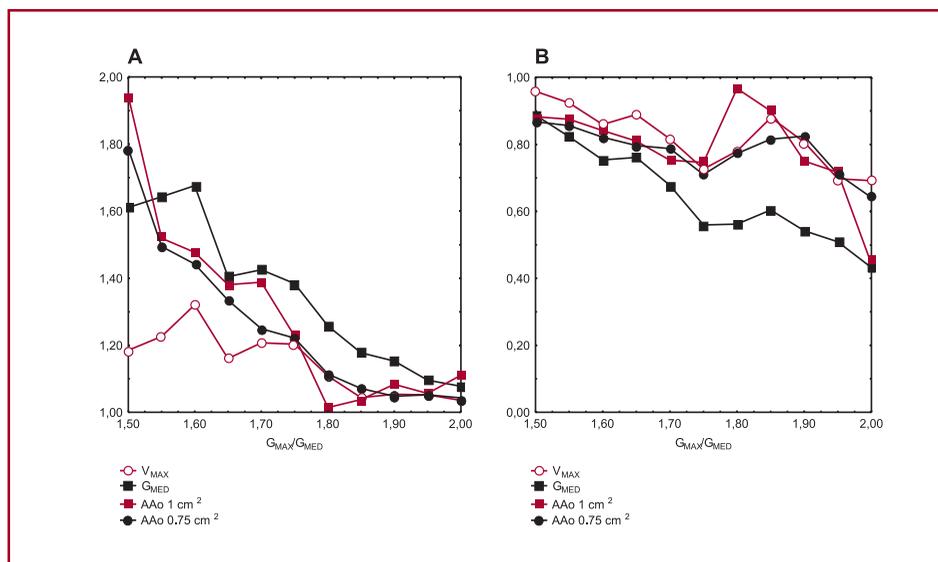


Fig. 3. Tasa de probabilidad ante un resultado positivo (A) o negativo (B) de la relación G_{MAX}/G_{MED} para el diagnóstico de EAO grave de acuerdo con los criterios de V_{MAX} , G_{MED} , AAo = 1 cm² y AAo = 0,75 cm².

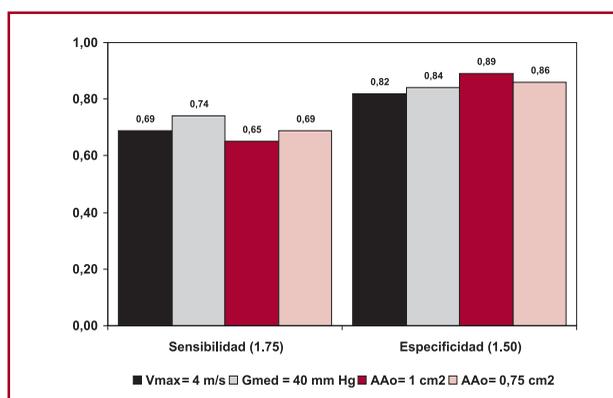


Fig. 4. Sensibilidad de los puntos de corte de la relación G_{MAX}/G_{MED} propuestos por Chambers y colaboradores para el diagnóstico de estenosis aórtica grave de acuerdo con los criterios de V_{MAX} , G_{MED} , AAo = 1 cm² y AAo = 0,75 cm².

La correlación inversa entre la relación G_{MAX}/G_{MED} y el G_{MED} es absolutamente esperable, ya que el G_{MED} es el denominador de la relación. Se halla una correlación directa entre la relación G_{MAX}/G_{MED} y el AAo; sin embargo, esta correlación es débil y hay una gran dispersión de valores. Ello coincide con los datos comunicados por Chambers y colaboradores, que describen, refiriendo sólo 1 desvío estándar, que la relación G_{MAX}/G_{MED} es de $1,75 \pm 0,14$ en las EAO con AAo > 1 cm², de $1,66 \pm 0,13$ con AAo de 1 cm² a 0,75 cm², de $1,56 \pm 0,10$ con AAo ≤ 0,75 cm² y fracción de eyección > 40% y de $1,57 \pm 0,07$ con AAo ≤ 0,75 cm² y fracción de eyección < 40%. (27)

Cuando se analizaron la sensibilidad y la especificidad de diferentes puntos de corte de la relación G_{MAX}/G_{MED} se encontró que el punto de corte óptimo de la relación G_{MAX}/G_{MED} para el diagnóstico de EAO grave fue de 1,75, excepto cuando se consideró como crite-

rio de EAo grave al AAo $\leq 1 \text{ cm}^2$, que en ese caso fue de 1,70. En la mejor de las situaciones, es decir cuando se consideró el G_{MED} , la sensibilidad de la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ fue de 0,74, la especificidad de 0,47 y la precisión de 0,59. En la presente población, los valores predictivos positivos oscilaron entre 0,50 y 0,87 y los valores predictivos negativos entre 0,21 y 0,68. Para Chambers y colaboradores, el punto óptimo de corte es de 1,61 con una sensibilidad de 0,68, una especificidad de 0,48, un valor predictivo positivo de 0,81 y un valor predictivo negativo de 0,40. (27) Al igual que los citados autores, la función ventricular de cámara, evaluada por ellos mediante la fracción de eyección y en el presente trabajo mediante la fracción de acortamiento, no influyó en la tasa de falsos positivos ni de falsos negativos. (27)

El análisis de las tasas de probabilidad ante un resultado positivo o negativo permite analizar la utilidad clínica de la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$. (39, 40) En efecto, se considera, de acuerdo con Jaeschke y colaboradores, que una tasa de probabilidad > 10 o $< 0,1$ ocasiona grandes cambios en la probabilidad de la presencia o de la ausencia de determinada patología, que cuando ese rango es de 5-10 o 0,1-0,2 resulta en cambios moderados de dicha probabilidad, que cuando se reduce a 2-5 o 0,2-0,5 sólo provoca cambios pequeños y que, finalmente, cuando es de < 2 o $> 0,5$ produce cambios muy pequeños o no los produce. (39, 40) En el presente caso, la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ tiene una tasa de probabilidad ante un resultado positivo que nunca supera 2 y una tasa de probabilidad ante un resultado negativo de entre 0,43 y 0,96. Es decir que tanto un resultado positivo como uno negativo tienen bajo impacto clínico.

Chambers y colaboradores proponen los puntos de corte de 1,75 para la sensibilidad y de 1,50 para la especificidad, con los que refirieron una sensibilidad de 0,96 y una especificidad de 0,94. (27) En la presente población se obtuvo una sensibilidad de 0,65 a 0,74 y una especificidad de 0,82 a 0,89. Sin embargo, el parámetro sólo resulta útil en el 54% de la población, ya que los restantes individuos presentan una relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ entre esos valores.

Limitaciones del trabajo

La mayor limitación de este estudio es que los criterios de EAo graves considerados como "patrón", la V_{MAX} , el G_{MED} y el AAo, son parte o comparten términos con la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$, es decir que existe una contaminación entre este y aquellos parámetros. Esta limitación es compartida por Chambers y colaboradores. (27) Más aún, estos autores emplean sólo el criterio del AAo y consideran un punto de corte para EAo grave de AAo $\leq 0,75 \text{ cm}^2$ que no parece ser el más adecuado, especialmente después del trabajo de Bermejo y colaboradores, quienes verificaron que los pacientes con EAo grave y AAo $\leq 1 \text{ cm}^2$ tienen una evolución similar a aquellos con AAo $\leq 0,75 \text{ cm}^2$. (31)

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que:

1. La relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ se correlaciona directamente con el AAo, pero esta correlación, aunque significativa, es débil.
2. Existe gran superposición de valores de la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ entre los pacientes con EAo de diferente gravedad.
3. La sensibilidad, la especificidad y la precisión de la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAo grave son de regular magnitud.
4. En la población estudiada, los valores predictivos de la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ para el diagnóstico de EAo grave son modestos.
5. El análisis de las tasas de probabilidad ante un resultado positivo o negativo revelan que la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ tiene un escaso impacto clínico para el diagnóstico de EAo grave.
6. Si bien se requieren más estudios antes de aceptar la relación $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ como un parámetro de utilidad clínica para el diagnóstico de EAo grave, esta relación podría ser un criterio subrogante del AAo cuando no se pudieran evaluar todos los elementos necesarios para su cálculo, en particular el TSVI.

SUMMARY

Efficacy of the Peak to Mean Pressure Decrease Ratio for the Assessment of Aortic Stenosis Severity

The aim of the present study was to evaluate the statistical efficacy of peak to mean pressure decrease ratio ($G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$) for the assessment of aortic stenosis severity. We studied the echocardiograms of 212 consecutive patients (mean age: 74 years; range: 19-98 years; 100 males [47%]) with an aortic area calculated by the continuity equation (AAo) of 2 cm^2 . We considered severe aortic stenosis: a maximal aortic velocity (V_{MAX}) 4 m/s, a mean gradient (G_{MED}) 40 mmHg or an AAo of 1 cm^2 . We also performed the analysis taking an AAo 0.75 cm^2 as severe aortic stenosis. We conclude that: 1) $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio is directly but weakly correlated; 2) There is a great overlap among $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio values corresponding to patients with different aortic stenosis severity; 3) The sensitivity, specificity and accuracy of $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio for the diagnosis of severe aortic stenosis are of average magnitude; 4) The positive and negative predictive values of $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio are modest, in the studied population; 5) The analysis of likelihood ratios demonstrated that $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio has only a small clinical impact for the diagnosis of severe aortic stenosis; 6) More studies are needed before accepting $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio as a useful clinical parameter for the diagnosis of severe aortic stenosis. The $G_{\text{MAX}}/G_{\text{MED}}$ ratio could be a surrogate criterion for AAo when it is not possible to assess all the variables needed for its calculation.

Key words > Aortic stenosis - Echocardiography - Doppler

BIBLIOGRAFÍA

1. Chambers J. Aortic stenosis. *BMJ* 2005;330:801-2.
2. Freeman RV, Otto CM. Spectrum of calcific aortic valve disease: pathogenesis, disease progression, and treatment strategies. *Circulation* 2005;111:3316-26.
3. Piñero D, Vázquez Blanco M, Bellido C. Estenosis aórtica. Capítulos de Cardiología 1997;5:112-52.
4. Pomés Iparraguirre H, Barisani JL, editores. Consenso de valvulopatías. *Rev Argent Cardiol* 1999;67(Supl II):1-64.
5. Bergler-Klein J, Klaar U, Heger M, Rosenhek R, Mundigler G, Gabriel H, et al. Natriuretic peptides predict symptom-free survival and postoperative outcome in severe aortic stenosis. *Circulation* 2004;109:2302-8.
6. Lim P, Monin JL, Monchi M, Garot J, Pasquet A, Hittinger L, et al. Predictors of outcome in patients with severe aortic stenosis and normal left ventricular function: role of B-type natriuretic peptide. *Eur Heart J* 2004;25:2048-53.
7. Migliore RA. Estenosis aórtica. En: Piñero DJ, Bustamante Labarta MH, Guevara E, Migliore RA, Roisinblit JM, editores. *Ecocardiografía para la toma de decisiones clínicas*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2005. p. 529-67.
8. Weber M, Arnold R, Rau M, Elsaesser A, Brandt R, Mitrovic V, Hamm C. Relation of N-terminal pro B-type natriuretic peptide to progression of aortic valve disease. *Eur Heart J* 2005;26:1023-30.
9. Weber M, Arnold R, Rau M, Brandt R, Berkovitsch A, Mitrovic V, et al. Relation of N-terminal pro-B-type natriuretic peptide to severity of valvular aortic stenosis. *Am J Cardiol* 2004;94:740-5.
10. Agatiello CR, Eltchaninoff H, Tron C y Baue C, Nercolini F, Sebagh D y col. Implante percutáneo de una bioprótesis aórtica en pacientes portadores de estenosis aórtica severa descartados en cirugía. Experiencia en Francia. *Rev Argent Cardiol* 2004;72:341-7.
11. Baumgartner H. Aortic stenosis: medical and surgical management. *Heart* 2005;91:1483-8.
12. Diez, M, Roisinblit JM, Gabe E, Guevara E, Torino A, Casabé H. Obstrucción dinámica en el ventrículo izquierdo asociada a insuficiencia cardíaca en el posoperatorio de la estenosis aórtica grave. *Rev Argent Cardiol* 1997;65:413-8.
13. Stutzbach P, Rodríguez C, Dulbecco E, Abud J, Machain A, Gabe E y col. Estenosis aórtica severa: poblaciones de riesgo para el tratamiento quirúrgico. *Rev Argent Cardiol* 2001;69:608-15.
14. Weinschelbaum E, Figal J, Zaidman C, Gabe E, Cors J, Bruno C y col. Estenosis valvular aórtica severa calcificada senil. Reparación plástica con descalcificación manual. *Rev Argent Cardiol* 1993;61:23-8.
15. Weinschelbaum E, Stutzbach P, Oliva M, Zaidman J, Torino A, Guevara E y col. Descalcificación manual de válvula aórtica en pacientes con estenosis aórtica degenerativa senil. *Rev Argent Cardiol* 1998;66:289-96.
16. Bruch C, Schmermund A, Dages N, Katz M, Bartel T, Erbel R. Severe aortic valve stenosis with preserved and reduced systolic left ventricular function: diagnostic usefulness of the Tei index. *J Am Soc Echocardiogr* 2002;15:869-76.
17. Climent VE, Marin F, Valencia J, Martínez JG, Berenguer A, Bodi V, et al. Fractional shortening-velocity ratio for assessment of aortic stenosis severity in patients with systolic dysfunction. *Int J Cardiol* 2003;92:229-34.
18. Das P, Rimington H, Smeeton N, Chambers J. Determinants of symptoms and exercise capacity in aortic stenosis: a comparison of resting haemodynamics and valve compliance during dobutamine stress. *Eur Heart J* 2003;24:1254-63.
19. Gjerdtsson P, Caidahl K, Farasati M, Oden A, Bech-Hanssen O. Preoperative moderate to severe diastolic dysfunction: a novel Doppler echocardiographic long-term prognostic factor in patients with severe aortic stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129:890-6.
20. Hansen WH, Behrenbeck T, Spittell PC, Gilman G, Seward JB. Biphasic Doppler pattern of the descending thoracic aorta: a new echocardiographic finding in patients with aortic valve stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:860-4.
21. Lax JA, Cianciulli T, Sacheri MC, Zayat I, Giménez O, Prezioso H. Criterios alternativos para evaluar la gravedad de la estenosis aórtica mediante Doppler cardíaco. *Rev Argent Cardiol* 1993;61:247-52.
22. Migliore R, Chianelli O, Adaniya ME, Miramont G, González S, Barranco M y col. Evaluación de la función sistólica en la estenosis aórtica mediante la fracción de acortamiento mesoparietal. Su relación con la hipertrofia. *Rev Argent Cardiol* 2004;72:439-45.
23. Monin JL, Quere JP, Monchi M, Petit H, Baleynaud S, Chauvel C, et al. Low-gradient aortic stenosis: operative risk stratification and predictors for long-term outcome; a multicenter study using dobutamine stress hemodynamics. *Circulation* 2003;108:319-24.
24. Nishimura RA, Grantham JA, Connolly HM, Schaff HV, Higo ST, Holmes DR Jr. Low-output, low-gradient aortic stenosis in patients with depressed left ventricular systolic function: the clinical utility of the dobutamine challenge in the catheterization laboratory. *Circulation* 2002;106:809-13.
25. Oberti P. Evaluación de la función sistólica en la estenosis aórtica: ¿Hay algo más allá de los índices ecocardiográficos convencionales? *Rev Argent Cardiol* 2004;72:415-7.
26. Zoghbi WA, Galan A, Quinones MA. Accurate assessment of aortic stenosis severity by Doppler echocardiography independent of aortic jet velocity. *Am Heart J* 1988;116:855-63.
27. Chambers J, Rajani R, Hankins M, Cook R. The peak to mean pressure decrease ratio: a new method of assessing aortic stenosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2005;18:674-8.
28. Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978;58:1072-83.
29. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, et al. Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings. *Am J Cardiol* 1986;57:450-8.
30. Devereux RB, Roman MJ. Evaluation of cardiac and vascular structure by echocardiography and other noninvasive techniques. En: Laragh JH, Brenner BM, editores. *Hypertension: pathophysiology, diagnosis, treatment*. 2nd ed. New York: Raven Press; 1995. p. 1969-85.
31. Bermejo J, Odreman R, Feijoo J, Moreno MM, Gómez Moreno P, García Fernández MA. Clinical efficacy of Doppler-echocardiographic indices of aortic valve stenosis: a comparative test-based analysis of outcome. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:142-51.
32. Griner PF, Mayewski RJ, Mushlin AI, Greenland P. Selection and interpretation of diagnostic tests and procedures. Principles and applications. *Ann Intern Med* 1981;94(4 Pt 2):557-92.
33. Irwig L, Tosteson AN, Gatsonis C, Lau J, Colditz G, Chalmers TC, et al. Guidelines for meta-analyses evaluating diagnostic tests. *Ann Intern Med* 1994;120:667-76.
34. Piñero D, Vázquez Blanco M. Propósitos, evaluación, interpretación, riesgos y selección de las pruebas diagnósticas. *Rev Htal Clínicas* 1985;1:71-80.
35. Blais C, Pibarot P, Dumesnil JG, García D, Chen D, Durand LG. Comparison of valve resistance with effective orifice area regarding flow dependence. *Am J Cardiol* 2001;88:45-52.
36. Burwash IG, Thomas DD, Sadahiro M, Pearlman AS, Verrier ED, Thomas R, et al. Dependence of Gorlin formula and continuity equation valve areas on transvalvular volume flow rate in valvular aortic stenosis. *Circulation* 1994;89:827-35.
37. Cannon JD Jr, Zile MR, Crawford FA Jr, Carabello BA. Aortic valve resistance as an adjunct to the Gorlin formula in assessing the severity of aortic stenosis in symptomatic patients. *J Am Coll Cardiol* 1992;20:1517-23.
38. Takeda S, Rimington H, Chambers J. The relation between transaortic pressure difference and flow during dobutamine stress echocardiography in patients with aortic stenosis. *Heart* 1999;82:11-4.
39. Jaeschke R, Guyatt G, Sackett DL. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. A. Are the results of the study valid? Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994;271:389-91.
40. Jaeschke R, Guyatt GH, Sackett DL. Users' guides to the medical literature. III. How to use an article about a diagnostic test. B. What are the results and will they help me in caring for my patients? The Evidence-Based Medicine Working Group. *JAMA* 1994;271:703-7.