

Evaluación del flujo de las venas pulmonares con ecocardiografía transtorácica en niños con cardiomiopatía dilatada

Norma Alicia Balderrábano Saucedo,* Lorenzo Reyes de la Cruz,* Alfredo Vizcaíno Alarcón,* Gonzalo Espinosa Islas,* Begoña Segura Stanford*

Resumen

Objetivo: Evaluar el flujo de las venas pulmonares en niños con cardiomiopatía dilatada y correlacionarlo con el flujo Doppler mitral y con la clase funcional. **Material y métodos:** Se realizó un estudio descriptivo y transversal en 14 niños con cardiomiopatía dilatada. Se evaluó el flujo de las venas pulmonares, el flujo Doppler mitral y la clase funcional. **Resultados:** Nueve pacientes fueron mujeres; la edad media fue de 5.58 años y el tiempo de evolución fue de 17 meses. Siete pacientes estaban en clase funcional I, 4 en II, y 3 en III. Al analizar el flujo Doppler mitral 9 de los 14 pacientes tuvieron datos de disfunción diastólica del ventrículo izquierdo, mientras que los 14 pacientes mostraron algún grado de disfunción diastólica cuando se analizó el flujo de las venas pulmonares; ya que todos los pacientes tuvieron una relación S/D anormal; 12 tuvieron una onda S disminuida, que fue menor en los pacientes con síntomas ($p < 0.05$); 8 una onda D aumentada, que fue mayor en los pacientes con síntomas ($p < 0.05$); y en 8 pacientes de los cuales 7 correspondieron al grupo con síntomas, la duración de la onda A reversa fue mayor a la duración de la onda A mitral. **Conclusiones:** Los pacientes con cardiomiopatía dilatada además de tener disfunción sistólica del ventrículo izquierdo, también tienen una función diastólica ventricular izquierda anormal. El análisis del flujo de las venas pulmonares identifica más tempranamente la disfunción diastólica del ventrículo izquierdo y correlaciona mejor con la clase funcional que el análisis aislado del flujo Doppler mitral.

Palabras clave: Cardiomiopatía dilatada. Flujo de las venas pulmonares. Flujo Doppler mitral. Función diastólica. Ventrículo izquierdo.

Key words: Dilated cardiomyopathy. Venous pulmonary flow. Mitral Doppler flow. Diastolic function. Left ventricle.

Summary

PULMONARY VENOUS FLOW IN CHILDREN WITH DILATED
CARDIOMYOPATHY USING
TRANSTHORACIC ECHOCARDIOGRAPHY

Objective: To evaluate the pulmonary venous flow in children with dilated cardiomyopathy and to establish its correlation with mitral Doppler flow and with the functional class. **Methods:** It is a descriptive and transversal study in which we evaluated the pulmonary venous flow and its correlation with mitral Doppler flow and the functional class in 14 children with dilated cardiomyopathy. **Results:** Nine patients were female. The mean age was 5.58 years and the mean follow up was 17 months. The functional class was I in 7 patients, II in 4 and III in 3. When diastolic function was evaluated using mitral Doppler flow it was abnormal in 9 of 14 patients, while the pulmonary venous flow was altered in all 14 patients since S/D ratio was abnormal in all. S wave was reduced in 12 patients; D wave was elevated in 8 patients, A reverse wave was elevated in 4 patients and in 8 the A reverse wave length was higher than mitral A wave length. **Conclusions:** Systolic function of the left ventricle is reduced in children with dilated cardiomyopathy. Diastolic function is also frequently abnormal in this group of patients. Pulmonary venous flow identifies better the abnormal diastolic function and correlates better with functional class than mitral Doppler flow.
(Arch Cardiol Mex 2007; 77: 320-325)

* Hospital Infantil de México «Federico Gómez».

Introducción

La cardiomiopatía dilatada (CMD) es la forma más común de cardiomiopatía, con una incidencia anual de 2 a 8 casos por 100,000 en los Estados Unidos y Europa y una prevalencia estimada de 36 individuos afectados por 100,000 habitantes.¹

Aun cuando los criterios para establecer el diagnóstico de cardiomiopatía dilatada se basan en la dilatación ventricular y en la disminución de la función sistólica, estos pacientes también cursan con una relajación de ventrículo izquierdo (VI) alterada y una distensibilidad de VI anormal.²

Las velocidades del flujo mitral obtenidas por ecocardiografía con Doppler pulsado correlacionan bien con las mediciones hechas con métodos invasivos del llenado del VI. Sin embargo, la diástole es un fenómeno complejo en la que ocurren múltiples eventos. Aunque varios índices de función diastólica basados en el análisis del flujo mitral han sido propuestos, ninguno de ellos es por sí solo adecuado para evaluar la función diastólica del VI.³

En pacientes con una relajación ventricular izquierda alterada, la velocidad de la onda E mitral disminuye con un tiempo de desaceleración prolongado, reflejando una tasa disminuida de llenado de VI. La velocidad de la onda A mitral se incrementa como mecanismo compensatorio. El flujo mitral cambia dependiendo de la función miocárdica y del estado hemodinámico así como de modificaciones en la precarga. Al incrementarse la presión de la aurícula izquierda (AI) se tiende a normalizar el patrón mitral alterado y enmascara la relajación ventricular izquierda anormal, ya que la onda E mitral aumenta y la onda A disminuye (patrón «pseudo-normalizado»).^{2,4}

Con base en lo anterior, se ha demostrado que las velocidades del flujo de las venas pulmonares (FVP) reflejan los cambios de la presión de la AI durante el ciclo cardíaco. Así pues, analizando tanto el FVP como el flujo mitral y la relación entre ambas mediciones es posible obtener una evaluación más completa de la función diastólica ventricular izquierda.

El patrón normal del FVP ha sido bien descrito y se compone de cuatro fases que son reflejo de las ondas características evaluadas con Doppler pulsado en el ecocardiograma transtorácico. Durante la sístole, dos componentes son frecuentemente observados: la onda de la sístole tem-

prana (SE), la cual ocurre durante o poco después del complejo QRS y corresponde a la relajación auricular, seguida de una onda sistólica tardía (SL), la cual corresponde a la contracción ventricular. Habitualmente estas dos ondas se reflejan de manera conjunta como una misma a la cual se le denomina simplemente onda S. Después de que la válvula mitral se abre, la presión de la AI cae nuevamente, permitiendo el paso de sangre de las venas pulmonares a la AI generando la onda diastólica (D). Después ocurre la contracción auricular, que condiciona un flujo retrógrado desde la AI a las venas pulmonares generándose una onda retrógrada o negativa denominada onda A reversa (AR) (Fig. 1).^{3,5} Con el análisis del FVP podemos distinguir un patrón «pseudo-normalizado» del flujo Doppler mitral de un patrón normal de llenado de VI, ya que ante una disfunción diastólica se observa una onda S normal o disminuida y una onda D aumentada, dando como resultado una relación S/D disminuida. Además la velocidad pico del flujo de la onda A reversa aumenta y la duración de la misma se prolonga con una duración mayor a la duración de la onda A mitral.⁴

El objetivo de este estudio fue evaluar el FVP en niños con CMD y correlacionar los resultados con el flujo Doppler mitral y con la clase funcional (CF).

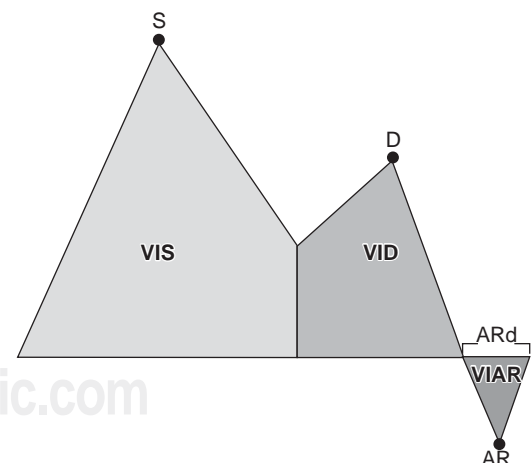


Fig. 1. Dibujo que muestra de forma esquemática el flujo de las venas pulmonares. S: onda sistólica, VIS: velocidad integral de la sístole, D: onda diastólica, VID: velocidad integral de la diástole, ARd: tiempo de duración de la onda A reversa. VIAR: velocidad integral de la onda A reversa.

Material y métodos

Pacientes

Se incluyeron a los pacientes con diagnóstico de CMD idiopática. Se excluyeron los casos con CMD secundaria a padecimientos sistémicos o con historia o evidencia de enfermedad vascular pulmonar o arritmia. También se excluyeron los casos con CMD idiopática inestables que requirieron hospitalización y uso de medicamentos endovenosos para el manejo de la insuficiencia cardíaca (IC) dentro de las cuatro semanas previas al inicio del estudio. Para el análisis de los datos los pacientes se dividieron en 2 grupos; grupo A: pacientes sin síntomas (CF I) y grupo B: pacientes con síntomas (CF II y III).

Evaluación clínica

Se realizó un examen físico completo a todos los pacientes antes de ingresar al estudio y durante su seguimiento. Para la evaluación de la clase funcional se utilizó la escala de Ross.⁶

Ecocardiograma

Los estudios se realizaron con un ecocardiógrafo Sonos 5500 de Philips con transductor de 3.5 MHz. y trazo electrocardiográfico simultáneo. Las mediciones se obtuvieron del promedio de 5 ciclos consecutivos. Después de corroborar el diagnóstico de CMD y de evaluar la función sistólica del VI por medio de fracción de eyección (FEVI) y fracción de acortamiento (FA), se analizó la función diastólica mediante el flujo Doppler mitral y el FVP.

Mediciones con eco-Doppler pulsado

Flujo mitral: El flujo Doppler mitral se valoró en el eje apical de cuatro cámaras, colocando el Doppler pulsado en el sitio de apertura y cierre de la válvula mitral. La velocidad pico de la diástole temprana (onda E) y diástole tardía (onda A) se midieron desde la línea basal hasta el flujo de máxima velocidad. Se calculó la relación E/A mitral para cada ciclo cardíaco y se midió el tiempo de duración de la onda A mitral (Ad). Los valores normales son: E = 80-102 cm/s, A = 41-57 cm/s y E/A = 1.5-2.3.^{7,8}

Flujo de las venas pulmonares: El FVP se valoró utilizando el corte apical de cuatro cámaras, colocando el Doppler color pulsado a 5-10 mm proximal a la unión de la vena pulmonar superior derecha con la AI. Se midió el flujo de la sístole (onda S: el flujo que ocurre desde el cierre de la válvula mitral hasta su apertura) y el

flujo de la diástole (onda D: el flujo que ocurre desde la apertura de la válvula mitral hasta después de la inscripción de la onda P en el electrocardiograma). También se midió la velocidad de la onda A reversa (AR); que es el flujo retrógrado al momento de la contracción auricular, la duración de la AR (ARd) y se calculó la diferencia entre la duración de la AR y la duración de la A mitral (ARd-Ad). Los valores normales son: S = 36-64 cm/s, D = 35-47 cm/s, S/D = 1.17-1.5, AR = 5-37 cm/s.^{9,10}

Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó mediante el programa de estadística SPSS para Windows versión 9 (SPSS Inc, Chicago, Illinois), se realizó estadística descriptiva con análisis de frecuencias. Los resultados entre los grupos se compararon con la prueba de t de Student. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa cuando la p fue menor de .05.

Resultados

Se incluyeron 14 pacientes; 9 mujeres. Con edad media de 5.5 ± 3.2 años. El tiempo de evolución de la fecha del diagnóstico al inicio del estudio fue de 2 a 49 meses (m: 17 ± 12.4 meses). Todos los pacientes estaban recibiendo el tratamiento habitual para la IC por MCD en niños: digoxina, inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina y diuréticos. Siete pacientes se encontraban en CF I, 4 en II y 3 en III, por lo que 7 pacientes corresponden al grupo A (sin síntomas) y 7 pacientes al grupo B (con síntomas). Al analizar el flujo Doppler de la válvula mitral: 9 de los 14 pacientes tuvieron una relación E/A anormal. La onda E estuvo alterada en 9 y la onda A estuvo alterada en 8 (Fig. 2). Al medir las velocidades pico de las ondas E y A no surgieron diferencias entre los grupos pero sí, en

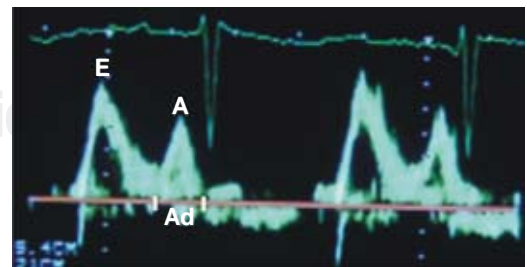


Fig. 2. Flujo Doppler mitral obtenido por ecocardiografía transtorácica de uno de los pacientes con patrón «pseudo-normalizado».

la duración de la onda A mitral, la cual fue menor en los pacientes con síntomas que en los pacientes asintomáticos con una diferencia estadísticamente significativa ($p \leq .05$).

Al analizar el FVP: todos los pacientes tuvieron una relación S/D anormal, en 12 de ellos con una relación S/D menor de 1 (Fig. 3). El 85% de los pacientes (12/14) tuvo una onda S disminuida, la cual fue significativamente menor en el grupo de pacientes con síntomas (22.57 ± 5.71 cm/seg) que en el grupo de pacientes sin síntomas (36.42 ± 12 cm/seg) ($p \leq .05$); mientras que el 57% de los casos (8/14) presentó una onda D aumentada, la cual fue significativamente mayor en el grupo de pacientes con síntomas (58.54 ± 4.71 cm/seg) que en el grupo de pacientes sin síntomas (38.31 ± 6.28 cm/seg) ($p \leq .05$).

En 4 pacientes la velocidad de la onda AR estuvo aumentada. Los 4 corresponden al grupo de pacientes con síntomas. La duración de la AR fue mayor a la duración de la A mitral en 8, de éstos, 7 corresponden al grupo de pacientes con síntomas; esta diferencia fue positiva con un rango de 5 a 200 mseg (m: 66.84) y en 5 de ellos esta diferencia fue mayor a 30 mseg. Los 5 pacientes correspondían al grupo de pacientes sintomáticos. Las características ecocardiográficas y la CF de los pacientes aparecen en las Tablas I y II.

Discusión

El FVP se empezó a analizar desde 1970, utilizando inicialmente flujómetros aplicados de manera invasiva; desde entonces se observó una correlación estrecha con la presión venocapilar pulmonar y con la presión de la AI. Una década más tarde, Keren y cols. reportaron la primera evaluación no invasiva del FVP utilizando Doppler tisular por ecocardiografía.^{11,12} A partir de esa fecha, el FVP se ha utilizado para evaluar la presión de llenado del VI, su función diastólica, la función de la AI y la gravedad de la insuficiencia y la estenosis mitral.⁸⁻¹¹

Existen múltiples determinantes del FVP en las fases sistólica y diastólica. El componente sistólico es determinado primariamente por la relajación de la AI, la función sistólica del VI y la compliansa auricular. El componente sistólico del FVP también puede estar alterado en situaciones como la insuficiencia mitral, la pericarditis constrictiva, y las alteraciones del ritmo cardíaco.

La función sistólica ventricular izquierda correlaciona estrechamente con la magnitud de la velocidad sistólica de las venas pulmonares. La velocidad sistólica pico se incrementa a medida que la fracción de eyección aumenta. En pacientes con disfunción sistólica ventricular izquierda importante, la velocidad sistólica pico suele estar anormalmente reducida.^{3,9,12}

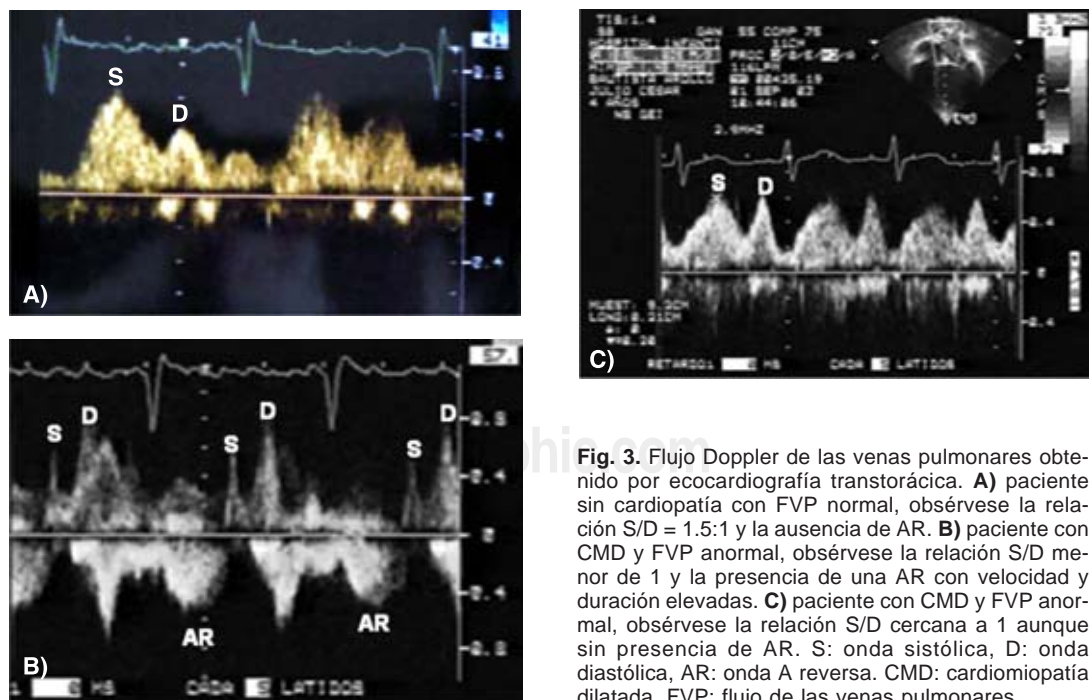


Fig. 3. Flujo Doppler de las venas pulmonares obtenido por ecocardiografía transtorácica. **A)** paciente sin cardiopatía con FVP normal, obsérvese la relación S/D = 1.5:1 y la ausencia de AR. **B)** paciente con CMD y FVP anormal, obsérvese la relación S/D menor de 1 y la presencia de una AR con velocidad y duración elevadas. **C)** paciente con CMD y FVP anormal, obsérvese la relación S/D cercana a 1 aunque sin presencia de AR. S: onda sistólica, D: onda diastólica, AR: onda A reversa. CMD: cardiomiopatía dilatada, FVP: flujo de las venas pulmonares.

Tabla I. Características clínicas y ecocardiográficas en 14 niños con cardiomiopatía dilatada.

Pacientes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CF	II	I	I	II	I	III	III	II	II	I	I	I	III	I
FEVI (%)	20	48	43	39	47	29	34	40	41	43	41	45	34	47
FA (%)	9	19	17	15	19	10	13	15	16	17	16	18	13	19
E (cm/s)	76	85	119	73	86	114	115	70	106	96	83	78	97	111
A (cm/s)	76	65	69	49	56	85	59	43	76	54	50	82	59	56
Ad (mseg)	60	160	140	100	130	60	90	110	120	140	120	120	90	130
E/A	1	1.32	1.72	1.49	1.54	1.34	.72	1.63	1.39	1.8	1.66	.94	1.64	1.98
S (cm/s)	25	45	32	16	60	32	25	20	24	33	26	29	16	30
D (cm/s)	64	27	40	60	35	61	60	57	49	42	47	40	59	37
S/D	.39	1.67	.8	.27	1.71	.52	.42	.35	.49	.78	.55	.73	.27	.81
AR (cm/s)	46.6	21	20	10.5	15	122	22	10.5	60	20	21	17	40	21
ARd (mseg)	170	95	60	130	100	150	200	130	160	95	110	118	200	135
ARd-Ad (mseg)	50	-65	-80	20	-30	90	200	20	40	-45	-10	-2	110	5

Tabla II. Mediciones ecocardiográficas en 14 niños con cardiomiopatía dilatada por grupos.

Parámetro	Pacientes sin síntomas (Grupo A)	Pacientes con síntomas (Grupo B)	p
FEVI (%)	44.85 ± 2.6	33.8 ± 7.42	< .05
FA (%)	17.85 ± 1.2	13 ± 2.64	< .05
E (cm/s)	94 ± 15.4	93 ± 19.69	NS
A (cm/s)	61.6 ± 11.4	78.14 ± 38.82	NS
E/A	1.56 ± .34	1.31 ± .33	NS
Ad (mseg)	134.28 ± 13.97	90 ± 23.09	< .05
S (cm/s)	36.42 ± 12.01	22.57 ± 5.71	< .05
D (cm/s)	38.31 ± 6.28	58.54 ± 4.71	< .05
S/D	1.0 ± .47	.38 ± .09	< .05
AR (cm/s)	24.1 ± 16.4	41.5 ± 37.1	NS
ARd (mseg)	101.85 ± 23.36	164.7 ± 26.36	< .05
ARd-Ad (mseg)	-32.42 ± 32.44	75.7 ± 38.23	< .05

Existe una relación significativa entre el componente sistólico del FVP y la presión capilar (precarga), a su vez dependiente del gasto cardíaco. En pacientes con un gasto cardíaco normal existe una relación entre los gradientes de presión capilar y el componente sistólico del FVP; sin embargo, en pacientes con un gasto cardíaco reducido la relación entre la presión capilar y el flujo sistólico pulmonar continúa siendo significativa pero inversa. En estos pacientes la velocidad sistólica disminuye a medida que la presión capilar aumenta, probablemente como resultado de una disminución de la compliansa auricular izquierda.¹¹

Es bien sabido que un llenado ventricular izquierdo reducido de acuerdo a la valoración del flujo mitral con Doppler pulsado usualmente identifica la presencia de enfermedad cardíaca avanzada asociada a mal pronóstico. Sin embargo, debido a que muchos pacientes con disfunción

ventricular sistólica tienen un flujo mitral no restrictivo, es necesario identificar otros índices capaces de estratificar grupos con diferentes grados de riesgo de mortalidad o de deterioro en la función ventricular. A este respecto, la determinación de la diferencia entre la duración del flujo venoso pulmonar y el flujo mitral en la contracción auricular (ARd-Ad) provee una información útil que complementa la evaluación del flujo mitral. Una ARd-Ad elevada (mayor de 30 mseg), predice el deterioro en la clase funcional y alto riesgo de muerte; otro tanto lo indica una relación S/D menor de 1. ARd-Ad es clínicamente relevante en pacientes con disfunción sistólica ventricular izquierda ya que refleja una presión de llenado VI elevada.^{7,8,10}

En el presente estudio, haciendo un análisis del FVP de un grupo pequeño de pacientes pediátricos con MCD, se evidenció que nuestros casos muestran una fracción sistólica disminuida y una fracción diastólica aumentada, dando como resultado una relación S/D disminuida, menor de 1. Ésta es aún menor en el grupo de pacientes en clase funcional II y III. De la misma manera, los 7 pacientes del grupo B mostraron una onda AR con una duración mayor a la duración de la onda A mitral y en 5 de ellos, la ARd-Ad fue mayor de 30 mseg. Es interesante observar que al hacer un análisis detallado del FVP todos los pacientes mostraron algún grado de alteración al mostrar una relación S/D anormal y que de éstos, 5 tenían un flujo Doppler mitral aparentemente normal («patrón pseudonormalizado») en quienes de no haberse realizado la evaluación del FVP, la disfunción diastólica habría pasado inadvertida. La información anterior tiene relevancia desde

el punto de vista clínico, en la toma de decisiones para el manejo de casos con CMD. Es necesario realizar una evaluación ecocardiográfica completa en estos pacientes en su seguimiento, para establecer grupos de riesgo de deterioro en la función ventricular y de muerte, así como establecer el momento óptimo para ingresarlos a una lista de espera para trasplante cardíaco.

Limitaciones del estudio. En el estudio se incluyeron únicamente a pacientes pediátricos con diagnóstico de MCD idiopática en un solo centro hospitalario, por lo que el número de pacientes es pequeño. El tener un número más

grande de pacientes aportaría mayor validez a los resultados.

Conclusiones

Los pacientes con CMD idiopática además de tener disfunción sistólica de VI también presentan una función diastólica ventricular izquierda anormal. El análisis del FVP permite identificar más tempranamente la disfunción diastólica de VI y correlaciona mejor con la CF de los pacientes con CMD que el análisis aislado del flujo Doppler mitral. La evaluación por ecocardiografía transtorácica del FVP es un método no invasivo y fácil de reproducir.

Referencias

1. MANOLIO TA, BAUGHMAN KL, RODENEFFER R, PEARSON TA, BRISTOW JD, MICHELS VV, ET AL: *Prevalence and etiology of idiopathic dilated cardiomyopathy (summary of a national heart lung and blood institute workshop)*. Am J Cardiol 1992; 69: 1458-66.
2. VANOVERSHELDE J, RAPHAEL D, ROBERT A, COSYNS J: *Left ventricular filling in dilated cardiomyopathy: relation to functional class and hemodynamics*. J Am Coll Cardiol 1990; 15: 1288-95.
3. CASTELLO R, PEARSON A, LENZEN P, LABOVITZ A: *Evaluation of pulmonary venous flow by transthoracic echocardiography in subjects with a normal heart: comparison with transthoracic echocardiography*. J Am Coll Cardiol 1991; 18: 65-71.
4. TABATA T, THOMAS J, KLEIN A: *Pulmonary venous flow by Doppler echocardiography: revisited 12 years later*. J Am Coll Cardiol 2003; 4: 1243-50.
5. YAMAMOTO K, NISHIMURA R, BURNETT J, REDFIELD M: *Assessment of left ventricular end-diastolic pressure by Doppler echocardiography: contribution of duration of pulmonary venous versus mitral flow velocity curves at atrial contraction*. J Am Soc Echocardiogr 1997; 10: 52-9.
6. ROSS R: *Grading the graders of congestive heart failure in children*. J Pediatr 2001; 138: 618-20.
7. PINAMONTI B, DI LENARDA A, SINAGRA G, CAMERINI F: *Restrictive left ventricular filling pattern in dilated cardiomyopathy assessed by Doppler echocardiography: clinical, echocardiographic and hemodynamic correlations and prognostic implications*. J Am Coll Cardiol 1993; 22: 808-15.
8. KLEIN A, HATLE L, BURSTOW D, SEWARD J, KYLE R, BAILEY K, ET AL: *Doppler characterization of left ventricular diastolic function in cardiac amyloidosis*. J Am Coll of Cardiol 1989; 13: 1017-26.
9. CASTELLO R, VAUGHN M, DRESSLER F, McBRIDE L, WILLMAN V, KAISER G, ET AL: *Relation between pulmonary venous flow and pulmonary wedge pressure: influence of cardiac output*. Am Heart J 1995; 130: 127-34.
10. LLOYD F, MICHELASSI C, MICHELI G, ROVAI D: *Prognostic value of pulmonary venous flow Doppler signal in left ventricular dysfunction*. J Am Coll Cardiol 2000; 36: 1295-302.
11. KEREN G, BIER A, SHEREZ J, MIURA D, KEEFE D, LEJEMTEL T: *Atrial contraction is an important determinant of pulmonary venous flow*. J Am Coll Cardiol 1986; 7: 693-95.
12. KEREN G, SHEREZ J, MEGIDISH R, LEVITT B, LANIADO S: *Pulmonary venous flow pattern- its relationship to cardiac dynamics. A pulsed Doppler echocardiographic study*. Circulation 1985; 71: 1105-12.