

# Archivos de Cardiología de México

Volumen 75  
Volume

Número 2  
Number

Abril-Junio 2005  
April-June

*Artículo:*

Utilidad de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real en la valoración de la estenosis mitral reumática

Derechos reservados, Copyright © 2005  
Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez

Otras secciones de este sitio:

- ☞ Índice de este número
- ☞ Más revistas
- ☞ Búsqueda

*Others sections in this web site:*

- ☞ *Contents of this number*
- ☞ *More journals*
- ☞ *Search*



Medigraphic.com

## *Utilidad de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real en la valoración de la estenosis mitral reumática*

Leopoldo Pérez de Isla,\* Daniel R Benítez,\* Viviana Serra,\* Pedro Cordeiro,\* José Luis Zamorano\*

### **Resumen**

Hasta el momento, la valoración de la severidad de la estenosis mitral reumática ha estado basado en métodos Doppler, muy influenciables por las condiciones hemodinámicas del paciente y en métodos de planimetría valvular obtenida a partir de imágenes bidimensionales. La ecocardiografía 3D en tiempo real ha hecho su aparición en la rutina clínica diaria, proporcionando imágenes de alta calidad en tres dimensiones y requiriendo un muy corto período de tiempo para su adquisición. En el presente trabajo tratamos de realizar una puesta al día de la utilidad de esta técnica en la valoración de la severidad de la estenosis mitral reumática. Estos hallazgos están basados en la experiencia de nuestra Unidad de Imagen Cardiovascular del Hospital Clínico San Carlos de Madrid.

### **Summary**

USEFULNESS OF REAL TIME 3D ECHOCARDIOGRAPHY IN ASSESSMENT OF RHEUMATIC MITRAL STENOSIS

To date, the assessment of rheumatic mitral stenosis has been based on Doppler methods, which have a high dependence on the hemodynamic conditions and on the planimetry obtained from 2D echo images. Real Time 3D echocardiography has been implemented in the daily clinical practice. It provides high quality 3D images and the acquisition time is very short. In the present work, we try to show the "state of the art" of Real Time 3D echocardiography in the assessment of rheumatic mitral stenosis. These findings are based on the experience of our "Unidad de Imagen Cardiovascular" at the Hospital Clínico San Carlos de Madrid.

(Arch Cardiol Mex 2005; 75:210-221)

**Palabras clave:** Estenosis mitral reumática-ecocardiografía tridimensional en tiempo real. Valoración de la severidad de la EM reumática.

**Key words:** Mitral stenosis-real time 3D echocardiography. Real time 3D the echocardiography in the assessment of rheumatic mitral stenosis.

### **Introducción y objetivos**

**L**a causa más frecuente de estenosis mitral en el adulto es la cardiopatía reumática. La alteración anatómica está determinada por una combinación de lesiones que afectan a los diferentes componentes del aparato valvular

mitral: fusión y retracción de cuerdas tendinosas con apertura insuficiente, engrosamiento y calcificación de los velos valvulares y fusión a nivel de las comisuras.

La ecocardiografía 2D y las técnicas Doppler han constituido el modo de elección para la evalua-

\* Unidad de Imagen Cardiovascular. Instituto Cardiovascular. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

Correspondencia: José Luis Zamorano. Unidad de Imagen Cardiovascular. Hospital Clínico San Carlos. C/Profesor Martín Lagos s/n. 28040-Madrid. Tel: 91 330 32 90. Fax: 91 330 32 90. E-mail: jlzamorano@vodafone.es

Recibido: 16 de mayo de 2005

Aceptado: 30 de mayo de 2005

Abreviaturas

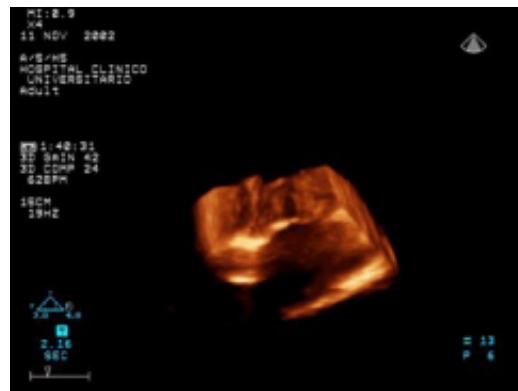
3DTR: Ecocardiografía tridimensional en tiempo real  
CCI: Coeficiente de correlación intraclass  
PISA: Método de la isoconvergencia proximal  
THP: Tiempo de hemipresión  
VMP: Valvuloplastia mitral percutánea



ción diagnóstica, pronóstica y terapéutica de los pacientes con estenosis mitral. La determinación del área mitral mediante la técnica Doppler, es la más ampliamente difundida, y constituye una de las herramientas principales con que contamos a la hora de determinar la severidad de la estenosis mitral. Tanto el tiempo de hemipresión como el flujo de convergencia, han demostrado validez para determinar el área valvular mitral en una válvula estenótica. Sin embargo, existen circunstancias hemodinámicas en las que el método Doppler no constituye una herramienta de precisión para determinar el área mitral. Existe otra alternativa, no influenciable por los cambios hemodinámicos, como lo es la planimetría. No obstante, este método tiene también limitaciones relacionadas con la anatomía tridimensional del aparato valvular que semeja un cono en el cual pueden medirse distintas áreas según la altura del cono.

La ecocardiografía tridimensional podía proveer una completa evaluación del aparato valvular mitral favoreciendo de esta manera la determinación del área por planimetría. Sin embargo, su aplicación clínica estaba limitada por la complejidad del sistema. De hecho, se trata de un método reconstructivo a partir de múltiples imágenes bidimensionales que deben ser cuidadosamente acopladas al electrocardiograma y al ciclo respiratorio. En el mejor de los casos se necesitarían cerca de 20 minutos por imagen para finalizar el proceso, lo que constituyó un obstáculo en el avance de la investigación.

La ecocardiografía 3D en tiempo real (3DTR), es una nueva técnica capaz de adquirir imágenes instantáneas soslayando las limitaciones de los métodos basados en la reconstrucción de imágenes. Desde un punto de vista teórico, la eco 3DTR puede ser una útil herramienta para hacer una valoración anatómica precisa del orificio anatómico de una estenosis mitral reumática. Ello es debido a la posibilidad de realizar una aproximación muy exacta al orificio mínimo verdadero debido a que podemos orientar el plano de corte en cualquier dirección del espacio y, por tanto, elegir el plano de corte que incluye el área valvular más pequeña. Ya que la ecocardiografía 3DTR permite una evaluación diferente y superior del aparato valvular mitral, esta técnica podría aumentar nuestra capacidad de determinar de una forma no invasiva el área del orificio estenótico evaluado mediante planimetría del mismo. Esta utilidad ha sido demostrada em-



**Fig. 1.** Imagen obtenida con ecocardiografía 3DTR. Se muestra una estenosis mitral reumática.

pleando los antiguos métodos de ecocardiografía tridimensional<sup>1-3</sup> pero no con el método actual en tiempo real, con las ventajas que ello supone, ya descritas previamente. Recientemente, hemos demostrado en nuestra unidad la utilidad del eco 3DTR en la valoración de la estenosis mitral reumática<sup>4,5</sup> (*Fig. 1*).

Nuestro objetivo fue valorar la utilidad de la ecocardiografía 3DTR para valorar el área valvular mitral en pacientes con estenosis mitral reumática, comparando la precisión de este método con la de los métodos no invasivos tradicionales y empleando como técnica “gold standard” la medición invasiva del área valvular mediante el método de Gorlin.

## Material y métodos

### Población de estudio

Fueron evaluadas dos poblaciones de pacientes para los diferentes objetivos del estudio: Para determinar la utilidad de la ecocardiografía 3DTR en la cuantificación del área del orificio estenótico de las estenosis mitrales reumáticas fueron reclutados ochenta pacientes consecutivos con el diagnóstico de estenosis mitral reumática. Para determinar la utilidad de la ecocardiografía 3DTR en la cuantificación del área del orificio estenótico de las estenosis mitrales reumáticas, inmediatamente tras la realización de una valvuloplastía mitral con balón (VMP), fueron reclutados veintinueve pacientes consecutivos con el diagnóstico de estenosis mitral reumática. Todos ellos presentaban ausencia de contraindicaciones para la realización de dicha VMP e indicación para la misma y fueron sometidos a ella. Los pacientes procedían de los dos mismos centros citados an-

teriormente. En ambas poblaciones de pacientes, en caso de existir enfermedad polivalvular la lesión predominante siempre fue la estenosis mitral.

### **Información al paciente y sus familiares**

Todos los pacientes fueron informados verbalmente y por escrito de las técnicas a las que iban a ser sometidos y dieron su consentimiento. Así mismo, fueron informados y dieron su consentimiento para que sus datos, de forma anónima, fueran empleados con fines de investigación.

### **Valoración convencional no invasiva**

A todos los pacientes se les realizó un estudio Eco-Doppler completo con un equipo Sonos 7500 con una sonda S3 (Philips, Andoven, Massachusetts). En los pacientes en ritmo sinusal se grabaron tres ciclos y el resultado final fue el promedio de los tres. En pacientes en fibrilación auricular el promedio se realizó con cinco ciclos. Las imágenes fueron analizadas por dos observadores que realizaron las determinaciones independientemente.

Los pacientes que fueron sometidos a VMP fueron sometidos a dos estudios, el primero dentro de las 24 horas previas a la VMP y el segundo dentro de las 24 horas siguientes a la VMP. Los valores empleados en el análisis final, fueron el valor promedio de las medidas de dos observadores independientes.

### **Estudios ecocardiográficos bidimensionales**

Las imágenes bidimensionales de la válvula mitral fueron obtenidas desde una ventana paraesternal y sobre esas imágenes se realizó la planimetría del área del orificio mitral (planimetría 2D).

### **Estudios Doppler**

Se obtuvieron trazados de Doppler continuo espectral del flujo a través de la válvula mitral durante el período diastólico desde un plano apical de cuatro cámaras y se estimó el área valvular mitral empleando el método del tiempo de hemipresión (THP). Los datos necesarios para evaluar el área valvular mitral mediante el método de la isoconvergencia proximal fueron obtenidos desde una ventana apical. Para el grupo de pacientes sometidos a VMP, sólo se evaluó el método del THP.

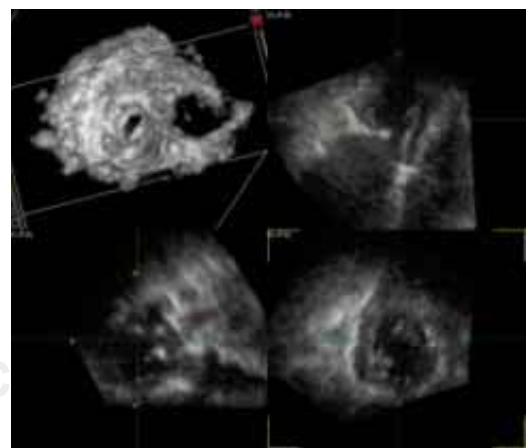
## **Estudios ecocardiográficos tridimensionales en tiempo real**

### *Obtención de imágenes*

El estudio ecocardiográfico 3DTR se realizó inmediatamente después del estudio eco-Doppler convencional. Para ello se empleó un equipo Sonos 7500 con una sonda X4 (Philips, Andoven, Massachusetts). Este sistema obtiene una pirámide tridimensional de datos de 60° x 30°. Desde diferentes ventanas acústicas se grabaron múltiples ciclos cardíacos de la válvula mitral usando el modo zoom. De la misma forma se adquirieron varios ciclos usando el modo “volumen completo”. En los pacientes sometidos a VMP, se recogieron imágenes con el equipo tridimensional antes y después de la VMP.

Cuantificación del área valvular mitral a partir de las imágenes obtenidas mediante ecocardiografía tridimensional en tiempo real.

Las imágenes se grabaron en un disco magneto-óptico o en un compact disk y fueron transferidas para hacer el análisis “off-line” usando el software Tomtec® (4D Cardio-View RT 1.0 Build 983) (Tomtec Imaging Systems, GmbH, Unterschleissheim, Germany). Se realizó la planimetría del orificio mitral empleando el plano de corte ideal de la válvula mitral durante su máxima apertura diastólica (planimetría 3DTR). El plano de corte ideal fue aquel más perpendicular al plano en el que se observó el orificio mitral más pequeño (*Fig. 2*). Los valores empleados en el análisis final, fueron el valor promedio de las medidas de dos observadores independientes.



**Fig. 2.** Imagen de ecocardiografía tridimensional en tiempo real una vez analizada por el sistema Tomtec para medición del área valvular mitral.

### Valoración invasiva del área valvular mitral

La valoración invasiva se realizó siempre dentro de las 24 horas siguientes a la valoración no invasiva. En el caso de los pacientes que fueron sometidos a VMP, ésta se realizó inmediatamente antes de la VMP e inmediatamente después de la misma. Empleando los resultados de las variables obtenidas de forma invasiva mediante cateterismo cardíaco y la fórmula de Gorlin se obtuvo el área valvular mitral. El gasto cardíaco se determinó mediante el método de termodilución empleando un catéter de Swan-Ganz. Los trazados de presión en ventrículo izquierdo y auricular izquierda se grabaron simultáneamente usando un catéter de tipo "pig-tail" de 6 French y un catéter transeptal correctamente colocado. El resultado final se obtuvo de promediar la planimetría del área entre los trazados de presión de la aurícula izquierda y el ventrículo izquierdo, en cinco latidos cardíacos.

### Métodos estadísticos

El programa estadístico empleado para este estudio fue el SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois). Los datos cuantitativos se muestran como media  $\pm$  desviación estándar. Los datos cualitativos se muestran como número absoluto (porcentaje). El acuerdo intermétodo fue evaluado mediante el coeficiente de regresión lineal ( $r$ ), el coeficiente de correlación intraclass (CCI) y el método de Bland-Altman. El motivo de realizar este análisis mediante tres métodos diferentes fue que el coeficiente de regresión lineal, aunque es un método muy conocido, no es una herramienta correcta para valorar el acuerdo intermétodo ya que lo único que valora es el grado de asociación lineal entre dos variables. Este problema es corregido al emplear el método del CCI. El método de Bland-Altman es una excelente forma de representar gráficamente los resultados de la comparación, con la que nos podemos hacer una idea rápida de la situación de dicho análisis.

La variabilidad inter e intraobservador se evaluó mediante el CCI o el índice de Kappa, según fuera uno u otro el apropiado. Se calcularon los intervalos de confianza para el CCI. Se consideró que una comparación era estadísticamente significativa en presencia de un valor de  $p$  inferior a 0.05.

### Resultados

**Los resultados obtenidos en los diferentes apartados del estudio se detallan a continuación.**

Utilidad de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real para valorar el área valvular mitral. Se incluyeron en el estudio de valoración del área valvular mitral un total de 80 pacientes con estenosis mitral reumática, de los cuales 76 eran mujeres (95%). La edad promedio fue de  $50 \pm 13.9$  años. Nueve pacientes tenían insuficiencia mitral grado moderada y 2 tenían insuficiencia aórtica leve-moderada. Ningún paciente presentaba estenosis aórtica ni tricúspide. Respecto al ritmo cardíaco, 46 pacientes estaban en ritmo sinusal, 31 tenían fibrilación auricular y 3 eran portadores de marcapasos.

El mejor método de ecocardiografía 3DTR para obtener imágenes adecuadas para planimetría fue la ecocardiografía 3DTR usando zoom en todos los pacientes excepto en 2 (2.5%), en los cuales la técnica que permitió hacer una planimetría más adecuada fue el "volumen completo". La vista más empleada para realizar dicha planimetría fue la apical (63 pacientes; 79%) seguida de la paraesternal (12 pacientes; 15%). La ecocardiografía 3DTR, como otras modalidades ecocardiográficas, es afectada por la calidad de la ventana acústica. En este estudio ninguno de los pacientes incluidos presentaba mala ventana acústica.

### Comparación de los diferentes métodos no invasivos con el invasivo

El área mitral media determinada por los diferentes métodos fue THP:  $1.4 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ ; planimetría 2D:  $1.4 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ ; PISA  $1.24 \pm 0.39 \text{ cm}^2$ ; planimetría 3DTR:  $1.26 \pm 0.43 \text{ cm}^2$  y por el método de Gorlin:  $1.30 \pm 0.48 \text{ cm}^2$  (Tabla I). La comparación de los diferentes métodos mediante el coeficiente de regresión lineal, el coeficiente de correlación intraclass (Tabla I) y el método de Bland-Altman (Fig. 3), mostró que el área valvular mitral determinada mediante el método de Gorlin tiene mejor correlación con la obtenida por planimetría 3DTR que con la determinada por los otros métodos no invasivos (planimetría 2D, PISA y THP). Asimismo, se valoró el acuerdo entre la valoración, mediante el método de Bland-Altman, realizada con planimetría 3DTR y planimetría 2D, THP y PISA, mostrando resultados aceptables (Fig. 4).

*Tiempo requerido para realizar los estudios tridimensionales*

El tiempo medio total requerido para obtener y analizar las imágenes de los estudios 3DTR (evaluado en 20 pacientes consecutivos) fue de  $23 \pm 7$  minutos. Aunque la presencia o ausencia de fibrilación auricular no tuvo repercusión en el acuerdo entre métodos no invasivos e invasivo, sí que tuvo repercusión en el tiempo consumido en la evaluación ecocardiográfica, de tal manera que en los pacientes en fibrilación auricular el tiempo medio necesario para realizar la evaluación con ecocardiografía 3DTR fue de  $34 \pm 5$  minutos.

**Utilidad de la ecocardiografía tridimensional en tiempo real para valorar el área valvular mitral en el período inmediato post-valvuloplastía percutánea**

Por otra parte, la VMP fue realizada en 29 pacientes. En este grupo de pacientes hubo 27 mujeres (93.1%), y la edad promedio fue de  $48 \pm 11.3$  años. En el examen pre-VMP un paciente presentaba insuficiencia mitral moderada y 2 tenían asociado insuficiencia aórtica leve a moderada. Ningún paciente tenía estenosis aórtica. Tras la VMP, 3 pacientes más presentaron regurgitación mitral moderada. Doce pacientes estaban en ritmo sinusal, 15 en fibrilación auricular y 2 estaban en ritmo de marcapasos. La presión sistólica de la arteria pulmonar promedio fue de  $55 \pm 7$  mm Hg. El diámetro promedio de la aurícula izquierda fue de  $62 \pm 8$  mm. Los diámetros sistólicos y diastólicos del ventrículo izquierdo medidos en modo M desde ventana paraesternal fueron  $53 \pm 5$  y  $34 \pm 8$  mm respectivamente.

La vista más empleada para realizar la planimetría con ecocardiografía 3DTR fue la apical (19 pacientes; 65.5%) seguida de la paraesternal (8

pacientes; 27.6%). La ecocardiografía 3DTR, como otras modalidades ecocardiográficas, es afectada por la calidad de la ventana acústica. En este estudio ninguno de los pacientes incluidos presentaba mala ventana acústica. Veintitrés pacientes presentaban una ventana buena y el resto excelente.

En relación a la VMP, la medida del balón fue seleccionada de acuerdo al índice de masa corporal. La superficie media corporal fue  $1.73 \pm 0.18$ , el índice de superficie de masa corporal  $27.31 \pm 5.06$  y la medida media del balón de Inoue utilizada fue  $28.1 \pm 1.20$ .

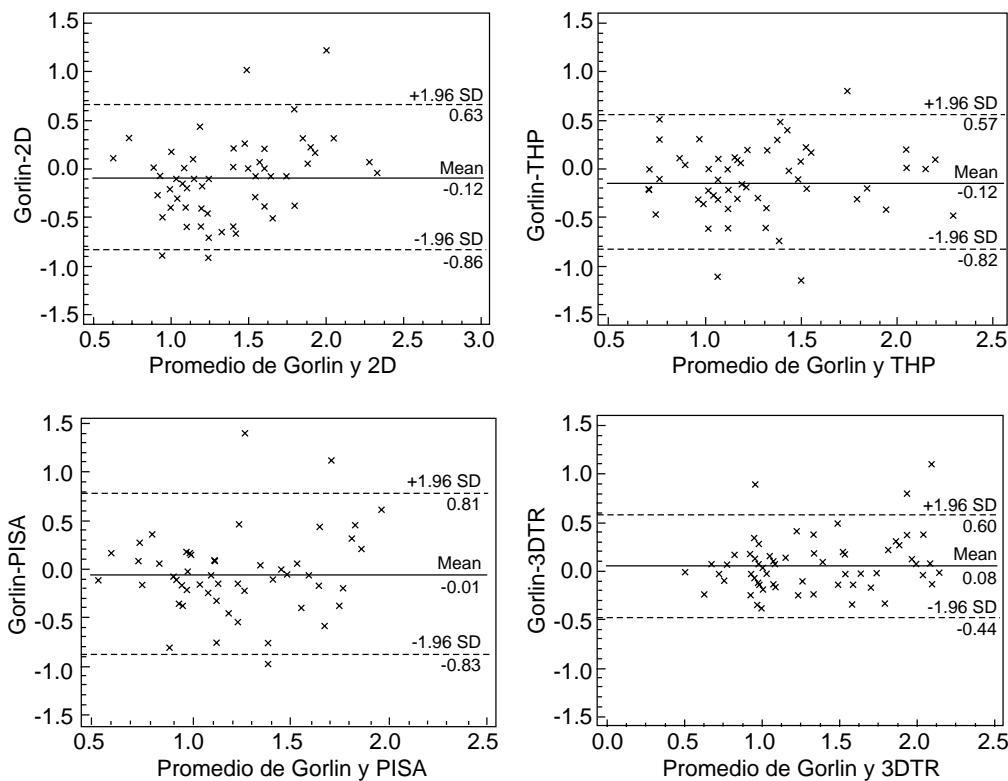
*Comparación de los diferentes métodos no invasivos con el invasivo*

En el grupo de pacientes sometidos a VMP, el área mitral obtenida pre-VMP por los diferentes métodos fue: THP:  $1.1 \pm 0.3 \text{ cm}^2$ , planimetría 2D:  $1.1 \pm 0.2 \text{ cm}^2$ , planimetría 3DTR:  $1 \pm 0.2 \text{ cm}^2$  y método de Gorlin:  $1 \pm 0.2 \text{ cm}^2$ . El AVM determinada por los diferentes métodos en el período post VMP inmediato fue: THP:  $1.7 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ , planimetría 2D:  $1.6 \pm 0.4 \text{ cm}^2$ , planimetría 3DTR:  $1.7 \pm 0.3 \text{ cm}^2$  y mediante el método de Gorlin:  $1.8 \pm 0.4 \text{ cm}^2$  (*Tabla II*).

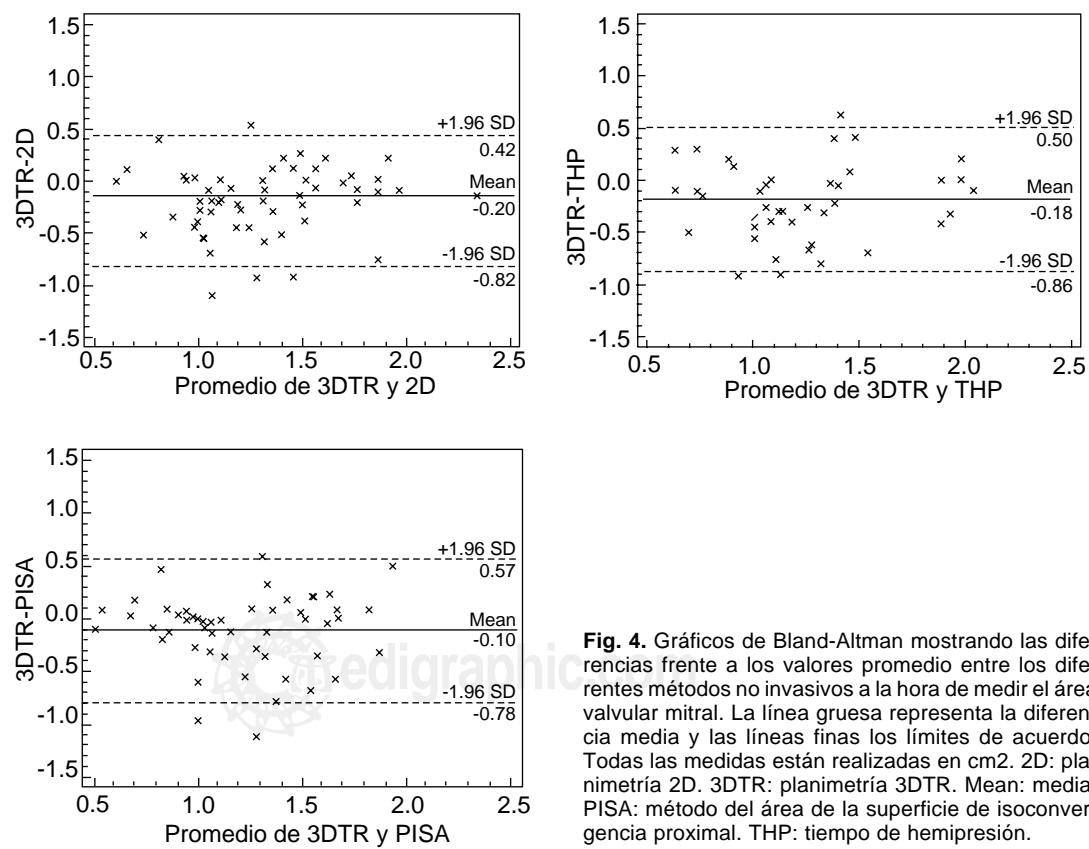
En la evaluación pre VMP, el AVM obtenida de forma invasiva empleando el método de Gorlin presentaba un mejor acuerdo con los resultados de la planimetría 3DTR que con los resultados del THP o la planimetría 2D. Tras la VMP, la mejor precisión de la planimetría 3DTR se mantuvo. De esta forma, empleando como "gold standard" el cálculo del área valvular mitral mediante el método invasivo de Gorlin, la planimetría 3DTR presenta el mejor acuerdo cuando es comparada con los resultados obtenidos mediante planimetría 2D o el método del THP, tanto en el período pre-VMP como inmediatamente después de la misma. Aunque el método del THP presen-

**Tabla I.** Área valvular media estimada por los diferentes métodos, coeficientes de regresión lineal y coeficientes de correlación intraclasa para las comparaciones de cada método no invasivo con los resultados obtenidos con el método de Gorlin. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. CCI: coeficiente de correlación intraclasa. Gorlin: Método de Gorlin. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. r: coeficiente de regresión lineal. THP: tiempo de hemipresión.

	AVM	r	CCI (intervalo de confianza 95%)
THP	$1.4 \pm 0.4$	0.64 (p < 0.001)	0.6 (0.39-0.75)
2D	$1.4 \pm 0.4$	0.79 (p < 0.001)	0.57 (0.38-0.72)
PISA	$1.24 \pm 0.39$	0.56 (p < 0.001)	0.48 (0.24-0.66)
3DTR	$1.26 \pm 0.43$	0.93 (p < 0.001)	0.83 (0.74-0.89)
Gorlin	$1.3 \pm 0.48$		



**Fig. 3.** Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias frente a los valores promedio entre los métodos no invasivos y el método de Gorlin a la hora de medir el área valvular mitral. La línea gruesa representa la diferencia media y las líneas finas los límites de acuerdo. Todas las medidas están realizadas en cm<sup>2</sup>. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. Gorlin: Método de Gorlin. Mean: media. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. SD: desviación estándar. THP: tiempo de hemipresión.



**Fig. 4.** Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias frente a los valores promedio entre los diferentes métodos no invasivos a la hora de medir el área valvular mitral. La línea gruesa representa la diferencia media y las líneas finas los límites de acuerdo. Todas las medidas están realizadas en cm<sup>2</sup>. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. Mean: media. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. THP: tiempo de hemipresión.

**Tabla II.** Área valvular media estimada por 3DTR y THP, coeficientes de regresión lineal y coeficientes de correlación intraclass para las comparaciones de cada método no invasivo con los resultados obtenidos con el método de Gorlin antes y después de realizar la valvuloplastía mitral. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. CCI: coeficiente de correlación intraclass. Gorlin: Método de Gorlin. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. r: coeficiente de regresión lineal. THP: tiempo de hemipresión.

	AVM	r	CCI
THP pre-VMP	1.1 ± 0.3	0.42 (p = 0.007)	0.49
THP post-VMP	1.7 ± 0.4	0.2 (p = 0.3)	0.2
2D pre-VMP	1.1 ± 0.2	0.56 (p = 0.02)	0.6
2D post-VMP	1.6 ± 0.4	0.4 (p = 0.04)	0.5
3DTR pre-VMP	1 ± 0.2	0.75 (p < 0.001)	0.79
3DTR post-VMP	1.7 ± 0.3	0.9 (p < 0.001)	0.64
Gorlin pre-VMP	1 ± 0.2		
Gorlin post-VMP	1.8 ± 0.4		

ta un aceptable acuerdo con los métodos invasivos en el período pre-VMP, tras la realización de la misma el grado de acuerdo es muy bajo (*Tabla II* y *Figs. 5 y 6*).

#### *Tiempo requerido para realizar los estudios tridimensionales*

El tiempo requerido para obtener y analizar las imágenes de la ecocardiografía 3DTR, evaluando en 10 pacientes consecutivos, fue de  $21 \pm 5$  minutos. Aunque la presencia o ausencia de fibrilación auricular no tuvo repercusión en el acuerdo entre métodos no invasivos e invasivo, sí que tuvo repercusión en el tiempo consumido en la evaluación ecocardiográfica, de tal manera que en los pacientes en fibrilación auricular el tiempo medio necesario para realizar la evaluación con ecocardiografía 3DTR fue de  $33 \pm 7$  minutos.

#### **Discusión**

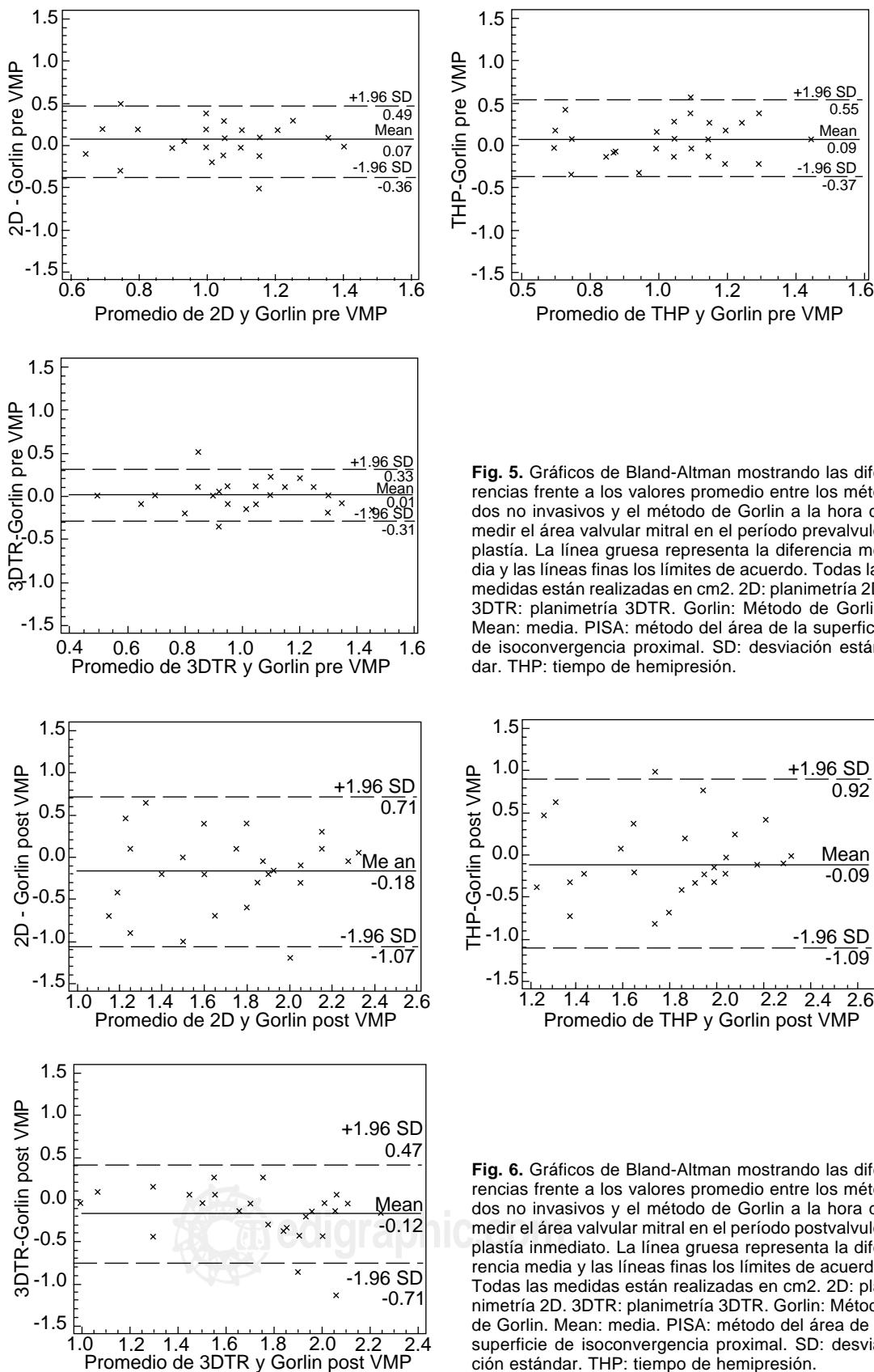
La estenosis mitral reumática sigue siendo un problema de salud importante. Cuando se debe decidir, para el manejo de un paciente con estenosis mitral reumática, cuál es la mejor estrategia de tratamiento, es necesario hacer una adecuada y precisa valoración de las manifestaciones clínicas y del área valvular.

Los métodos basados en la técnica Doppler dependen fuertemente de las diferentes variables hemodinámicas, de la existencia o no de hipertrofia ventricular izquierda y de la presencia de otras valvulopatías concomitantes.<sup>6-10</sup> Teniendo este hecho en cuenta, los métodos basados en la medida directa del orificio valvular deberían ser más exactos. Hasta hace poco tiempo, las mediciones directas del orificio valvular sólo se podían hacer mediante planimetría trazada en imá-

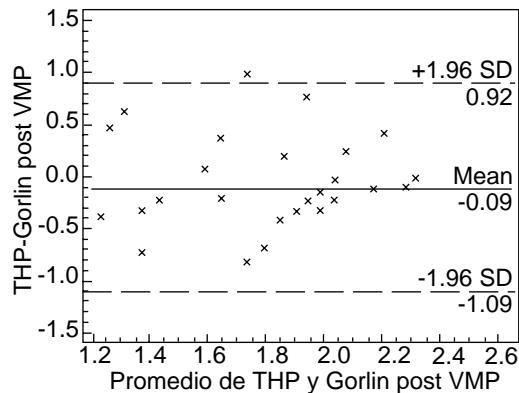
genes obtenidas con ecocardiografía bidimensional. Sin embargo, este método tiene múltiples limitaciones, siendo la mayor de las mismas la dificultad que existe para obtener una correcta orientación del plano de la imagen.

En los últimos años, la ecocardiografía tridimensional ha evolucionado notoriamente, pasando de ser una herramienta confinada al laboratorio de investigación a ser una técnica disponible en la rutina diaria de la práctica clínica. Uno de los usos que se ha dado a esta nueva técnica es trazar de forma precisa planimetrías de válvulas nativas estenóticas mitrales y aórticas así como incluso de prótesis valvulares tanto en posición aórtica como en posición mitral.<sup>11</sup>

La ecocardiografía tridimensional mejora la capacidad del operador de realizar una bien orientada y precisa planimetría del área valvular mitral.<sup>12,13</sup> Hasta la fecha, la ecocardiografía tridimensional no se había realizado debido al alto consumo de medios y tiempo que requerían las técnicas antiguas de reconstrucción. Con la reciente aparición de la ecocardiografía 3DTR, muchas de estas limitaciones han sido superadas. La ecocardiografía 3DTR permite una valoración directa del área valvular mitral. Se debe tener en cuenta que la técnica permite rotar, girar y orientar la válvula mitral o cualquier otra estructura cardíaca en cualquier plano del espacio, independientemente de la ventana acústica que se haya elegido para la obtención de la imagen. Es importante reseñar que, a diferencia de otras técnicas antiguas de ecocardiografía tridimensional, la nueva técnica es fácilmente manejable ya que su empleo es muy similar al de cualquier sonda ecocardiográfica bidimensional y no se requiere un período prolongado de entrenamiento para su uso.



**Fig. 5.** Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias frente a los valores promedio entre los métodos no invasivos y el método de Gorlin a la hora de medir el área valvular mitral en el período preválvuloplastía. La línea gruesa representa la diferencia media y las líneas finas los límites de acuerdo. Todas las medidas están realizadas en cm<sup>2</sup>. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. Gorlin: Método de Gorlin. Mean: media. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. SD: desviación estándar. THP: tiempo de hemipresión.



**Fig. 6.** Gráficos de Bland-Altman mostrando las diferencias frente a los valores promedio entre los métodos no invasivos y el método de Gorlin a la hora de medir el área valvular mitral en el período postvalvuloplastía inmediato. La línea gruesa representa la diferencia media y las líneas finas los límites de acuerdo. Todas las medidas están realizadas en cm<sup>2</sup>. 2D: planimetría 2D. 3DTR: planimetría 3DTR. Gorlin: Método de Gorlin. Mean: media. PISA: método del área de la superficie de isoconvergencia proximal. SD: desviación estándar. THP: tiempo de hemipresión.

También es importante reseñar que, al igual que la ecocardiografía bidimensional transtorácica, la calidad de la ventana acústica supone una importante limitación para el empleo de la ecocardiografía 3DTR. Por tanto, aunque el nuevo equipo proporciona unas imágenes de mayor calidad y resolución que los antiguos equipos de ecocardiografía tridimensional, en aquellos pacientes que tengan mala ventana acústica van a existir limitaciones a la hora de interpretar las imágenes. En el presente estudio, en sus dos apartados, los pacientes presentaban ventanas acústicas adecuadas para poder hacer mediciones correctas del área valvular mitral mediante ecocardiografía 3DTR, por lo que no se tuvo esta dificultad a la hora de realizar este trabajo.

En primer lugar, este trabajo demuestra que la ecocardiografía 3DTR es la técnica ecocardiográfica más precisa para la cuantificación del área valvular mitral cuando se toma como método de referencia la determinación invasiva, empleando el método de Gorlin del área valvular mitral. El análisis independiente de los resultados de los dos centros que incluyeron pacientes en el estudio, muestra que la planimetría obtenida a partir de imágenes de ecocardiografía 3DTR es el método más exacto. Además, las medidas de planimetría a partir de ecocardiografía 3DTR tienen un excelente acuerdo inter e intraobservador y proporcionan un acuerdo excelente para realizar la valoración morfológica del aparato valvular mitral, aspecto muy importante antes de realizar una VMP con balón pues es capaz de predecir las probabilidades de éxito y de complicaciones de la técnica.

La VMP con balón se ha convertido en el procedimiento de elección en pacientes sintomáticos cuando la válvula mitral estenótica no está severamente calcificada y no existe una regurgitación mitral significativa, debido a que es un procedimiento relativamente barato y seguro. Esta técnica se puede usar incluso en pacientes con anatomías valvulares menos favorables, especialmente en pacientes considerados de alto riesgo quirúrgico<sup>14</sup> como mujeres embarazadas,<sup>15,16</sup> pacientes muy ancianos, pacientes con enfermedad coronaria asociada o con enfermedad pulmonar, renal o maligna severa concomitante. Los resultados de la VMP son similares a los de la comisurotomía quirúrgica abierta, siendo ambos superiores a los de la comisurotomía mitral cerrada.<sup>17,18</sup>

Los pacientes con estenosis mitral reumática que requieren una intervención pueden ser fácilmente

identificados empleando técnicas no invasivas. Los resultados de las intervenciones, como ya se ha mencionado anteriormente, pueden ser previstos mediante una valoración cuidadosa antes de la intervención. Aunque la medición invasiva del área valvular mitral mediante el método de Gorlin ha sido empleada antes y después de realizar una VMP, la valoración mediante ecocardiografía-Doppler es de suma importancia.

Antes de realizar una VMP se debe determinar el gradiente de presiones a través de la válvula mitral, el área valvular y la severidad de la regurgitación mitral. En ese momento las determinaciones que se obtienen mediante el empleo de técnicas eco-Doppler se correlacionan bastante bien con las determinaciones invasivas. Inmediatamente después de realizar la VMP, el método del THP ha demostrado una muy mala correlación con las técnicas invasivas.<sup>19-21</sup> Hay varios motivos que justifican estas diferencias en el período post VMP inmediato, pero fundamentalmente son dos: la aparición de una comunicación interauricular yatrógena debido a la punción septal que es necesario realizar para hacer la VMP<sup>21</sup> y el hecho de que el método del THP asume que las complianzas del ventrículo izquierdo y el ventrículo derecho permanecen totalmente estables, hecho que no es cierto en el período post VMP inmediato ya que en esta situación ocurren cambios muy rápidos de la presión auricular y del llenado ventricular que afectan tanto a la complianza auricular como a la complianza ventricular.<sup>23</sup>

Comparado con el método del THP, la planimetría del área valvular, tanto bidimensional como tridimensional, no es tan dependiente de las variables hemodinámicas (frecuencia cardíaca, índice cardíaco, ritmo cardíaco, función sistólica y diastólica ventricular, complianza auricular y ventricular izquierdas, hipertrofia ventricular izquierda y existencia de otra enfermedad valvular concomitante). Como ya se ha mencionado previamente, la planimetría del área valvular mitral debería ser un método más exacto en el período post VMP. Esta planimetría, cuando se obtiene a partir de imágenes de ecocardiografía bidimensional es un método válido, pero tiene sus propias limitaciones como es el hecho de que tras una VMP el orificio mitral se hace muy irregular y técnicamente es muy difícil trazar su contorno, especialmente si está muy calcificado.

La ecocardiografía tridimensional permite hacer una valoración superior y diferente del aparato

valvular mitral, mejorando la capacidad para obtener un área valvular mitral precisa. La retracción de las puntas de los velos valvulares y de las cuerdas tendinosas durante la evolución de la enfermedad valvular reumática convierte al aparato valvular mitral en un túnel con su parte más estrecha generalmente a nivel de la punta de los velos valvulares. Pero la geometría de la estenosis valvular reumática es variable, de tal manera que obtener una adecuada orientación del plano de imagen que va a ser usado para trazar la planimetría valvular es muy difícil. Mínimos cambios en la profundidad y en el ángulo del haz de ultrasonidos pueden llevar a sobreestimar el área valvular mitral en un porcentaje de casos que puede llegar a ser de hasta el 88%. La ecocardiografía tridimensional ya ha demostrado ser útil para optimizar los resultados y prevenir el desarrollo de insuficiencia mitral durante la realización de una VMP.

La segunda parte del presente trabajo afirma que la ecocardiografía 3DTR es la técnica más precisa para determinar de forma no invasiva el área valvular mitral en diferentes escenarios clínicos. Esto fue demostrado no sólo en el período de antes de realizar la VMP sino también en el período post VMP inmediato, situación en la que algunos métodos, como el THP, fracasan a la hora de estimar el AVM. De esta forma, nuestros resultados muestran que la ecocardiografía 3DTR es una herramienta diagnóstica no invasiva precisa en un amplio abanico de situaciones clínicas, incluyendo el período inmediato post VMP, para determinar el área del orificio valvular mitral en pacientes con estenosis mitral reumática.

### Limitaciones

Una de las principales limitaciones de este estudio son las limitaciones del método de Gorlin, que es un método hemodinámico con múltiples defectos, especialmente cuando las condiciones hemodinámicas cambian a lo largo de un período de tiempo breve, como el período inmediato tras la VMP. Una insuficiencia mitral significativa o la presencia de una comunicación interauricular secundaria a la punción transeptal pueden producir errores en la medición del flujo sanguíneo transmítal. Este hecho puede explicar en parte el descenso del grado de acuerdo entre la planimetría realizada a partir de imágenes de ecocardiografía 3DTR en el período post VMP inmediato, hecho que no ocurría al comparar las dos técnicas en el período pre VMP. De

forma ideal, el método de referencia debería haber sido la medida directa del área en la válvula realizada durante la inspección quirúrgica, hecho que habría limitado las posibilidades de realizar este trabajo hasta el punto de hacer su ejecución prácticamente imposible, dado el bajo número de pacientes con estenosis mitral reumática que actualmente son sometidos a cirugía valvular.

Otra limitación es que la precisión a la hora de delimitar el orificio estenótico para hacer la planimetría siempre es dependiente de la calidad de la imagen.

También es importante comentar que los estudios ecocardiográficos en los pacientes sometidos a VMP fueron realizados en las 24 horas antes y en las 24 horas después de la VMP. Por tanto, no fueron hechos inmediatamente antes y después de la apertura mecánica de la válvula en algunos casos. Así pues, las condiciones hemodinámicas en las que fueron realizados los estudios invasivos y no invasivos no tienen por qué ser exactamente iguales. No obstante, ningún paciente presentó variaciones significativas de las constantes vitales ni de su situación clínica en el período que separaba ambos tipos de estudios, lo que hace suponer que, de existir algún cambio en las condiciones hemodinámicas, éste debería ser mínimo.

### Implicaciones clínicas

La ecocardiografía 3DTR mejora la precisión con que se puede medir el área valvular mitral en diferentes escenarios clínicos, incluyendo el que es probablemente el más complicado para otras técnicas, donde han demostrado ser muy poco útiles: el período inmediato post VMP. De esta forma, la ecocardiografía 3DTR puede reemplazar a otras técnicas no invasivas empleadas actualmente a la hora de evaluar el área valvular mitral en pacientes con estenosis mitral reumática. De esta forma, se puede afirmar que la ecocardiografía 3DTR podría eliminar casi por completo la necesidad de hacer estudios invasivos a los pacientes con estenosis mitral reumática.

### Conclusiones

Como conclusiones a los resultados de este trabajo, se puede decir que queda demostrado que: a) La ecocardiografía 3DTR es una herramienta útil, precisa y muy reproducible para estimar el área valvular mitral en pacientes con estenosis mitral reumática; b) comparando la ecocardio-

grafía 3DTR con otros métodos no invasivos de cálculo del área valvular mitral, es la técnica que presenta un mejor acuerdo con el cálculo invasivo de la misma, considerado actualmente el método de referencia; c) la ecocardiografía 3DTR tiene el mejor grado de acuerdo con la determinación invasiva del área valvular mitral en el

período pre VMP y, especialmente, en el período post VMP, escenario en el que otros métodos han demostrado ser ineficaces. Por tanto, la ecocardiografía 3DTR es un método que, probablemente, se va a convertir en técnica de referencia a la hora de valorar a los pacientes afectos de estenosis mitral reumática.

## Referencias

1. Chen QW, NOSIR YFM, VLETTER WB, ET AL: *Accurate assessment of mitral valve area in patients with mitral stenosis by three-dimensional echocardiography*. J Am Soc Echocardiogr 1997; 10: 133-140.
2. NOSIR YFM, CHEN Q, VLETTER WB, ET AL: *Accurate mitral valve area assessment in patients with mitral stenosis by three-dimensional echocardiography*. J Am Coll Cardiol 1997; 29: 7846.
3. BINDER T, GLOBITS S, ZANGENEH M, ET AL: *Three-dimensional echocardiography using a transesophageal imaging probe: potentials and technical considerations*. Eur Heart J 1996; 17: 619-28.
4. ZAMORANO J, CORDEIRO P, SUGENG L, PEREZ DE ISLA L, WEINERT L, MACAYA C, RODRÍGUEZ E, LANG RM: *Real-time three-dimensional echocardiography for rheumatic mitral valve stenosis evaluation*. J Am Coll Cardiol 2004; 43(11): 2091-6.
5. ZAMORANO J, PÉREZ DE ISLA L, SUGENG L, CORDEIRO P, RODRIGO JL, ALMERÍA C, WEINERT L, FELDMAN T, MACAYA C, LANG RM, HERNANDEZ ANTOLÍN R: *Non invasive assessment of mitral valve area during percutaneous balloon mitral valvuloplasty: Role of real time 3D echocardiography*. Eur Heart J 2004; 25(23): 2086-91.
6. SMITH MD, WISENBAUGH T, GRAYBURN PA, ET AL: *Value and limitations of Doppler pressure half-time in quantifying mitral stenosis: a comparison with micromanometer catheter recordings*. Am Heart J 1991; 121: 480-8.
7. NAKATANI S, MASUYAMA T, KODAMA K, ET AL: *Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve area: comparison of the pressure half-time and the continuity equation methods*. Circulation 1988; 77: 78-85.
8. KARP K, TEIJEN D, BJERLE P, ET AL: *Reassessment of valve area determinations in mitral stenosis by the pressure half-time method: impact of left ventricular stiffness and peak diastolic pressure difference*. J Am Coll Cardiol 1989; 1: 594-9.
9. FREDMAN CS, PEARSON AC, LABOVITZ AJ, ET AL: *Comparison of hemodynamic pressure half-time method and Gorlin formula with Doppler and echocardiographic determinations of mitral valve area in patients with combined stenosis and regurgitation*. Am Heart J 1990; 119: 121-9.
10. FLACHSKAMPF FA, WEYMAN AE, GILLAM L, ET AL: *Aortic regurgitation shortens Doppler pressure half-time in mitral stenosis*. J Am Coll Cardiol 1990; 16: 396-404.
11. MANNERTS H, LI Y, KAMP O, ET AL: *Quantitative assessment of mechanical prosthetic valve area by 3-dimensional transesophageal echocardiography*. J Am Soc Echocardiogr 2001; 14: 723-31.
12. CHEN QW, NOSIR YFM, VLETTER WB, ET AL: *Accurate assessment of mitral valve area in patients with mitral stenosis by three-dimensional echocardiography*. J Am Soc Echocardiogr 1997; 10: 133-140.
13. KUPFERWASSER I, MOHR-KAHALY S, MENZEL T, ET AL: *Quantification of mitral valve stenosis by three-dimensional transesophageal echocardiography*. Int J Cardiac Imaging 1996; 12: 241-7.
14. CASALE PN, WHITLOW P, CURRIE PJ, ET AL: *Transesophageal echocardiography in percutaneous balloon valvuloplasty for mitral stenosis*. Cleve Clin J Med 1989; 56: 597-600.
15. BEN FARHAT M, GAMRA H, BETBOUT F, ET AL: *Percutaneous balloon mitral commissurotomy during pregnancy*. Heart 1997; 77: 564-7.
16. JUNG B, CORMIER B, ELIAS J, ET AL: *Usefulness of percutaneous balloon commissurotomy for mitral stenosis during pregnancy*. Am J Cardiol 1994; 73: 398-400.
17. TURI ZG, REYES VP, RAJU S, ET AL: *Percutaneous balloon versus surgical closed commissurotomy for mitral stenosis. A prospective, randomized trial*. Circulation 1991; 83: 1179-85.
18. BEN FARHAT M, AYARI M, MAATOUK F, ET AL: *Percutaneous balloon versus surgical closed and open mitral commissurotomy: Seven-year followup results of a randomized trial*. Circulation 1998; 97: 245-50.
19. REID CL, RAHIMTOOLA SH: *The role of echocardiography/Doppler in catheter balloon treatment of adults with aortic and mitral stenosis*. Circulation 1991; 84: 240-9.
20. VAHANIAN A, MICHEL PL, CORMIER B, ET AL: *Results of percutaneous mitral commissurotomy in 200 patients*. Am J Cardiol 1989; 63: 847-52.
21. NAKATANI S, NAGATA S, BEPPU S, ET AL: *Acute reduction of mitral valve area after percutaneous balloon mitral valvuloplasty: Assessment with Doppler continuity equation method*. Am Heart J 1991; 121: 770-5.

22. Otto CM, DAVIS KB, HOLMES DR, ET AL: *Methodologic issues in clinical evaluation of stenosis severity in adults undergoing aortic or mitral balloon valvuloplasty.* Am J Cardiol 1992; 69: 1607-16.
23. Thomas JD, WILKINS GT, CHOONG CY, ET AL: *Inaccuracy of mitral pressure-halftime immediately after percutaneous mitral valvotomy: Dependence on mitral gradient and left atrial and ventricular compliance.* Circulation 1988; 78: 980-93.

