

Evaluación del flujo retrógrado diastólico en la aorta descendente para cuantificar la insuficiencia aórtica

Descending Aorta Diastolic Retrograde Flow Assessment for Aortic Regurgitation Quantification

ALEJANDRO PANARO¹, SERGIO MORAL¹, MARINA HUGUET¹, JOSÉ RODRÍGUEZ-PALOMARES^{1,2}, LAURA GALIAN², LAURA GUTIÉRREZ², JULIO CARBALLO¹, ARTURO EVANGELISTA^{1,2}

RESUMEN

Introducción: El flujo diastólico retrógrado en la aorta descendente se ha relacionado con la gravedad de la insuficiencia aórtica; sin embargo, la mayoría de los parámetros vinculados con la velocidad del flujo no se encuentran validados con una técnica de imágenes de referencia.

Objetivo: Evaluar la utilidad del flujo retrógrado diastólico en la aorta torácica descendente y la aorta abdominal en la cuantificación de la insuficiencia aórtica utilizando como referencia la resonancia magnética.

Material y métodos: Se incluyeron 40 pacientes consecutivos en un estudio prospectivo de ecocardiografía y resonancia magnética. Por Doppler pulsado se analizaron los siguientes parámetros: a) la integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico y b) la velocidad máxima telediastólica del flujo regurgitante, ambos en la aorta torácica, y c) el flujo holodiastólico inverso en la aorta abdominal. El protocolo de resonancia magnética incluyó secuencias de contraste de fase para calcular la fracción regurgitante. Valores $\geq 30\%$ se consideraron diagnósticos de insuficiencia aórtica grave.

Resultados: Once pacientes (30%) tenían una fracción regurgitante $\geq 30\%$. La integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico demostró la mayor precisión en el diagnóstico de insuficiencia aórtica grave: ABC = 0,87; $p < 0,001$. Un punto de corte para la integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico > 15 cm demostró una sensibilidad del 91% y una especificidad del 86% para detectar insuficiencia aórtica grave. El flujo pandiastólico inverso en la aorta abdominal mostró una excelente especificidad (100%) para el diagnóstico de insuficiencia aórtica grave, aunque con baja sensibilidad (50%).

Conclusiones: La evaluación del flujo retrógrado diastólico en la aorta torácica descendente permite un diagnóstico adecuado de la insuficiencia aórtica grave. El flujo holodiastólico inverso, aunque es poco sensible, muestra una alta especificidad.

Palabras clave: Insuficiencia aórtica - Ecocardiografía Doppler - Imagen por resonancia magnética

ABSTRACT

Background: Diastolic retrograde flow in the descending aorta has been associated to the severity of aortic regurgitation; however, most of the parameters related to flow velocity are not validated with a reference imaging technique.

Objective: The aim of this study was to assess the usefulness of diastolic retrograde flow in the descending thoracic aorta and the abdominal aorta in the quantification of aortic regurgitation using magnetic resonance imaging as reference.

Methods: Forty consecutive patients were included in a prospective echocardiography and magnetic resonance study. The following parameters were analyzed by pulsed-wave Doppler: a) velocity-time integral of the diastolic retrograde flow and b) peak end-diastolic velocity of the regurgitant flow, both in the thoracic aorta, and c) holodiastolic flow reversal in the abdominal aorta. The cardiac magnetic resonance protocol included phase contrast sequences to calculate the regurgitant fraction. Values $\geq 30\%$ were considered as severe aortic regurgitation.

Results: Eleven patients (30%) presented a regurgitant fraction $\geq 30\%$. The velocity-time integral of diastolic retrograde flow demonstrated the best diagnostic accuracy to detect severe aortic regurgitation: AUC=0.87, $p < 0.001$. A cut-off value for the velocity-time integral of diastolic retrograde flow > 15 cm showed 91% sensitivity and 86% specificity to detect severe aortic regurgitation. Holodiastolic flow reversal in the abdominal aorta demonstrated excellent specificity (100%) but low sensitivity (50%) to detect severe aortic regurgitation.

Conclusions: Diastolic retrograde flow assessment in the thoracic aorta allows an accurate diagnosis of severe aortic regurgitation. Holodiastolic flow reversal demonstrated good specificity but low sensitivity.

Key words: Heart Failure - Echocardiography, Doppler - Magnetic Resonance Imaging

REV ARGENT CARDIOL 2016;84:349-355. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v84.i4.9129>

Recibido: 26/05/2016 - Aceptado: 05/07/2016

Dirección para separatas: Arturo Evangelista - Servicio de Cardiología - Hospital Universitario Vall d'Hebron - P Vall d'Hebron 119.08035 - Barcelona - e-mail: aevangel@vhebron.net

¹ Servicio de Cardiología Clínica el Pilar-Sant Jordi. Barcelona

² Servicio de Cardiología - Hospital Universitario Vall d'Hebron. Barcelona

Abreviaturas

3D	Tridimensional	IVT-FRD/IVT-FAS	Relación entre la integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico y la del flujo anterógrado sistólico
AC	Ancho del chorro	PISA	<i>Proximal isovelocity surface area</i> (área de la zona de isovelocidad proximal)
FHD-AoAb	Flujo holodiastólico en la aorta abdominal	RMC	Resonancia magnética cardíaca
FR	Fracción regurgitante	TSVI	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
IAo	Insuficiencia aórtica	V_mTD-FR	Velocidad máxima telediastólica del flujo retrógrado
IVT-FRD	Integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico	VR	Volumen regurgitante

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia aórtica (IAo) es una valvulopatía relativamente frecuente, secundaria a una afectación intrínseca de la válvula aórtica, a patología de la aorta ascendente o a ambas. En pacientes jóvenes se asocia frecuentemente con la presencia de válvula aórtica bicúspide o patología genética de la aorta y, con la edad, con esclerosis-degeneración valvular o con enfermedades con dilatación de la aorta ascendente secundaria a arteriosclerosis o hipertensión arterial. La ecocardiografía es la técnica de referencia tanto para el diagnóstico etiológico como para la evaluación de la gravedad de la IAo y su repercusión sobre el ventrículo izquierdo. La cuantificación de la IAo por ecocardiografía Doppler sigue siendo controversial, ya que la mayoría de los métodos tienen alguna limitación en la estimación de la gravedad. Está bien establecido que la pendiente de la curva de flujo determinada por Doppler continuo está muy influida por la presión telediastólica del ventrículo izquierdo. El área apical color está sujeta a una gran variabilidad interequipo y depende de la ganancia y el límite de Nyquist. Recientes recomendaciones aconsejan el uso del ancho de la vena contracta asociado con métodos cuantitativos como el PISA [del inglés *proximal isovelocity surface area* (área de la zona de isovelocidad proximal)] para una mejor determinación de la gravedad. No obstante, los métodos cuantitativos precisan de alta experiencia, son muy dependientes del operador y alargan considerablemente el tiempo del estudio. Aunque la ecocardiografía 3D puede solucionar alguna de las actuales limitaciones, (1, 2) la resolución temporal del Doppler color sigue siendo su principal limitación. Desde el punto de vista clínico persiste la necesidad de utilizar un segundo método que apoye la cuantificación determinada por el ancho del chorro (AC). La velocidad del flujo telediastólico inverso en la aorta torácica descendente > 20 cm/s fue sugerido como un criterio de gravedad de la IAo. (3, 4) No obstante, esta velocidad tiene una dependencia importante de la duración de la diástole, por lo que parece más adecuada la cuantificación de la integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico (IVT-FRD) en la aorta torácica descendente. Hasta el presente ningún estudio ha definido su exactitud ni los puntos de corte de los valores de este método para una estimación adecuada de la gravedad de la IAo. (5)

El propósito del presente estudio fue evaluar la utilidad del flujo diastólico inverso de la aorta torácica descendente y la aorta abdominal en la cuantificación de la IAo utilizando como referencia la resonancia magnética cardíaca (RMC).

MATERIAL Y MÉTODOS

Población del estudio

Se incluyeron de forma prospectiva 40 pacientes consecutivos (29 varones y 11 mujeres; media de edad: 59 ± 17 años) con IAo, derivados para estudio de su valvulopatía aórtica. Los criterios de inclusión fueron la presencia de IAo más que trivial, estar en ritmo sinusal, aceptar la realización de una RMC e intervalo entre ambos estudios < una semana. Se excluyeron los pacientes con mala ventana ecocardiográfica o con contraindicación para realizar una RMC por ser portadores de marcapasos o manifestar claustrofobia.

Protocolo de ecocardiografía Doppler

Se utilizó un ecocardiógrafo Vivid q de General Electric equipado con una sonda de 3 MHz. Se realizó un ecocardiograma-Doppler completo de acuerdo con las recomendaciones establecidas. (3, 6, 7) Para la cuantificación de la IAo grave se consideró el ancho de la vena contracta > 6 mm, la relación entre el AC y el tracto de salida del ventrículo izquierdo (AC/TSVI) > 65% y el AC en valor absoluto > 10 mm. En el estudio del flujo de la aorta torácica descendente proximal se colocó el transductor en el hueco supraesternal con la cabeza hiperextendida en decúbito supino. Mediante Doppler pulsado se posicionó el volumen de muestra en el istmo aórtico inmediatamente por debajo del nacimiento de la arteria subclavia izquierda (Figura 1 A), en la parte central de la luz de la aorta para evitar cualquier aumento de la velocidad del flujo generada por la pared aórtica. También se evaluó el flujo proximal de la aorta abdominal mediante Doppler pulsado intentando que el haz de ultrasonidos fuera lo más paralelo posible a la dirección del flujo sanguíneo. Se analizaron los siguientes parámetros: 1) la integral tiempo-velocidad del flujo retrógrado diastólico en la aorta torácica descendente (IVT-FRD), 2) la velocidad máxima telediastólica del flujo retrógrado en la aorta descendente (V_mTD-FR) (Figura 1 B) y 3) la relación entre la integral del flujo retrógrado diastólico y la del flujo anterógrado sistólico (IVT-FRD/IVT-FAS). A continuación se evaluaron las velocidades del flujo inverso en la aorta abdominal y se determinó si la señal era holodiastólica (FHD-AoAb).

Protocolo de resonancia magnética cardíaca

Las imágenes se adquirieron con un equipo de 1.5-T HDX (General Electric System), utilizando una bobina cardíaca de 36 canales. Para la cuantificación del flujo se adquirieron las

imágenes de contraste de fase en la raíz aórtica inmediatamente por encima del anillo. Los parámetros de la secuencia de flujo fueron: tiempo de eco [echo time (ET)] = 3,2 ms; tiempo de repetición [repetition time (TR)] = 7,6 ms; campo de visión [field of view (FOV)] = 40 mm; matriz (matrix) = 256 × 160; número de fases/ciclo cardíaco (number of phases/cardiac cycle) = 30; número de excitaciones o adquisiciones [number of excitations (NEX)] = 1; espesor del corte [slice thickness (ST)] = 8 mm. La velocidad de codificación se ajustó individualmente de acuerdo con la velocidad de flujo empezando en 200 cm/s.

Análisis de los datos

El análisis de flujo se realizó en una consola de trabajo (Advantage Windows 4.4, General Electric). El flujo se cuantificó manualmente trazando una región de interés en la raíz de la aorta, inmediatamente por encima del anillo, utilizando la secuencia de contraste de fase. El volumen aórtico regurgitante (VR) se calculó directamente de la curva de flujo aórtico obtenida a partir de la integración del flujo aórtico retrógrado. La

fracción aórtica regurgitante obtenida por RMC (FR-RMC) se calculó como la relación entre el VR y el volumen anterógrado aórtico (8, 9) (Figura 2). La gravedad de la IAo se determinó de la siguiente manera: FR-RMC < 15% ligera, FR 15-29% moderada y FR > 30% grave. (10-12)

Análisis estadístico

Las variables continuas se expresan en forma de media ± desviación estándar y las categóricas mediante porcentajes. Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la distribución normal de las variables. En el caso de variables categóricas se aplicó la prueba de chi cuadrado si la distribución era normal y la prueba exacta de Fisher en caso contrario; para variables continuas se utilizó la prueba de la t de Student o de la U de Mann-Whitney, respectivamente. La correlación entre variables continuas se evaluó con el coeficiente de correlación de Pearson (r) en caso de distribución normal, mientras que en distribuciones no normales se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman. La variabilidad interobservador se calculó con el coeficiente de correlación intraclase. La

Fig. 1. A. Istmo aórtico (asterisco), donde se coloca el volumen de muestra del Doppler pulsado para obtener el flujo de la aorta torácica descendente proximal. **B.** Doppler pulsado de la aorta descendente. La flecha gruesa señala la IVT-FRD y la flecha fina indica la V_mTD-FRD en una IAo grave. **C.** Doppler pulsado en la aorta abdominal en el caso de IAo grave donde se observa la presencia de flujo retrógrado holodiasfólico (flecha). **D.** Doppler pulsado en la aorta abdominal en el caso de IAo no grave donde se observa la ausencia del flujo inverso holodiasfólico (flecha).

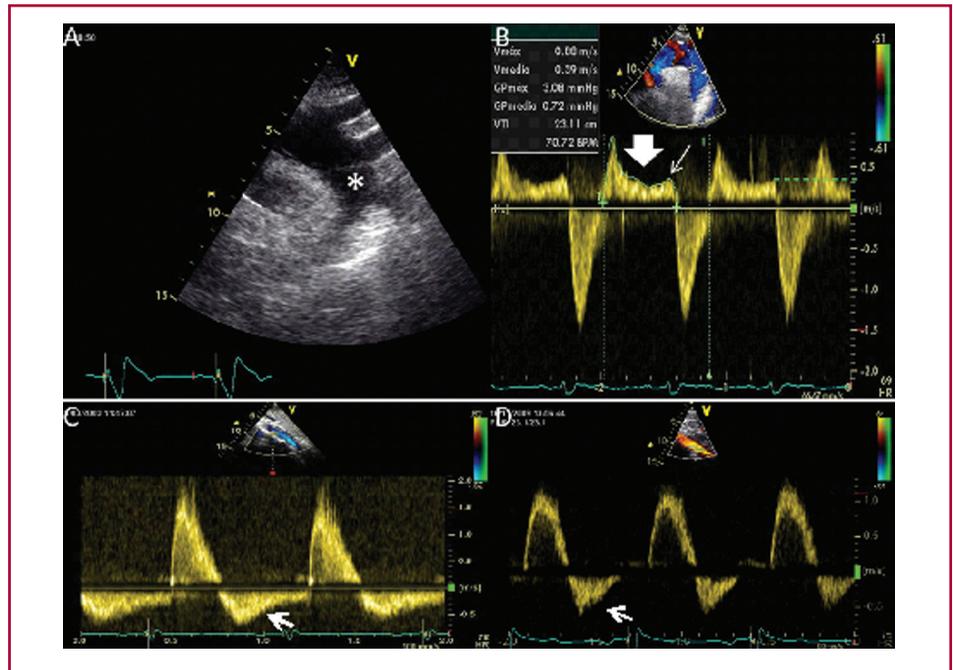
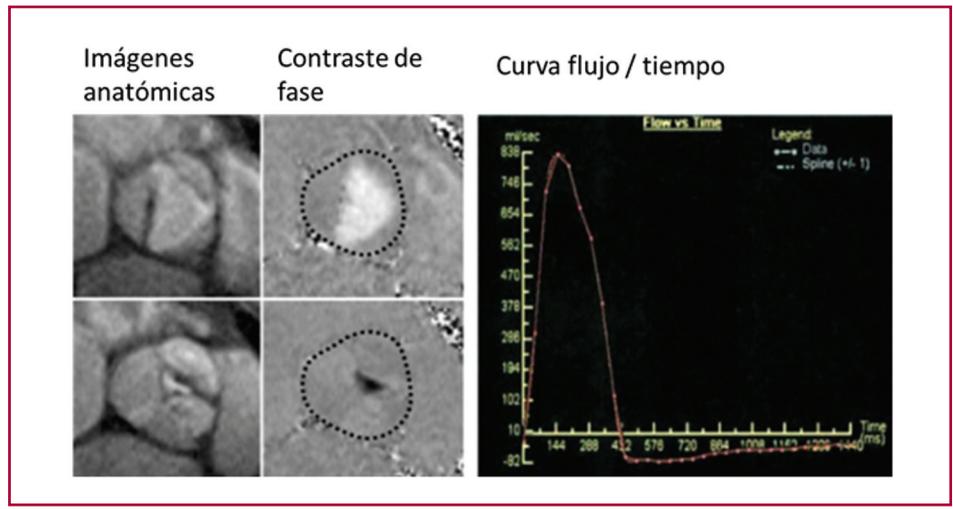


Fig. 2. Cuantificación de insuficiencia aórtica por resonancia magnética. *Izquierda:* Imágenes anatómicas obtenidas en la raíz aórtica en sístole (arriba) y en diástole (abajo). *Centro:* Área de interés trazada para la secuencia de contraste de fase también en sístole y diástole, con visualización del flujo aórtico anterógrado (blanco) y retrógrado (negro). *Derecha:* Curva de flujo/tiempo con el flujo anterógrado trazado por encima de la línea de tiempo (eje X del gráfico) y el flujo retrógrado por debajo de ella para obtener el cálculo de la fracción regurgitante aórtica.



concordancia entre los diferentes métodos utilizados para la evaluación de la gravedad de la IAo se determinó con el índice kappa. El punto de corte de la IVT-FRD se determinó mediante la curva característica operativa del receptor y se calcularon la sensibilidad y la especificidad. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS versión 23.0 (Chicago, Illinois, Estados Unidos).

Consideraciones éticas

El protocolo fue aprobado por el Comité de Ética del hospital.

RESULTADOS

De los 40 pacientes incluidos en el estudio se excluyó uno por mala calidad de la señal Doppler en el flujo de la aorta descendente. La edad media fue de 59,6 ($\pm 17,5$) años (rango: 19-82): 7 pacientes (18%) de entre 20 y 40 años, otros 7 (18%) de entre 40 y 60 años y 25 (64%) > 60 años. Siete de los pacientes (18%) eran hipertensos. La FR-RMC estratificó la gravedad de la IAo en tres grupos: 13 pacientes con IAo ligera (32%), 15 pacientes con IAo moderada (38%) y 11 pacientes con IAo grave (30%). La etiología de la IAo determinada por ecocardiografía fue degenerativa o por esclerosi valvular en 13 pacientes (33,3%), válvula bicúspide en 12 (30,8%), prolapso de sigmoidea en 1 (2,5%) e idiopática en 12 (30,8%). En 10 de los pacientes con válvula bicúspide (83%), el chorro era marcadamente excéntrico. En la Tabla 1 se especifican los datos demográficos clínicos y ecocardiográficos.

Cuantificación de la insuficiencia aórtica mediante el flujo diastólico de la aorta descendente

Comparando los resultados obtenidos mediante Doppler pulsado en la evaluación del flujo de la aorta toracoabdominal con la FR-RMC, se observó que la IVT-FRD en la aorta torácica descendente mostró una buena exactitud en la cuantificación de la gravedad de la IAo. La IVT-FRD presentó un área bajo la curva de 0,87 ($p < 0,001$) (Figura 3). El punto de corte para la IVT-FRD > 15 cms mostró alta sensibilidad (91%) y especificidad (86%) para identificar a los pacientes con IAo grave. La velocidad máxima telediastólica del FRD > 20 cm demostró peor exactitud para diagnosticar la IAo grave, con una sensibilidad del 73% y una especificidad del 64%. Por otro lado, la relación entre la IVT-FRD/IVT-FAS tampoco fue capaz de discriminar entre IAo grave y ligera-moderada. El flujo pandiastólico inverso en la aorta abdominal mostró una excelente especificidad (100%) para la detección de IAo grave, aunque con baja sensibilidad (50%).

La IVT-FRD presentó una correlación negativa ligera con la edad y la tensión arterial sistólica tanto en los grupos con IAo grave como no grave. Esta relación sugiere que este parámetro puede estar parcialmente influido por la edad y la tensión arterial (Tabla 2).

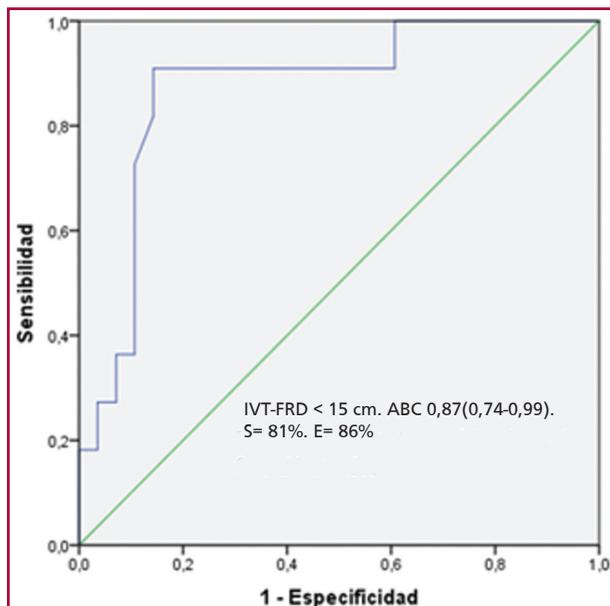


Fig. 3. Curva ROC que muestra la exactitud diagnóstica de la integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico en la cuantificación de la insuficiencia aórtica grave.

Cuantificación de la insuficiencia aórtica por otros métodos Doppler

La relación AC/TSVI y el AC no pudieron medirse adecuadamente en 6 pacientes (15,3%), como tampoco la vena contracta en 11 pacientes (28,2%). Comparando los resultados entre los diferentes parámetros de ecocardiografía-Doppler en la cuantificación de la IAo, se observó una buena correlación de la IVT-FRD con la vena contracta, la relación AC/TSVI y el AC (véase Tabla 2). La concordancia de estos métodos Doppler con la cuantificación de la IAo por RMC fue buena (Tabla 3).

Reproducibilidad de los parámetros

La variabilidad interobservador en la adquisición y medida consecutiva de las variables Doppler en 15 pacientes mostró un coeficiente de correlación intraclassa excelente para el AC (0,89; IC 95% 0,73-0,96) y la IVT-FRD (0,85; IC 95% 0,70-0,99), aceptable para la vena contracta (0,70; IC 95%=0,52-0,88) y malo para la V_m TD-FR (0,50; IC 95% 0,11-0,89) y para la relación AC/TSVI (0,44; IC 95% 0,10-0,90). La concordancia para la estimación semicuantitativa del FHD-AoAb fue aceptable con un kappa = 0,67; IC 95% 0,26-1,00.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que la evaluación del flujo retrógrado diastólico en la aorta torácica descendente proximal es un buen método para cuantificar la IAo. No solo es fácil de obtener, sino que también tiene buena exactitud y reproducibilidad en el diagnóstico de IAo grave. La principal limitación del

Tabla 1. Características de la población y datos ecocardiográficos en relación con la gravedad de la insuficiencia aórtica evaluada por resonancia magnética cardíaca

Variable (n = 39)	IAo ligera-moderada (FR < 30%) [n = 28 (72%)]	IAo grave (FR > 30%) [n = 11 (28%)]	p
Datos demográficos			
Varones, n (%)	19 (68)	10 (91)	0,228
Edad, años	58,9 ± 18,9	61,2 ± 13,7	0,727
TAS, mm Hg	133,4 ± 15,9	134,5 ± 15,2	0,833
TAD, mm Hg	73,6 ± 12,7	68,6 ± 8,4	0,236
FC, latidos/minuto	72,2 ± 5,7	72,9 ± 4,7	0,7
Ecocardiografía			
Raíz aórtica, mm	37 ± 6	43 ± 10	0,091
Aorta ascendente, mm	40 ± 8	42 ± 12	0,514
Válvula bicúspide, n (%)	7 (25%)	4 (36%)	0,694
Parámetros Doppler toracoabdominales			
IVT-FRD, cm	12,6 ± 4,4	19,2 ± 5,6	0,001
V _m TD-FRD, cm/s	17,9 ± 4,8	26,2 ± 7,2	0,001
IVT FRD/FAS	0,81 ± 0,33	0,87 ± 0,23	0,571
FHD-AoAb, n (%)	0	5 (50)*	0,002

Los valores expresan la media ± la desviación estándar o el número de pacientes y porcentaje [n (%)].

FR: Fracción regurgitante del flujo aórtico obtenida por resonancia magnética cardíaca. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. FC: Frecuencia cardíaca. IVT-FRD: Integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico en la aorta descendente. V_mTD-FRD: Velocidad máxima telediastólica del flujo regurgitante en la aorta descendente. IVT-FRD/FAS: Relación entre la IVT del flujo anterógrado y retrógrado del flujo de la aorta torácica descendente. FHD-AoAb: Flujo holodiastólico en la aorta abdominal. *: En uno de los casos no fue posible evaluarlo.

Tabla 3. Concordancia de los métodos Doppler con la resonancia magnética cardíaca en el diagnóstico de insuficiencia aórtica grave

	AC	AC/TSVI	VC	IVT-FRD	FHD-AoAb
n (%)	37 (94,9)	37 (94,9)	28 (71,8)	39 (100)	30 (76,9)
% Conc.	89	78	92	77	83
Kappa	0,70	0,26	0,80	0,58	0,57

n (%): Número de pacientes (porcentaje). % Conc.: Porcentaje de concordancia o acuerdo entre métodos para diagnosticar la insuficiencia aórtica como grave. Kappa: Índice de concordancia de Cohen.

AC: Ancho del chorro de regurgitación. AC/TSVI: Relación ancho del chorro/tracto de salida del ventrículo izquierdo. VC: Vena contracta. IVT-FRD: Integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico. FHD-AoAb: Flujo holodiastólico en la aorta abdominal

método es que está influido en parte por la edad y la presión arterial.

La cuantificación de la IAo no siempre es fácil. Las guías (3, 13, 14) recomiendan la implementación de variables cualitativas, semicuantitativas y cuantitativas para evaluar la IAo. Todos los parámetros Doppler tienen limitaciones en la cuantificación de la IAo, por lo que es aconsejable utilizar más de un método para definir su gravedad. La vena contracta se ha establecido como uno de los métodos de referencia, pero no siempre se visualiza adecuadamente y su reproducibilidad es cuestionable. (15, 16) En nuestro estudio no se pudo definir adecuadamente en el 28% de los casos y la reproducibilidad fue subóptima. Por otra parte, aunque el AC normalizado por el diámetro del TSVI fue uno de los métodos de referencia en la cuantificación de la IAo, (17) los resultados del presente estudio confirman nuestros resultados publicados previamente en cuanto a que

Tabla 2. Correlaciones entre los parámetros Doppler de la aorta torácica descendente y otras variables

Correlaciones	IVT-FRD en la aorta torácica	p
Edad	-0,442	0,005
TAS	-0,281	0,084
TAD	-0,056	0,735
VC	0,667	< 0,001
AC/TSVI	0,556	< 0,001
AC	0,676	< 0,001
FR-RMC	0,568	< 0,001

Los datos expresan correlación de Pearson y valor de p.

IVT-FRD: Integral velocidad-tiempo del flujo retrógrado diastólico. TAS: Tensión arterial sistólica. TAD: Tensión arterial diastólica. VC: Vena contracta. AC/TSVI: Relación ancho del chorro/tracto de salida del ventrículo izquierdo. AC: Ancho del chorro de regurgitación. FR-RMC: Fracción regurgitante aórtica obtenida por resonancia magnética cardíaca.

el valor absoluto del AC en el tracto de salida permite mejores resultados que con la indexación del diámetro del TSVI. (18) En ese estudio anterior se utilizó el área color del chorro evaluado por vía apical como segundo método. Aunque este método es adecuado en pacientes con IAo crónicas estables, la importante variabilidad de los resultados al utilizar diferentes equipos imposibilita su uso en la práctica clínica.

Una de las limitaciones de la vena contracta o el AC en el tracto de salida es que no siempre el orificio regurgitante es circular, especialmente en los chorros excéntricos muy frecuentes en IAo secundarias a válvula bicúspide o a prolapso de una sigmoidea aórtica. Mientras el eco 3D no permita una mejor resolución temporal, estas medidas pueden condicionar una sistemática infraestimación de la IAo con chorro excéntrico. En este sentido, las guías recomiendan siempre que sea posible cuantificar el área del orificio regurgitante mediante el método de PISA. No obstante, en la práctica clínica, la forma adecuada de la hemiesfera solo se obtiene en el 50% de los casos, es necesario un alto nivel de experiencia, prolonga el tiempo del estudio significativamente y tiene una alta variabilidad inter-adquisición. (19-21)

La cuantificación de la gravedad de la IAo mediante la velocidad telediastólica del flujo de la aorta descendente se describió en publicaciones previas. (4, 22) No obstante, no ha sido replicada y es poco utilizada en la práctica clínica. En el presente estudio, la V_m TD-FRD > 20 cm/s (3, 4) ha mostrado una pobre exactitud diagnóstica y mala reproducibilidad para detectar IAo grave. Por el contrario, la IVT-FRD se correlacionó mejor con los resultados de la RMC y tuvo una buena reproducibilidad, por lo que es un buen método con limitaciones diferentes de las que influyen sobre el AC por Doppler color. En el presente estudio, como en otros, (2, 8, 9) el FHD-AoAb fue altamente específico de IAo grave. No obstante, su sensibilidad es baja.

Pocos estudios han analizado las limitaciones del flujo retrógrado de la aorta descendente en relación con variables que pueden afectar la biomecánica de la pared aórtica. Uno de nuestros pacientes tenía dilatación grave de la aorta ascendente (80 mm); excluyendo este caso, nuestros resultados hubieran incrementado la sensibilidad diagnóstica de la IVT-FRD (del 93% al 100%). En los pacientes con aorta ascendente dilatada (> 45 mm) evidenciamos una correlación negativa (-0,45) entre el diámetro de la raíz aórtica y la IVT-FRD. Esta infraestimación de la IVT puede explicarse por la disminución de la elasticidad de la pared aórtica y, por lo tanto, del *recoil* del flujo durante la diástole.

Limitaciones

El estudio tiene algunas limitaciones que deben de considerarse. El número de casos incluidos es demasiado reducido para analizar si los puntos de corte de la IVT-FRD son similares en diferentes grupos etarios, dimensiones de la aorta o frecuencia cardíaca. Por la misma razón, el análisis se ha restringido al diagnóstico de lesiones graves y no graves.

CONCLUSIONES

La evaluación del flujo retrógrado diastólico en la aorta torácica descendente proximal permite una cuantificación adecuada de la IAo. Una IVT > 15 cm es indicativa de IAo grave. La integración de los resultados de este método a la medida de la vena contracta o el AC en el TSVI permite una estrategia adecuada en la cuantificación de la insuficiencia. No obstante, son necesarios estudios más extensos para confirmar estos resultados, especialmente en población joven o con alteraciones de la biomecánica aórtica.

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. Pérez de Isla L, Zamorano J, Fernández-Golfin C, Ciocarelli S, Corros C, Sánchez T, et al. 3D color-Doppler echocardiography and chronic aortic regurgitation: A novel approach for severity assessment. *Int J Cardiol* 2013;166:640-5. <http://doi.org/fx68f2>
2. Sato H, Ohta T, Hiroe K, Okada S, Shimizu K, Murakami R. Severity of aortic regurgitation assessed by area of vena contracta: a clinical two-dimensional and three-dimensional color Doppler imaging study. *Cardiovasc Ultrasound* 2015;13:24. <http://doi.org/bk25>
3. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Moura L, Popescu BA, Agricola E, et al. European Association of Echocardiography recommendations for the assessment of valvular regurgitation. Part 1: aortic and pulmonary regurgitation (native valve disease). *Eur J Echocardiogr* 2010;11:223-44. <http://doi.org/dj2fsx>
4. Tribouilloy C, Avinée P, Shen W F, Rey J L, Slama M, Lesbre JP. End diastolic flow velocity just beneath the aortic isthmus assessed by pulsed Doppler echocardiography: a new predictor of the aortic regurgitant fraction. *Br Heart J* 1991;65:37-40. <http://doi.org/d55sfb>
5. Kalaycı B, Kalaycı S, Türker Bayır P, Duyuler S, Güven S, Sen T, et al. Assessment of the severity of aortic regurgitation with pulsed wave Doppler velocity profile in the descending aorta. *Anadolu Kardiyol Derg* 2014;14:427-33. <http://doi.org/d55sfb>
6. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16:233-70. <http://doi.org/63m>
7. Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ, Krohn MJ, Mays JM. Quantitative Doppler assessment of valvular regurgitation. *Circulation* 1993;87:841-8. <http://doi.org/q3w>
8. Sondergaard L, Lindvig K, Hildebrandt P, Thomsen C, Stahlberg F, Joen T, et al. Quantification of aortic regurgitation by magnetic resonance velocity mapping. *Am Heart J* 1993;125:1081-90. <http://doi.org/bkx8gf>
9. Ambrosi P, Faugere G, Desfossez L, Habib G, Bory M, Luccioni R, et al. Assessment of aortic regurgitation severity by magnetic resonance imaging of the thoracic aorta. *Eur Heart J* 1995;16:406-9.
10. Gabriel RS, Renapurkar R, Bolen MA, Verhaert D, Leiber M, Flamm SD, et al. Comparison of severity of aortic regurgitation by cardiovascular magnetic resonance versus transthoracic echocardiography. *Am J Cardiol* 2011;108:1014-20. <http://doi.org/d3zzqw>
11. Myerson SG, d'Arcy J, Mohiaddin R, Greenwood JP, Karamitsos TD, Francis JM, et al. Aortic regurgitation quantification using cardiovascular magnetic resonance: association with clinical outcome. *Circulation* 2012;126:1452-60. <http://doi.org/bk26>
12. Cawley PJ, Hamilton-Craig C, Owens DS, Krieger EV, Strugnelli

- WE, Mitsumori L, et al. Prospective comparison of valve regurgitation quantitation by cardiac magnetic resonance imaging and transthoracic echocardiography. *Circ Cardiovasc Imaging* 2013;6:48-57. <http://doi.org/bk27>
13. Lancellotti P, Tribouilloy C, Hagendorff A, Popescu BA, Edvardsen T, Pierard LA, et al. Recommendations for the echocardiographic assessment of native valvular regurgitation: an executive summary from the European Association of Cardiovascular Imaging. *Scientific Document Committee of the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2013;14:611-44. <http://doi.org/bk28>
14. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2014;63:2438-88. <http://doi.org/f2r556>
15. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ. Assessment of severity of aortic regurgitation using the width of the vena contracta: a clinical color Doppler imaging study. *Circulation* 2000;102:558-64. <http://doi.org/bk29>
16. Eren M, Eksik A, Gorgulu S, Norgaz T, Dagdeviren B, Bolca O. Determination of vena contracta and its value in evaluating severity of aortic regurgitation. *J Heart Valve Dis* 2002;11:567-75. <http://doi.org/ckxpnj>
17. Perry GJ, Helmcke F, Nanda NC, Byard C, Soto B. Evaluation of aortic insufficiency by Doppler color flow mapping. *J Am Coll Cardiol* 1987;9:952-9. <http://doi.org/ckxpnj>
18. Evangelista A, del Castillo HG, Calvo F, Permanyer-Miralda G, Brotons C, Angel J, et al. Strategy for optimal aortic regurgitation quantification by Doppler echocardiography: agreement among different methods. *Am Heart J* 2000;139:773-81. <http://doi.org/bvjb3d>
19. Tribouilloy CM, Enriquez-Sarano M, Fett SL, Bailey KR, Seward JB, Tajik AJ. Application of the proximal flow convergence method to calculate the effective regurgitant orifice area in aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1998;32:1032-9. <http://doi.org/c4tw7j>
20. Pouleur AC, le Polain de Waroux JB, Goffinet C, Vancraeynest D, Pasquet A, Gerber BL, et al. Accuracy of the flow convergence method for quantification of aortic regurgitation in patients with central versus eccentric jets. *Am J Cardiol* 2008;102:475-80. <http://doi.org/fgvb2x>
21. Reimold SC, Byrne JG, Caguioa ES, Lee CC, Laurence RG, Peigh PS, et al. Load dependence of the effective regurgitant orifice area in a sheep model of aortic regurgitation. *J Am Coll Cardiol* 1991;18:1085-90. <http://doi.org/dx56nx>
22. Reimold SC, Maier SE, Aggarwal K, Fleischmann KE, Piwnicka-Worms D, Kikinis R, et al. Aortic flow velocity patterns in chronic aortic regurgitation: implications for Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1996;9:675-83. <http://doi.org/cp3thf>