

Valor predictivo del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda para la repercusión hemodinámica en las cardiopatías congénitas

Predictive Value of the Left Inferior Pulmonary Vein Flowgram for Hemodynamic Impact in Congenital Heart Disease

Victor José Arjona Labrada^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-1622-7325>

Alberto Rubén Piriz Assa² <https://orcid.org/0000-0002-6261-5807>

Riduan Olennis Yero García¹ <https://orcid.org/0000-0001-7532-5297>

Daimy Rosa Vega Vargas³ <https://orcid.org/0009-0008-5159-3359>

Niurka María Escalona Zaldívar¹ <https://orcid.org/0000-0002-6839-8911>

¹Hospital Pediátrico Hermanos Cordové, Servicio de Clínicas Pediátricas. Manzanillo, Granma.

²Hospital Pediátrico Universitario Octavio de la Concepción y de la Pedraja, Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos. Holguín, Holguín.

³Hospital Pediátrico Hermanos Cordové, Departamento de Oftalmología Pediátrica. Manzanillo, Granma.

*Autor para la correspondencia: viarjona@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La ecocardiografía Doppler constituye una herramienta de gran utilidad para el diagnóstico y seguimiento de pacientes con cardiopatías congénitas, sobre todo, en los que presentan defectos hemodinámicamente significativos.

Objetivo: Evaluar el valor predictivo de los parámetros cuantitativos del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda de los pacientes afectados por cardiopatías congénitas con hiperflujo pulmonar, para valorar su relación con la repercusión hemodinámica.

Métodos: Estudio analítico transversal a 118 lactantes diagnosticados con cardiopatías congénitas e hiperflujo pulmonar, en el Hospital Pediátrico “Hermanos Cordové”, Manzanillo, Granma, 2019-2024, según variables cuantitativas del flujograma de la vena pulmonar izquierda y el cálculo del cociente entre el flujo pulmonar y el flujo sistémico. Se aplicaron técnicas estadísticas como: media, desviación estándar, árbol de regresión y curvas Receiver Operating Characteristic (ROC), mediante el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

Resultados: Se hallaron mayores valores de las variables registradas en la vena pulmonar inferior izquierda en los pacientes que evolucionaron hacia la repercusión hemodinámica, para una media de DVP1M: 1,85; DVP6M: 2,24; GM1M: 0,39; GM6M: 0,72; GP1M: 0,66; GP6M: 1,21; IVT1M: 12,92; IVT6M: 14,8; VelM1M: 0,29; VelM6M: 0,38; VelP1M: 0,4 y VelP6M: 0,54. Ningún paciente con diámetro de la vena pulmonar inferior izquierda por debajo de 2 mm, al mes de vida, evolucionó hacia la repercusión hemodinámica. Los parámetros del flujograma mostraron alta sensibilidad y especificidad con respecto al flujo pulmonar y el flujo sistémico, cuando este último se encontró por encima de 1,5.

Conclusiones: El análisis ecocardiográfico del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda permite predecir, desde etapas muy tempranas, la evolución hacia la repercusión hemodinámica en las cardiopatías congénitas con hiperflujo pulmonar.

Palabras clave: ecocardiografía Doppler; cardiopatías congénitas; flujo de venas pulmonares.

ABSTRACT

Introduction: Doppler echocardiography is a highly useful tool for the diagnosis and monitoring of patients with congenital heart disease, especially those with hemodynamically significant defects.

Objective: To evaluate the predictive value of quantitative parameters from the left inferior pulmonary vein flowgram in patients with congenital heart disease with pulmonary hyperflow, to assess their relationship with hemodynamic impact.

Methods: A cross-sectional analytical study of 118 infants diagnosed with congenital heart disease and pulmonary hyperflow at Hermanos Cordové Pediatric Hospital, in Manzanillo, Granma, from 2019 to 2024, based on quantitative variables from the left pulmonary vein flowgram and the calculation of the ratio of pulmonary flow to systemic flow. Statistical techniques such as mean, standard deviation, regression tree, and Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were used using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) software.

Results: Higher values of the variables recorded in the left inferior pulmonary vein were found in patients who progressed to hemodynamic repercussions, with a mean of 1MVPD: 1.85; 6MVPD: 2.24; 1MGM: 0.39; 6MGM: 0.72; 1MGP: 0.66; 6MGP: 1.21; 1MVT: 12.92; 6MVT: 14.8; 1MVel: 0.29; 6MVel: 0.38; 1MVel: 0.4; and 6MVel: 0.54. No patient with a left inferior pulmonary vein diameter below 2 mm at 1 month of age progressed to hemodynamic repercussions. The flow chart parameters showed high sensitivity and specificity for pulmonary and systemic flow, when the latter was found above 1.5.

Conclusions: Echocardiographic analysis of the left inferior pulmonary vein flow chart allows for early prediction of the progression to hemodynamic repercussions in congenital heart disease with pulmonary hyperflow.

Keywords: Doppler echocardiography; congenital heart disease; pulmonary vein flow.

Recibido: 02/08/2024

Aceptado: 15/09/2025

Introducción

Las cardiopatías congénitas (CC) son anomalías estructurales del corazón o de los grandes vasos, que se producen por fallas en su embriogénesis y repercuten en su función normal. Constituyen las malformaciones congénitas más comunes y contribuyen de manera significativa a la morbilidad infantil.⁽¹⁾

Para la evaluación hemodinámica de los pacientes que presentan esta afección existen múltiples métodos para el cálculo del gasto cardíaco como pilar fundamental, lo que significa que aún no se ha encontrado el idóneo a aplicar en todas las circunstancias, hecho que ha motivado el desarrollo de disímiles investigaciones para la búsqueda de las formas más expeditas para determinar de forma continua el estado hemodinámico del paciente pediátrico, de forma general.^(1,2)

A pesar de ello, desde el punto de vista diagnóstico, la ecocardiografía transtorácica continúa siendo la imagen de primera línea, ya que resulta una prueba no invasiva, portátil, relativamente barata y accesible, útil en la cardiología pediátrica y que

proporciona alta resolución inmediata para la precisión de los detalles cardiovasculares anatómicos y funcionales de los pacientes con CC y adquiridas.^(3,4) Dentro del análisis ecocardiográfico, el cálculo del cociente entre el flujo pulmonar (Qp) y el flujo sistémico (Qs) figura como el método fundamental para la evaluación hemodinámica de las CC. Este indica la existencia de algún tipo de cortocircuito entre las dos circulaciones (ya sea intra- o extracardíaco),^(5,6) y permite reconocer como defectos hemodinámicamente significativos a aquellos con $Qp/Qs > 1,5$.⁽⁷⁾ Ha resultado efectivo en cortocircuitos intracardíacos simples; sin embargo, en malformaciones de carácter complejo, la evaluación del Qp/Qs debe incluir distintas variables, de modo que su aplicación se torna engorrosa. Aunque la mayoría de los equipos de ultrasonido contienen paquetes integrados para el cálculo de Qp/Qs, es obligatorio ejecutar cada gasto por separado (derecho e izquierdo), por lo que se dificulta la obtención de imágenes y datos específicos en niños pequeños y poco cooperativos.⁽⁸⁾

En el ámbito internacional se reporta una gama importante de investigaciones que abordan el estudio del Qp/Qs en las CC, desde la ecocardiografía Doppler, así como el registro del flujo venoso pulmonar (FVP), sobre todo, como herramienta cuantitativa fundamental en la evaluación de la función diastólica del ventrículo izquierdo.^(9,10,11) Sin embargo, existe escasa información sobre la asociación entre estas categorías. Por ello, se realizó este estudio, con el objetivo de evaluar el valor predictivo de los parámetros cuantitativos del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda (VPII) de los pacientes afectados por cardiopatías congénitas con hiperflujo pulmonar, para valorar su relación con la repercusión hemodinámica (RHD).

Métodos

Se realizó un estudio analítico transversal a 118 lactantes atendidos en la consulta de cardiología del Hospital Pediátrico Provincial "Hermanos Cordové", de

Manzanillo, Granma, diagnosticados con cardiopatías congénitas e hiperflujo pulmonar, 2019-2024. Se evaluaron con frecuencia mensual, desde el primer mes hasta los seis meses de vida, lo que permitió separarlos en dos grupos: G1-48, con evolución hacia la RHD y G2, 70 lactantes sin RHD.

Se empleó el estudio ecocardiográfico mediante un sonógrafo Samsung SonoAce X6® con *software* cardíaco y transductor P2-4ah, para la obtención de variables del flujograma de la VPIL mediante el registro de onda continua en el plano apical de cuatro cámaras, tales como: diámetro (DVP), velocidad pico (VelP), velocidad media (VelM), gradiente pico (GP), gradiente medio (GM), integral velocidad-tiempo (IVT). El valor de Qp/Qs constituyó el *Gold Standard* y se logró utilizando el método de cálculo ecocardiográfico, recomendado por la Sociedad Interamericana de Cardiología.

Para el procesamiento y análisis de los datos, se consideró la RHD como variable dependiente, a partir del cociente Qp/Qs mayor de 1,5; el resto de los valores resultantes del empleo del flujograma de la VPIL, constituyeron las variables independientes. Se aplicaron técnicas estadísticas como media, mediana, desviación estándar y el árbol de regresión. Para evaluar la capacidad discriminativa de las variables independientes se aplicó la curva ROC, mediante el programa SPSS versión 25.

La investigación se corresponde con la Declaración de Helsinki y fue aprobada por el Comité de ética del centro hospitalario, tras su valoración.

Resultados

La ecocardiografía en cada momento de la atención médica de los pacientes con CC es esencial para su seguimiento, ya que permite conocer su estado, en especial, por la comparación de una evaluación con respecto a la anterior. En ese sentido, es

oportuno destacar que los valores de DVP, GP, GM, VelP, VelM e IVT registradas en la VPII fueron mayores en los pacientes con defectos significativos que evolucionaron hacia la RHD (tabla 1).

Por otra parte, los valores de Qp/Qs también fueron mayores desde el primer mes de vida en ese grupo de pacientes. La edad constituyó un factor que influyó en el incremento de los valores ya que, cuanto mayor fue el paciente, mayor fue el valor de registro de los parámetros cuantitativos referidos al flujo de la VPII. El cociente Qp/Qs exhibió un incremento por encima de 1,5 a partir de los tres meses (tabla).

Tabla 1 - Distribución de la edad de los pacientes de la muestra, de acuerdo con los parámetros cuantitativos del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda y el cociente Qp/Qs

Distribución	RHD									
	No					Sí				
	Media	Mediana	Min.	Max.	DE	Media	Mediana	Min.	Max.	DE
DVP1M	1,85	1,9	1,6	2,2	0,19	2,51	2,35	2,1	3,1	0,35
DVP2M	1,88	1,9	1,6	2,3	0,19	2,71	2,5	2,2	3,7	0,47
DVP3M	1,96	2	1,7	2,3	0,18	2,9	2,6	2,3	3,9	0,57
DVP4M	2,01	2,1	1,7	2,7	0,22	3,15	2,95	2,4	4,1	0,59
DVP5M	2,13	2,2	1,8	2,8	0,2	3,41	3,25	2,6	4,4	0,57
DVP6M	2,24	2,3	1,8	2,9	0,19	3,66	3,6	3	4,7	0,52
GM1M	0,39	0,37	0,26	0,67	0,09	1,47	0,88	0,41	3,76	1,08
GM2M	0,47	0,38	0,2	4,99	0,56	1,84	1,21	0,52	4,52	1,26
GM3M	0,44	0,41	0,28	1,28	0,16	2,23	1,65	0,75	9,88	1,66
GM4M	0,59	0,48	0,27	7,49	0,86	4,31	2,41	1,03	12,04	3,83

GM5M	0,61	0,56	0,29	3,6	0,45	5,19	3,12	1,5	11,48	3,86
GM6M	0,72	0,64	0,37	2,2	0,38	6,43	3,73	2,54	13,05	4,19
GP1M	0,66	0,62	0,5	1,1	0,14	2,36	1,38	0,73	5,29	1,67
GP2M	0,82	0,66	0,53	8,76	0,98	2,93	2,02	0,96	6,35	1,87
GP3M	0,76	0,71	0,55	1,88	0,25	3,58	2,63	1,24	17,02	2,7
GP4M	1,02	0,87	0,55	13,59	1,56	7,16	4,17	1,74	19,03	6,32
GP5M	1,06	1,03	0,58	5,29	0,67	8,81	5,18	2,63	20,19	6,45
GP6M	1,21	1,13	0,6	3,62	0,62	10,6	6,18	4,47	19,62	6,69
IVT1M	12,92	12,26	9,78	25,92	2,6	23,7	19,88	14,38	39,3	8,27
IVT2M	12,77	12,08	9,83	43	4,02	25,13	21,49	13,44	44,32	9,14
IVT3M	12,28	11,95	9,66	22,28	2,1	26,8	24,44	15,87	57,55	9,15
IVT4M	13,12	12,55	9,52	48,71	4,96	34,59	28,19	1,36	64,81	15,92
IVT5M	13,52	13,39	9,49	35,11	3,8	38,6	32,12	22,02	62,54	14,55
IVT6M	14,8	14,33	10,83	26,6	3,49	43,36	34,45	27,99	68,5	14,97
VelM1M	0,29	0,28	0,23	0,38	0,04	0,54	0,45	0,3	0,93	0,2
VelM2M	0,31	0,29	0,24	1,01	0,09	0,6	0,52	0,33	1,02	0,21
VelM3M	0,31	0,3	0,24	0,54	0,05	0,67	0,61	0,4	1,46	0,23
VelM4M	0,34	0,31	0,24	1,25	0,13	0,89	0,74	0,47	1,63	0,39
VelM5M	0,35	0,34	0,24	0,89	0,1	0,99	0,82	0,57	1,58	0,37
VelM6M	0,38	0,37	0,28	0,69	0,09	1,12	0,91	0,72	1,74	0,39
VelP1M	0,4	0,4	0,36	0,52	0,04	0,72	0,59	0,43	1,15	0,26
VelP2M	0,43	0,4	0,36	1,47	0,14	0,81	0,71	0,48	1,25	0,27
VelP3M	0,43	0,42	0,37	0,68	0,06	0,9	0,81	0,56	2,06	0,3

VeIP4M	0,47	0,47	0,37	1,84	0,18	1,23	1,02	0,65	2,18	0,53
VeIP5M	0,5	0,51	0,38	1,16	0,12	1,39	1,14	0,8	2,21	0,51
VeIP6M	0,54	0,54	0,38	0,96	0,12	1,55	1,25	1,06	2,21	0,5
QpQs1M	1,15	1,15	1,13	1,23	0,02	1,35	1,27	1,17	1,61	0,15
QpQs2M	1,17	1,15	1,13	1,8	0,08	1,4	1,34	1,2	1,67	0,16
QpQs3M	1,17	1,16	1,13	1,32	0,04	1,45	1,4	1,25	2,16	0,18
QpQs4M	1,18	1,19	1,13	1,36	0,05	1,65	1,52	1,3	2,2	0,32
QpQs5M	1,21	1,22	1,14	1,44	0,06	1,75	1,6	1,39	2,22	0,31
QpQs6M	1,24	1,24	1,14	1,49	0,07	1,84	1,67	1,55	2,3	0,3

Leyenda: 1M: 1 mes, 2M: 2 meses, 3M: 3 meses, 4M: 4 meses, 5M: 5 meses, 6M: 6 meses.

Fuente: Historias clínicas.

El árbol de probabilidades (fig. 1) permitió dividir en tres conjuntos los pacientes muestreados, de acuerdo con el diámetro de la VPIL, con respecto a la presencia de un cociente de Qp/Qs por encima de 1,5 (RHD). El primer conjunto mostró que el 100 % de los pacientes con DVP inferior a 2 mm al mes de vida no evolucionó hacia la RHD.

El segundo conjunto evidenció que el 71,4 % de los pacientes con DVP entre 2-2,1 mm, no evolucionó hacia la RHD. En ese mismo conjunto, el 100 % de los que presentaron un DVP menor que 2,2 mm a los tres meses de vida, tampoco evolucionó hacia la RHD; sin embargo, el 100 % de los que mostraron valores de DVP mayor que 2,2 mm evolucionaron hacia un cociente Qp/Qs mayor que 1,5.

El tercer conjunto exhibe que el 97,8 % de los pacientes con DVP superior a 2,1 mm al mes de vida, evolucionó a la RHD; mientras que, si a los seis meses de vida el valor de DVP fue menor que 2,9 mm, el 100 % mantuvo un Qp/Qs por debajo de 1,5. No obstante, el 100 % de los pacientes con DPV superior a 2,9 mm tuvo evolución hacia la RHD.

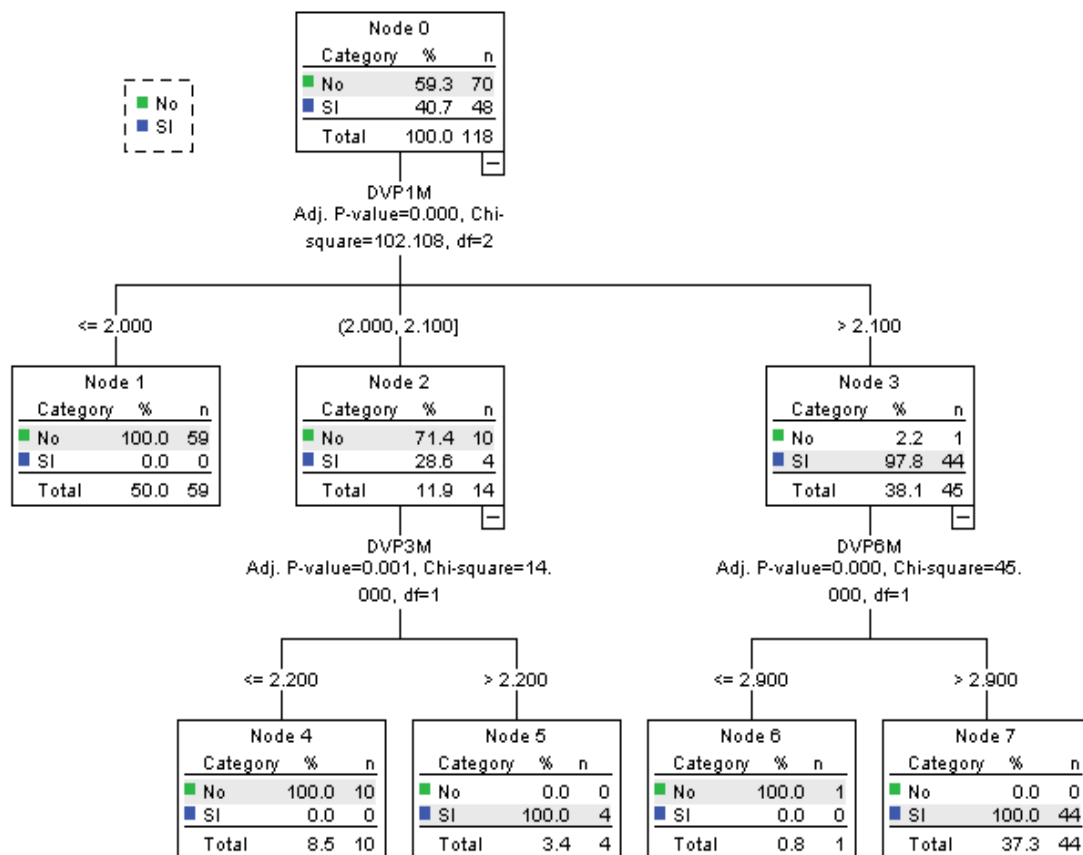


Fig. 1 - Árbol de probabilidades de presencia de repercusión hemodinámica ante el diámetro de la vena pulmonar inferior izquierda.

Los gráficos de la curva operador-receptor (ROC) para los parámetros cuantitativos del flujograma de la VPII muestran alta sensibilidad y especificidad para todas las variables con respecto al Qp/Qs, cuando este último se encuentra por encima de 1,5. El valor de VelP tuvo un área bajo la curva de 0,984, 0,972, 0,990, 0,986, 0,989 y 1,000 para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 meses, respectivamente. Se destaca un incremento de la sensibilidad y la especificidad luego de los tres meses de vida (fig. 2).

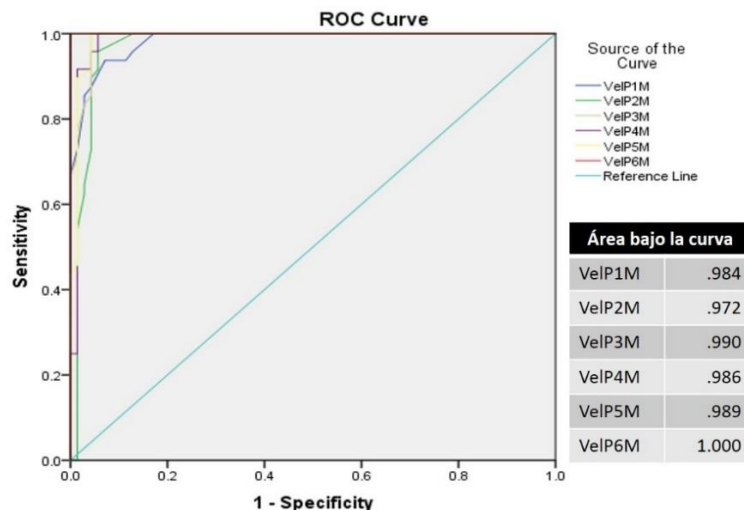


Fig. 2 - Curva ROC de la velocidad pico del flujo de la vena pulmonar inferior izquierda, con respecto a un cociente de Q_p/Q_s superior a 1,5 en los primeros seis meses de vida.

En la figura 3 se aprecia que el área bajo la curva ROC del GPVP mostró valores de 0,980, 0,973, 0,990, 0,986, 0,990 y 1,000 para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 meses respectivamente. Este hecho permite considerar que la capacidad de los indicadores para el diagnóstico de la distribución fue semejante al grupo anterior de variables.

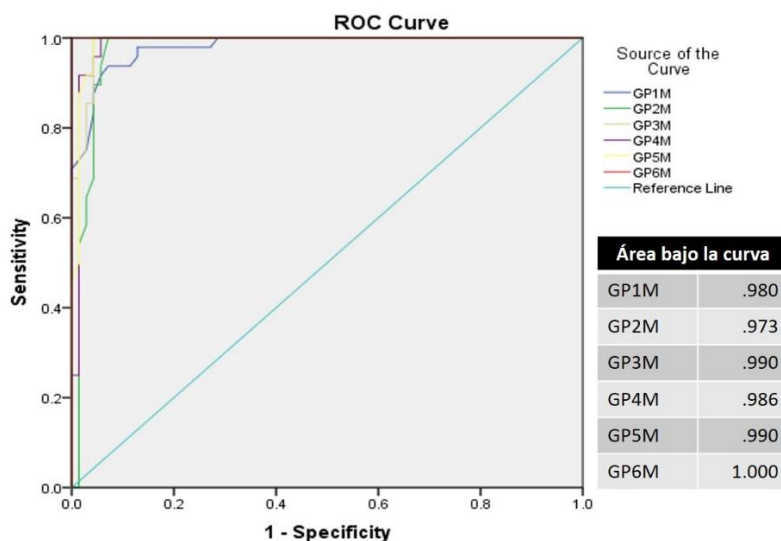


Fig. 3 - Curva ROC del gradiente pico del flujo de la vena pulmonar inferior izquierda, con respecto a un cociente de Q_p/Q_s superior a 1,5 en los primeros seis meses de vida.

Para la IVT se observó un área bajo la curva de 0,963, 0,971, 0,990, 0,965, 0,986 y 1,000 para 1, 2, 3, 4, 5 y 6 meses, respectivamente. Estos indicadores resultaron adecuados para identificar los pacientes con defectos cardíacos hemodinámicamente significativos, sobre todo a los seis meses de vida (fig. 4).

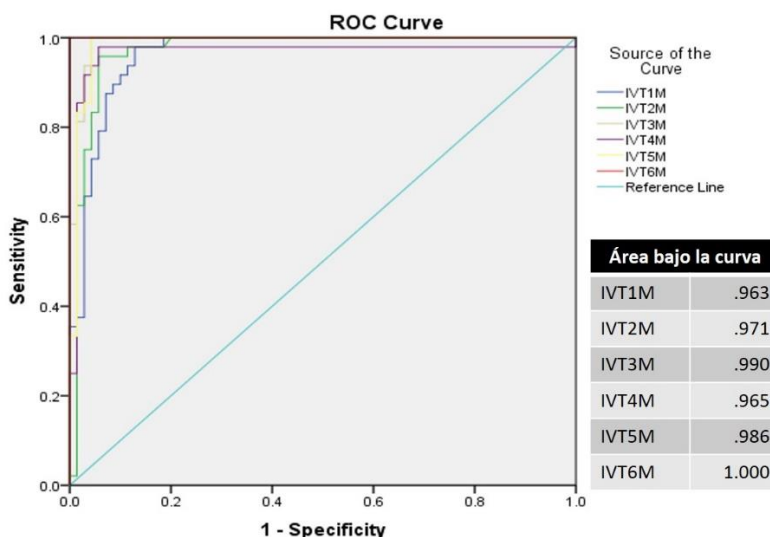


Fig. 4 - Curva ROC de la integral velocidad-tiempo del flujo de la vena pulmonar inferior izquierda, con respecto a un cociente de Q_p/Q_s superior a 1,5 en los primeros seis meses de vida.

Discusión

La cuantificación de los parámetros del FVP ha sido empleada como determinante de la evaluación funcional del corazón. En este sentido, autores como *Waggoner* y *Baumann*,⁽¹²⁾ en un estudio realizado en 1997, en la Universidad de Washington, EE. UU., se refieren a la relevancia del registro de las velocidades del FVP en diferentes afecciones cardiovasculares. Esto se sustenta en las determinantes fisiológicas del FVP y los cambios consecuentes en distintas fases, a saber: fase sistólica, fase

diastólica y fase reversa auricular. Consideran, también, algunas condiciones, como los cambios respiratorios en el FVP, la estenosis mitral, la insuficiencia mitral, la insuficiencia cardíaca congestiva, la estenosis de venas pulmonares y, de forma muy somera, algunas CC.

Schroh y otros,⁽¹³⁾ en un estudio realizado en Argentina, en 2009, plantean cambios en el patrón de FVP (derecha) con un aumento de la velocidad sistólica y una disminución de las velocidades diastólicas en pacientes con defecto de septo auricular. Señalan, además, que hubo aumentos estadísticamente significativos en las velocidades sistólicas venosas pulmonares ($0,72 \pm 0,01$ vs. $0,46 \pm 0,01$ m/s; $p < 0,0001$) y velocidades diastólicas venosas pulmonares más bajas ($0,56 \pm 0,01$ vs. $0,62 \pm 0,01$ m/s; $p = 0,01$) en el grupo 1 (con RHD) con respecto al grupo 2 (sin RHD), así como, una mayor razón de velocidad sistólica venosa pulmonar con respecto a la velocidad diastólica (relación S/D) ($1,28 \pm 0,02$ frente a $0,74 \pm 0,02$; $p = 0,0001$). Por último, subrayan que el índice Qp/Qs aumentó de forma significativa en el grupo 1.

Desde una perspectiva diferente, Ribeiro y otros,⁽¹⁴⁾ en un estudio realizado en la Unidad de Cardiología Pediátrica, Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo, en 2010, consideran que las variables IVT del flujo sistólico en la vía de salida del ventrículo derecho (IVTVSVD) ≥ 22 cm y del flujo en la vena pulmonar (IVTVP) ≥ 20 cm, fueron predictivas de niveles de relación entre resistencias vasculares pulmonar y sistémica $\leq 0,1$, con especificidad de 0,81 y razón de chances superior a 1,0.

Para valores IVTVSVD ≥ 27 cm e IVTVP ≥ 24 cm, la especificidad fue superior a 0,90 y la razón de chances 2,29 y 4,47, respectivamente. Sostienen, además, que la razón entre Qp/Qs $\geq 2,89$ y $\geq 4,0$, (estimaciones ecocardiográficas) fue útil para la predicción de valores Qp/Qs $> 3,0$ por cateterismo (especificidad de 0,78 y 0,91, razón de chances 1,14 y 2,97, respectivamente). De forma paralela, se plantea que la presencia de valores inferiores a 16,0 cm para IVTVSVD y 19,0 IVTVP también sugiere la inexistencia de hiperflujo pulmonar en algunos casos.⁽¹⁴⁾

Al igual que en el estudio de *Ribeiro* y otros,⁽¹⁴⁾ en la presente investigación se encontró la presencia de dos conjuntos: los pacientes que han evolucionado a RHD y los que no. Ambos presentaron cambios significativos en su evaluación ecocardiográfica a través del tiempo. El grupo que evolucionó invariablemente hacia la RHD mostró cambios ecocardiográficos desde etapas tempranas, razón por la que sus integrantes se incluyeron en un grupo prioritario de riesgo y la mayoría fue tratada con correctivos antes del año de vida.

Según describieron *Romero* y otros,⁽¹⁵⁾ en un estudio realizado en el año 2002, las características de los pacientes del grupo 1 (CC con hiperflujo pulmonar) y grupo 2 (pacientes sanos) en cuanto a sus edades, no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,9$). En todos, la mayoría de las venas pulmonares se identificaron después de un análisis exhaustivo en la vista apical de 4 cámaras; la dilatación de la vena pulmonar inferior derecha no fue visualizada en ninguno. Sin embargo, la VPII solo se identificó en pacientes con hiperflujo pulmonar. Dichos autores también señalan que la media de la IVT en G1 fue de $25,0 \pm 4,6$ cm y la comparación de los datos individuales, por edad, con la IVT en el grupo 1 mostró una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0004$).

Romero y otros,⁽¹⁶⁾ en 2013, realizan otro estudio a 18 pacientes con CC y cortocircuito de izquierda a derecha, a los que se les practicó un cateterismo cardíaco completo (incluidas mediciones de la RVP y la relación Qp/Qs, antes y después de la inhalación de oxígeno 100 %). También se obtuvo simultáneamente el flujo de la VPII mediante una ecocardiografía Doppler.

Como principales resultados de esta investigación, se informó que, significativamente, disminuyó la RVP de $5,0 \pm 2,6$ W a $2,8 \pm 2,2$ W ($p = 0,0001$), hubo un aumento en la relación Qp/Qs, de $3,2 \pm 1,4$ a $4,9 \pm 2,4$ ($p = 0,0008$), y se incrementó la IVT de $22,6 \pm 4,7$ cm a $28,1 \pm 6,2$ cm ($p = 0,0002$) después del 100 % de inhalación de oxígeno. Se manifestaron buena correlación entre la IVT con la RVP y la relación Qp/Qs ($r = -0,74$ y $0,72$, respectivamente), índices de diagnóstico que indicaron una

sensibilidad del 86 %, una especificidad del 75 %, una precisión del 83 %, así como, valor predictivo positivo del 92 % y negativo del 60 %.

Se considera que la dilatación de la VP II corresponde a la distensibilidad vascular como fenómeno fisiológico en relación directa con la sobrecarga volumétrica a la que se encuentra expuesta en este tipo de pacientes. El incremento en el calibre del vaso se atribuye como causa probable de la reducción fisiológica de la RVP durante los seis primeros meses de la vida. Ello supone un aumento en el flujo hacia la vasculatura pulmonar, expresado con incremento en sus velocidades pico y media en todo el lecho vascular.^(17,18)

Se debe considerar la variabilidad del gradiente presiométrico registrado en la VP II que se produce por la transmisión anterógrada o retrógrada de las presiones, como consecuencia del tipo de sobrecarga ventricular que genere la cardiopatía. Se reportan estudios de correlación significativa del GP con la IVT a nivel de la aorta abdominal; velocidad diastólica temprana, velocidad telediastólica, la VM y el GM de la aorta descendente.⁽¹⁹⁾

Hasta donde se orientó la búsqueda de información científica, no se encontraron investigaciones que permitieran contrastar la afirmación antes expuesta, por lo que se considera que este estudio es liberador en la medida en que identifica la existencia de obstáculos y elimina el desconocimiento sobre el tema en cuestión.

Se concluye que el análisis ecocardiográfico del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda permite predecir, desde etapas muy tempranas, la evolución hacia la repercusión hemodinámica en las cardiopatías congénitas con hiperflujo pulmonar.

Limitaciones del estudio

El estudio desde la ecocardiografía Doppler de los parámetros cuantitativos resultantes del flujograma de la vena pulmonar inferior izquierda en las cardiopatías

congénitas constituye un reto en la actualidad. El factor fundamental es la escasez de literatura sobre el tema, hecho que constituyó la principal limitación de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

1. Meng X, Song M, Zhang K, Lu W, Li Y, Zhang C, *et al.* Congenital heart disease: types, pathophysiology, diagnosis, and treatment options. *MedComm*. 2024 [acceso 08/01/2025];5(7): e631. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mco2.631>
2. Vigani A. Cardiac output measurement. *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Sixth Edition of Lumb and Jones*; 2024 [acceso 13/01/2025]p.210-9. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119830306.ch13>
3. Lai WW, Geva T, Shirali GS, Frommelt PC, Humes RA, Brook MM, *et al.* Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006 [acceso 19/01/2025];19(12):1413-30. Disponible en: <http://telecardiologo.com/descargas/26508.pdf>
4. Fournier E, Batteux C, Mostefa Kara M, Valdeolmillos E, Maltret A, Cohen S, *et al.* Fusión de imágenes de tomografía computarizada cardiaca y ecocardiografía: un nuevo enfoque en las cardiopatías congénitas. *Rev Esp Cardiol*. 2023 [acceso 19/01/2025]; 76(1):10-8. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-fusion-de-imagenes-de-tomografia-computa-articulo-S030089322200104X-pdf>
5. Marín Rodríguez C, Sánchez Alegre ML, Lancharro Zapata Á, Alarcón Rodríguez J. Cuantificación de la circulación pulmonar y sistémica: Qp/Qs. Qué es, cómo se calcula y para qué sirve. Lo que el radiólogo debe saber. *Radiol*. 2015 [acceso

08/01/2025];57(5):369-79.

Disponibile

en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033833815000892>

6. Han D, Xie S, Ouyang C. Magnitude of Pulse Pressure Variation is Associated with Qp:Qs Imbalance during Pediatric Cardiac Surgery: A Two-Center Retrospective Study. *Rev. Cardiovasc. Med.* 2023 [acceso 16/01/2025];24(8):242. Disponible en: <https://article.imrpess.com/journal/RCM/24/8/10.31083/j.rcm2408242/4f3c9ccb4335171d26966ad6fe66d1b2.pdf>

7. Arshad HB, Duarte VE. Evaluation and Management of Pulmonary Arterial Hypertension in Congenital Heart Disease. *Methodist Debaque Cardiovasc J.* 2021 [acceso 19/01/2025];17(2):145-51. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8298124/pdf/mdcvj-17-02-145.pdf>

8. Faherty E, Rajagopal H, Lee S, Love B, Srivastava S, Parness IA, et al. Correlation of transthoracic echocardiography-derived pulmonary to systemic flow ratio with hemodynamically estimated left to right shunt in atrial septal defects. *Annals of Pediatric Cardiology.* 2022 [acceso 13/01/2025];15(1):20-6. Disponible en: https://journals.lww.com/aopc/fulltext/2022/15010/correlation_of_transthoracic.4.aspx

9. Egbe AC, Miranda WR, Pellikka PA, DeSimone CV, Connolly HM. Prevalence and Prognostic Implications of Left Ventricular Systolic Dysfunction in Adults with Congenital Heart Disease. *J Am Coll Cardiol.* 2022 [acceso 06/01/2025];79(14):1356-65. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735109722003229?via%3Dihub>

10. Egbe A C, Miranda W R, Oh J K, Connolly H M. Prognostic implications of left heart diastolic dysfunction in adults with coarctation of aorta. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging.* 2021 [acceso 08/01/2025];22(11):1332-40. Disponible en: <https://academic.oup.com/ehjcmimaging/article/22/11/1332/6356283>

11. Pan B, Hu D, Sun H, Lv T, Xu W, Tian J. Pediatric diastolic heart failure: clinical features description of 421 cases. *Frontiers in Pediatrics*. 2022 [acceso 09/01/2025];10:846408. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/pediatrics/articles/10.3389/fped.2022.846408/full>
12. Waggoner AD, Baumann CA. Importance of recording pulmonary venous flow velocities with transthoracic or transeophageal echocardiography. Clinical applications in various cardiac conditions. *Journal of Diagnostic Medical Sonography*. 1997 [acceso 18/01/2025];13(1):4-15. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/875647939701300102>
13. Schroh AM, Laghezza LB, Domínguez PJ, Brandán V, Nento DE, Álvarez EA. Pattern of pulmonary venous flow in patients with ostium secundum atrial septal defect. *Eur J Echocardiogr*. 2009 [acceso 30/12/2024];10(2):244-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18682408/>
14. Ribeiro ZV de S, Tsutsui JM, Miranda R dos A, Mohry S, Mathias W, Lopes AA. Ecocardiografia-Doppler y Parámetros Hemodinámicos en Cardiopatías Congénitas con Hiperflujo Pulmonar. *Arq. Bras. Cardiol*. 2010 [acceso 08/01/2025];94(5):574-82. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/abc/a/npwgVPwXWqtBL5fdVpZmw5h/?format=pdf&lang=es>
15. Romero Rivera I, Ambrósio Moisés V, Amato V. de Paola A, Carvalho AC. Echocardiographic Assessment of the Pulmonary Venous Flow. An Indicator of Increased Pulmonary Flow in Congenital Cardiac Malformations. *Arq Bras Cardiol*. 2002 [acceso 30/12/2024];78(6):541-4. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/abc/a/nXrmvj9LMs3NJfTS7XTGmFd/?format=pdf>
16. Romero Rivera I, Alayde Mendonca M, Andrade JL, Moises V, Campos O, Camelo Silva C, et al. Pulmonary Venous Flow Index as a Predictor of Pulmonary Vascular Resistance Variability in Congenital Heart Disease with Increased Pulmonary Flow:

A Comparative Study before and after Oxygen Inhalation. Echocardiography. 2013 [acceso 08/01/2025];30(8):952-60. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/echo.12163>

17. Martínez Solano J, Ortiz Bautista C, Gutiérrez Ibañes E, García Cosío MD, Sarnago Cebada F, Díaz Molina B, *et al.* Evaluación mediante OCT del remodelado vascular pulmonar en insuficiencia cardiaca avanzada. Estudio OCTOPUS-CHF. Rev. españ. de cardiol. 2023 [acceso 08/01/2025];76(5):312-21. Disponible en:

<https://www.revespcardiol.org/es-evaluaci243n-mediante-oct-del-remodelado-vascular-pulmonar-en-insuficiencia-cardiaca-avanzada46-estudio-octopus-CHF-articulo-S0300893222003736-pdf>

18. Bueno N. Cardiopatías congénitas. Signos que predicen complicaciones cardiovasculares postnatales. Sociedad Interamericana de Cardiología. Cardiol fetal. 2020 [acceso 07/02/2025]. Disponible en:

<https://www.siacardio.com/consejos/pedriatia/cardiologia-fetal/cardiopatias-congenitas-signos-que-predicen-complicaciones-cardiovasculares-postnatales/>

19. Rosas De Silva MF. Correlación de gradiente transcoartación por medio de ecocardiografía transtorácica y gradiente pico estimado por cateterismo cardiaco en pacientes con diagnóstico de coartación aórtica. Pediatría, cardiología [Tesis Doctoral]. Universidad Nacional Autónoma de México; 2024 [acceso 08/01/2025]. Disponible en:

<https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000852017/3/0852017.pdf>

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Victor José Arjona Labrada, Alberto Rubén Piriz Assa y Riduan Olennis Yero García.

Curación de datos: Victor José Arjona Labrada y Alberto Rubén Piriz Assa.

Análisis formal: Victor José Arjona Labrada, Alberto Rubén Piriz Assa y Riduan Olennis Yero García.

Investigación: Victor José Arjona Labrada, Alberto Rubén Piriz Assa, Riduan Olennis Yero García y Daimy Rosa Vega Vargas.

Metodología: Victor José Arjona Labrada, Alberto Rubén Piriz Assa, Riduan Olennis Yero García y Daimy Rosa Vega Vargas.

Administración del proyecto: Victor José Arjona Labrada.

Visualización: Riduan Olennis Yero García y Daimy Rosa Vega Vargas.

Redacción-borrador original: Victor José Arjona Labrada y Alberto Rubén Piriz Assa

Redacción-revisión y edición: Victor José Arjona Labrada, Alberto Rubén Piriz Assa, Riduan Olennis Yero García y Daimy Rosa Vega Vargas.