

Estimación de la severidad de la insuficiencia mitral según un método simplificado basado en el flujo de convergencia proximal

José L. Moya^a, Julia Darriba-Pollán^a, Alberto García-Lledó^b, Dolores Taboada^a, Paz Catalán-Sanz^a, Alicia Megías-Saez^a, Gabriela Guzmán-Martínez^c, Raquel Campuzano-Ruiz^b y Enrique Asín-Cardiel^a

^aInstituto de Enfermedades Cardiacas. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid. España.

^bDepartamento de Medicina. Hospital Universitario de Guadalajara. Universidad de Alcalá. Alcalá de Henares. Madrid. España.

^cServicio de Cardiología. Hospital La Paz. Madrid. España.

Introducción y objetivos. El cálculo del orificio regurgitante efectivo (ORE) se considera el método más fiable para estimar la severidad de la insuficiencia mitral (IM), pero es poco usado por su complejidad. El objetivo fue modificar y validar un método semicuantitativo basado en la *proximal isovelocity surface area* (PISA), previamente publicado, para adaptarlo a las recientes recomendaciones de las sociedades americana y europea de cardiología.

Métodos. Cuando usamos el método PISA, el flujo regurgitante máximo (FRM) es una función del radio y la velocidad de *aliasing* (V_a). Esta relación permite la creación de un normograma formado por líneas de diferentes valores de FRM que se pueden obtener con facilidad al buscar en el gráfico los valores del radio y su cruce con los de V_a . Los límites de severidad en esa tabla se han adaptado para que reflejen los grados y los límites de severidad recomendados por las sociedades americana y europea de cardiología según el valor de ORE.

Resultados. Estudiamos a 76 pacientes con IM mediante eco-Doppler. Se encontró una correlación excelente entre FRM y ORE ($r = 0,98$; $p < 0,001$). La estimación de severidad mediante el nuevo normograma mostró una concordancia excelente con la determinada mediante el ORE, con un valor de kappa de 0,951 y un error estándar de 0,11 para una escala en 3 grados, y un valor de kappa de 0,969 y error estándar de 0,11 para la escala en 4 grados.

Conclusiones. La estimación semicuantitativa de la severidad de la IM mediante el FRM mediante el normograma propuesto tiene un acuerdo excelente con la estimación cuantitativa por ORE, pero es mucho más simple y rápida.

Palabras clave: Ecocardiografía. Insuficiencia mitral. Cálculo del orificio regurgitante efectivo.

VÉASE EDITORIAL EN PÁGS. 997-9

Correspondencia: Dr. J.L. Moya.
Unidad de diagnóstico por Imagen Cardíaca. Cardiología de Adultos.
Hospital Universitario Ramón y Cajal.
Ctra. de Colmenar, km 9100. 28034 Madrid. España.
Correo electrónico: jmoya.hrc@salud.madrid.org

Recibido el 21 de abril de 2006.

Aceptado para su publicación el 12 de julio de 2006.

Evaluation of Mitral Regurgitation Severity Using a Simplified Method Based on Proximal Flow Convergence

Introduction and objectives. Calculation of the effective regurgitant orifice (ERO) is regarded as the most accurate way of assessing the severity of mitral regurgitation (MR), but the technique's complexity limits its use. Our objective was to modify and validate a previously published semiquantitative method of assessment based on measurement of the proximal isovelocity surface area (PISA) in order to adapt it to recent recommendations from American and European cardiology societies.

Methods. In the PISA method, maximum regurgitant flow (MRF) is a function of the radius and aliasing velocity (AV). Using this relationship, it is possible to construct a nomogram formed by lines of different MRF value, which can be easily derived by looking for radius values on the graph and observing where they cross with AV values. The MR severity limits on the nomogram were set to reflect the different severity grades and limits recommended for use with ERO measurements by American and European cardiology societies.

Results. We studied 76 patients with MR using Doppler echocardiography. There was an excellent correlation between MRF and ERO ($r=0.98$, $P<.001$). Estimates of MR severity made using the new nomogram were in good agreement with those derived from the ERO: for a scale with three severity grades, kappa was 0.951 and the standard error was 0.11; for four grades, kappa was 0.969 and the standard error, 0.11.

Conclusions. Estimates of MR severity derived semiquantitatively from MRF using the nomogram proposed here were in excellent agreement with quantitative estimates obtained using the ERO, and the method was faster and easier to use.

Key words: Echocardiography. Mitral regurgitation. Calculation of the effective regurgitant orifice.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

ABREVIATURAS

FRM: flujo regurgitante máximo.
 IM: insuficiencia mitral.
 LN: límite de Nyquist.
 ORE: orificio regurgitante efectivo.
 PISA: *proximal isovelocity surface area*.
 R: radio.
 Va: velocidad de *aliasing*.
 Vmáx: velocidad máxima.

INTRODUCCIÓN

La Sociedad Americana de Ecocardiografía, en colaboración con otras sociedades americanas y europeas de cardiología, publicó en 2003¹ nuevas recomendaciones para la estimación de la severidad de las regurgitaciones valvulares mediante ecocardiografía bidimensional y Doppler. Entre los parámetros útiles para la evaluación de la insuficiencia mitral (IM) se consideraba el método PISA (*proximal isovelocity surface area*) como: *a*) un signo específico de severidad, que permitía discriminar las IM ligeras o severas según el valor del radio (R) fuera $< 0,4$ o $> 0,9$ para una velocidad de *aliasing* (Va) de 40 cm/s, y *b*) un parámetro cuantitativo que permitía considerar la IM como ligera cuando el orificio regurgitante efectivo (ORE)² era $< 0,20 \text{ cm}^2$ y severa cuando era $> 0,40 \text{ cm}^2$.

Estas recomendaciones enfatizan el valor de los métodos cuantitativos. Un artículo reciente³ indica que el ORE es el mejor predictor de supervivencia de esos métodos. Sin embargo, a pesar de todo ello, en la práctica habitual el cálculo del ORE se usa menos de lo deseable debido a su complejidad, requerimientos técnicos y consumo de tiempo. Este inconveniente podría salvarse mediante la utilización de los métodos abreviados que se proponen en las mismas recomendaciones, pero que no siempre son aplicables. La utilización de un valor fijo del límite de Nyquist (LN) puede llevar a error en grados extremos de IM. Los mismos autores de las recomendaciones indican que los resultados pueden variar ampliamente cuando los cálculos se hacen con Va diferentes, y piden que se valore con cuidado la Va con la cual la forma del flujo proximal sea realmente hemisférica. Es difícil obtener una semiesfera en una IM ligera con un LN de 40 cm/s, y cuando es severa, la imagen será alargada y se sobrestimará la severidad. En la primera sería adecuado usar un LN más alto y en la segunda, más bajo. Por lo tanto, si deseamos disponer de un método simplificado, sería bueno que permitiese la valoración mediante la utilización de diferentes valores del LN.

Nuestro grupo ha publicado con anterioridad⁴ un método simplificado basado en las medidas del R del PISA que permite usar valores variables de Va. Para

ello se creó un normograma que representa el flujo regurgitante máximo (FRM) en forma de curvas, con los valores de r en el eje de abscisas y los de Va en el de ordenadas. Luego determinamos los valores de FRM que mejor separasen la severidad de la IM en 4 grados. Los valores seleccionados, mostrados gráficamente como curvas, separaban 4 áreas. La severidad se estimaba con facilidad al hacer la intersección del valor de r y su correspondiente LN sobre la gráfica. Sin embargo, el patrón de referencia utilizado para obtener esos límites fue entonces la angiografía, y este criterio puede ser causa de desacuerdo con las nuevas recomendaciones de la Sociedad Americana de Ecocardiografía.

El propósito de este trabajo ha sido adaptar nuestro método simplificado a las recomendaciones más actuales de las Sociedades Europea y Americana de Cardiología, y validarlo en una muestra de población mediante la comparación de la estimación de la severidad de la IM por el cálculo del ORE y por el método simplificado que proponemos.

MÉTODOS

Base teórica

El método que proponemos se basa en la estrecha correlación entre el FRM y el ORE, particularmente cuando ambos se calculan mediante el método PISA, ya citada en estudios previos⁵⁻¹⁰. Se ha demostrado también que el FRM es un buen método para estimar la severidad de la IM^{4,6} y se han definido métodos simplificados que usaban la velocidad regurgitante como una constante con valor de 500 cm/s¹¹ o que consideraban el valor de la integral de la curva de velocidad corregido por la velocidad máxima (IVT/velocidad máxima) como constante con valor de 0,35¹². Ambas estimaciones simplificadas convertirían la relación entre FRM y el ORE o el volumen regurgitante en una relación lineal.

El FRM depende de 2 únicos factores, el R del PISA y la Va. La relación entre esos 3 parámetros puede representarse según curvas como las que se muestran en la figura 1. Cada una de ellas representa un valor de FRM, como hemos publicado en otra parte⁴.

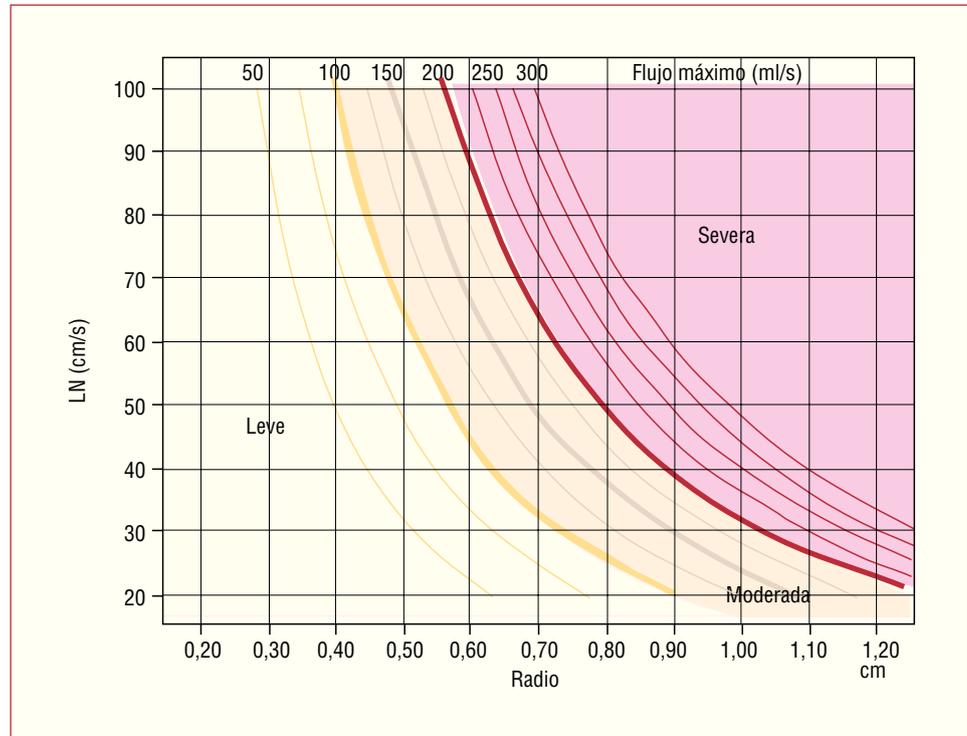
Para adaptar nuestro método simplificado a las recomendaciones actuales hemos dibujado sobre la gráfica los valores del FRM que separan la severidad de la IM en escalas de 3 o 4 grados de acuerdo con los nuevos límites que se proponen en las recomendaciones¹.

Siguiendo las recomendaciones de la ASE, consideramos como severa una IM cuyo FRM sea $> 200 \text{ ml/s}$. Para ello asumimos que:

– Un radio $> 0,9$ para un LN de 40 cm/s se considera criterio de IM severa cuando se usa el método específico simplificado. Esto equivale a un FRM de 203 ml/s obtenido mediante la fórmula $2 \times \pi \times r^2 \times NL$.

Fig. 1. Normograma que representa el valor del flujo regurgitante máximo (FRM) como curvas determinadas por el R y la velocidad de *aliasing*. Los límites de severidad se marcan con los valores de FRM que se corresponden con los límites del orificio regurgitante (ORE) propuestos como límites de severidad en los consensos. El área correspondiente a la severidad moderada se divide en 2 grados, II y III, según se desee usar una escala de 3 o 4 grados. El área de insuficiencia mitral (IM) ligera también se divide en 2 partes, ya que las recomendaciones de la sociedad americana de ecocardiografía permiten calcular 2 diferentes valores de FRM dependiendo de qué forma se haga, según se explica en el texto.

LN: límite de Nyquist.



– El método cuantitativo considera severa la IM que tiene un ORE $> 0,4 \text{ cm}^2$. Si aceptamos una velocidad regurgitante máxima ($V_{\text{máx}}$) de 500 cm/s , el FRM equivalente es de 200 ml/s ($\text{ORE} \times V_{\text{máx}}$).

La decisión del punto de corte para la IM ligera es más difícil, ya que las recomendaciones de las guías son menos concretas y ofrecen posibilidades diversas:

– El método específico simplificado que proponen considera que la IM es ligera cuando tiene un $R < 0,4 \text{ cm}$ para un LN de 40 cm/s . Esto equivale a un FRM de 40 ml/s , que se corresponde con un ORE de $0,08 \text{ cm}^2$ si se calcula para una $V_{\text{máx}}$ de 500 cm/s .

– El método cuantitativo considera para la IM ligera un ORE $< 0,2 \text{ cm}^2$. Para una $V_{\text{máx}}$ constante de 500 cm/s , el FRM que se obtiene es de 100 ml/s .

Ante los resultados diferentes hemos optado por mostrar ambos en la gráfica, aunque preferimos el uso del valor obtenido por el método cuantitativo, por su valor más alto.

Para diferenciar las IM moderadas de las moderadas-severas, las guías sólo ofrecen límites con el método cuantitativo. El punto de corte del ORE es de $0,3$, que para una $V_{\text{máx}}$ de 500 cm/s corresponde con un FRM de 150 ml/s .

La figura 1 representa la gráfica que se obtiene al incluir las líneas de separación antes referidas.

Uso práctico del método

Una vez se ha aislado y ampliado con el *zoom* la imagen del PISA, el operador debe variar el LN hasta obtener una imagen semicircular nítida. Se mide el R de esa imagen y se lleva a la gráfica, hasta la intersección con el valor del LN con el que se hizo la medida. El grado de IM es el que corresponde con el área en la que está el punto de intersección.

Validación

Se incluyó a 76 pacientes consecutivos con IM de nuestro laboratorio de ecocardiografía. En total, 39 eran varones y 37 mujeres, con una edad variable en un rango de 41 a 83 años (edad media, 65 ± 9 años); 41 estaban en ritmo sinusal y 35 en fibrilación auricular. La etiología de la IM era reumática en 25 casos, isquémica en 22, 18 eran prolapsos (7 de ellos con rotura de cuerdas tendinosas), 6 eran de causa degenerativa y 5 presentaban miocardiopatía dilatada. Los pacientes con prótesis mitrales fueron excluidos.

Estudio ecocardiográfico

Todos los estudios se hicieron con un equipo Ultramark 9 system (ATL, Estados Unidos) con una sonda *phased array* de 3 MHz . El análisis del flujo de convergencia proximal se hizo desde aquel plano apical desde el que la imagen del PISA fuera mejor. El flujo

de convergencia de la IM cambia su color desde el azul hacia el amarillo y el rojo según la velocidad del flujo se incrementa y alcanza la Va. Esto sucede según el flujo se acerca al orificio de la IM, originando una imagen más o menos hemisférica. Para obtener una imagen de mejor calidad se incrementaba la *frame rate* reduciendo la región de interés del Doppler color al tamaño mínimo necesario. La frecuencia de imágenes por segundo ajustada varió dentro de un rango de 7 a 15 Hz y la Va inicial de 39 a 45 cm/s. Si la imagen de PISA era pequeña y aplanada, se reducía la Va hasta que se aproximaba al perfil de una semiesfera. Si, por el contrario, la imagen era elíptica o por su tamaño contactaba con otras estructuras o flujos, se incrementaba la Va hasta reducir el perfil del PISA y aproximarlo a una imagen hemisférica. Se seleccionaba la mayor imagen del PISA durante la mesosístole, se enfocaba con el *zoom* y, cuando era necesario, se procesaba con los ajustes pertinentes de Va. El R del PISA se midió en centímetros desde la inversión del color hasta el orificio regurgitante en el plano valvular mitral y en la dirección del haz de ultrasonido.

Para el cálculo de la superficie de la zona de convergencia del flujo se asume que la forma geométrica es la proyección semicircular de una hemisfera. Siendo así, el flujo se calcula como el producto de la superficie de esa semiesfera y la velocidad del flujo en cada punto de esa superficie, que es la de *aliasing*. Dado que se hacen las medidas para el mayor valor del PISA en mesosístole, lo que obtenemos es el FRM

$$\text{FRM} = 2 \times \pi \times r^2 \times V_a$$

La medida de la velocidad del FRM se hizo desde plano apical mediante Doppler continuo, alineando el haz de ultrasonido con la dirección del flujo de la IM. Se mejoró el registro mediante ajustes de la ganancia y el filtro de baja velocidad. La $V_{\text{máx}}$ se midió en centímetros/segundo y su integral en el tiempo (IVT), en centímetros. El ORE se calculó mediante la ecuación de continuidad. El volumen regurgitante (VR) se calculó como el producto del ORE por la IVT

$$\begin{aligned} \text{ORE} &= \text{FRM}/V_{\text{máx}} \\ \text{VR} &= \text{ORE} \times \text{IVT} \end{aligned}$$

Análisis estadístico

Los datos se muestran como medias \pm desviación estándar (DE). Se compararon las medias mediante el test de Mann-Whitney. Se usaron los coeficientes de correlación lineal para analizar la correlación entre variables. Para establecer la concordancia entre variables categóricas se utilizó el índice kappa ponderado mediante el empleo de pesos bicuadrados^{13,14}. De forma habitual se acepta como un acuerdo excelente el que tiene valores de kappa entre 0,81 y 1, y bueno si los

valores¹⁴ están entre 0,61 y 0,8. Se utilizó para el análisis el paquete estadístico Stata 8.0. Se consideró que había significación estadística cuando el valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Características basales

En la tabla 1 se muestran las características basales y las medidas ecocardiográficas de los 76 pacientes incluidos.

Se encontró una correlación excelente entre el FRM y el ORE ($r = 0,98$; $p < 0,001$), según se muestra en la figura 2.

Los pacientes se agruparon en 3 grupos definidos según los valores de ORE que se habían obtenido: 42 tenían IM de grado I, 16 de grado II y 18 de grado III. Si se establecía una escala de 4 grados, 42 eran de grado I, 11 de grado II, 5 de grado III y 18 de grado IV.

Cuando aplicábamos el normograma desarrollado por nosotros con una escala de tres grados, 45 eran de grado I, 15 de grado II y 16 de grado III. Si se aplicaba con una escala de 4 grados, 45 eran de grado I, 10 de grado II, 5 de grado III y 16 de grado IV. En la figura 3 se muestra la distribución de los casos en el normograma.

En la tabla 2 se muestra el grado de acuerdo entre los 2 métodos mediante una escala de 3 grados. El valor de kappa indica un acuerdo excelente de 0,951 (error estándar, 0,11). En la tabla 3 se muestra el grado de acuerdo entre los métodos con una escala de 4 grados, con un valor de kappa de nuevo excelente, de 0,969 (error estándar, 0,11).

Cuando se usaba la escala de 3 grados, el normograma basado en el método simplificado originaba una subestimación de la severidad en 5 casos (6,5%), y nunca sobrestimaba la severidad. Con la escala de 4 grados se subestimaba la severidad en 7 casos (9,2%).

TABLA 1. Características ecocardiográficas de los 76 pacientes incluidos

	Media \pm DE
Diámetro ventricular izquierdo (cm)	5,5 \pm 0,8
Diámetro anteroposterior atrial izquierdo (cm)	5,2 \pm 1,3
LN (cm/s)	33,0 \pm 14,1
Radio (cm)	0,65 \pm 0,29
FRM (ml/s)	129,0 \pm 148,6
Velocidad máxima (cm/s)	464,1 \pm 75,4
IVT (cm ²)	140,1 \pm 37,5
ORE (cm ²)	0,29 \pm 0,34
VR (ml)	37,5 \pm 42,4

DE: desviación estándar; FRM: flujo regurgitante máximo; IVT: integral de la velocidad en función del tiempo en la curva de la insuficiencia mitral; LN: límite de Nyquist utilizado para medición del radio del PISA; ORE: orificio regurgitante efectivo estimado por PISA; VR: volumen regurgitante.

TABLA 2. Acuerdo entre la estimación de la severidad de la insuficiencia mitral mediante el uso del normograma y el cálculo del orificio regurgitante efectivo, con escala de 3 grados

	Severidad según ORE			Total	
	I	II	III		
Severidad según FRM	I	42	3	0	45
	II	0	13	2	15
	III	0	0	16	16
Total		42	16	18	76

FRM: flujo regurgitante máximo; ORE: orificio regurgitante efectivo.
Kappa ponderado = 0,951; error estándar = 0,11.

TABLA 3. Acuerdo entre la estimación de la severidad de la insuficiencia mitral mediante el uso del normograma y el cálculo del orificio regurgitante efectivo, con escala de 4 grados

	Severidad según ORE				Total	
	I	II	III	IV		
Severidad según FRM	I	42	3	0	0	45
	II	0	8	2	0	10
	III	0	0	3	2	5
	IV	0	0	0	16	16
Total		42	11	5	18	76

FRM: flujo regurgitante máximo; ORE: orificio regurgitante efectivo.
Kappa ponderado = 0,969; error estándar = 0,11.

En la figura 3 se muestran los puntos que representan cada caso en el área correspondiente a su severidad. Los cuadrados muestran los casos con desacuerdo en-

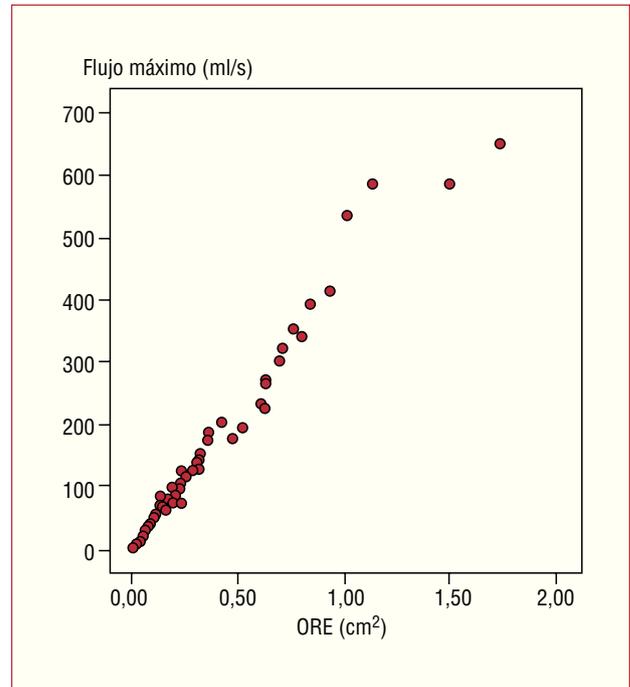
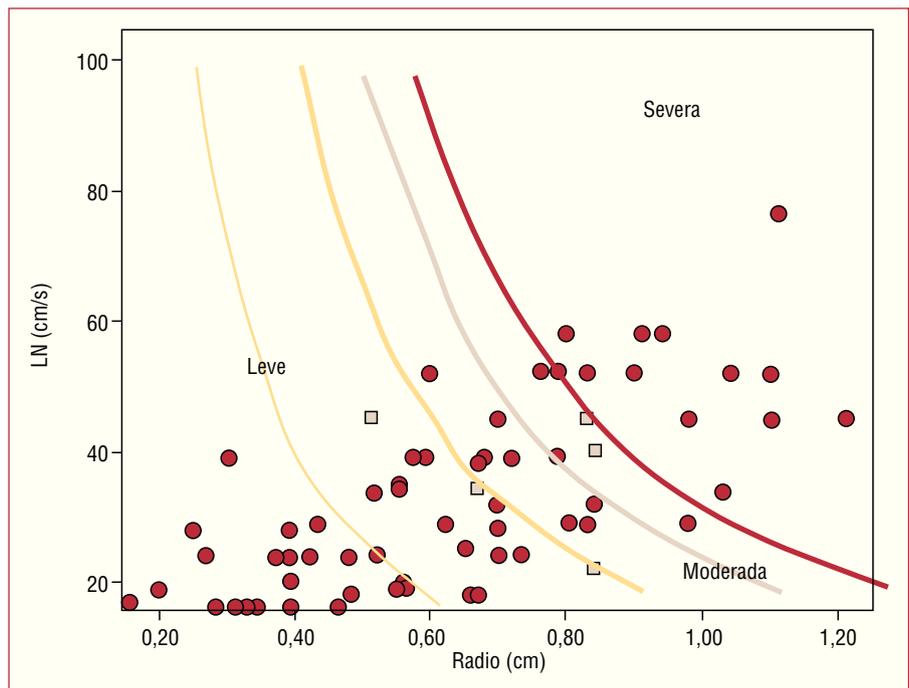


Fig. 2. Gráfica de puntos que muestra la estrecha correlación entre el flujo regurgitante máximo y el orificio regurgitante efectivo (ORE) ($r = 0,98$; $p < 0,001$).

tre ambos métodos, FRM y ORE. Todos ellos están en regiones limítrofes. Algunos casos no aparecen porque sobrepasan los valores incluidos en el normograma.

Si comparamos los 3 casos a los cuales el normograma adjudicaba un grado I y el método basado en el

Fig. 3. Flujo regurgitante máximo de los pacientes incluidos en el estudio de validación del normograma, representado sobre éste. Las marcas cuadradas representan los casos en los que el normograma subestimaba la severidad con respecto a la cuantificación del ORE. Adviértase que todos ellos se encuentran en zonas de severidad limítrofes.
LN: límite de Nyquist.



ORE un grado II, encontrábamos que tenían valores mayores de FRM (89 ± 13 frente a 36 ± 21 ; $p = 0,006$) y velocidades máximas más bajas ($V_{\text{máx}}$, 384 ± 61 frente a 481 ± 86 ; $p = 0,029$). En los 2 casos considerados como de grado II por el normograma y de grado III por el ORE había también un mayor FRM (186 ± 12 frente a 133 ± 26 ; $p = 0,028$), y menor $V_{\text{máx}}$ ($373 \pm 1,4$ frente a 476 ± 31 ; $p = 0,19$). Parece por ello que los casos en los que el normograma causa una subestimación son los que tienen un FRM elevado y una $V_{\text{máx}}$ reducida.

DISCUSIÓN

El uso de nuestro normograma permite estimar con rapidez la severidad de la IM con una medida única, de forma ajustada a las recomendaciones de consenso de las Sociedades Americana y Europea de Cardiología y con un elevado grado de acuerdo con el método mucho más complejo de calcular, el ORE. Aunque se ha mostrado que puede subestimar la severidad cuando hay velocidades bajas de regurgitación, un hecho importante en los pacientes con compromiso hemodinámico, estos casos son fácilmente detectables. En ellos debería calcularse el ORE y clasificar la severidad según su medida.

Los métodos cuantitativos se usan menos de lo deseable debido a su complejidad. Aunque muchos equipos incluyen en su software los cálculos adecuados, lo que supone un cierto ahorro de tiempo, no todos lo hacen. De aquí nace el interés por desarrollar un método basado en el PISA que permita, con menor esfuerzo, lograr una clasificación adecuada de los casos. Se han publicado varios de ellos. Algunos asumen una velocidad máxima constante^{11,12} y otros usan valores fijos del LN^{1,15,16}. El método que proponemos tiene la ventaja de aceptar como premisa el valor de una $V_{\text{máx}}$ fija de 500 cm/s sólo para la estimación de los límites inferiores de la severidad, y siempre bajo el amparo de la excelente correlación hallada entre FRM y ORE. Añade la ventaja de poder medir el R con diferentes valores de V_a , lo que permite ajustar el perfil del PISA, evitar interferencias con otras estructuras o flujos y confirmar la clasificación realizada con medidas hechas con LN variables, si nos quedan dudas.

La base de nuestro normograma, el FRM estimado por PISA, tiene una amplia solidez teórica como valor relacionado con la severidad de la IM. Nuestro estudio previo demostró una buena concordancia entre el FRM y la evaluación angiográfica de la IM, que se usó entonces como patrón de referencia y que sigue siendo una referencia válida para estimar la IM. El FRM se basa en medidas del mismo flujo que el volumen regurgitante y el ORE, de modo que era lógico encontrar una estrecha correlación entre ellas, como de hecho sucedió. Sin embargo, la estimación de severidad de la IM mediante el FRM nos evita medir la velocidad del

flujo de la IM y los cálculos necesarios para obtener los otros parámetros, con un considerable ahorro de tiempo e incluso de errores de medida añadidos. Sólo es necesario disponer del gráfico cerca del ecógrafo o, de forma ideal, que la programación del equipo ofreciera la severidad de la IM una vez hubiéramos introducido el valor del R del PISA, ya que el LN con el que se obtuvo lo muestra el aparato.

Además, la estimación de la severidad de la IM obtenida con este método ofrece buenos resultados en términos de variabilidad interobservador e intraobservador (K_p , 0,89 y 0,91, respectivamente)⁴

Limitaciones

En el momento actual y en el futuro próximo, las IM de origen isquémico y las secundarias a prolapso mitral son las que más van a necesitar una adecuada evaluación de la severidad. Aunque en nuestro estudio, el número de pacientes es limitado, estas 2 enfermedades están suficientemente representadas (el 53% de la muestra) como para considerar que nuestros resultados pueden ser aplicados a esta población.

El FRM y el volumen regurgitante dependen de la situación hemodinámica del paciente en mayor medida que el ORE. Los métodos dependientes de flujo pueden sobrestimar o subestimar la severidad de la IM cuando la velocidad de la IM es muy alta, como puede suceder durante una crisis hipertensiva, o baja, en pacientes con bajo gasto. El cálculo del ORE será imprescindible en esas situaciones, relativamente fáciles de identificar en la clínica. El método que proponemos causó subestimaciones en un porcentaje de pacientes variable, entre el 6,5 y el 9,2%, según si se utilizaba la escala de 3 o 4 grados. Esa subestimación era previsible, ya que la media de la $V_{\text{máx}}$ de toda nuestra muestra era baja, de 464 cm/s. Nuestra impresión es que no anula la validez del normograma, aunque obliga a usarlo con la cautela y pericia que, por otra parte, es necesaria en todas las cuantificaciones ecocardiográficas.

CONCLUSIONES

Este estudio define un normograma que permite una evaluación semicuantitativa de la severidad de la insuficiencia mitral de forma rápida y altamente concordante con la que se deriva de las recomendaciones más recientes de las sociedades americana y europea de cardiología. Su uso permite extender las innegables ventajas del método PISA a la práctica diaria.

AGRADECIMIENTO

Deseamos mostrar nuestro agradecimiento a la meritoria labor de los miembros del departamento de bioestadística, en particular a Alfonso Muriel y Víctor Abairra.

BIBLIOGRAFÍA

1. Zoghbi WA, Enriquez-Sarano M, Foster E, Grayburn PA, Kraft CD, Levine RA, et al. Recommendations for evaluation of the severity of native valvular regurgitation with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2003;16:777-802.
2. Vandervoort P, Rivera JM, Thoreau D, Weyman AE, Thomas J. Application of color Doppler flow imaging to calculate effective regurgitant orifice area: an assessment of valvular incompetence independent of hemodynamics. *Circulation.* 1993;88:1150-6.
3. Enriquez-Sarano M, Avierinos JF, Messika-Zeitoun D, Detiant D, Capps M, Nkomo V, et al. Quantitative determinants of the outcome of asymptomatic mitral regurgitation. *N Engl J Med.* 2005;352:875-83.
4. Moya JL, Catalán MP, García-Lledó A, Pey J, Barcia F, Asín E. A semiquantitative method based on proximal convergence zone to estimate the severity of the mitral regurgitation: design and clinical application. *Eur J Echocardiogr.* 2001;2:163-9.
5. Recusani F, Bargiggia GS, Yoganathan AP, Raisaro A, Valdés-Cruz LM, Sung HW, et al. A new method for quantification of regurgitant flow rate using color Doppler flow imaging of the flow convergence region proximal to a discrete orifice. *Circulation.* 1991;83:594-604.
6. Bargiggia GS, Tronconi L, Shan DJ, Recusani F, Raisaro A, De Servi S, et al. A new method for quantification of mitral regurgitation based on color flow Doppler imaging of flow convergence proximal to regurgitant orifice. *Circulation.* 1991;84:1481-9.
7. Giesler M, Grossmann G, Schmidt A, Kochs M, Langhans J, Stauch M, et al. Color Doppler echocardiographic determination of mitral regurgitant flow from the proximal velocity profile of the flow convergence region. *Am J Cardiol.* 1993;71:217-24.
8. Rivera JM, Vandervoort PM, Thoreau DH, Levine RA, Weyman AE, Thomas JD. Quantification of mitral regurgitation with the proximal flow convergence method: A clinical study. *Am Heart J.* 1992;124:1289-96.
9. Chen C, Koschyk D, Brockhoff C, Heik S, Hamm C, Bleifeld W, et al. Noninvasive estimation of regurgitant flow rate and volume in patients with mitral regurgitation by Doppler color mapping of accelerating flow field. *J Am Coll Cardiol.* 1993;21:374-83.
10. Utsunomiya T, Ogawa T, Doshi R, Patel D, Quan M, Henry WL, et al. Doppler color flow 'proximal isovelocity surface area' method for estimating volume flow rate: effects of orifice shape and machine factors. *J Am Coll Cardiol.* 1991;17:1103-11.
11. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. *The echo manual.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
12. Rossi A, Dujardin KS, Bailey KR, Seward JB, Enriquez-Sarano M. Rapid estimation of regurgitant volume by the proximal isovelocity surface area method in mitral regurgitation: Can continuous-wave Doppler echocardiography be omitted? *J Am Soc Echocardiogr.* 1998;11:138-48.
13. Thompson WD, Walter SD. A reappraisal of the Kappa coefficient. *J Clin Epidemiol.* 1988;41:949-58
14. Latour J, Abaira V, Cabello JB. Métodos de investigación en cardiología clínica (IV). Las mediciones clínicas en cardiología: validez y errores de medición. *Rev Esp Cardiol.* 1997;50:117-28.
15. Miro Palau V, Salvador A, Rincon de Arellano A, Cebolla R, Algarrá F. Clinical value of parameters derived by the application of the proximal isovelocity surface area method in the assessment of mitral regurgitation. *Int J Cardiol.* 1999;68:209-16.
16. Tokushima T, Reid CL, Hata A, Gardin JM. Simple method for estimating regurgitant volume with use of a single radius for measuring proximal isovelocity surface area: an in vitro study of simulated mitral regurgitation. *J Am Soc Echocardiogr.* 2001;14:104-13.