

## Artículo original

## Remodelado inverso de aurícula izquierda en pacientes con estenosis de válvula mitral tras valvuloplastia percutánea: estudio ecocardiográfico bidimensional y tridimensional

Marcelo L. Campos Vieira<sup>a,b,\*</sup>, Murilo C. Silva<sup>a</sup>, Camila R. Wagner<sup>a</sup>, Luis A. Dallan<sup>a</sup>, Luis J. Kajita<sup>a</sup>, Wercules A. Oliveira<sup>a,b</sup>, Nelson Samesina<sup>a</sup>, Viviane T. Hotta<sup>a</sup>, Wilson Mathias Jr<sup>a</sup>, Guilherme Spina<sup>a</sup>, Luis Cardoso<sup>a</sup>, Carlos A. Pastore<sup>a</sup>, Flávio Tarasoutchi<sup>a,b</sup> y Max Grinberg<sup>a</sup>

<sup>a</sup>InCor (Heart Institute), São Paulo University Medical School, São Paulo, Brasil

<sup>b</sup>Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, Brasil

## Historia del artículo:

Recibido el 23 de marzo de 2012

Aceptado el 17 de mayo de 2012

On-line el 9 de agosto de 2012

## Palabras clave:

Estenosis de válvula mitral  
Ecocardiografía tridimensional  
Valvuloplastia percutánea

## RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La aurícula izquierda tiene importancia clínica en pacientes con estenosis de la válvula mitral. El objetivo de este estudio es analizar los efectos de la valvuloplastia percutánea con balón en los volúmenes auriculares izquierdos y la fracción de vaciado auricular izquierdo en pacientes con estenosis de válvula mitral sintomática, mediante el empleo de ecocardiografía transtorácica bidimensional y tridimensional en tiempo real.

**Métodos:** Se llevó a cabo un estudio prospectivo de 28 pacientes consecutivos, 24 de ellos mujeres (85,6%), de 22-72 (media, 39 ± 11,5) años de edad, con estenosis de válvula mitral sintomática a los que se practicó una valvuloplastia percutánea con balón entre marzo de 2009 y mayo de 2011. Se realizaron exploraciones de ecocardiografía transtorácica bidimensional y tridimensional y transeofágica (fibrilación auricular) y una medición invasiva del área de válvula mitral. Se efectuó un análisis ecocardiográfico antes de la valvuloplastia percutánea con balón y a las 72 h y los 12 meses de realizada. Se analizaron los siguientes parámetros: a) área de válvula mitral (planimetría bidimensional, semitiempo de presión, ecocardiografía tridimensional, medición invasiva de parámetros hemodinámicos); b) volúmenes indexados máximo y mínimo de la aurícula izquierda, y c) fracción de vaciado auricular izquierdo.

**Resultados:** Los parámetros tridimensionales de los pacientes con estenosis de válvula mitral antes y 72 h y 12 meses después de la valvuloplastia con balón percutánea fueron los siguientes: a) área de válvula mitral,  $0,9 \pm 0,1 \text{ cm}^2$ ,  $1,8 \pm 0,2 \text{ cm}^2$  ( $p < 0,001$ ) y  $1,7 \pm 0,2 \text{ cm}^2$  ( $p < 0,001$ ); b) volúmenes máximos de la aurícula izquierda,  $49,9 \pm 12$ ;  $42 \pm 11,4$  ( $p < 0,001$ ) y  $40,3 \pm 10,2 \text{ ml/m}^2$  ( $p < 0,001$ ), y c) fracción de vaciado auricular izquierdo,  $30,1 \pm 9,4\%$ ;  $40,6 \pm 7,4\%$  ( $p < 0,001$ ) y  $44,1 \pm 8\%$  ( $p < 0,001$ ) respectivamente.

**Conclusiones:** En los pacientes con estenosis de válvula mitral sintomática tratados con valvuloplastia percutánea con balón, el análisis mediante ecocardiografía bidimensional y tridimensional mostró una mejora del remodelado inverso de la aurícula izquierda y de la fracción de vaciado auricular izquierdo a las 72 h y a los 12 meses de la intervención.

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

### Left Atrium Reverse Remodeling in Patients With Mitral Valve Stenosis After Percutaneous Valvuloplasty: A 2- and 3-Dimensional Echocardiographic Study

## ABSTRACT

**Introduction and objectives:** The left atrium is clinically relevant in patients with mitral valve stenosis. The objective of this study was to analyze the effects of percutaneous balloon valvuloplasty on left atrium volumes and the left atrium emptying fraction in symptomatic mitral valve stenosis patients using 2-dimensional and real-time 3-dimensional transthoracic echocardiography.

**Methods:** We carried out a prospective study of 28 consecutive symptomatic mitral valve stenosis patients, aged 22-72 (39 [11.5]) years, 24/28 (85.6%) women, who underwent to percutaneous balloon valvuloplasty between March 2009 and May 2011. Patients underwent to 2- and 3-dimensional transthoracic and transesophageal echocardiography (atrial fibrillation) and invasive mitral valve area measurement. Echocardiographic analysis was performed before, 72 h after and 12 months after percutaneous balloon valvuloplasty. The following parameters were analyzed: a) mitral valve area (2-dimensional planimetry, pressure half-time, 3-dimensional echocardiography, invasive hemodynamic measurement); b) indexed left atrium maximum and indexed minimum volumes, and c) left atrium emptying fraction.

## VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2012.07.020>, Rev Esp Cardiol. 2013;66:1-4.

\* Autor para correspondencia: Rua Nova York 970, 04560002 São Paulo, SP, Brasil.

Correo electrónico: [m Luiz766@terra.com.br](mailto:m Luiz766@terra.com.br) (M.L.C. Vieira).

**Results:** The 3-dimensional parameters of the mitral valve stenosis patients before and 72 h and 12 months after percutaneous balloon valvuloplasty were as follows: a) mitral valve area: 0.9 (0.1) cm<sup>2</sup>; 1.8 (0.2) cm<sup>2</sup> ( $P < .001$ ); 1.7 (0.2) cm<sup>2</sup> ( $P < .001$ ); b) left atrium maximum volumes: 49.9 (12) mL/m<sup>2</sup>; 42 (11.4) mL/m<sup>2</sup> ( $P < .001$ ); 40.3 (10.2) mL/m<sup>2</sup> ( $P < .001$ ), and c) left atrium emptying fraction: 30.1 (9.4%); 40.6 (7.4%) ( $P < .001$ ); 44.1 (8%) ( $P < .001$ ), respectively.

**Conclusions:** In symptomatic mitral valve stenosis patients who underwent percutaneous balloon valvuloplasty analysis by 2- and 3-dimensional echocardiography, improvements in left atrium reverse remodeling and left atrium emptying fraction were observed 72 h and 12 months after the procedure.

Full English text available from: [www.revespcardiol.org/en](http://www.revespcardiol.org/en)

© 2012 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Abreviaturas

AI: aurícula izquierda  
 E3DTR: ecocardiografía transtorácica tridimensional en tiempo real  
 EVM: estenosis de válvula mitral  
 FA: fibrilación auricular  
 FVAI: fracción de vaciado auricular izquierdo  
 VPB: valvuloplastia percutánea con balón

## INTRODUCCIÓN

La estenosis de válvula mitral (EVM) sigue siendo una causa importante de cardiopatía en los países con economías de crecimiento rápido<sup>1</sup> y constituye hasta un 40% del total de valvulopatías en las regiones del mundo menos desarrolladas<sup>2</sup>. Durante el seguimiento suele producirse un agrandamiento de la aurícula izquierda (AI) que se asocia a unas tasas altas de eventos cerebrovasculares y mayor mortalidad<sup>3</sup>, tal como ha mostrado el estudio de Framingham<sup>4</sup>.

A diferencia de la ecocardiografía bidimensional (2D), el examen de la AI mediante ecocardiografía tridimensional (3D) permite utilizar un análisis multiangular, multiplano, rotacional y en tiempo real, sin el empleo de extrapolaciones matemáticas ni factores de corrección<sup>5-10</sup>. En estudios previos se ha descrito el uso de la ecocardiografía transtorácica 3D en tiempo real (E3DTR) en el análisis de la AI en diferentes escenarios clínicos<sup>5-10</sup>. Esta técnica utiliza un transductor de matriz de haz limitado, con cierto número de elementos activados de manera no simultánea para generar un volumen piramidal de 60 × 60°, que se obtiene a partir de un complejo de 2-4 latidos cardiacos. Sin embargo, no disponemos de información sobre el análisis de la E3DTR de la AI en pacientes con EVM a los que se practica una valvuloplastia percutánea con balón (VPB).

Para investigar el posible uso del análisis de la AI mediante E3DTR en el manejo de los pacientes con EVM, en este estudio se evaluaron los cambios y el remodelado inverso de la AI en pacientes con EVM tratados con una VBP, mediante el empleo de ecocardiografía 2D y 3D realizadas a las 72 h y a los 12 meses de la intervención.

El objetivo del estudio es utilizar la ecocardiografía 2D y 3D para evaluar los efectos de la VPB en pacientes con EVM en lo relativo a los cambios de los volúmenes de la AI, así como de la fracción de vaciado auricular izquierdo (FVAI).

## MÉTODOS

### Pacientes

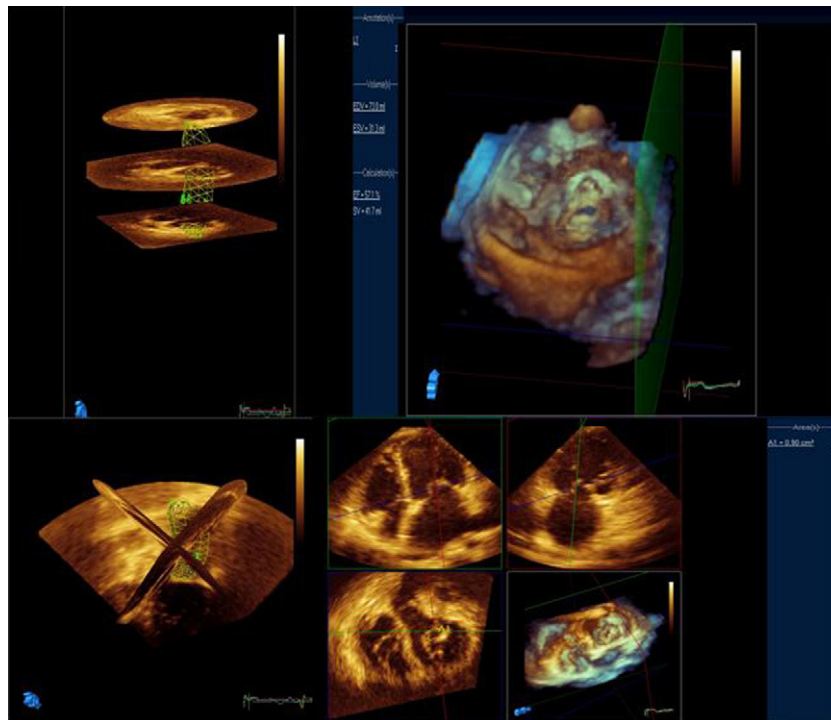
Entre marzo de 2009 y mayo de 2011, se llevó a cabo un estudio prospectivo en 38 pacientes con EVM sintomática (clase funcional

III-IV de la *New York Heart Association* [NYHA]) consecutivos, a los que se había recomendado clínicamente un tratamiento percutáneo y se había tratado con una VPB de la válvula mitral en el Instituto del Corazón (InCor), Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil. Los criterios de inclusión para el estudio se basaron en las indicaciones clínicas para el tratamiento percutáneo de la EVM. Veinticuatro horas antes de la intervención de VPB, se evaluaba clínicamente a los pacientes mediante una ecocardiografía transtorácica 2D y una exploración transesofágica 2D (a los pacientes con fibrilación auricular [FA]) y mediante E3DTR. Se excluyó a 10 pacientes de la población inicial a causa de los siguientes factores: área de válvula mitral discreta (área de válvula mitral > 1,5 cm<sup>2</sup>) determinada durante la intervención (2 pacientes); taponamiento cardiaco aparecido durante la intervención (2 pacientes); insuficiencia aórtica sustancial con indicación de corrección quirúrgica (1 paciente); puntuación ecocardiográfica de Wilkins > 12 (1 paciente), y visualización de un trombo en la orejuela izquierda durante la exploración transesofágica (1 paciente). Por último, se excluyó a 3 pacientes porque la VPB no tuvo éxito. Así pues, formaron la población clínica final del estudio 28 pacientes de 22-72 (media, 39 ± 11,5) años de edad, de los que 24 (85,6%) eran mujeres; 22 (78,5%) de los 28 pacientes estaban en ritmo sinusal y 6 (21,4%) presentaban FA. Las indicaciones para el empleo de la VPB mitral se basaron en criterios publicados con anterioridad<sup>11,12</sup>. El comité de ética del centro aprobó el protocolo de investigación. Se obtuvo el consentimiento informado de los pacientes.

### Ecocardiografía

A los pacientes con EVM, se llevó a cabo un examen de ecocardiografía 2D y Doppler completo previo a VPB, según lo establecido en las guías de la *American Society of Echocardiography*<sup>13</sup>, seguido de una exploración de E3DTR por dos evaluadores independientes (figs. 1 y 2). A los pacientes con EVM, se realizó un análisis ecocardiográfico en tres ocasiones diferentes: antes de la VPB, 72 h después de la intervención y a los 12 meses. En los pacientes con EVM que presentaban una FA antes de la VPB, se realizó también una exploración transesofágica 2D. Se determinaron los siguientes parámetros en la ecocardiografía 2D y Doppler: diámetro anteroposterior de la AI; volumen máximo de la AI indexado (método biplanar modificado de Simpson); volumen mínimo indexado; fracción de vaciado, la diferencia entre el volumen máximo indexado y el volumen mínimo indexado dividida por el volumen máximo indexado; volumen diastólico ventricular izquierdo; volumen sistólico ventricular izquierdo; fracción de eyección ventricular izquierda (regla de Simpson); área de válvula mitral (planimetría); área de válvula mitral (hemitiempo de presión); gradiente transvalvular mitral (máximo); gradiente transvalvular mitral (medio), y presión arterial pulmonar sistólica.

Se calcularon los siguientes parámetros de la AI en la E3DTR: volumen máximo indexado, volumen mínimo indexado, fracción de vaciado y volumen de la AI indexado antes de la contracción



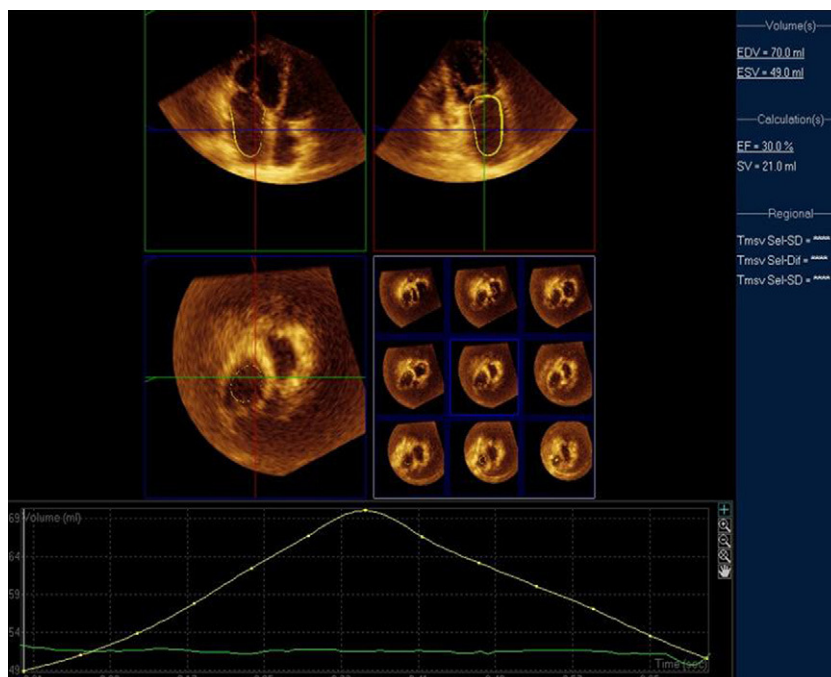
**Figura 1.** Planos ecocardiográficos tridimensionales espaciales para el análisis de la aurícula izquierda y el área de la válvula mitral.

auricular (pacientes en ritmo sinusal), según un método descrito con anterioridad<sup>14</sup>.

Cada parámetro ecocardiográfico 2D y 3D se analizó tres veces en los pacientes en ritmo sinusal y 10 veces en los pacientes en FA; se utilizaron los valores medios. Para las determinaciones realizadas *offline*, se utilizó un aparato comercial (IE33, Philips Medical Systems; Andover, Massachusetts, Estados Unidos) con un

programa informático volumétrico específico para almacenamiento digital (QLab-Philips versión 6.0).

Se consideró que se había producido un remodelado inverso de la AI tras la VPB cuando el volumen de la AI indexado máximo se había reducido > 15%, según lo descrito anteriormente para el análisis de la AI tras una reparación quirúrgica de la válvula mitral<sup>15</sup>.



**Figura 2.** Volúmenes ecocardiográficos tridimensionales máximo (70 ml) y mínimo (49 ml) de la aurícula izquierda y su fracción de vaciado (30%) en un paciente con estenosis de válvula mitral.

**Tabla 1**

Datos demográficos y clínicos de los pacientes con estenosis de válvula mitral

	EVM
Edad (años)	39 ± 11,5
Sexo femenino	24 (85,6)
Superficie corporal (m <sup>2</sup> )	1,73 ± 0,15
FC (lpm)	75 ± 9
Ritmo sinusal	25 (81)
FA	6 (19)
PAS (mmHg)	105 ± 10
PAD (mmHg)	64 ± 5
CF NYHA II	17 (54,8)
CF NYHA III	14 (45,2)
<b>Medicación</b>	
Bloqueadores beta	26 (84)
Diuréticos	24 (77)
Digoxina	5 (16)
IECA	5 (16)
Antagonistas del calcio	3 (9,6)
Warfarina	3 (9,6)
Penicilina benzatina	6 (19,3)

CF NYHA: clase funcional de la *New York Heart Association*; EVM: estenosis de válvula mitral; FA: fibrilación auricular; FC: frecuencia cardiaca; IECA: inhibidores de la enzima de conversión de la angiotensina; PAD: presión arterial diastólica; PAS: presión arterial sistólica.

Los valores se presentan en forma de media ± desviación estándar o n (%).

### Valvuloplastia percutánea con balón

A los pacientes con EVM se les practicó una VPB, realizado por dos de los investigadores. Se calculó el área de válvula mitral con la ecuación de Gorlin. La dilatación de la válvula mitral con balón se realizó mediante técnica de dilatación con un solo balón. Las mediciones hemodinámicas invasivas realizadas fueron: a) área de válvula mitral, y b) gradiente AI/ventrículo izquierdo.

**Tabla 2**

Datos de ecocardiografía bidimensional y Doppler de pacientes con estenosis de válvula mitral antes de la valvuloplastia percutánea con balón y a las 72 h y a los 12 meses de esta

	EVM pre-VPB	EVM 72 h VPB	EVM 12 meses VPB	p
DAPAI (mm)	49,1 ± 4,6	45,9 ± 5,1	43,2 ± 3,9	< 0,01
VTVDI (ml)	99,1 ± 18,1	100,2 ± 17,1	98,9 ± 19,1	ns
VTSVI (ml)	32,8 ± 8,1	32,9 ± 7,9	33,1 ± 7,7	ns
FEVI (%) (Simpson)	63,1 ± 4,5	63,4 ± 4,2	62,9 ± 3,9	ns
VIMAXAI (ml/m <sup>2</sup> )	59,3 ± 14,1	49,8 ± 12,6 <sup>a</sup>	46,5 ± 12,1 <sup>b</sup>	< 0,001
VIMINAI (ml/m <sup>2</sup> )	33,6 ± 8,1	28 ± 6,9	26 ± 6,4	< 0,001
FVAI (%)	31,8 ± 10,4	43 ± 6,1	47 ± 6	< 0,05
Puntuación de Wilkins	7,6 ± 0,9	—	—	—
AVM plan (cm <sup>2</sup> )	1,05 ± 0,2	1,95 ± 0,3	1,9 ± 0,4	< 0,001
AVM STP (cm <sup>2</sup> )	1,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,3	< 0,001
Gradiente máximo AI-VI (mmHg)	20,1 ± 6,5	12,9 ± 4,7	12,7 ± 4,5	< 0,001
Gradiente medio AI-VI (mmHg)	8,7 ± 3,9	4,8 ± 1,9	4,7 ± 1,8	< 0,001
PAPS (mmHg)	39,8 ± 9,8	28,8 ± 6,5	27,3 ± 5,7	—

AI: aurícula izquierda; AVM plan: área de válvula mitral medida con planimetría; AVM STP: área de válvula mitral medida con el método de hemitiempo de presión; DAPAI: diámetro anteroposterior auricular izquierdo; EVM: estenosis de válvula mitral; FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda; FVAI: fracción de vaciado auricular izquierdo; ns: no significativo; PAPS: presión arterial pulmonar sistólica; pre-VPB: previo a la valvuloplastia percutánea con balón; VI: ventrículo izquierdo; VIMAXAI: volumen indexado máximo de la aurícula izquierda; VIMINAI: volumen indexado mínimo de la aurícula izquierda; VPB: valvuloplastia percutánea con balón; VTVDI: volumen telediastólico ventricular izquierdo; VTSVI: volumen telesistólico ventricular izquierdo.

Los valores se presentan en forma de media ± desviación estándar, análisis de la varianza.

<sup>a</sup> Δ%:16%; p < 0,01.

<sup>b</sup> Δ%:21,5%; p < 0,01.

### Análisis estadístico

Las variables continuas se describen mediante medias ± desviación estándar, p < 0,05. Se utilizó el método de correlación de Pearson (r) (intervalo de confianza del 95% [IC95%]) para el análisis de correlación. Se empleó un análisis de la varianza para comparar los volúmenes y las FVAI de los pacientes con EVM antes de la VPB y a las 72 h y a los 12 meses de esta. Se aplicó la prueba de Bonferroni para el análisis *post-hoc*. Para las comparaciones de los métodos entre sí, se utilizó la prueba de Bland y Altman. Se determinaron los coeficientes de concordancia intraobservador e interobservadores para los volúmenes y FVAI de la E3DTR en 18 pacientes con EVM. Los datos se procesaron con un programa informático específico (MedCalc.; Mariakerke, Bélgica).

### RESULTADOS

#### Datos clínicos

Los datos demográficos de los pacientes con EVM se presentan en la *tabla 1*. En el grupo de EVM, 6 pacientes presentaban FA antes de la VPB y 3 estaban en FA 72 h después y 12 meses después de la VPB. Los pacientes con EVM estaban tomando la medicación apropiada antes de la VPB.

#### Ecocardiografía bidimensional y Doppler

Los datos derivados de la ecocardiografía 2D y Doppler en 28 pacientes (se excluyó a 3 pacientes porque la VPB no tuvo éxito) se presentan en la *tabla 2*. Se observó una disminución del diámetro anteroposterior de la AI a los 12 meses de la VPB; se produjeron disminuciones progresivas de los volúmenes indexados máximo y mínimo de la AI y un aumento progresivo de la FVAI a las 72 h y a los 12 meses de la VPB. El volumen indexado máximo de la AI se redujo a las 72 h (Δ 16%) y a los 12 meses (Δ 21,5%, en comparación con el valor previo a la VPB). En total, 26 pacientes (92,8%) presentaron remodelado inverso de la AI por 2D a las 72 h

**Tabla 3**

Datos de ecocardiografía tridimensional de pacientes con estenosis de válvula mitral antes de la valvuloplastia percutánea con balón y a las 72 h y a los 12 meses de esta

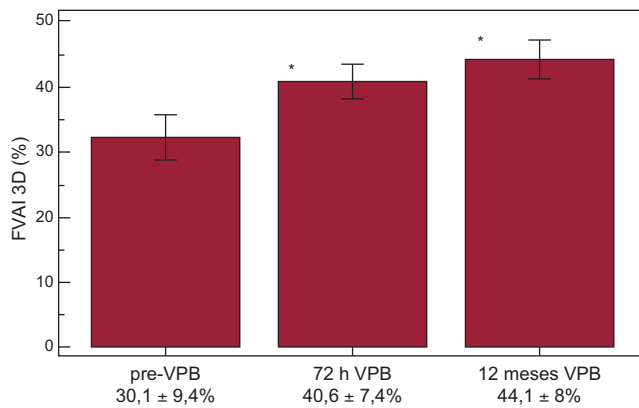
	EVM pre-VPB	EVM 72 h VPB	EVM 12 meses VPB	p
VTDVI (ml)	87,7 ± 13,2	89,3 ± 14,7	87,3 ± 12,7	ns
VTSVI (ml)	31,9 ± 4,4	30,6 ± 3,9	31,6 ± 3,6	ns
FEVI (%)	59,1 ± 3,5	58,4 ± 4,2	59,9 ± 3,3	ns
VIMAXAI (ml/m <sup>2</sup> )	49,9 ± 12	42 ± 11,4 <sup>a</sup>	40,3 ± 10,2 <sup>b</sup>	< 0,001
VIMINAI (ml/m <sup>2</sup> )	31,6 ± 8	25 ± 6,4	22,3 ± 6	< 0,001
VIPCAI	35 ± 9	28 ± 7	26 ± 5	< 0,001
FVAI (%)	30,1 ± 9,4	40,6 ± 7,4	44,1 ± 8	< 0,001
AVM (cm <sup>2</sup> )	0,9 ± 0,1	1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,2	< 0,001

AVM: área de válvula mitral; EVM: pacientes con estenosis de válvula mitral; FEVI: fracción de eyección ventricular izquierda; FVAI: fracción de vaciado auricular izquierdo; ns: no significativo; pre-VPB: previo a la valvuloplastia percutánea con balón; VIMAXAI: volumen indexado máximo de la aurícula izquierda; VIMINAI: volumen indexado mínimo de la aurícula izquierda; VIPCAI: volumen indexado de la aurícula izquierda antes de la contracción auricular; VPB: valvuloplastia percutánea con balón; VTDVI: volumen telediastólico ventricular izquierdo; VTSVI: volumen telesistólico ventricular izquierdo.

Los valores se presentan en forma de media ± desviación estándar, análisis de la varianza.

<sup>a</sup> Δ%:15,8%; p < 0,01.

<sup>b</sup> Δ%:19,2%; p < 0,01.



**Figura 3.** Evolución temporal ecocardiográfica tridimensional de la fracción de vaciado auricular izquierdo (72 h y 12 meses) en pacientes con estenosis de válvula mitral a los que se practica una valvuloplastia con balón percutánea. FVAI 3D: fracción de vaciado auricular izquierdo tridimensional; pre-VPB: previo a la valvuloplastia percutánea con balón; VPB: valvuloplastia con balón percutánea.

\*p < 0,05, análisis de la varianza.

de la intervención. En los pacientes con EVM que presentaban FA, el volumen indexado máximo de la AI por 2D fue de 69,2 ± 7,1 ml/m<sup>2</sup>, y la FVAI fue del 27,4 ± 5,2%.

### Ecocardiografía tridimensional en tiempo real

Los datos derivados de la E3DTR se presentan en la tabla 3. De los 28 pacientes (se excluyó a 3 pacientes porque la VPB no tuvo éxito) incluidos en el estudio se obtuvieron imágenes de alta calidad de la AI con la E3DTR. De manera similar a lo observado en el análisis 2D, los volúmenes indexados máximo y mínimo mostraron reducciones progresivas a lo largo del tiempo. La

disminución de los volúmenes indexados 3D máximos de la AI fue del 15,8% (p < 0,001 en comparación con el valor previo a la VPB) a las 72 h y del 19,2% a los 12 meses (p < 0,0001 en comparación con el valor previo a la VPB). En total, 26 pacientes (92,8%) presentaron remodelado inverso de la AI por 3D a las 72 h de la intervención. Hubo también un aumento de la FVAI por 3D a lo largo del tiempo (fig. 3). En el subgrupo de pacientes con EVM que presentaban FA, el volumen indexado máximo de la AI por 3D fue de 58,5 ± 5,3 ml/m<sup>2</sup>, y la FVAI por 3D fue del 28,1 ± 4,1%.

En el grupo en ritmo sinusal, los volúmenes máximo y mínimo 2D y 3D fueron superiores a los del grupo de FA (volumen indexado máximo 3D, 47,8 ± 2,8 ml/m<sup>2</sup>; volumen indexado mínimo 3D, 29,5 ± 1,4 ml/m<sup>2</sup>; volumen indexado máximo 2D, 46,3 ± 2,1 ml/m<sup>2</sup> y volumen indexado mínimo 2D, 28,2 ± 1,1 ml/m<sup>2</sup>).

Los coeficientes de concordancia intraobservador (volúmenes indexados máximo y mínimo de la AI y FVAI por 3D) fueron del 4,5, el 4,2 y el 5,1%. Los coeficientes de concordancia interobservadores (volúmenes de la AI indexados máximo y mínimo y FVAI por 3D) fueron del 8,5, el 6,7 y el 6,3%.

### Mediciones hemodinámicas invasivas

Los resultados de las mediciones hemodinámicas invasivas se muestran en la tabla 4. Se consideró que la VPB había tenido éxito en 28/31 (90,3%) pacientes con EVM. En los 3 casos en que se consideró que no había tenido éxito, el AVM post-VPB fue de 0,85 cm en 1 paciente, y hubo una insuficiencia significativa de la válvula mitral en 2. No se produjo ninguna muerte durante la intervención.

Las correlaciones entre la ecocardiografía 2D, la E3DTR y las mediciones invasivas se presentan en la tabla 5. Se observó una mejor correlación para la ecocardiografía 2D que para la E3DTR (pre-VPB y post-VPB).

**Tabla 4**

Mediciones hemodinámicas invasivas en pacientes con estenosis de válvula mitral antes y después de la valvuloplastia percutánea con balón

	GC (l/min)	FC (lpm)	Gradiente AI-VI (mmHg)	AVM Gorlin (cm <sup>2</sup> )
Pre-VPB	4,4 ± 0,9	75 ± 5	15,1 ± 4,8	0,8 ± 0,1
Post-VPB	4,6 ± 0,9	80 ± 7	3,9 ± 1,5 <sup>*</sup>	1,7 ± 0,5 <sup>*</sup>

AI: aurícula izquierda; AVM Gorlin: área de válvula mitral medida con la ecuación de Gorlin; FC: frecuencia cardiaca; GC: gasto cardiaco; pre-VPB: previo a la valvuloplastia percutánea con balón; post-VPB: posterior a la valvuloplastia percutánea con balón; VI: ventrículo izquierdo.

Los valores se presentan en forma de media ± desviación estándar; p = diferencias no significativas posterior a la valvuloplastia percutánea con balón (gasto cardiaco, frecuencia cardiaca); prueba de la t de Student.

\* p < 0,05, prueba de la t de Student.

**Tabla 5**

Coefficientes de correlación de Pearson para la relación de las medidas ecocardiográficas con las medidas hemodinámicas invasivas en pacientes con estenosis de válvula mitral antes de la valvuloplastia con balón percutánea y a las 72 h de esta por ecografía

	AVM 2D plan (cm <sup>2</sup> )	AVM STP (cm <sup>2</sup> )	AVM 3D (cm <sup>2</sup> )	AVM Gorlin (cm <sup>2</sup> )
AVM 2D plan (cm <sup>2</sup> )	—	0,85/0,80	0,86/80	0,69/0,64
AVM STP (cm <sup>2</sup> )	0,85/0,80	—	0,83/0,77	0,63/0,61
AVM 3D (cm <sup>2</sup> )	0,86/80	0,83/0,77	—	0,78/0,70
AVM Gorlin (cm <sup>2</sup> )	0,69/0,64	0,63/0,61	0,78/0,70	—

AVM 2D plan: área de válvula mitral medida con planimetría bidimensional; AVM 3D: área de válvula mitral medida con ecocardiografía tridimensional; AVM Gorlin: área de válvula mitral medida con la ecuación de Gorlin; AVM STP: área de válvula mitral medida con el método de hemitiempo de presión.

**Tabla 6**

Coefficientes de correlación de Pearson relativos a los volúmenes y las fracciones de vaciado auricular izquierdo bidimensionales y tridimensionales en pacientes con estenosis de válvula mitral antes de la valvuloplastia percutánea con balón y a las 72 h y a los 12 meses después de esta

	VIMAXAI 3D (ml/m <sup>2</sup> )	VIMINAI 3D (ml/m <sup>2</sup> )	FVAI 3D
VIMAXAI 2D (ml/m <sup>2</sup> )	0,96 (pre-VPB)	—	—
	0,90 (72 h)		
	0,84 (12 meses)		
VIMINAI 2D (ml/m <sup>2</sup> )	—	0,77 (pre-VPB)	—
		0,92 (72 h)	
		0,91 (12 meses)	
FVAI 2D	—	—	0,71 (pre-VPB)
			0,62 (72 h)
			0,60 (12 meses)

FVAI 2D: fracción de vaciado bidimensional auricular izquierdo; FVAI 3D: fracción de vaciado tridimensional auricular izquierdo; pre-VPB: previo a la valvuloplastia percutánea con balón; VIMAXAI 2D: volumen indexado máximo tridimensional de la aurícula izquierda; VIMAXAI 3D: volumen indexado máximo tridimensional de la aurícula izquierda; VIMINAI 2D: volumen indexado mínimo bidimensional de la aurícula izquierda; VIMINAI 3D: volumen indexado mínimo tridimensional de la aurícula izquierda.

### Correlaciones de la ecocardiografía transtorácica bidimensional y tridimensional en tiempo real

En la tabla 6 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson (*r*) que indican la relación entre los valores obtenidos para los volúmenes y las FVAI de los pacientes con EVM mediante ecocardiografía 2D en comparación con la E3DTR.

### DISCUSIÓN

El principal resultado de este estudio es que la VPB se correlaciona con disminuciones progresivas con el tiempo (12 meses después de la VPB) y agudas (72 h después de la VPB) en los volúmenes de la AI indexados máximo y mínimo. Estos resultados se observaron tanto en la ecocardiografía 2D como en la E3DTR e indican la existencia de remodelado inverso de la AI tanto agudo como progresivo. El principal efecto agudo en la AI fue una disminución de la poscarga de la válvula mitral, que se reflejaba en un aumento del área de la válvula mitral, una disminución de los gradientes medio y máximo de la válvula mitral y una disminución de la presión arterial pulmonar sistólica. Además, se observó una disminución del diámetro anteroposterior de la AI, a pesar de las correlaciones moderadas existentes entre este parámetro y los volúmenes de la AI por 2D y E3DTR (*r* = 0,54 y *r* = 0,53 para los volúmenes pre-VPB por 2D y E3DTR respectivamente).

Después de la VPB, se suele observar reducciones sustanciales de los gradientes transmitrales. En el presente estudio, hubo una disminución sustancial de los gradientes transmitrales (máximo y medio) a las 72 h de la VPB, seguido de una disminución > 15% de los volúmenes de la AI (análisis de ecocardiografía 2D y 3D) y un aumento de la FVAI, lo cual puede corresponder a una relación estrecha entre presión, volumen y función. Además, una

disminución de la presencia de FA a las 72 h de la VPB (3/6 pacientes con FA previa a la VPB) podría corresponder a la relación ya conocida entre anatomía, fisiología y ritmo cardiaco. Estos cambios en la AI se detectaron principalmente a las 72 h de la VPB y no fueron tan intensos en el seguimiento realizado a los 12 meses, lo cual podría explicarse por la reducción sustancial de la poscarga valvular inmediatamente después de la VPB. Este estudio se llevó a cabo en una población pequeña de pacientes con valvulopatía mitral, y la incidencia de FA fue de hasta el 21,4%, lo cual podría considerarse originado por el diagnóstico precoz de la enfermedad valvular.

El remodelado inverso de la AI tiene consecuencias para el pronóstico clínico en diferentes escenarios. Por ejemplo, en un estudio de 337 pacientes con miocardiopatía dilatada<sup>16</sup>, se observó un riesgo de mortalidad y necesidad de trasplante 3,8 veces superior cuando el volumen máximo de la AI fue > 68,5 ml/m<sup>2</sup>. La AI tiene importancia pronóstica en los pacientes con enfermedad de Chagas<sup>17</sup> y en los pacientes que están en ritmo sinusal<sup>18</sup>. En un reciente estudio realizado con ecocardiografía 2D en 33 pacientes con EVM a los que se practicó una VPB, se observaron reducciones volumétricas de la AI inmediatamente después de la intervención y a los 30 días de realizada<sup>19</sup>. El volumen indexado máximo observado en la AI antes de la VPB fue de 56 ± 14 ml/m<sup>2</sup>, con una reducción a 48 ± 12 ml/m<sup>2</sup> inmediatamente después de la VPB (disminución del 14,2%; *p* = 0,0002) y 45 ± 13 ml/m<sup>2</sup> (disminución del 23,2%; *p* < 0,0001) 30 días después de la VPB. En el presente estudio, el volumen indexado máximo en la AI antes de la VPB fue de 59,3 ± 14,1 ml/m<sup>2</sup>, con una reducción a 49,8 ± 14,6 ml/m<sup>2</sup> (disminución del 16%; *p* < 0,001) a las 72 h y a 46,5 ± 12,1 ml/m<sup>2</sup> (disminución del 21,5%; *p* < 0,001) a los 12 meses de la intervención.

En contra de lo esperado y de lo que se había descrito anteriormente para otras poblaciones (voluntarios sanos, pacientes con miocardiopatía dilatada y pacientes con miocardiopatía

hipertrófica)<sup>5</sup>, los volúmenes de la AI por 3D fueron inferiores a los volúmenes de la AI por 2D. Nos preguntamos si esta observación podría ser consecuencia de algún tipo de influencia del ritmo en la población analizada (hasta un 21,4% de los pacientes presentaban FA). Nuestra hipótesis es que otros análisis basados en la E3DTR derivada de un solo latido cardiaco y con una población más amplia podrían generar resultados diferentes.

Otra observación notable de este estudio que es importante señalar es la mejora aguda y progresiva de la FVAI. La FVAI parece ser un índice útil en varias situaciones clínicas<sup>20,21</sup>. En nuestro estudio, la observación de una mejora de la FVAI tanto aguda como progresiva en el tiempo, que podría tener una influencia positiva en el seguimiento futuro de los pacientes con EVM, se identificó también tanto en la ecocardiografía 2D como en la 3D.

Los volúmenes de la AI se miden mediante técnicas de imagen distintas con diversos grados de concordancia. En un reciente estudio en el que se comparó la tomografía computarizada de 64 cortes y la ecocardiografía 2D y E3DTR<sup>22</sup>, se observó una mejor correlación para la tomografía computarizada y la E3DTR ( $r = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ) que para la ecocardiografía 2D y la tomografía computarizada ( $r = 0,86$ ;  $p < 0,001$ ). Las comparaciones de la resonancia magnética con el análisis E3DTR de la AI han mostrado buenos resultados<sup>23</sup>, con bajas variabilidades intraobservador e interobservadores. En el presente estudio, las variabilidades intraobservador e interobservadores de la E3DTR de la AI se consideraron adecuadas. Esto concuerda con lo indicado por observaciones previas<sup>24,25</sup>. Creemos que la E3DTR podría pasar a ser la técnica de elección para el análisis habitual de la AI, teniendo en cuenta su mayor sensibilidad a las modificaciones del volumen<sup>14</sup>.

## Limitaciones

El bajo número de pacientes incluidos en este análisis constituye una limitación para los resultados de este estudio. El empleo de una E3DTR basada en 2-4 latidos cardiacos en vez de en uno solo podría considerarse otra limitación.

## CONCLUSIONES

En pacientes con una EVM sintomática a los que se practicó una VPB y se analizó mediante ecocardiografía 2D y 3D, se observaron mejoras del remodelado inverso de la AI y la FVAI a las 72 h y a los 12 meses de la intervención.

## CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

## BIBLIOGRAFÍA

- Padmavati S. Rheumatic fever and rheumatic heart disease in India at the turn of the century. *Indian Heart J.* 2001;53:35-7.
- Alves ZM, De Castilho SR, Lins MV, Maria A, Diniz Capanema F, Moreira NS, et al. Prevalence of rheumatic fever in children from a public high school in Belo Horizonte. *Arq Bras Cardiol.* 1995;65:331-4.
- Kim BS, Lee HJ, Kim JH, Jang HS, Bae BS, Kang HJ, et al. Relationship between left atrial size and stroke in patients with sinus rhythm and preserved systolic function. *Korean J Intern Med.* 2009;24:24-32.
- Benjamin EJ, D'Agostino RB, Belanger AJ, Wolf PA, Levy D. Left atrial size and the risk of stroke and death. The Framingham Heart Study. *Circulation.* 1995;92:835-41.
- Maddukuri P, Vieira ML, Decastro S, Maron MS, Kuvlin J, Patel A, et al. What is the best approach for the assessment of left atrial size? Comparison of various unidimensional and two-dimensional parameters with three-dimensional echocardiographically determined left atrial volume. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:1026-32.
- Nemes A, Anwar AM, Caliskan K, Soliman OI, Van Dalen BM, Geleijnse ML, et al. Evaluation of left atrial systolic function in noncompaction cardiomyopathy by real-time three-dimensional echocardiography. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2008;24:237-42.
- Saraiva RM, Yamano T, Matsumura Y, Takasaki K, Toyono M, Agler DA, et al. Left atrial function assessed by real-time 3-dimensional echocardiography is related to right ventricular systolic pressure in chronic mitral regurgitation. *Am Heart J.* 2009;158:309-16.
- Delgado V, Vidal B, Sitges M, Tamborero D, Mont L, Berruezo A, et al. Fate of left atrial function as determined by real-time three-dimensional echocardiography study after radiofrequency catheter ablation for the treatment of atrial fibrillation. *Am J Cardiol.* 2008;101:1285-90.
- Marsan NA, Tops LF, Holman ER, Van de Veire NR, Zeppenfeld K, Boersma E, et al. Comparison of left atrial volumes and function by real-time three-dimensional echocardiography in patients having catheter ablation for atrial fibrillation with persistence of sinus rhythm versus recurrent atrial fibrillation three months later. *Am J Cardiol.* 2008;102:847-53.
- Marsan NA, Maffessanti F, Tamborini G, Gripari P, Caiani E, Fusini L, et al. Left atrial reverse remodeling and functional improvement after mitral valve repair in degenerative mitral regurgitation: a real-time 3-dimensional echocardiography study. *Am Heart J.* 2011;161:314-21.
- Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G, et al. Guidelines on the management of valvular heart disease. Task Force on the Management of of Cardiology; ESC Committee for Practice Guidelines. *Eur Heart J.* 2007;28:230-68.
- Vahanian A, Baumgartner H, Bax J, Butchart E, Dion R, Filippatos G, et al. Guía de práctica clínica sobre el tratamiento de las valvulopatías. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:625.e1-50.
- Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. American Society of Echocardiography's Nomenclature and Standards Committee; Task Force on Chamber Quantification; ACC Echocardiography Committee; AHA; European Association of Echocardiography. European Society of Cardiology. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr.* 2006;7:79-108.
- Anwar AM, Soliman OI, Geleijnse ML, Nemes A, Vletter WB, Ten Cate FJ. Assessment of left atrial volume and function by real-time three-dimensional echocardiography. *Int J Cardiol.* 2008;123:155-61.
- Antonini-Canterin F, Beladan CC, Popescu BA, Ghingina C, Popescu AC, Piazza R, et al. Left atrial remodeling early after mitral valve repair for degenerative mitral regurgitation. *Heart.* 2008;94:759-64.
- Rossi A, Cicola M, Zanolla L, Sandrini R, Golia G, Zardini P, et al. Determinants and prognostic value of left atrial volume in patients with dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol.* 2002;40:1425-30.
- Nunes MC, Barbosa MM, Ribeiro AL, Colosimo EA, Rocha MO. Left atrial volume provides independent prognostic value in patients with Chagas cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr.* 2009;22:82-8.
- Tsang TS, Abhayaratna WP, Barnes ME, Miyasaka Y, Gersh BJ, Bailey KR, et al. Prediction of cardiovascular outcomes with left atrial size: is volume superior to area or diameter? *J Am Coll Cardiol.* 2006;47:1018-23.
- Adavane S, Santhosh S, Karthikeyan S, Balachander J, Rajagopal S, Gobu P, et al. Left atrium volume after successful balloon mitral valvuloplasty: an echocardiographic and hemodynamic study. *Echocardiography.* 2011;28:154-60.
- Eshoo S, Ross DL, Thomas L. Impact of mild hypertension on left atrial size and function. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2009;2:93-9.
- Moyssakis I, Papadopoulos DP, Kelepeshis G, Gialafos E, Votteas V, Triposkiadis F, et al. Left atrial systolic reserve in idiopathic vs. ischaemic-dilated cardiomyopathy. *Eur J Clin Invest.* 2005;35:355-61.
- Miyasaka Y, Tsujimoto S, Maeba H, Yuasa F, Takehana K, Dote K, et al. Left atrial volume by real-time three-dimensional echocardiography: validation by 64-slice multidetector computed tomography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24:680-6.
- Keller AM, Gopal AS, King DL. Left and right atrial volume by freehand three-dimensional echocardiography: in vivo validation using magnetic resonance imaging. *Eur J Echocardiogr.* 2000;1:55-65.
- De Agustín JA, Nanda NC, Gill EA, De Isla LP, Zamorano JL. The use of three-dimensional echocardiography for the evaluation of and treatment of mitral stenosis. *Cardiol Clin.* 2007;25:311-8.
- Pérez de Isla L, Casanova C, Almería C, Rodrigo JL, Cordeiro P, Mataix L, et al. Which method should be the reference method to evaluate the severity of rheumatic mitral stenosis? Gorlin's method versus 3D-echo. *Eur J Echocardiogr.* 2007;8:470-3.