

Utilidad del índice Doppler $\Delta P/\Delta t$ en la evaluación de la disfunción sistólica ventricular izquierda

Miguel Álvarez López, Juan Emilio Alcalá López*, Óscar Baúñ Mellado, Luis Tercedor Sánchez, José Antonio Ramírez Hernández, Luis Rodríguez Padial* y José Azpitarte Almagro

Servicios de Cardiología. Hospital Virgen de las Nieves. Granada y *Hospital Virgen de la Salud. Toledo.

insuficiencia mitral/ ecocardiografía doppler/ parámetros hemodinámicos/ contracción miocárdica

Introducción y objetivos. Con la señal de Doppler continuo de la curva de regurgitación mitral se puede obtener un índice, $\Delta P/\Delta t$, que correlaciona estrechamente con la dP/dt . Este estudio evalúa la factibilidad del cálculo, reproducibilidad y relación del índice con la fracción de eyección y diversos parámetros ecocardiográficos convencionales.

Material y métodos. Se estudiaron 110 pacientes con insuficiencia mitral diagnosticada por Doppler color. El $\Delta P/\Delta t$ se obtuvo dividiendo la diferencia de presión entre dos puntos conocidos de la curva de insuficiencia mitral por Doppler continuo (-1 y -3 m/s, es decir, 32 mmHg según el teorema simplificado de Bernoulli) por el intervalo de tiempo (s) que los separaba. La fracción de eyección fue determinada en 70 pacientes por métodos no ecocardiográficos (ventriculografía isotópica en 52 y radiológica de contraste en 18). En 49 de ellos se halló también la fracción de eyección mediante ecocardiografía.

Resultados. Fue factible la medición en 91 casos y se encontró una variabilidad intra e interobservador del 5 y del 7%, respectivamente. La correlación entre el $\Delta P/\Delta t$ y la fracción de eyección fue significativa pero débil ($r = 0,59$; $p < 0,001$; $n = 70$), mejor en el grupo de miocardiopatía dilatada ($r = 0,72$; $p < 0,001$; $n = 18$) que en el de cardiopatía isquémica ($r = 0,54$; $p < 0,01$; $n = 25$). No hubo correlación significativa en los 14 casos con valvulopatía mitral reumática. Respecto a los parámetros ecocardiográficos, la mejor correlación se obtuvo con el diámetro telesistólico ($r = -0,64$; $p < 0,001$; $n = 49$). Finalmente, un valor de $\Delta P/\Delta t < 1.000$ mmHg/s predijo la existencia de disfunción sistólica con una exactitud del 84% (sensibilidad del 80% y especificidad del 92%).

Conclusiones. Elevada factibilidad cuando existe regurgitación mitral, adecuada reproducibilidad y alta precisión para identificar la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, son características que

hacen útil al $\Delta P/\Delta t$ en la práctica diagnóstica ecocardiográfica.

USEFULNESS OF THE DOPPLER DERIVED INDEX $\Delta P/\Delta t$ FOR THE LEFT VENTRICULAR SYSTOLIC DYSFUNCTION EVALUATION

Introduction and objectives. It has been shown that the $\Delta P/\Delta t$ index, derived from the continuous Doppler mitral regurgitation signal correlates strongly with dP/dt . This study evaluates the feasibility, reproducibility and correlation of the index with ejection fraction and other conventional echocardiographic parameters.

Material and methods. One hundred and ten patients with mitral regurgitation demonstrated by colour Doppler were studied. $\Delta P/\Delta t$ were calculated by the ratio between the interval of pressure between two points of the Doppler signal (-1 and -3 m/s; 32 mmHg, applying the modified Bernoulli equation) and the interval of time (s) which separates both. Ejection fraction was measured in 70 patients by non-echocardiographic methods (isotopic ventriculography, $n = 52$, and angiography, $n = 18$).

Results. The index was feasible in 91 cases, the variability of intra and interobserver was 5% and 7% respectively. The correlation between $\Delta P/\Delta t$ and ejection fraction was significant although weak ($r = 0.59$; $p < 0.001$; $n = 70$). It was better in the group of dilated idiopathic myocardial pathology ($r = 0.72$; $p < 0.001$; $n = 18$) than in the group of myocardial infarction ($r = 0.54$; $p < 0.01$; $n = 25$). No significant correlation was founded in the cases with mitral rheumatic valvulopathy. Regarding to the echocardiographic parameters, the best correlation was obtained with endsystolic diameter ($r = -0.64$; $p < 0.001$; $n = 49$). Finally, a value of $\Delta P/\Delta t < 1,000$ mmHg/s predicted the existence of left ventricular systolic dysfunction with high accuracy (84%), sensitivity (80%) and specificity (92%).

Conclusions. High feasibility when mitral regurgitation exists, adequate reproducibility and heightened precision in diagnosing left ventricular systolic dysfunction, are characteristics which make

Correspondencia: Dr. M. Álvarez López.
Unidad de Cardiología. Área de Medicina. Hospital Costa del Sol.
Ctra. Nacional 340. Marbella. 29600 Marbella. Málaga.

Recibido el 12 de julio de 1996.
Aceptado para su publicación el 28 de noviembre de 1996.

$\Delta P/\Delta t$ useful in the echocardiographic routine practice.

(Rev Esp Cardiol 1997; 50: 105-110)

INTRODUCCIÓN

La fracción de eyección (FE) continúa siendo el índice más utilizado en la práctica para estimar la función sistólica del ventrículo izquierdo (VI), a pesar de que se ve influida por factores distintos al de la contractilidad miocárdica intrínseca¹, entre otras razones porque su valor pronóstico está bien contrastado en la mayoría de las afecciones cardíacas^{2,3}. Otra forma de examinar la función sistólica es mediante la determinación de índices isovolumétricos que analizan la relación fuerza-velocidad durante la fase preeyectiva. El más fácil de obtener mediante cateterismo es la dP/dt máxima ($dP/dt_{\text{máx}}$) o máxima velocidad instantánea de ascenso de la presión intraventricular izquierda, un índice que, aun siendo sensible a las variaciones de la carga, parece expresar mejor que la FE el estado de la contractilidad⁴.

Recientemente se ha descrito un método mediante el cual, a partir de la señal de Doppler continuo del chorro de insuficiencia mitral (IM), se puede calcular la velocidad de ascenso de la presión en el VI⁵. Este índice no invasivo, que podemos denotar mediante la expresión $\Delta P/\Delta t$, se correlaciona muy bien con la dP/dt obtenida mediante cateterismo⁵⁻⁷. Sin embargo, no se han realizado suficientes estudios clínicos como para conocer su aplicabilidad en la práctica clínica.

En este estudio pretendemos investigar la factibilidad del cálculo, su reproducibilidad, la relación con la FE determinada por métodos no ecocardiográficos (FE_v), así como con otros parámetros ecocardiográficos de uso común y, finalmente, el valor que posee para identificar la disfunción sistólica del VI. Tratamos, en definitiva, de situar el índice en el contexto apropiado para el diagnóstico ecocardiográfico.

MATERIAL Y MÉTODOS**Pacientes**

En el laboratorio de ecocardiografía fue examinada sistemáticamente la IM por ecocardiografía Doppler color en un grupo de enfermos remitidos por motivos diagnósticos. De esta forma, se obtuvieron 92 pacientes consecutivos con IM igual o superior a ligera, a los que se añadieron 18 con cardiopatía isquémica en los que en el estudio coronariográfico de rutina se objetivó la presencia de IM en la ventriculografía. Tras excluir

TABLA 1
Características basales de los pacientes

	n (%)
n	70
Edad (años)	61 ± 12
Varones	40 (57)
Cardiopatía	
Infarto de miocardio	25 (35,7)
Miocardiopatía dilatada	18 (25,7)
Valvulopatía mitral reumática	14 (20)
Otras	13 (18,6)
Disnea ≥ II (NYHA)	54 (77)
Ritmo sinusal	43 (62)
IM leve o moderada	50 (71)

IM: insuficiencia mitral.

a 19 pacientes en los que no se obtuvo una adecuada señal Doppler y 21 a los que, por diferentes motivos, no se les pudo determinar la FE_v , quedaron 70 pacientes que constituyen el grupo de estudio (tabla 1).

Ecocardiografía

Utilizamos para nuestro estudio un ecocardiógrafo ACUSON 128 XP/5. Se midieron los diámetros telediastólico (DTD) y telesistólico (DTS) del VI según las normas de la Sociedad Americana de Ecocardiografía⁸. Se calculó la fracción de acortamiento sistólico (FAS) según la fórmula $(DTD-DTS)/DTD \times 100$ y la FE con la fórmula de Teichholz⁹ (FE_{eco}). Se midió el área de la señal regurgitante de color, considerándose que la IM era ligera cuando dicha área era inferior a 4 cm², moderada entre 4 y 8, y severa cuando era mayor de 8 cm²¹⁰. La velocidad del chorro de regurgitación se obtuvo en el plano apical de 4 cámaras, alineando la señal de Doppler continuo lo más paralela posible a la dirección del chorro delineado con Doppler color. En ningún caso se realizaron angulaciones con el cursor para conseguir esta alineación.

Cálculo de la velocidad de ascenso de la presión ventricular

Los registros de la señal regurgitante, a velocidad de 100 mm/s, se almacenaron en vídeo y fueron medidos posteriormente con el *software* del ecocardiógrafo por un observador desconocedor del diagnóstico y la función ventricular del paciente. Se promediaron las medidas obtenidas en 5 latidos consecutivos. El cálculo del $\Delta P/\Delta t$ se hizo según el método de Bargiggia et al⁵ que consiste, simplemente, en medir el tiempo que tarda la presión en sufrir un incremento conocido. Para ello se eligieron con el calibrador dos puntos de la curva de IM —el primero cuando la velocidad es -1 m/s y el segundo cuando la velocidad había ascendido a -3 m/s— midiéndose el intervalo entre ambos. Según

la ecuación modificada de Bernoulli ($P = 4v^2$), la diferencia de presión entre ambos puntos es de 32 mmHg (36-4 mmHg). Esta cifra, dividida por el intervalo en segundos, proporciona el $\Delta P/\Delta t$ (fig. 1).

Para calcular la variabilidad se eligieron al azar 10 trazados que fueron medidos en diferente momento por el mismo (variabilidad intraobservador) o por distinto observador (variabilidad interobservador).

Determinación de la fracción de eyección

En los 70 pacientes se utilizaron métodos no ecocardiográficos (FE_v), en 18 se obtuvo la FE por el método área-longitud a partir de la ventriculografía de contraste en proyección oblicua anterior derecha, en los otros 52 se determinó mediante ventriculografía isotópica en equilibrio. A 49 de éstos se les calculó la FE_{eco} , siguiendo la fórmula de Teichholz, en los 21 restantes no se pudo determinar por mala calidad de la imagen ecocardiográfica.

Las mediciones de la FE_v se hicieron dentro de las 24 horas de la determinación del índice $\Delta P/\Delta t$ y sin que mediasen modificaciones ni en el tratamiento farmacológico ni en la situación clínica de cada paciente.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan en media \pm DE. La comparación de datos cuantitativos se hizo mediante el test de la t de Student y la de cualitativos con el test de la χ^2 . Para el estudio de correlación se utilizó el test de regresión lineal. Un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

Finalmente, con el fin de hallar el valor de $\Delta P/\Delta t$ que identificaba mejor la disfunción sistólica del VI ($FE_v < 50\%$), se calcularon la sensibilidad, especificidad y exactitud diagnóstica (cociente entre los verdaderos positivos y negativos y el total de pacientes) del índice con tres intervalos diferentes: A < 1.000 , B > 1.000 y < 1.200 , y C ≥ 1.200 mmHg/s.

RESULTADOS

De los 70 pacientes estudiados, 43 (62%) estaban en ritmo sinusal y 50 (71%) tenían IM leve o moderada. El valor medio del índice $\Delta P/\Delta t$ fue de 1.050 ± 475 mmHg/s (rango, 235-2.500). La variabilidad inter e intraobservador del índice fue del 7 y 5%, respectivamente. La FE_v media fue del $42 \pm 17\%$ (rango, 10-75).

Cuando se estudió $\Delta P/\Delta t$ en los pacientes con FE_v , se halló un valor del índice significativamente menor en pacientes ($n = 25$) con disfunción sistólica del VI ($FE_v < 50\%$) frente a aquellos ($n = 45$) con FE_v conservada (862 ± 390 frente a 1.388 ± 431 mmHg/s; $p < 0,001$). La correlación entre $\Delta P/\Delta t$ y la FE_v fue significativa pero débil ($r = 0,59$; $p < 0,001$; $n = 70$) (fig. 2). Esta correlación no cambió de forma significativa

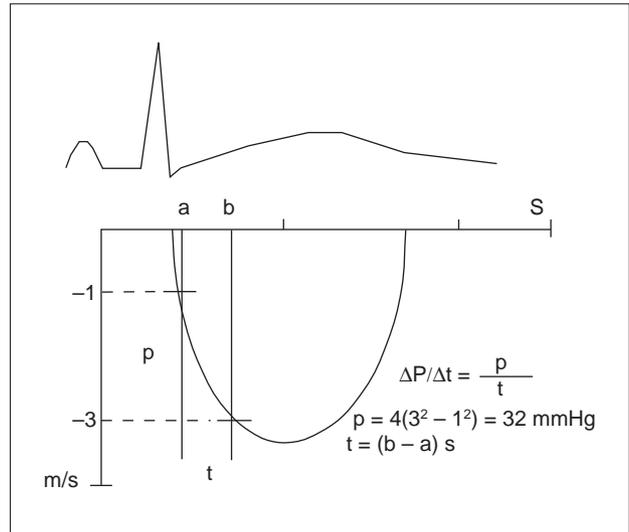


Fig. 1. Señal de Doppler continuo de insuficiencia mitral sobre la que se calcula el índice $\Delta P/\Delta t$. Los calibradores a y b se encuentran en -1 y -3 m/s, respectivamente. $\Delta P/\Delta t$ es el cociente entre la diferencia de presión (p) entre ambos puntos de la señal de insuficiencia mitral y la diferencia en tiempo (t) entre ambos calibradores.

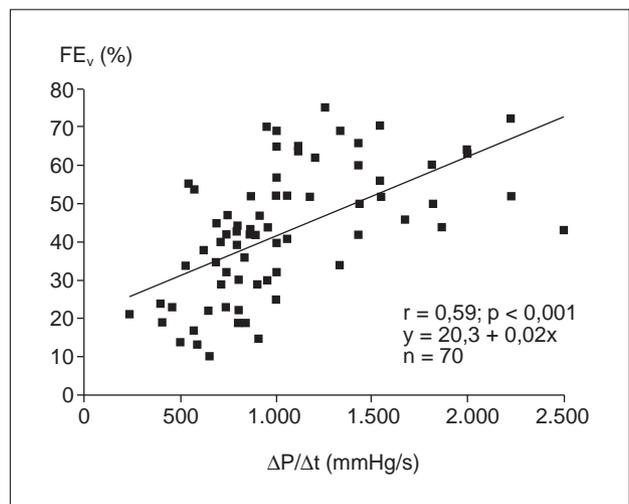


Fig. 2. Regresión lineal entre fracción de eyección determinada por métodos no ecocardiográficos (FE_v) y el índice $\Delta P/\Delta t$.

cuando se excluyeron los casos con fibrilación auricular o cuando se estudiaron por separado la regurgitación leve-moderada y la severa. Por otra parte, encontramos diferentes coeficientes de correlación cuando se atendió la etiología de la enfermedad cardíaca. Así, se obtuvo mejor correlación en la serie con miocardiopatía dilatada ($r = 0,72$; $p < 0,001$; $n = 18$) que en los casos con infarto de miocardio ($r = 0,54$; $p < 0,01$; $n = 25$). En el grupo de pacientes con valvulopatía mitral reumática ($n = 14$) no se encontró correlación significativa entre el índice $\Delta P/\Delta t$ y la FE_v ($r = -0,14$; $p = \text{NS}$; $n = 14$).

TABLA 2
Correlación del índice $\Delta P/\Delta t$ con otros parámetros ecocardiográficos (n = 49)

	r	p
FAS	0,61	< 0,001
DTS	-0,64	< 0,001
DTD	-0,51	< 0,001
FE _{eco}	0,61	< 0,001

DTD: diámetro telediastólico; DTS: diámetro telesistólico. FAS: fracción de acortamiento sistólico; FE_{eco}: fracción de eyección determinada mediante el método ecocardiográfico de Teichholz.

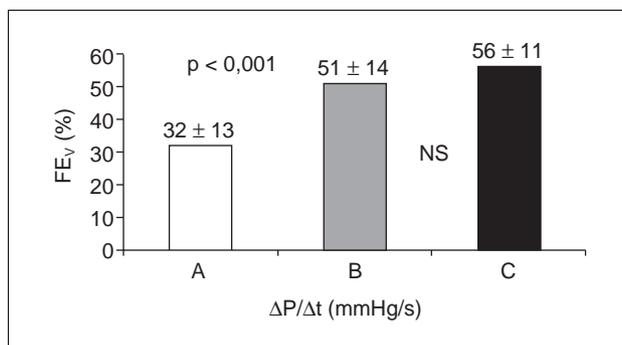


Fig. 3. Valores de FE_v de cada uno de los intervalos de $\Delta P/\Delta t$. A (< 1.000 mmHg/s); B (≥ 1.000 y < 1.200 mmHg/s), y C (≥ 1.200 mmHg/s).

Resultados similares se obtuvieron al correlacionar la FE_{eco} con el índice $\Delta P/\Delta t$, con una correlación modesta aunque significativa (r = 0,61; n = 49; p < 0,001), siendo superior en el caso de la miocardiopatía dilatada (r = 0,75; n = 14; p < 0,01) que en el infarto de miocardio (r = 0,21; n = 14; p = NS) y la cardiopatía reumática (r = 0,31; n = 12; p = NS).

Al correlacionar el $\Delta P/\Delta t$ con el resto de los parámetros ecocardiográficos habituales (tabla 2), la mejor correlación se obtuvo con el DTS (r = -0,64; p < 0,001; n = 49). También en este caso la correlación varió en función de la etiología, siendo más precisa en los pacientes con miocardiopatía dilatada (r = -0,72; p < 0,001; n = 14). La independencia del DTS para juzgar la contractilidad parece apuntarse por el hecho de que en pacientes con FE_v < 50%, el DTS era mayor en los casos con $\Delta P/\Delta t$ < 1.000 mmHg/s que en aquellos con valor ≥ 1.000 mmHg/s (50 ± 10 frente a 35 ± 9 mm; p < 0,01). Hallazgos compatibles se hallaron al analizar los datos a la inversa, es decir, en pacientes con FE_v < 50%, el índice $\Delta P/\Delta t$ era significativamente menor en pacientes con DTS ≥ 45 mm que en aquellos con DTS < 45 mm (773 ± 379 frente a 1.232 ± 423 mmHg/s; p < 0,001).

Por lo que respecta al punto de corte que mejor predecía la presencia de disfunción sistólica, la FE_v es significativamente menor en el grupo con intervalo A (n = 38) ($\Delta P/\Delta t$ < 1.000 mmHg/s) que en los interva-

TABLA 3
Valores de sensibilidad, especificidad, exactitud y valores predictivos (%) de los intervalos

	A	B	C	p
S	80	8	11	< 0,001
E	92	68	40	< 0,050
EXAC	84	30	21	< 0,001
VPP	95	33	25	< 0,001
VPN	72	29	20	< 0,001

A (< 1.000 mmHg/s); B (≥ 1.000 y < 1.200 mmHg/s); C (≥ 1.200 mmHg/s); S: sensibilidad; E: especificidad; EXAC: exactitud diagnóstica; VPP: valor predictivo positivo; VPN: valor predictivo negativo.

los B (n = 12) (≥ 1.000 y < 1.200 mmHg/s) y C (n = 20) (≥ 1.200 mmHg/s), no siendo diferente entre estos últimos (A: 32 ± 13%; B: 51 ± 14% y C: 56 ± 11%) (fig. 3). Así mismo, encontramos una mayor exactitud diagnóstica (84%) al utilizar un intervalo A que representaba una sensibilidad del 80% y una especificidad del 92%, con valores predictivos positivo y negativo del 95% y 72%, respectivamente. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los parámetros estudiados con respecto a los intervalos B y C (tabla 3).

Los falsos positivos ($\Delta P/\Delta t$ < 1.000 mmHg/s y FE_v ≥ 50%) se encontraron en un caso con infarto inferior y otro con estenosis mitral predominante; los falsos negativos ($\Delta P/\Delta t$ ≥ 1.000 mmHg/s y FE_v < 50%), más frecuentes, se dieron en 5 valvulopatías mitrales con estenosis predominante, 2 miocardiopatías dilatadas y 2 IAM.

En las figuras 4 y 5 apreciamos un registro de $\Delta P/\Delta t$ «patológico» y otro «normal», respectivamente.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio demuestra: 1) que el índice $\Delta P/\Delta t$ puede ser calculado en la mayoría de los pacientes que presenten IM y que su reproducibilidad es adecuada; 2) que dicho índice se correlaciona de forma significativa con la FE especialmente en los casos con miocardiopatía dilatada; 3) que, por el contrario, no existe correlación significativa entre ambos parámetros cuando hay estenosis mitral dominante, y 4) que el índice tiene una elevada precisión diagnóstica para identificar la disfunción sistólica del ventrículo izquierdo.

En estudios previos se ha encontrado una excelente correlación entre la dP/dt obtenida por métodos invasivos y el índice $\Delta P/\Delta t$ ⁵⁻⁷. Estos índices isovolumétricos son menos sensibles a las modificaciones de la carga que la FE y, en consecuencia, reflejarían mejor el estado de la contractilidad miocárdica⁴. Por ello, puede parecer contradictorio nuestro intento de correlacionar el $\Delta P/\Delta t$ con la FE. Sin embargo, esta última es el parámetro que habitualmente utilizamos en la clínica, pareciéndonos coherente la comparación con

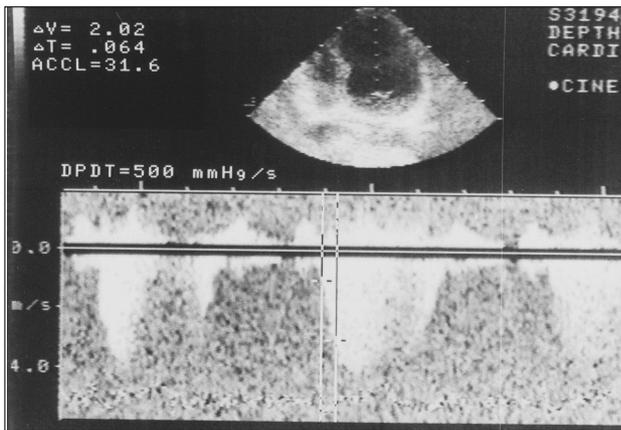


Fig. 4. Ejemplo de curva de Doppler continuo de insuficiencia mitral con un índice $\Delta P/\Delta t$ patológico (500 mmHg/s), que corresponde a un paciente con miocardiopatía dilatada.

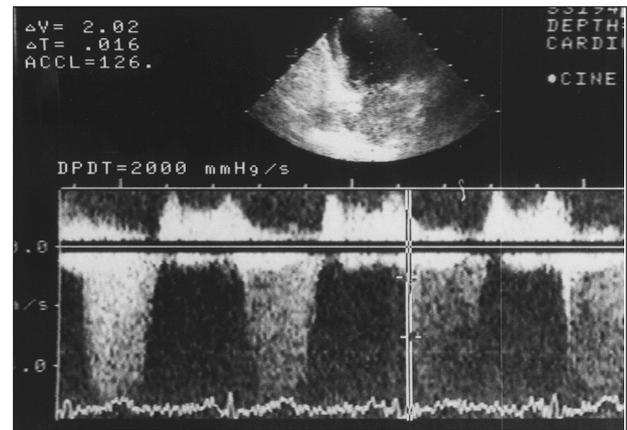


Fig. 5. Ejemplo de curva de Doppler en el que se observa un índice $\Delta P/\Delta t$ normal (1.333 mmHg/s), que corresponde a un paciente con estenosis mitral asociada.

el fin de situar este índice en un contexto apropiado. Expuesta esta limitación, a la que se une el hecho de que la FE fue determinada por dos métodos distintos—radiológico e isotópico—no es raro que la correlación global entre ambos parámetros fuese débil ($r = 0,59$). Bien es sabido que existen situaciones en las que existe gran discrepancia entre el parámetro dP/dt y la FE. Por ejemplo, en la IM crónica severa la FE puede estar conservada debido a la disminución de la poscarga, aun cuando la contractilidad esté disminuida¹¹. Existe, sin embargo, un trabajo en el que el índice-Doppler junto con el DTS, fue el mejor parámetro para predecir la FE postoperatoria en los casos con IM crónica¹². Algo similar, aunque no probado, pudiera suceder en la estenosis aórtica en la que la FE puede estar profundamente alterada por las condiciones que impone una poscarga excesiva¹³, aun cuando el estado de la contractilidad no esté disminuido¹⁴, puesto de manifiesto por la vuelta a la normalidad de la FE tras el recambio valvular¹⁵. Este planteamiento explicaría la existencia de falsos positivos y negativos; sin embargo, no podemos esclarecerlo por el escaso número de pacientes con estas características: un paciente con IM severa, FE conservada e índice $\Delta P/\Delta t$ disminuido; en el otro extremo tan sólo disponemos de un paciente con estenosis aórtica, FE deprimida e índice normal.

Otros estudios han correlacionado este índice ecocardiográfico con la FE obtenida por ecocardiografía siguiendo el método de Teichholz^{16,17}, hallando coeficientes de correlación distintos ($r = 0,65$ y $0,79$, respectivamente), aunque ninguno de ellos ha comunicado variaciones en función de la cardiopatía. Dicha correlación fue mejor ($r = 0,72$) en pacientes con miocardiopatía dilatada que en aquellos con IAM ($r = 0,54$). En éstos, la determinación monoplanar de la FE puede falsear los resultados al no tener en cuenta posibles alteraciones regionales de la contractilidad. Este hecho no sucede en la miocardiopatía dilatada puesto que la afectación contráctil miocárdica es difusa. Si-

milares hallazgos nos encontramos al correlacionar el índice con la FE_{eco} , habida cuenta de las limitaciones que la FE obtenida por el método de Teichholz presenta en caso de alteraciones segmentarias de la contractilidad⁹.

La correlación entre $\Delta P/\Delta t$ y el DTS es similar a la encontrada por Córdoba et al¹⁶. En nuestra serie hemos encontrado que, en los casos con FE deprimida, el DTS era significativamente mayor en los pacientes con $\Delta P/\Delta t < 1.000$ mmHg/s (¿depresión intrínseca de la contractilidad?) que en aquellos con $\Delta P/\Delta t \geq 1.000$ mmHg/s (¿alteración de la FE por las condiciones de carga?). Esta presunta bondad del DTS para identificar disminución de la contractilidad no es casual si se recuerda que la relación presión-volumen telesistólico expresa con fidelidad el estado inotrópico¹⁸. De hecho, dicho DTS ha sido hallado como buen predictor de la FE postoperatoria en la IM crónica^{19,20} y en la insuficiencia aórtica crónica²¹.

El índice tiene un alto poder para identificar la disfunción sistólica del VI. Así, los valores de sensibilidad (80%), especificidad (92%) y exactitud diagnóstica (84%) parecen adecuados para la práctica clínica y en modo alguno inferiores a muchos de los que poseen otros métodos diagnósticos que están admitidos sin discusión en la práctica clínica. El punto de corte de 1.000 mmHg/s es similar al obtenido por García-Lledó et al¹⁷. El valor obtenido de $\Delta P/\Delta t$ en pacientes con $FE \geq 50\%$, es decir, el valor normal es de 1.388 ± 431 mmHg/s, similar al propuesto por Oh et al (≥ 1.200 mmHg/s)²², pero inferior al valor normal de dP/dt (≥ 1.600 mmHg/s) propuesto por Grossman⁴. Dos son los motivos que podrían explicar este hecho, el primero de ellos es que en nuestra serie todos los pacientes tienen IM, por lo que existe afectación cardíaca en mayor o menor grado; el segundo es que el método empleado para el cálculo de $\Delta P/\Delta t$ puede infraestimar al valor de dP/dt_{max} determinado mediante cateterismo^{5,6}.

En la determinación de la onda de Doppler continuo de la IM intervienen la presión de la aurícula izquierda y su distensibilidad; sin embargo, se asume que en la sístole precoz los cambios de la presión auricular son insignificantes, por lo que el segmento ascendente de la curva de IM reflejaría los cambios en la presión del ventrículo izquierdo. Chen et al⁶ comprueban que la correlación de los índices dP/dt ecocardiográfico y hemodinámico no se ve influida por los valores de la presión auricular ni por el tamaño de la aurícula izquierda (en los casos de IM severa); sin embargo no asumen esta buena correlación en pacientes con IM aguda severa o con EM asociada. En nuestro estudio, en presencia de estenosis mitral no existe correlación del índice $\Delta P/\Delta t$ con la FE. No hemos encontrado una explicación satisfactoria; pudiera ser que el escaso rango de FE de la muestra –en ningún caso inferior al 30%–, las condiciones de carga o la presión auricular elevada hagan inapropiada la comparación.

La imposibilidad de calcular el $\Delta P/\Delta t$ cuando no existe IM es una limitación importante que podría impedir su empleo diagnóstico extensivo. Aunque no existen estudios sobre la prevalencia de la IM –si bien sea una traza– en diferentes condiciones patológicas, la experiencia nos enseña que se trata de un fenómeno relativamente frecuente cuando se investiga concienzudamente. Lo cierto es que, cuando se descubre con el Doppler color, en más del 80% de los casos es posible obtener una curva velocimétrica de calidad a partir de la que se pueda calcular el índice. Esta cifra es similar a la obtenida por Bargiggia et al (84%)⁵. La reproducibilidad, como atestigua la escasa variabilidad inter e intraobservador, es adecuada.

La utilidad real del índice, frente a la FE, para identificar el estado contráctil no puede ser esclarecida por nuestro estudio. Nuestros datos indican, no obstante, que el índice $\Delta P/\Delta t$ es factible y que puede aportar información útil en casos concretos.

BIBLIOGRAFÍA

- Mahler F, Ross J Jr, O'Rourke RA, Covell JW. Effects of changes in preload, afterload and inotropic state on ejection fraction and isovolumic phase measures of contractility in the conscious dog. *Am J Cardiol* 1975; 35: 624-634.
- Sanz G, Castañer A, Betriu A, Magriña J, Roig E, Coll S et al. Determinants of prognosis in survivors of myocardial infarction. A prospective clinical angiographic study. *N Engl J Med*. 1982; 306: 1.065-1.070.
- Likoff MJ, Chandler SL, Kay HR. Clinical determinants of mortality in chronic congestive heart failure secondary to idiopathic dilated or to ischemic cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1987; 59: 634-638.
- Grossman W. Evaluation of systolic and diastolic function of the myocardium. En: Grossman W, editor. *Cardiac catheterization and angiography* (3.ª ed.). Filadelfia: Lea & Febiger, 1986; 301-319.
- Bargiggia GS, Bertucci C, Recusani F, Raisaro A, De Servi S, Valdes Cruz LM et al. A new method for estimating left ventricular dP/dt by continuous wave Doppler-echocardiography. Validation studies at cardiac catheterization. *Circulation* 1989; 80: 1.287-1.292.
- Chen C, Rodríguez L, Guerrero JL, Marshall S, Levine RA, Weyman AE et al. Noninvasive estimation of the instantaneous first derivative of left ventricular pressure using continuous-wave Doppler echocardiography. *Circulation* 1991; 83: 2.101-2.110.
- Chung N, Nishimura RA, Holmes DR, Tajik AJ. Measurement of left ventricular dP/dt by simultaneous Doppler echocardiography and cardiac catheterization. *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5: 147-152.
- Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman AE. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation* 1978; 58: 1.072-1.083.
- Teichholz LE, Kreulen TH, Herman MV, Gorlin R. Problems in echocardiographic volume determinations: echo-angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am J Cardiol* 1976; 37: 7-12.
- Spain MG, Smith MD, Grayburn PA, Harlamert EA, DeMaria AN. Quantitative assessment of mitral regurgitation by Doppler color flow imaging: angiographic and hemodynamic correlations. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 585-590.
- Starling MR, Kirsh MM, Montgomery DG, Gross MD. Impaired left ventricular systolic function in patients with long-term mitral regurgitation and normal ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 239-250.
- Pai RG, Bansal RC, Shah PM. Doppler-derived rate of left ventricular pressure rise. Its correlation with the postoperative left ventricular function in mitral regurgitation. *Circulation* 1990; 82: 514-520.
- Rodríguez-Bailón I, Azpitarte J, Prieto JA, Melgares R, Calleja M, Lara J et al. Estenosis aórtica con disfunción sistólica ventricular izquierda: una enfermedad grave pero con buen pronóstico quirúrgico. *Rev Esp Cardiol* 1989; 42: 631-637.
- Fifer MA, Gunther S, Grossman W, Mirsky I, Carabello B, Barry WH. Myocardial contractile function in aortic stenosis as determined from the rate of stress development during isovolumic systole. *Am J Cardiol* 1979; 44: 1.318-1.325.
- Rediker DE, Boucher CA, Block PC, Akins CW, Buckley MJ, Fifer MA. Degree of reversibility of left ventricular systolic dysfunction after aortic valve replacement for isolated aortic valve stenosis. *Am J Cardiol* 1987; 60: 112-118.
- Córdoba M, Pai RG, Bansal RC, Shah PM. Comparisons of Doppler derived rate of left ventricular pressure rise with traditional echocardiographic parameters of left ventricular function. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15 (Supl 2): 141.
- García-Lledó A, Moya JL, Asín E, Tejero IR, Lafuente C, Mena MJ et al. Valoración de la función sistólica utilizando la tasa de ascenso de presión en la curva de insuficiencia mitral. *Rev Esp Cardiol* 1993; 46 (Supl 1): 38.
- Sagawa K. The end systolic pressure-volume relation of the ventricle: definition, modifications and clinical use. *Circulation* 1981; 63: 1.223-1.227.
- Enriquez-Sarano M, Tajik AJ, Schaff HV, Orszulak TA, McGonon MD, Bailey KR et al. Echocardiographic prediction of left ventricular function after correction of mitral regurgitation: results and clinical implications. *J Am Coll Cardiol* 1994; 24: 1.536-1.543.
- Zile MR, Gaasch WH, Carroll JD, Levine HJ. Chronic mitral regurgitation: predictive value of preoperative echocardiographic indexes of left ventricular function and wall stress. *J Am Coll Cardiol* 1984; 3: 235-242.
- Fioretti P, Roelandt J, Bos RJ, Meltzer RS, Van Hoogenhijze D, Serruys PW et al. Echocardiography in chronic aortic insufficiency. Is valve replacement too late when left ventricular end-systolic dimension reaches 55 mm? *Circulation* 1983; 67: 216-221 y 1985; 71: 669-680.
- Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. Assessment of ventricular function. En: Oh JK, Seward JB, Tajik AJ, editores. *The echo manual* (1.ª ed.). Nueva York: Little, Brown and Company, 1994; 39-50.