



“Función diastólica de ventrículo izquierdo en la atresia pulmonar con septo interventricular intacto”

“Left ventricular diastolic function in pulmonary atresia with intact ventricular septum”

DrC. Adel Eladio González Morejón, Dra. Giselle Serrano Ricardo, DrCs. Ramón I. Casanova Arzola.

¹Cardiocentro Pediátrico “William Soler”, La Habana, Cuba.

RESUMEN

- Introducción:** La atresia pulmonar con septo interventricular intacto es una malformación cardiovascular crítica que, dados sus resultados desfavorables, constituye un verdadero reto para la medicina contemporánea.
- Objetivo:** Documentar, mediante ecocardiografía, la existencia de alteraciones dinámicasal llenado del ventrículo izquierdo en esta enfermedad.
- Métodos:** Se estudiaron 43 pacientes con diagnóstico de la entidad remitidos al Cardiocentro Pediátrico “William Soler” desde enero de 1992 a noviembre de 2011. Se evaluaron, en cada caso, los perfiles de doce parámetros de flujo transmitral por ecocardiografía doppler de onda pulsada y se analizaron los niveles de asociación y dependencia de dos de ellos respecto a los índices volumétricos y de la masa ventricular izquierda mediante modelos de regresión simple.
- Conclusiones:** Se encontraron cambios patológicos de la velocidad pico auricular, la razón E / A transmitral, las integrales de tiempo velocidad, y algunos intervalos temporales de llenado ventricular izquierdo en los pacientes evaluados. Los modelos de regresión simple mostraron dependencia de los índices estudiados respecto a la diastasis transmitral. Se concluyó que existe disfunción diastólica restrictiva en el ventrículo izquierdo de los sujetos con la dolencia y que la sobrecarga volumétrica ventricular izquierda se refleja en la prolongación anómala de la diastasis transmitral.

Palabras clave:Atresia pulmonar, función diastólica, diastasis.

ABSTRACT

- Introduction:** Pulmonary atresia with intact ventricular septum is a serious cardiac malformation. Its unfavorable results constitute a true challenge for modern medicine.
- Objective:** The investigation seeks to specify, by means of echocardiography, the existence of left ventricular dynamic filling anomalies in this illness
- Methods:** Were studied forty three patients sent to Cardiocentro Pediatrico “William Soler” between January, 1992 and November, 2011. The profiles of twelve mitral flow parameters were evaluated by pulsed wave doppler echocardiography in each patient. Linear regression models analyzed association and dependence levels of two defined parameters regarding left ventricular volumetric and mass indexes.
- Conclusions:** Pathological changes of atrial peak velocity, mitral E / A ratio, time velocity integrals and some left ventricular filling time intervals were found. The linear regression models showed dependence of the indexes studied regarding mitral diastasis. The existence of left ventricular restrictive diastolic anomalies in patients with pulmonary atresia with intact ventricular septum was confirmed. Left ventricular volumetric overload produces anomalous mitral diastasis.

Key Words:Pulmonary atresia, diastolic function, diastasis.

Correspondencia a: Dr.C Adel Eladio González Morejón, Dirección: B No. 458 e/ 14 y 15. Lawton. Diez de Octubre. La Habana.
Correo electrónico: adelgonzalez@infomed.sld.cu, Teléfono: 690 – 2841.



INTRODUCCIÓN

La atresia pulmonar con septo interventricular intacto (APSI) es una cardiopatía congénita catalogada como crítica, con circulación sanguínea pulmonar dependiente del conducto arterioso, que consiste en la existencia de atresia de la válvula o infundíbulo pulmonares asociada a septo interventricular íntegro, grados variables de hipoplasia ventricular derecha y en algunos pacientes, a anomalías de la circulación coronaria ¹.

Hunter (1784) efectuó el primer reporte de la enfermedad al describir un espécimen cardíaco con emergencia pulmonar atrésica y cavidad ventricular derecha hipertrófica e hipoplásica. El intento clasificatorio inicial de la entidad, y que conserva plena vigencia, corresponde a Greenwold (1956) ². La APSI es poseedora de amplia diversidad morfológica y funcional que reviste de complejidad el análisis a la hora de definir la conducta más adecuada a adoptar ante cada caso. Esta es la causa fundamental de que, a pesar de los avances científicos y técnicos actuales, no se hayan reportado aún resultados verdaderamente halagüeños en su acometimiento ^{3,4}.

El diagnóstico de esta cardiopatía congénita integra criterios clínicos, radiológicos, electrocardiográficos y cineangiográficos; no obstante, con la ecocardiografía es que se obtiene adecuada precisión de las peculiaridades anatómicas y hemodinámicas en cada paciente ^{5,6}.

Las anomalías morfológicas del ventrículo derecho son documentadas, con frecuencia, en reportes precedentes debido a que aportan personalidad distintiva a la entidad ^{1,3,6}.

El ventrículo izquierdo no ha corrido la misma suerte.

Existen solo contadas comunicaciones dirigidas al análisis ventricular izquierdo en

esta enfermedad, siempre desde la percepción del patólogo o del histólogo pero sin considerar la importancia que, para la evolución clínica de los pacientes, puede encerrar la funcionalidad de esta estructura cardíaca ^{7,8}.

Tal hecho compulsa a efectuar la presente investigación bajo la premisa hipotética de la existencia de alteraciones dinámicas al llenado del ventrículo izquierdo en la APSI y con el propósito de documentar aquéllas, mediante ecocardiografía, como contribución al mejoramiento del pronóstico de los niños aquejados por la dolencia.

MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y aplicado que abarcó la totalidad de los pacientes de ambos sexos con diagnóstico confirmado, por estudio ecocardiográfico, de APSI remitidos al Cardiocentro Pediátrico "William Soler" procedentes de la Red Cardiopediátrica Nacional en el período comprendido de enero de 1992 a noviembre de 2011.

Para implementar el proceso de contrastación se configuró, mediante técnica de muestreo probabilístico sistemático, un grupo de referencia integrado por niños supuestamente sanos, de similar edad y peso que los pacientes con APSI, enviados a la consulta ambulatoria del Laboratorio de Ecocardiografía del Cardiocentro Pediátrico "William Soler" para su evaluación por presentar clínicamente soplos inocentes. Con el propósito de garantizar la adecuada potencia estadística de prueba se decidió cuadruplicar, en este grupo utilizado como control, el número de sujetos que lo integraron respecto a la población de pacientes cardiopatas.

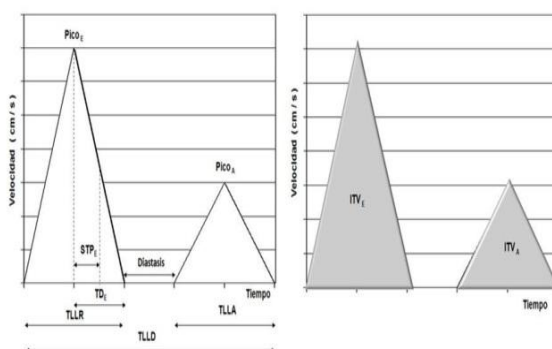
Debido a que un observador único llevó a cabo los exámenes ecocardiográficos de todos los elementos involucrados en la investigación se utilizó, para prevenir el

sesgo, el proceso de enmascaramiento según las condicionales necesarias para el estudio ciego por terceros⁹.

El examen ecocardiográficotranstorácico prospectivo se efectuó con el paciente situado en posición de decúbito lateral izquierdo y en un medio ambiente adecuado. Para las pesquisas se utilizaron equipos Aloka SSD – 860[®], Aloka SSD – 2200 Vario View[®], Aloka SSD – 5500 Prosound[®] o Philips IE 33[®]; todos poseedores de transductores electromagnéticos de multifrecuencia. Se estudió el perfil de flujo diastólico transmitral mediante ecocardiografía doppler de onda pulsada; desde la ventana apical en aproximación bidimensional de cuatro cámaras se ubicó el sitio de la toma de volumen muestral, con amplitud de cinco mm, en el interior de la cavidad ventricular izquierda a nivel de los bordes valvares. La señal de volumen muestral se ubicó en la región central más oscura del espectro transcrito a velocidad de barrido de cinco cm / s. Durante el estudio de cada caso se estableció monitorización ecocardiográfica continua y se promediaron las cifras obtenidas de cada parámetro mensurado en seis ciclos cardíacos consecutivos.

La figura 1 ilustra los aspectos a evaluar en la investigación:

Figura 1. Representación esquemático del flujograma transmitral



Fuente: Base de datos. Laboratorio de Ecografía. Cardiocentro.

- Velocidad pico inicial: También denominada Pico E . Es la velocidad máxima del flujo de la onda E transmitral documentada mediante ecocardiografía doppler. Constituye el pico de velocidad del llenado inicial (protodiastólico) y activo del ventrículo izquierdo¹⁰. Se expresó en cm / s.
- Velocidad pico auricular: Conocida como Pico A . Representa la velocidad máxima correspondiente al flujo transmitral de la onda A precisada mediante ecocardiografía doppler. Constituye el pico de velocidad de llenado tardío (telediastólico) y pasivo ventricular, dependiente de la sístole auricular^{10, 11}. Se expresó en cm / s.
- Razón E / A transmitral: Consiste en la relación establecida entre las velocidades pico de flujo transmitral inicial activo (E) y auricular pasivo (A)¹¹.
- Tiempo de llenado rápido (TLLR): Período temporal que abarca desde el inicio del flujo transmitral hasta el final del llenado protodiastólico. El cese del llenado protodiastólico está determinado por el punto discernible en el tiempo, tras la velocidad pico inicial (Pico E), a partir del cual el espectro del flujo sanguíneo inicia la configuración de meseta (diastasis)^{10,12}. Sus unidades son los ms (milisegundos).
- Diastasis transmitral: También denominada fase de llenado ventricular lento. Comienza al terminar el período de llenado protodiastólico ventricular y finaliza con el inicio de la sístole auricular. En circunstancias normales constituye una fase breve del ciclo cardíaco. Depende de la cuantía del flujo venoso pulmonar y es inversamente proporcional a la frecuencia cardíaca^{10, 12, 13}. Se expresó en ms.
- Tiempo de llenado auricular (TLLA): Intervalo temporal que transcurre desde el inicio del llenado telediastólico, dependiente de la sístole auricular, hasta el cese del flujo transmitral. El inicio del



llenado telediastólico está determinado por el punto, que sucede a la diastasis, a partir del cual el espectro de flujo incrementa su velocidad producto de la sístole auricular (onda A) ^{10, 13}. Sus unidades son los ms.

- Semitiempo de presión de E (STP_E): También denominado tiempo de hemipresión. Espacio temporal que transcurre hasta que la diferencia de presión diastólica de la onda E, asumida como velocidad de dicha onda, desciende desde el valor máximo hasta la mitad del mismo ¹³. Se expresó en ms.
- Tiempo de desaceleración de E (TD_E): Intervalo de tiempo comprendido entre el punto de máxima velocidad de flujo del espectro de llenado ventricular inicial (Pico_E) y el punto que determina el final del llenado protodiastólico ¹³. Se expresó en ms.
- Tiempo de llenado diastólico (TLLD): Período de tiempo con límites en el inicio y el final del flujo transmitral ¹³. Sus unidades son los ms.
- Integral tiempo velocidad de E (ITV_E): Área calculada bajo el espectro doppler de llenado inicial y concebida mediante adopción de modelo geométrico parabólico de acuerdo a metodología previamente establecida ^{11, 12}. Sus unidades son los cm.
- Integral tiempo velocidad de A (ITV_A): Área calculada bajo el espectro doppler de llenado auricular tardío y concebida mediante adopción de modelo geométrico parabólico de acuerdo a metodología previamente establecida ^{11, 12}. Se expresó en cm.
- Desaceleración media de E (DCCL_E): Ilustra la pendiente de desaceleración de la onda E. Es la razón establecida entre la velocidad pico inicial (Pico_E) y el tiempo de desaceleración de E (TD_E) ^{10, 11}. Sus unidades son los cm / s².
- Índice de la masa de ventrículo izquierdo (IM_{VI}): Masa telediastólica ventricular

izquierda calculada por ecocardiografía bidimensional (modo B) según ecuación de Reichek y normalizada a expensas de la superficie corporal mediante la fórmula de Du Bois y Du Bois ^{14, 15}. Se expresó en g / m².

- Índice volumétrico de ventrículo izquierdo (IV_{VI}): Volumen telediastólico ventricular izquierdo calculado por el método de Simpson biplano y normalizado a expensas de la superficie corporal ^{15, 16}. Sus unidades son los ml / m².

Procesamiento y análisis estadístico. La información obtenida se almacenó y procesó con el programa MedCalc[®] en su versión 12. Todas las variables estudiadas fueron cuantitativas. En aquellas con distribución normal se adoptaron la media y la desviación estándar como medidas de resumen; en las distribuciones asimétricas se emplearon, con idéntico propósito, la mediana y el rango intercuartílico.

Para evaluar el grado de diferenciación entre las medias calculadas de dos grupos independientes se empleó la prueba paramétrica "t" de Student – Fisher en aquellas variables cuantitativas con distribución normal; cuando las distribuciones no cumplieron esa condición el análisis se llevó a cabo mediante el uso de la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney con sustitución de las medias por las medianas.

Se construyeron modelos de regresión lineal simple aplicados a pares de variables cuantitativas continuas. En cada caso fueron calculados el coeficiente de determinación (R²), el error estándar (EE) y la desviación estándar residual (DER) de la variable dependiente (y) con su correspondiente ecuación de regresión.

El nivel de significación adoptado con el propósito de validar estadísticamente los resultados fue menor de 5 % (p < 0,05) para los grados de libertad previamente fijados en cada una de las circunstancias presentadas. En los modelos de regresión lineal simple se

trazaron las líneas correspondientes al intervalo de confianza (IC) y al intervalo de predicción, ambos fijados en 95 %.

Consideraciones éticas. El presente estudio se efectuó bajo el estricto cumplimiento de las regulaciones éticas vigentes a nivel nacional y en consonancia con la Declaración de Helsinki promulgada por la Asociación Médica Mundial como propuesta de principios útiles para orientar a los profesionales de la salud que realizan investigaciones médicas en seres humanos¹⁷.

RESULTADOS

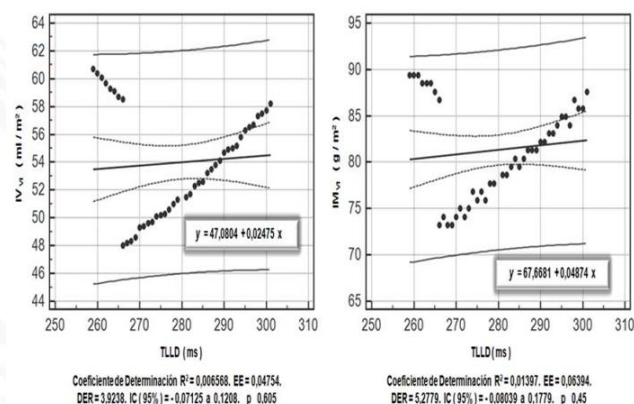
Cuarenta y tres niños con APSI remitidos al Cardiocentro Pediátrico "William Soler" a través de la Red Cardiopediátrica Nacional en el período de enero de 1992 a noviembre de 2011 integraron la población investigada. La tabla 1 muestra los resultados de la evaluación efectuada a los aspectos que integraron el estudio de la velocidad de flujo transmitral. Al mensurar Pico_A (APSI 27,97 ± 3,24 cm/s; grupo control 53,23 ± 7,88 cm/s; p = 0,0001), ITV_E (APSI mediana 2,79 cm – rango intercuartílico 2,66 a 2,91 cm; grupo control mediana 2,98 cm – rango intercuartílico 2,90 a 3,05 cm; p = 0,0001) e ITV_A (APSI mediana 1,26 cm – rango intercuartílico 1,16 a 1,35 cm; grupo control mediana 2,26 cm – rango intercuartílico 2,18 a 2,32 cm; p = 0,0001) se encontraron decrecimientos considerables en sus cifras respecto al grupo control de niños supuestamente sanos. La razón E / A transmitral (APSI 1,46 ± 0,25; grupo control 0,81 ± 0,12; p = 0,0001) experimentó notable elevación en el grupo de pacientes analizados enfrentado al conjunto de referencia. Las pesquisas de Pico_E (p = 0,17) y DCCL_E (p = 0,56) no exhibieron variaciones de interés.

La valoración del llenado ventricular izquierdo de acuerdo a sus intervalos temporales se ilustra en la tabla 2. Se produjeron importantes aumentos respecto

al grupo control en los guarismos correspondientes a STP_E (APSI mediana 10,20 ms – rango intercuartílico 9,00 a 11,50 ms; grupo control mediana 8,80 ms - rango intercuartílico 7,70 a 9,80 ms; p = 0,0001), diastasis (APSI 105,18 ± 8,10 ms; grupo control 62,05 ± 5,77 ms; p = 0,0001) y TLLD (APSI 279,67 ± 12,73 ms; grupo control 233,05 ± 11,80 ms; p = 0,0001). Las cuantificaciones de TLLR (p = 0,75), TD_E (p = 0,37) y TLLA (p = 0,12) no presentaron cambios estimables.

El análisis de información practicado mediante la utilización de modelos de regresión lineal simple que ilustra la figura 2 denotó pobre nivel de asociación entre el TLLD y los índices volumétrico ($R^2 = 0,006568$; EE = 0,04754; DER = 3,9238; $y = 47,0804 + 0,02475x$; p = 0,605) y de la masa de ventrículo izquierdo ($R^2 = 0,01397$; EE = 0,06394; DER = 5,2779; $y = 67,6681 + 0,04874x$; p = 0,45).

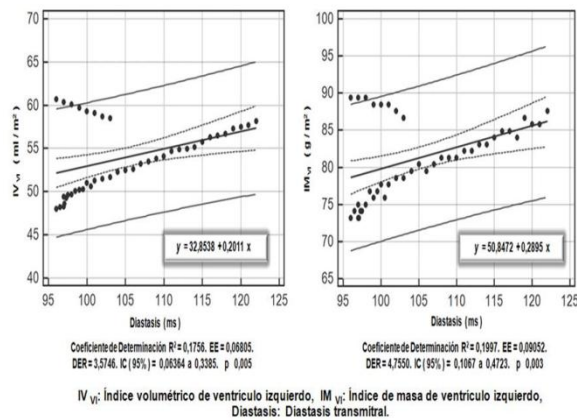
Figura 2. Nivel de asociación entre el tiempo de llenado diastólico transmitral y los índices volumétricos y de la masa ventricular izquierda



Fuente: Base de datos. Laboratorio de Ecocardiografía. Cardiocentro.

En la figura 3 se documentó el alto nivel de asociación y dependencia de ambos índices, volumétrico ($R^2 = 0,1756$; EE = 0,06805; DER = 3,5746; $y = 32,8538 + 0,2011x$; p = 0,005) y de la masa de ventrículo izquierdo ($R^2 = 0,1997$; EE = 0,09052; DER = 4,7550; $y = 50,8472 + 0,2895x$; p = 0,003), respecto a la diastasis transmitral.

Figura 3. Dependencia de los índices volumétricos y de la masa del ventrículo izquierdo respecto a la diastasis transmitral.



Fuente: Base de datos. Laboratorio de Ecocardiografía. Cardiocentro.

DISCUSIÓN

El miocardio fetal y del recién nacido muestra determinadas peculiaridades como expresión de inmadurez; entre ellas destacan, si se establece comparación con etapas posteriores de la vida, la presencia de menor número y mayor desorganización de las miofibrillas en la sarcómera, menor desarrollo del retículo sarcoplásmico y mayor dependencia del movimiento transarcolémico de calcio. Todo ello ocasiona la existencia de menor velocidad en el acortamiento de las fibras miocárdicas, menor relajación de éstas y mayor interacción en el llenado de ambos ventrículos¹⁸. La resultante de lo planteado tiene expresión en la existencia de un patrón de llenado ventricular izquierdo considerado normal a esas edades y que, de perdurar en períodos ulteriores, denota relajación activa prolongada atribuible a diversas situaciones patológicas cuya expectativa de razón de llenado ventricular E / A es siempre menor que la unidad¹³. El hallazgo de aumento patológico de la razón E / A en el flujogramatransmitral perteneciente a los recién nacidos y lactantes pequeños con APSI respecto a los sujetos integrantes del grupo control (p = 0,0001) constituye

expresión de cambios hacia la restricción ventricular izquierda a

expensas de la disminución en Pico_A (p = 0,0001) de acuerdo a lo observado en la tabla 1¹⁰⁻¹³.

Tabla 1. Evaluación de la velocidad de flujo transmitral en los casos estudiados.

Variables	Grupos		p
	Atresia pulmonar con septo interventricular intacto (N = 43)	Grupo control (n = 175)	
Pico _E (cm / s)	$\mu \pm$ desviación estándar 41,09 ± 7,04	$X \pm$ desviación estándar 43,12 ± 6,38	0,17 [¶]
Pico _A (cm / s)	$\mu \pm$ desviación estándar 27,97 ± 3,24	$X \pm$ desviación estándar 53,23 ± 7,88	0,0001 [¶]
Razón E / A transmitral	$\mu \pm$ desviación estándar 1,46 ± 0,25	$X \pm$ desviación estándar 0,81 ± 0,12	0,0001 [¶]
DCCL _E (cm / s ²)	Mediana y rango intercuartílico 1027 [¥] (1019,25 a 1034,75)	Mediana y rango intercuartílico 1026 [¥] (1019,25 a 1032,75)	0,56 [§]
ITV _E (cm)	Mediana y rango intercuartílico 2,79 [¥] (2,66 a 2,91)	Mediana y rango intercuartílico 2,98 [¥] (2,90 a 3,05)	0,0001 [§]
ITV _A (cm)	Mediana y rango intercuartílico 1,26 [¥] (1,16 a 1,35)	Mediana y rango intercuartílico 2,26 [¥] (2,18 a 2,32)	0,0001 [§]

¶ Prueba t de Student – Fisher. § Prueba U de Mann – Whitney. ¥ distribución asimétrica. Pico_E: Velocidad pico inicial, Pico_A: Velocidad pico auricular, ITV_E: Integral tiempo – velocidad de E, ITV_A: Integral tiempo – velocidad de A, DCCL_E: Desaceleración media de E.

Fuente: Base de datos. Laboratorio Ecocardiografía. Cardiocentro.

Esta situación es compatible con la disminución experimentada por ITV_A en los niños con APSI respecto al grupo de individuos supuestamente sanos (p = 0,0001) pero no lo es con la tendencia, en similar sentido, que se observa en ITV_E (p = 0,0001); más si se tiene en cuenta que Pico_E (p = 0,17), TLLR (p = 0,75), TD_E (p = 0,37) y DCCL_E (p = 0,56), componentes básicos de dicha integral¹¹, no presentan cambios sustanciales. En la tabla 2 puede ser observado el aumento significativo que exhibe STP_E en los sujetos con APSI respecto al grupo control (p = 0,0001). LivHatle y colaboradores plantean que la existencia de variación patológica de este indicador, basado en la ley de la conservación de la energía de los líquidos en



movimiento, señala la presencia de afectación en las propiedades cinéticas pasivas del músculo cardíaco¹⁹; este hecho, en conjunción a la sumatoria de los discretos decrecimientos de Pico_E, TLLR y TD_E, pudiera originar la disminución cuantitativa en ITV_E y ser incluido en el grupo de criterios ecocardiográficos que expresan los cambios hacia la restricción del llenado experimentados por el ventrículo izquierdo en los pacientes con APSI.

Tabla 2. Intervalos temporales de llenado ventricular izquierdo en niños que padecen atresia pulmonar con septo interventricular intacto.

Variables	Grupos				p
	Atresia pulmonar con septo interventricular intacto (N = 43)		Grupo control (n = 175)		
TLLR (ms)	$\mu \pm$ desviación estándar	102,83 ± 13,90	X ± desviación estándar	103,77 ± 11,76	0,75 [¶]
STP _E (ms)	Mediana y rango intercuartílico	10,20 [¥] (9,00 a 11,50)	Mediana y rango intercuartílico	8,80 [¥] (7,70 a 9,80)	0,00 [§]
TD _E (ms)	Mediana y rango intercuartílico	41,00 [¥] (36,00 a 46,00)	Mediana y rango intercuartílico	42,00 [¥] (37,00 a 47,00)	0,37 [§]
Diastasis (ms)	$\mu \pm$ desviación estándar	105,18 ± 8,10	X ± desviación estándar	62,05 ± 5,77	0,00 [¶]
TLLA (ms)	Mediana y rango intercuartílico	67,00 [¥] (62,25 a 73,00)	Mediana y rango intercuartílico	65,00 [¥] (57,25 a 71,75)	0,12 [§]
TLLD (ms)	$\mu \pm$ desviación estándar	279,67 ± 12,73	X ± desviación estándar	233,05 ± 11,80	0,00 [¶]

¶ Prueba t de Student – Fisher. § Prueba U de Mann – Whitney. ¥ Distribución asimétrica. TLLR: Tiempo de llenado rápido, STP_E: Semitiempo de presión de E, TD_E: Tiempo de desaceleración de E, Diastasis: Diastasis transmitral, TLLA: Tiempo de llenado auricular, TLLD: Tiempo de llenado diastólico.

Fuente: Base de datos. Laboratorio de Ecocardiografía. Cardiocentro.

La recepción, por parte del ventrículo izquierdo, de la totalidad del retorno venoso (pulmonar y sistémico) caracteriza a la hemodinamia en la APSI^{1, 3, 6} y contribuye a la prolongación de TLLD apreciada en los

niños con la dolencia (p = 0,0001). Debido a la invariabilidad exhibida por el resto de los intervalos temporales que integran el llenado diastólico (p_{TLLR} = 0,75; p_{TLLA} = 0,12), la verdadera repercusión que produce la sobrecarga volumétrica ventricular recae sobre la diastasis transmitral y su incremento (p = 0,0001).

En condiciones de normalidad la diastasis transmitral depende de la cuantía del flujo venoso pulmonar^{11 - 13}; las circunstancias fisiopatológicas de la APSI hacen que resulte obvia la imposibilidad de esta influencia debido a la ínfima cantidad de sangre que ingresa a la aurícula izquierda por esa vía producto del pequeño conducto arterioso presente en la entidad y el retorno venoso sistémico que se dirige, a través de la comunicación interauricular, hacia las cavidades cardíacas izquierdas se erige como el factor determinante de la prolongación del mencionado intervalo temporal y de la sobrecarga volumétrica ventricular izquierda existente^{1, 3}. Esta última provoca aumento de la tensión parietal ventricular tendiente a elevar el consumo miocárdico de oxígeno por lo que el organismo trata de mantener la estabilidad al respecto. La ley de Laplace establece relación directa y proporcional de la tensión con el radio de la cavidad e inversa con el grosor de la pared ventricular por lo que, al facilitar el equilibrio de la tensión, sus postulados aportan el fundamento teórico necesario para explicar la génesis de la hipertrofia del ventrículo izquierdo en la APSI²⁰.

Los modelos de regresión lineal simple que integran la figura 2 muestran correlación positiva pero bajo nivel de asociación de TLLD transmitral con IV_{VI} (p = 0,605) e IM_{VI} (p = 0,45) en los pacientes con APSI. La fuerte dependencia de dichos índices respecto a la diastasis transmitral se observa en la figura 3 y refuerza el criterio ya expresado en esta discusión.



Se concluye que existen elementos suficientes para documentar la presencia de disfunción diastólica de índole restrictiva en el ventrículo izquierdo de los pacientes con

APSI y que la sobrecarga volumétrica de aquél se refleja en la prolongación anómala de la diastásistransmitral.

BIBLIOGRAFÍA

1. Portela F, Marcos S. Atresia pulmonar con septo íntegro. *CircCardiov*. 2008; 15(4): 337 - 44.
2. Greenwold WE, DuShane JW, Burchell HB, Bruwer A, Edwards JE. Congenital pulmonary atresia with intact ventricular septum: two anatomic types. *Circulation*. 1956; 14:945 - 6.
3. Shinebourne EA, Rigby ML, Carvalho JS. Pulmonary atresia with intact ventricular septum: from fetus to adult. *Heart*. 2008; 94:1350 - 7.
4. Gandy KL, Hoffman GM, Van der Wal P, Tweddell JS. Surgical Techniques. In: Anderson RH, editor. *Paediatric Cardiology*. Philadelphia: Churchill Livingstone - Elsevier Ltd; 2010. p. 219 - 37.
5. Burch TM, Mizuguchi KA, Wesley MC, Swanson TM. Echocardiographic Features of Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum. *International Anesthesia Research Society*. 2008; 107:1509 - 11.
6. El Louali F, Villacampa C, Aldebert P, Dragulescu A, Fraisse A. Pulmonary stenosis and atresia with intact ventricular septum. *Arch Pediatr*. 2011; 18(3):331 - 7.
7. Daliento D, Scognamiglio R, Thiene G. Morphologic and functional analysis of myocardial status in pulmonary atresia with intact ventricular septum: an angiographic, histologic and morphometric study. *Cardiol Young*. 1992; 2:361 - 6.
8. Fusaza N, Ishikawa S. Left ventricular performance of pulmonary atresia with intact ventricular septum after right heart bypass surgery. *J ThoracCardiovasc Surg*. 2004; 128:710 - 7.
9. Laporte JR. Principios básicos de investigación clínica. 2^{da} ed. Barcelona: AstraZeneca; 2001.
10. Khouri SJ, Maly GT, Suh DD, Walsh TE. A Practical Approach to the Echocardiographic Evaluation of Diastolic Function. *J Am SocEchocardiogr*. 2004; 17:290 - 7.
11. Roisinblit J, Lanosa G, Volberg V, Tiano C, Brunoldi R, Ver M et al. Distintas variables hemodinámicas determinan la amplitud de las ondas de llenado mitral y de las propagadas al tracto de salida. *Rev Argent Cardiol*. 2003; 71:48 - 53.
12. Dragulescu A, Mertens LL. Developments in echocardiographic techniques for the evaluation of ventricular function in children. *Archives of Cardiovascular Diseases*. 2010; 103(11-12):603 - 14.
13. Schmitz L, Koch H, Bein G. Left ventricular diastolic function in infants, children, and adolescents. Reference values and analysis of morphologic and physiologic determinants of echocardiographic Doppler flow signals during growth and maturation. *JACC*. 1998; 32:1441 - 8.
14. Reichel N, Helak J. Anatomic validation of left ventricular mass estimates from clinical two - dimensional echocardiography: initials results. *Circulation*. 1983; 67:348 - 52.
15. Du Bois D, Du Bois EF. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Intern Medicine*. 1916; 17:863 - 71.
16. Lopez L, Colan SD, Frommelt PC, Ensing GJ, Kendall K, Younoszai AK, et al. Recommendations for Quantification Methods During the Performance of a Pediatric Echocardiogram: A Report From the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council. *J Am SocEchocardiogr*. 2010; 23:465 - 95.
17. World Medical Association [Internet]. WMA 2011 World Medical Association Inc; [Updated 2011 Jan 16; cited 2011 March 16]. Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. 59th WMA General Assembly. Seoul, October 2008; [about 2 screens]. Available from: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>
18. Mahony L. Development of Myocardial Structure and Function. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF, editors. *Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents: Including the Fetus and Young Adults*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. p. 573 - 91.
19. Hatle LK, Anglesen B, Tromsdal A. Noninvasive assessment of atrioventricular pressure half - time by Doppler ultrasound. *Circulation*. 1979; 60:1096 - 1104.
20. Letic M. Feeling wall tension in an interactive demonstration of Laplace's law. *AdvPhysiol Educ*. 2012 August 27; 36:176. doi:10.1152/advan.00034.2012. Available from <http://advan.physiology.org/>

Recibido: 31-01-2013

Aceptado: 12-04-2013