

Un nuevo método para estimar la presión de fin de diástole del ventrículo izquierdo utilizando la rigidez de cámara derivada del tiempo de desaceleración

RICARDO A. MIGLIORE*#, MARÍA E. ADANIYA, MIGUEL BARRANCO†, GUILLERMO MIRAMONT, CHRISTIAN RANDO, JAIME POCH, JUAN J. LLOVERAS, MARÍA I. ARDID*, HORACIO TAMAGUSUKU*, ALBERTO LAPUENTE*

RESUMEN

Antecedentes

La rigidez de cámara del ventrículo izquierdo (KVI) se calcula mediante el cociente entre los cambios de presión (ΔP) desde la presión mínima del VI (P_0) a la presión de fin de diástole (PFD) y los cambios de volumen (ΔV) durante dicho período: $K_{VI} = \Delta P / \Delta V$. La K_{VI} puede calcularse en forma no invasiva a partir del tiempo de desaceleración (TD) del flujo transmitral (Little y colaboradores). La PFD podría estimarse utilizando la KVI derivada del TD, teniendo en cuenta que el ΔV es similar al volumen sistólico (VS) y considerando la PFD como el principal determinante del DP (la P_0 es omitida). De esta manera:

$$K_{VI} = PFD / VS \quad \text{y} \quad PFD = K_{VI} \cdot VS$$

Material y métodos

Veinte pacientes (58 ± 10 años) con enfermedad arterial coronaria fueron estudiados mediante el eco-Doppler una hora previa al cateterismo cardíaco. La KVI fue derivada a partir del TD de acuerdo con la ecuación de Little: $KVI = ([TD - 0,02] / 0,07) - 2$ mm Hg/ml. El VS se calculó como el producto entre la integral de velocidad tiempo del flujo del tracto de salida del VI y el área respectiva.

Resultados

La PFD predicha y la PFD medida durante el cateterismo presentaron una correlación lineal: $r = 0,81$; $p < 0,001$. Mediante el análisis de Bland-Altman, la diferencia media fue de $0,95 \pm 6,24$ mm Hg.

Conclusión

La PFD del VI puede estimarse en forma no invasiva utilizando la rigidez de cámara derivada a partir del tiempo de desaceleración.

REV ARGENT CARDIOL 2003; 71: 171-177

Recibido: 1/2003

Aceptado: 3/2003

Dirección para separatas:

Dr. Ricardo A. Migliore - Cerrito

2569 - (1650) San Martín,

Provincia de Buenos Aires,

Argentina

e-mail: rmigliore@intramed.net.ar

Palabras clave

> Diástole - Rigidez de cámara del VI - Presión de fin de diástole del VI - Tiempo de desaceleración

INTRODUCCIÓN

El patrón de flujo mitral registrado mediante eco-Doppler se utiliza habitualmente para evaluar la función diastólica del ventrículo izquierdo (VI). (1) Durante la diástole, el llenado ventricular izquierdo se produce debido a que la sangre es movilizada desde la aurícula izquierda (AI) hacia el VI, como consecuencia de la aparición de gradientes de presión entre las dos cavidades. (2) Por lo tanto, la morfología del patrón de flujo mitral está determinada por el desarro-

llo de los gradientes entre la AI y el VI. Luego de la apertura de la válvula mitral, la presión del VI desciende por debajo de la presión de la AI, debido a la relajación y al retroceso elástico (*elastic recoil*) ventricular hasta llegar al punto de presión ventricular mínima (P_0). (3) El gradiente de presión AI-VI generado durante este período produce la porción ascendente de la onda E del flujo mitral (aceleración). (4) La entrada de sangre en el VI produce un aumento progresivo de la presión que disminuye el gradiente AI-VI hasta cero (velocidad pico de la onda E), luego

de lo cual la presión en el VI supera a la de la AI y se genera un gradiente reverso que desacelera la entrada de la sangre en el VI. (5) La generación del gradiente VI-AI coincide con la porción descendente de la onda E del flujo mitral, durante la cual se mide el tiempo de desaceleración (TD) y está determinado por la prolongación anormal de la relajación y por las propiedades elásticas pasivas del VI. (6) En la historia natural de la disfunción diastólica, la disminución de la velocidad de relajación ventricular ocasiona una disminución de la velocidad pico de la onda E y un aumento del TD. Luego, el incremento de la presión en la AI restablece el gradiente AI-VI "normalizando" la velocidad pico de la onda E y acortando el TD debido al aumento del gradiente reverso VI-AI secundario al aumento de la rigidez ventricular elástica pasiva principalmente, ya que el efecto de la prolongación de la relajación estaba presente desde el estadio anterior. (7) La presión de fin de diástole (PFD) también aumenta por el incremento de la rigidez ventricular al final de la diástole. (8) Finalmente, el patrón de flujo mitral se torna restrictivo como consecuencia del mayor aumento de la presión en la AI y se produce la mayor parte del llenado ventricular durante el primer tercio de la diástole y se registra un aumento de la velocidad pico de la onda E y un TD más corto, como consecuencia del aumento de la rigidez ventricular elástica pasiva y se acompaña de un incremento mayor de la PFD. (9) De esta manera, a medida que progresa la disfunción diastólica desde el estadio de relajación prolongada hasta el patrón restrictivo, el acortamiento del tiempo de desaceleración se correlaciona con el aumento de la rigidez de cámara del VI y con la PFD. (10, 11) Recientemente se ha comunicado el cálculo de la rigidez de cámara a partir del TD. (12)

En la insuficiencia cardíaca, la sintomatología (disnea) se relaciona más con la función diastólica que con la sistólica. (13) Por lo tanto, la determinación de la PFD del VI es útil en la medida en que se relacione con el pronóstico de los pacientes y con el monitoreo del tratamiento. (14) Sin embargo, la medición de la PFD requiere cateterismo cardíaco izquierdo o la determinación de la presión capilar pulmonar con catéter de Swan-Ganz que se correlaciona con la presión media de la AI y la presión pre-A del VI que es menor que la PFD. Se han propuesto varios métodos para estimar la PFD del VI, la mayoría de ellos con mediciones que no se efectúan de rutina durante un estudio de eco-Doppler. (15-18)

El objetivo del presente trabajo es el de describir un nuevo método para estimar la PFD del VI mediante eco-Doppler, con empleo de la rigidez de cámara derivada del TD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron prospectivamente 20 pacientes portadores de cardiopatía isquémica, que fueron derivados para la realización de cinecoronariografía por indicación del médico tra-

ABREVIATURAS

AI	Aurícula izquierda
ECG	Electrocardiograma
Fey	Fracción de eyección
K _{VI}	Rigidez de cámara del VI
P ₀	Presión ventricular mínima
PFD	Presión de fin de diástole
RI	Relajación isovolumétrica
TD	Tiempo de desaceleración
TSVI	Tracto de salida del ventrículo izquierdo
VI	Ventrículo izquierdo
VS	Volumen sistólico

tante. La edad promedio fue de 58 ± 10 años, 6 mujeres y 14 hombres. Seis pacientes tenían antecedentes de infarto previo, 4 de cara inferoposterior y 2 de cara anterior. En el momento del estudio 13 pacientes estaban recibiendo atenolol, 12 mononitrato de isosorbide, 10 enalapril y 6 diltiazem. De acuerdo con el resultado de la cinecoronariografía, 6 pacientes eran portadores de enfermedad de tres vasos, 8 de dos vasos y 6 enfermedad de un vaso.

Ecocardiograma y Doppler cardíaco

Dentro de la hora previa al cateterismo a todos los pacientes se les efectuó un ecocardiograma bidimensional, en modo M y Doppler cardíaco completo. El estudio se realizó con un ecocardiógrafo TOSHIBA SS60A o 140A con transductores de 2,5 o 3,75 MHz, con el paciente en decúbito lateral izquierdo y se utilizó la derivación DII del electrocardiograma como referencia. El flujo transmitral se registró colocando el volumen de muestra del Doppler pulsado a nivel del borde libre de las valvas mitrales en diástole en la vista de 4 cámaras apical (Figura 1, *arriba*). (19) Posteriormente el volumen de muestra se ubicó en el tracto de salida del VI (TSVI) inmediatamente por debajo de la válvula aórtica desde la vista de 5 cámaras apical. Se registró el flujo a dicho nivel, teniendo en cuenta que la curva de flujo obtenida tuviera el espectro lo más angosto posible, especialmente durante la desaceleración (Figura 1, *centro*). (20) Desde la vista de eje largo paraesternal izquierdo se midió el diámetro del tracto de salida de VI inmediatamente por debajo de la válvula aórtica, en el punto de inserción de la válvula, en mesosístole y paralelo al plano valvular aórtico (Figura 1, *abajo*). (21) Con Doppler continuo se registró el intervalo de tiempo entre el ruido del cierre aórtico y el comienzo del flujo mitral (relajación isovolumétrica), desde una vista intermedia entre 4 y 5 cámaras apical, colocando la intersección del haz ultrasónico emisor y receptor entre el tracto de salida del VI y la valva anterior mitral. (22) La velocidad del registro fue de 100 mm/seg. El estudio se grabó en videocasete para su posterior análisis.

Se efectuaron las siguientes mediciones:

1. Velocidad pico de la onda E y A del flujo transmitral.
2. Relación E/A.
3. Tiempo de desaceleración: tiempo transcurrido desde el vértice de la velocidad pico de la onda E hasta la intersección de la pendiente de desaceleración del flujo con la línea 0 de velocidad. En el caso de que la desaceleración del flujo de la onda tuviera dos pendientes, se consideró la primera. (23)
4. Relajación isovolumétrica (RI) (mseg).
5. Integral del flujo del TSVI (cm).
6. Área del TSVI: (diámetro TSVI)² · 0,785. (24)
7. Fracción de eyección (Fey) del VI con el método área-longitud biplano medida en 4 y 2 cámaras. (25)

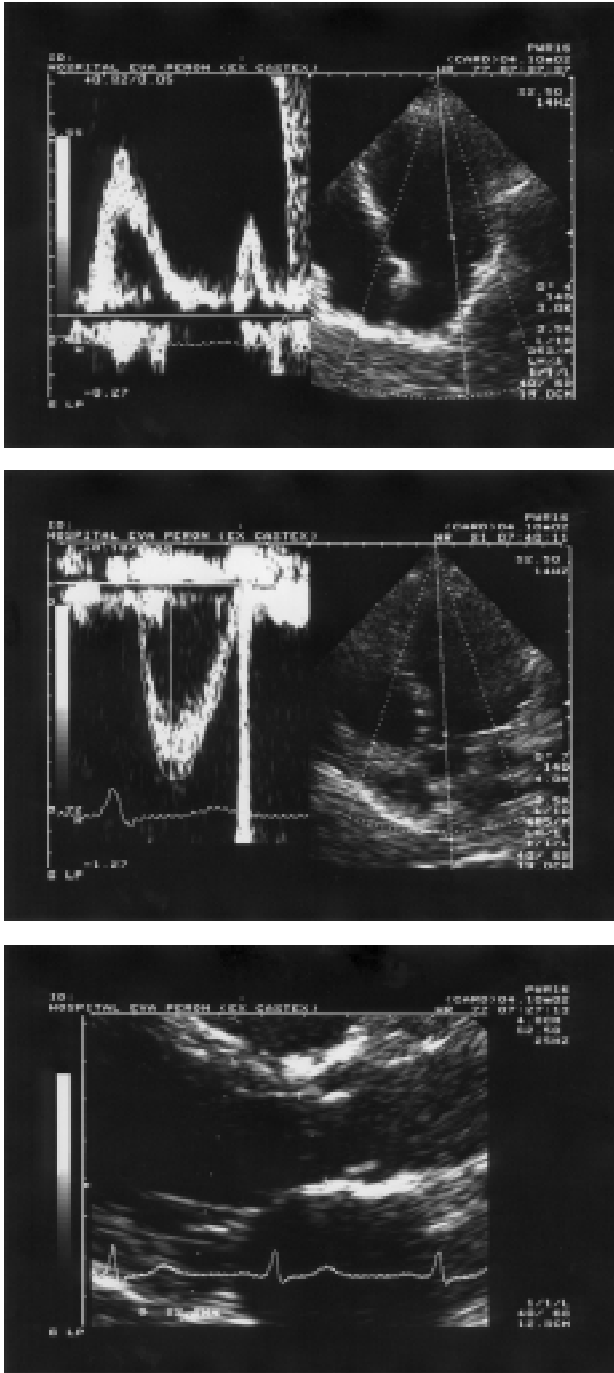


Fig. 1: Arriba: registro con Doppler pulsado del flujo transmitral desde la vista de 4 cámaras apical. Centro: registro con Doppler pulsado del flujo en el tracto de salida del VI desde la vista de 5 cámaras apical. Abajo: medición del diámetro del tracto de salida del VI en sístole. VI: ventrículo izquierdo. AI: aurícula izquierda. VD: ventrículo derecho. AD: aurícula derecha.

Para cada parámetro se consideró el promedio de tres mediciones consecutivas.

Cateterismo cardíaco

Los pacientes no recibieron premedicación antes del cateterismo. Las presiones del VI y aorta (sistólica, diastólica

y fin de sístole) se obtuvieron antes de realizar el ventriculograma con un catéter de alto flujo *pigtail* 7 French Cordis, conectado a un transductor de presión mediante un conector rígido. Los registros se realizaron en un polígrafo de 8 canales Nihon Koden, con registro simultáneo de la derivación DII y una velocidad de registro de 50 y 100 mm/seg. Se consideró nivel 0 la intersección del cuarto espacio intercostal y la línea axilar anterior. Los valores de presión se obtuvieron en apnea posespiratoria y resultan del promedio de por lo menos tres latidos consecutivos. Se consideró PFD el valor de presión posterior a la contracción auricular y anterior al ascenso de la presión del VI. En caso de que este punto no estuviera bien definido, se efectuó la medición en relación con el vértice de la onda R del ECG.

Descripción del nuevo método

Durante la diástole, la relación entre la presión (P) y el volumen (V) es exponencial y queda definida por la ecuación: (26)

$$P = b \cdot e^{k \cdot V}$$

donde b es una constante (0,43), e es la base de los logaritmos neperianos y k es la constante de rigidez elástica pasiva. La rigidez de cámara ventricular (27) está determinada por la relación entre un incremento de presión determinado (ΔP) que se corresponde con un incremento de volumen (ΔV) y puede determinarse en un punto de la curva (dP/dV –rigidez de cámara instantánea–) o durante toda la diástole ($\Delta P/\Delta V$); esta última se denomina rigidez de cámara media (K_{VI}). (12) Para el cálculo de la K_{VI} se mide el ΔP desde la P_0 hasta la PFD. El ΔV corresponde al volumen total del llenado ventricular diastólico, el cual es similar al volumen sistólico (VS) eyectado (Figura 2) y puede calcularse con eco-Doppler multiplicando el área del TSVI por la integral del flujo del TSVI:

$$VS = A_{TSVI} \cdot \text{Integral}_{TSVI}$$

Por lo tanto, K_{VI} puede calcularse:

$$K_{VI} = \Delta P / \Delta V = (PFD - P_0) / VS$$

Considerando que el ΔP está determinado fundamentalmente por la PFD, ya que la P_0 en general es un valor cercano a cero, puede describirse la ecuación omitiendo P_0 :

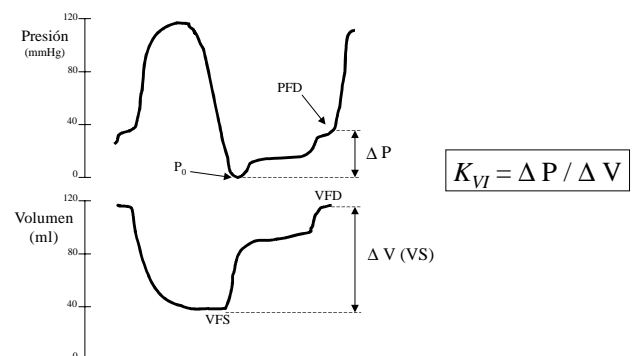


Fig. 2. Esquema de la presión y el volumen del ventrículo izquierdo (VI) y del cálculo de la rigidez de cámara del VI (K_{VI}). PFD: presión de fin de diástole del VI. P_0 : presión mínima del VI. VFD: volumen de fin de diástole del VI. VFS: volumen de fin de sístole del VI. VS: volumen sistólico del VI. ΔP : diferencia de presión entre la PFD y P_0 . ΔV : diferencia de volumen entre el VFD y el VFS, el cual es igual al VS.

$$K_{VI} = PFD / VS$$

y

$$PFD = K_{VI} \cdot VS$$

Little y colaboradores (12) publicaron el cálculo de KVI a partir del TD utilizando la siguiente ecuación:

$$K_{VI} = ([TD - 0,02] / 0,07) - 2 \quad (\text{mm Hg/ml})$$

De manera que multiplicando la K_{VI} obtenida por la ecuación de Little y el volumen sistólico estimado por eco-Doppler se estima la PFD. La correlación entre la K_{VI} calculada por el método combinado entre hemodinamia y eco-Doppler y la K_{VI} estimada a partir de la ecuación de Little utilizando el TD se validó previamente en nuestro laboratorio y se obtuvo un $r = 0,88$, $p < 0,001$ ($y = 0,76 \cdot x + 0,626$) y una diferencia media de $-0,001 \pm 0,07$ mm Hg/ml. (28)

Análisis estadístico

Los valores se expresan como promedio \pm 1 desvío estándar. Se utilizó correlación y regresión y el análisis de Bland-Altman para la comparación de los dos métodos.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se resumen los valores correspondientes a los parámetros evaluados mediante eco-Doppler, PFD, P_0 y la K_{VI} calculada a partir del método eco-hemodinamia y la K_{VI} derivada del tiempo de desaceleración. Como puede observarse, hubo una gran variación en parámetros evidenciada por el rango y por el desvío estándar. La Fey varió entre 31% y 68% y la PFD entre 3 y 36 mm Hg. La P_0 fue de 0 mm Hg en 16 pacientes (80%) y mayor de 0 mm Hg en 4 (20%). En 1 paciente la P_0 fue de 2 mm Hg (PFD de 18 mm Hg), de 3 mm Hg en 2 pacientes (PFD de 36 y 15 mm Hg, respectivamente) y de 7 mm Hg en 1 paciente (PFD de 32 mm Hg). Por lo tanto, al omitir la P_0 en el nuevo mé-

todo, la sobrestimación del DP ($PFD - P_0$) fue de sólo el 12%, el 8%, el 20% y el 22%, respectivamente, en los 4 pacientes con P_0 mayor de 0 mm Hg.

La PFD estimada a partir del nuevo método propuesto y la PFD medida durante el cateterismo presentaron una correlación lineal: $r = 0,81$ $p < 0,001$ ($y = 1,1 \cdot x + 0,66$) (Figura 3). Mediante el análisis de Bland-Altman, la diferencia media fue de $0,95 \pm 6,24$ mm Hg.

DISCUSIÓN

La estimación de la PFD del VI por métodos no invasivos ha sido el objetivo de múltiples estudios, debido a las implicaciones diagnósticas, pronósticas y terapéuticas que se derivan de ella. (29, 30) En la prác-

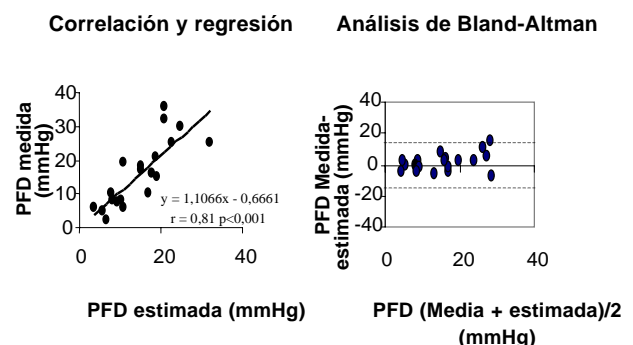


Fig. 3: Izquierda: correlación y regresión entre la presión de fin de diástole (PFD) estimada por el nuevo método y la medida durante el cateterismo cardíaco. Derecha: análisis de Bland-Altman.

Tabla 1
Parámetros del eco-Doppler, el cateterismo cardíaco y la rigidez de cámara

	Promedio \pm DE	Rango
Eco-Doppler		
Velocidad pico de la onda E (m/seg)	0,65 \pm 0,23	1 - 0,4
Velocidad pico de la onda A (m/seg)	0,57 \pm 0,25	0,75 - 0,32
Relación E/A	1,1 \pm 0,45	1,5 - 0,5
Tiempo de desaceleración (mseg)	195 \pm 46	280 - 130
Relajación isovolumétrica (mseg)	66 \pm 23	105 - 43
Fracción de eyección (%)	53 \pm 12	68 - 31
Integral del flujo del TSVI (cm)	24 \pm 15	38 - 18
Área del TSVI (cm ²)	1,8 \pm 0,2	2,2 - 1,7
Volumen sistólico (ml)	62 \pm 23	129 - 45
Cateterismo cardíaco		
Presión de fin de diástole (mmHg)	16 \pm 11	36 - 3
P_0 (mmHg)	0,9 \pm 2	7 - 0
Rigidez de cámara (K_{VI})		
K_{VI} (eco-hemodinamia) (mmHg/ml)	0,25 \pm 0,16	0,58 - 0,09
K_{VI} (estimada a partir el TD) (mmHg/ml)	0,25 \pm 0,14	0,53 - 0,09

DE: desvío estándar. TSVI: tracto de salida del VI. P_0 : presión mínima del VI. TD: tiempo de desaceleración.

tica diaria, la estimación de la PFD se aplica a los pacientes que refieren disnea, tanto para establecer el diagnóstico diferencial entre su origen respiratorio o cardíaco, (31) así como para correlacionar con hallazgos del examen físico (estertores crepitantes, ritmo de galope) o radiológicos (edema intersticial sugestivo de hipertensión venocapilar). (32) También se utiliza como método alternativo a la colocación del catéter de Swan-Ganz, especialmente en los pacientes críticos internados en áreas de cuidado intensivo. El pronóstico de los pacientes con insuficiencia cardíaca está determinada por varios factores, dentro de los cuales está incluida la PFD y el TD. (33, 34) Aunque la medición de estas dos variables se efectúa en dos momentos diferentes de la diástole –el TD durante el fin del llenado rápido y la PFD al concluir la diástole–, ambos parámetros dependen en gran parte de las propiedades elásticas pasivas del VI. (35) En efecto, como ya se mencionó, luego del cruce de presiones entre la AI y el VI que coincide con el vértice de la onda E del flujo transmitral se produce un gradiente reverso VI-AI que desacelera la entrada de sangre en el VI (Figura 4). (5) La magnitud de dicho gradiente está determinada por la rigidez de cámara ventricular y depende sobre todo del incremento de la presión en el VI, ya que la presión en la AI permanece relativamente constante, por el flujo de sangre desde las venas pulmonares. (7) La presión en el VI aumentada durante la desaceleración del llenado rápido mitral (momento en el que se mide el TD) se continúa durante el período de diastasis e influye en el nivel de PFD, la cual está determinada fundamentalmente por la rigidez de cámara de fin de diástole. Little y colaboradores (13) describieron la relación inversa entre el TD y la rigidez de cámara "promedio" del VI (K_{VI}), estimada como el cociente entre el DP medido entre la PFD y la P_0 y el DV que se produce durante ese período, el cual es similar al VS. Si bien los autores predijeron que el TD variaba con $1/\delta K_{VI}$, utilizaron la ecuación de regresión obtenida de la relación para poder derivar la K_{VI} a partir del TD:

$$K_{VI} = ([TD - 0,02] / 0,07)^{-2} \quad (\text{mm Hg/ml})$$

La correlación entre ambas variables ha sido validada con registros simultáneos de presión y Doppler por García y colaboradores. (36) Nosotros hemos estudiado la correlación entre el TD y K_{VI} utilizando un método combinado entre eco-Doppler y hemodinamia, en el cual el VS se determinó mediante el producto del área del tracto de salida de VI por la integral de flujo a dicho nivel y la PFD y la P_0 registradas durante el cateterismo. (28) En el nuevo método propuesto, la P_0 se omitió, de forma que la PFD puede estimarse como el producto de K_{VI} por el VS, con buena correlación y concordancia obtenida con respecto a la PFD registrada en el laboratorio de hemodinamia. Se han propuesto varios métodos para estimar las presiones diastólicas del VI, incluidos el flujo mitral, (37) el flujo de la vena pulmonar (38, 39) y la combinación de la velocidad pico de la onda E mitral con la pendiente del modo M color (40) y la velocidad pico de la onda E del Doppler tisular. (18) Sin embargo, la mayoría de estos métodos incluyen mediciones que no se efectúan de rutina durante un estudio de eco-Doppler (flujo de la vena pulmonar, modo M color) y requieren una curva de aprendizaje previa por parte del operador o tecnología no disponible en todos los laboratorios de ecocardiografía (Doppler tisular). El nuevo método propuesto tiene la ventaja de que utiliza parámetros convencionales que se obtienen en todos los estudios de eco-Doppler (flujo transmitral, flujo y diámetro del tracto de salida del VI), los cuales, a diferencia de la mayoría de los otros métodos, no requieren entrenamiento previo por parte del operador.

Limitaciones del estudio

Los registros de eco-Doppler se realizaron dentro de la hora previa al cateterismo, o sea que no se efectuaron en forma simultánea. Si bien esto es una limitación del estudio, la mayoría de los estudios que valoraron métodos para estimar las presiones diastólicas del VI no se realizaron en forma simultánea. (15, 23) El número de pacientes es pequeño, no obstante lo cual la correlación fue buena ($r = 0,81$ $p < 0,001$) y la diferencia media es aceptable para un método no invasivo. La omisión de la P_0 introduce cierto error en la estimación de la PFD, ya que se considera que el DP es similar al valor de la PFD. Sin embargo, la sobrestimación del DP fue menor del 25% y sólo estuvo presente en 4 pacientes (20%) incluidos en el estudio.

CONCLUSIÓN

La estimación de la PFD puede realizarse utilizando la rigidez de cámara del VI derivada del TD. Los parámetros requeridos para el cálculo se obtienen de rutina en un estudio ecocardiográfico y, a diferencia de otros métodos, no requiere entrenamiento previo en otras modalidades de eco-Doppler.

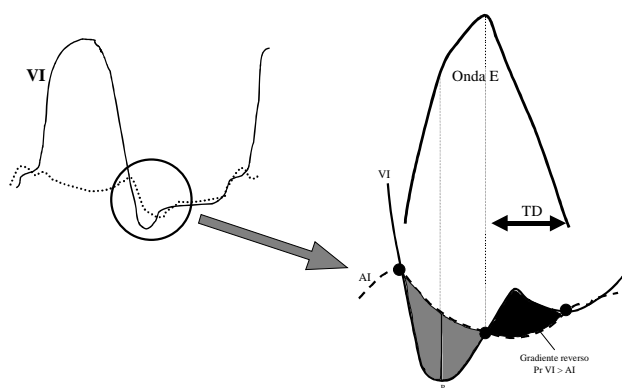


Fig. 4. Relación entre el tiempo de desaceleración y el gradiente VI-AI. Véase explicación en el texto.

SUMMARY**A New Method for Estimating Left Ventricular End Diastolic Pressure Using Chamber Stiffness Derived from Deceleration Time****Background**

Average LV chamber stiffness (K_{LV}) is calculated by dividing the change of pressure (ΔP) from the time of minimum LV pressure (P_0) to end-diastolic pressure (EDP) by the change of the volume (ΔV) during this period: $K_{LV} = \Delta P / \Delta V$. K_{LV} can be determined non-invasively from deceleration time (DT) of transmitral flow (Little et al). We hypothesized that EDP could be estimated using K_{LV} derived from DT, taking into account that ΔV is similar to stroke volume (SV) and assuming EDP as the mean determinant of DP, (P_0 was avoided). Therefore: $K_{LV} = EDP / SV$ and $EDP = K_{LV} \cdot SV$.

Methods

Twenty patients (58 ± 10 years old) with coronary artery disease were studied with Doppler of the mitral inflow one hour before catheterization. K_{LV} was derived from DT according to Little equation: $K_{LV} = ([DT - 0,02] / 0,07)^{-2}$ mmHg/ml. SV was calculated as time velocity integral of LV outflow multiplied by area.

Results

EDP predicted and EDP measured during catheterization were linearly related: $r = 0,81$; $p < 0,001$. By Bland-Altman analysis mean difference was $0,95 \pm 6,24$ mm Hg.

Conclusion

EDP can be estimated non-invasively using chamber stiffness derived from DT.

Key words: Diastolic function – Left ventricular chamber stiffness – Left ventricular end-diastolic pressure – Deceleration time

BIBLIOGRAFÍA

- Nishimura RA, Tajik AJ. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta stone. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:8-18.
- Thomas JD, Weyman AE. Echocardiographic Doppler evaluation of left ventricular diastolic function: physics and physiology. *Circulation* 1991;84:977-90.
- Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc* 1989;64:181-204.
- Ishida Y, Meisner JS, Tsujioka K, Gallo JI, Yoran C, Frater RW, et al. Left ventricular filling dynamics: influence of left ventricular relaxation and left atrial pressure. *Circulation* 1986;74:187-96.
- Courtois M, Kovács SJ Jr, Ludbrook PA. Transmitral pressure-flow velocity relation. Importance of regional pressure gradients in the left ventricle during diastole. *Circulation* 1988;78:661-71.
- Thomas JD, Choong CY, Flachskampf FA, Weyman AE. Analysis of the early transmitral Doppler velocity curve: effect of primary physiologic changes and compensatory preload adjustment. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:644-55.
- Ohno M, Cheng CP, Little WC. Mechanism of altered patterns of left ventricular filling during the development of congestive heart failure. *Circulation* 1994;89:2241-50.
- Migliore RA, Guerrero FT, Adaniya ME, Ianiello J, Tamagusuku H, Lapuente A. Relación entre el flujo transmitral y la rigidez elástica pasiva del ventrículo izquierdo. *Rev Argent Cardiol* 1994;62:407-14.
- Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:246-70.
- Appleton CP, Hatle LK. The natural history of left ventricular filling abnormalities: assessment by two-dimensional and Doppler echocardiography. *Echocardiography* 1992;9:437-57.
- Diez J, Querejeta R, López B, González A, Larman M, Martínez Ubago JL. Losartan-dependent regression of myocardial fibrosis is associated with reduction of left ventricular chamber stiffness in hypertensive patients. *Circulation* 2002;105:2512-7.
- Little WC, Ohno M, Kitzman DW, Thomas JD, Cheng CP. Determination of left ventricular chamber stiffness from the time for deceleration of early left ventricular filling. *Circulation* 1995;92:1933-9.
- Little WC, Downes TR. Clinical evaluation of left ventricular diastolic performance. *Prog Cardiovasc Dis* 1990;32:273-90.
- Brunazzi MC, Chirillo F, Pasqualini M, Gemelli M, Franceschini-Grisolia E, Longhini C, et al. Estimation of left ventricular diastolic pressures from precordial pulsed-Doppler analysis of pulmonary venous and mitral flow. *Am Heart J* 1994;128:293-300.
- Appleton CP, Galloway JM, González MS, Gaballa M, Basnight MA. Estimation of left ventricular pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease: additional value of analysing left atrial size, left atrial ejection fraction and the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow velocity at atrial contraction. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:1972-82.
- García MJ, Ares MA, Asher C, Rodríguez L, Vandervoort P, Thomas JD. An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:448-54.
- Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quiñones MA. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1527-33.
- Nagueh SF, Kopelen HA, Quiñones MA. Doppler estimation of left ventricular filling pressures in the presence of atrial fibrillation. *Circulation* 1995;92:1-397.
- Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988;12:426-440.
- Weyman AE, Griffin BP. Left ventricular outflow tract: the aortic valve, aorta, and subvalvular outflow tract. En: Weyman AE. Principles and practice of echocardiography, 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1994. p. 498-574.
- Otto CM. Aortic stenosis: echocardiographic evaluation of disease severity, disease progression, and the role of echocardiography in clinical decision making. En: Otto CM. The practice of clinical echocardiography. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1997. p. 405-432.
- Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. Assessment of diastolic function of the heart: background and current application of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. *Mayo Clin Proc* 1989;64:181-204.
- Appleton CP, Jensen JL, Hatle LK, Oh JK. Doppler evaluation of left and right ventricular diastolic function: a technical guide for obtaining optimal flow velocity recordings. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:271-91.
- Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. Hemodynamic assessment. En: The echo manual, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1999. p. 59-71.
- Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. Assessment of ventricular systolic function. En: The echo manual, 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1999. p. 37-57.
- Gaasch WH, Quiñones MA, Waisser E, Thiel HG, Alexander JK. Diastolic compliance of the left ventricle in man. *Am J Cardiol* 1975;36:193-201.

27. Gilbert JC, Glantz SA. Determinants of left ventricular filling and of the diastolic pressure-volume relation. *Circ Res* 1989;64:827-52.
28. Migliore RA, Adaniya ME, Barranco M, Rando C, Poch J, Lloveras G y col. Estimación de la rigidez de cámara del ventrículo izquierdo a partir del tiempo de desaceleración: correlación eco-hemodinamia. *Rev Argent Cardiol* 2001;69:81. Abstract N° 23.
29. Cohen GI, Pietrolungo JF, Thomas JD, Klein AL. A practical guide to assessment of ventricular diastolic function using Doppler echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 1996;27:1753-60.
30. Schwammenthal E, Popescu BA, Popescu AC, Di Segni E, Kaplinsky E, Rabinowitz B, et al. Noninvasive assessment of left ventricular end-diastolic pressure by the response of the transmitral a-wave velocity to a standardized Valsalva maneuver. *Am J Cardiol* 2000;86:169-74.
31. Tutar E, Kaya A, Gulec S, Ertas F, Erol C, Ozdemir O, et al. Echocardiographic evaluation of left ventricular diastolic function in chronic cor pulmonale. *Am J Cardiol* 1999;83:1414-7, A9.
32. Lavine SJ, Arends D. Importance of the left ventricular filling pressure on diastolic filling in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 1989;64:61-5.
33. Giannuzzi P, Imparato A, Temporelli PL, de Vito F, Silva PL, Scapellato F, et al. Doppler-derived mitral deceleration time of early filling as a strong predictor of pulmonary capillary wedge pressure in postinfarction patients with left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:1630-7.
34. Rich M, Stitzel N, Kovacs S. Prognostic value of diastolic filling parameters derived using a novel image processing technique in patients \geq 70 years of age with congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1999;84:82-86.
35. Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM, Ilstrup DM, Holmes DR Jr, Tajik AJ. Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol* 1996;28:1226-33.
36. García MJ, Firstenberg MS, Greenberg NL, Smedira N, Rodríguez L, Prior D, et al. Estimation of left ventricular operating stiffness from Doppler early filling deceleration time in humans. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2001;280:H554-61.
37. Kuecherer H, Ruffmann K, Kuebler W. Determination of left ventricular filling parameters by pulsed Doppler echocardiography: A noninvasive method to predict high filling pressures in patients with coronary artery disease. *Am Heart J* 1988;116:1017-21.
38. Rossvoll O, Hatle LK. Pulmonary venous flow velocities recorded by transthoracic Doppler ultrasound: relation to left ventricular diastolic pressures. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:1687-96.
39. Basnight MA, Gonzalez MS, Kershenovich SC, Appleton CP. Pulmonary venous flow velocity: relation to hemodynamics, mitral flow velocity and left atrial volume, and ejection fraction. *J Am Soc Echocardiogr* 1991;4:547-58.
40. Piñeiro D. Evaluación de la función diastólica con Doppler color en modo M. En: Torino AF, editor. *Temas de eco-Doppler cardíaco II*. Buenos Aires: Editorial Tiempo; 1998. p. 141-51.

VII WORLD CONGRESS OF ECHOCARDIOGRAPHY AND VASCULAR ULTRASOUND

*10 al 12 Octubre de 2003
Buenos Aires Sheraton Hotel*

XXX CONGRESO ARGENTINO DE CARDIOLOGÍA

*Auspiciado por:
INTERNATIONAL SOCIETY OF CARDIOVASCULAR ULTRASOUND
Y
SOCIEDAD ARGENTINA DE CARDIOLOGIA*

Autoridades

<i>Presidente Internacional</i>	Dr. Navin Nanda
<i>Presidente</i>	Dr. Luis María Amuchástegui
<i>Secretario General</i>	Dr. Daniel Piñeiro
<i>Presidente Comité Organizador</i>	Dr. Jorge Roisinblit
<i>Presidente Comité Científico</i>	Dr. Miguel Bustamante Labarta

Información

*Azuénaga 980-1115 - Buenos Aires - Argentina
Tel: (5411)4961-6027 - Fax: (5411) 4961-6020
Web site: www.sac.org.ar - E mail: secretariat.echo2003@sac.org.ar*