

Tratamiento intervencionista de la estenosis valvular pulmonar crítica neonatal

Interventional treatment of neonatal critical pulmonary valvular stenosis

Isabel C. Sánchez-Escobar^{1*}, Rafael Lince-Varela², Luis H. Díaz-Medina² y Diana Restrepo³

¹Departamento de Cardiología Pediátrica, Clínica Cardio-VID; ²Área de Hemodinamia, Clínica Cardio-VID; ³Área de Epidemiología, Universidad CES. Medellín, Colombia

Resumen

Introducción: en la actualidad, la valvuloplastia con balón es la terapia de primera línea en neonatos con estenosis valvular pulmonar crítica, pues es considerada como un procedimiento menos invasivo y que acarrea menor riesgo de complicaciones y muerte en comparación con la cirugía. **Objetivo:** definir las características clínicas y hemodinámicas de los pacientes con estenosis valvular pulmonar crítica, llevados a valvuloplastia con balón y sus desenlaces inmediatos a corto plazo.

Método: estudio de seguimiento retrospectivo de una cohorte, en un centro de referencia cardiovascular. **Resultados:** se evidenció un alto porcentaje de valvuloplastias exitosas, con disminución significativa del gradiente transvalvular y de presión sistólica del ventrículo derecho (VD), con pocas complicaciones, dadas por alteraciones del ritmo y ruptura infundibular, sin mayores repercusiones clínicas. En general, las reacciones infundibulares graves se dieron en baja frecuencia y la mortalidad relacionada con el procedimiento intervencionista fue nula. **Conclusión:** la valvuloplastia pulmonar con balón es un procedimiento efectivo y seguro para el tratamiento de neonatos con estenosis valvular pulmonar crítica, que arroja buenos resultados inmediatos y a corto plazo.

Palabras clave: Valvuloplastia con balón. Estenosis valvular pulmonar. Neonatos. Complicaciones. Cateterización cardíaca.

Abstract

Introduction: balloon valvuloplasty is currently the first line therapy in neonates with critical pulmonary valve stenosis, considered a less invasive procedure, with a lower risk of complications and death compared to surgery. **Objective:** to define the clinical and hemodynamic characteristics of patients with this pathology, who underwent balloon valvuloplasty and its immediate and short-term outcomes. **Method:** retrospective follow-up study of cohort, in a cardiovascular referral center.

Results: a high percentage of successful valvuloplasty was evident, with a significant decrease in the transvalvular gradient and in the systolic pressure of the right ventricle (RV), with few complications, due to rhythm disturbances and infundibular rupture, without major clinical repercussions. In general, severe infundibular reactions occurred in low frequency and mortality related to the interventional procedure was nil. **Conclusion:** balloon valvuloplasty is an effective and safe procedure for the treatment of neonates with critical pulmonary valve stenosis, with good immediate and short-term results.

Keywords: Balloon valvuloplasty. Pulmonary valve stenosis. Newborn. Cardiac catheterization. Complications.

*Correspondencia:

Isabel C. Sánchez Escobar

E-mail: isasanchez36@gmail.com

Fecha de recepción: 28-02-2024

Fecha de aceptación: 08-11-2024

DOI: 10.24875/RCCAR.24000021

Disponible en internet: 05-03-2025

Rev Colomb Cardiol. 2025;32(1):6-13

www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2024 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La estenosis valvular pulmonar es una forma de obstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho (VD), caracterizada por comisuras fusionadas o ausentes con valvas engrosadas de la válvula pulmonar. La estenosis crítica es el caso más grave y conlleva flujo sanguíneo pulmonar anterógrado inadecuado. Como resultado, la supervivencia de los pacientes afectados depende del mantenimiento de un conducto arterioso permeable para garantizar el flujo sanguíneo pulmonar¹.

Por otra parte, es la tercera malformación cardiaca congénita más común, con una incidencia total de 6.6 por 1000 nacidos vivos, lo cual corresponde al 5.8% de las cardiopatías congénitas. Además, la mitad de todas las malformaciones congénitas incluyen la estenosis pulmonar como un componente del defecto¹.

A veces ocurre de forma familiar, sobre todo con valvas displásicas, con una posibilidad de recurrencia entre hermanos del 2.9%¹.

Se presenta con un cuadro clínico de cianosis intensa y representa una emergencia en neonatos por su alta mortalidad, que en algunas series va hasta el 50% en las primeras dos semanas de vida y 85% en los primeros seis meses de edad. En la actualidad, la valvuloplastia pulmonar con balón, es la primera opción terapéutica²⁻⁴.

En cuanto a la literatura colombiana, se desconoce se prevalencia actual; sin embargo, en los estudios de hemodinámica, se observa que hasta el 22.5% de los pacientes llevados a valvuloplastia con balón, tenían como diagnóstico estenosis pulmonar crítica⁵.

En cuanto al procedimiento, se observan altas tasas de éxito a corto y mediano plazo, del 93.8%, entendidas como un solo evento de plastia valvular⁶.

A partir de los buenos resultados iniciales que se han descrito con la valvuloplastia pulmonar, son escasas las publicaciones que exploran los desenlaces en subgrupos de pacientes, como los neonatos, en los cuales la complejidad clínica, el riesgo de la intervención y otras variables no analizadas, podrían generar otros desenlaces. Por tal razón, se planteó la necesidad de responder cuáles son las características clínicas y hemodinámicas de los pacientes con estenosis valvular pulmonar crítica neonatal, llevados a valvuloplastia con balón en un centro de cardiología pediátrica en Medellín, Colombia.

Método

Se realizó un estudio de seguimiento retrospectivo de una cohorte, en el que todos los pacientes fueron

sometidos a valvuloplastia pulmonar con balón para tratamiento de la estenosis valvular pulmonar crítica. Estos pacientes fueron seguidos por un período de treinta días.

Se incluyeron neonatos de ambos sexos (menores de treinta días de edad), con diagnóstico de estenosis valvular pulmonar crítica realizado por ecocardiografía y corroborado por estudio hemodinámico en la institución Clínica Cardio VID, de la ciudad de Medellín, Colombia, una institución de referencia para cardiopatías congénitas. Se les realizó procedimiento de valvuloplastia percutánea con balón en el período comprendido entre el 1.º de enero de 2010 y el 30 de mayo de 2021. Todos tuvieron seguimiento completo.

Los participantes fueron identificados a partir de la base de datos elaborada por los hemodinamistas pediátricos y la cual fue construida de forma prospectiva inmediatamente después de realizar cada cateterismo y revisada recientemente en busca de datos faltantes por una de las investigadoras (ICS).

La variable dependiente para el estudio fueron los desenlaces a treinta días posteriores a la valvuloplastia. Otras variables independientes fueron: a) clínicas: edad, peso, talla, superficie corporal total, prematuridad, peso al nacer, ventilación mecánica, sangrado intraprocedimiento, requerimiento de transfusiones, uso de prostaglandinas y soporte vasopresor; b) hemodinámicas: diámetro del anillo pulmonar, Z score del anillo pulmonar, relación balón/anillo, presión sistólica del ventrículo derecho (PS del VD) antes y después del procedimiento, presión de fin de diástole del ventrículo derecho (PFD VD) antes y después del procedimiento, presión de la arteria pulmonar (AP) antes y después del procedimiento, gradiente transvalvular antes y después del procedimiento, gradiente infundibular, tipo de ventrículo derecho, otras cardiopatías, *ductus* arterioso permeable: diámetro del extremo pulmonar y del extremo aórtico; c) relacionadas con la angioplastia: sitio de acceso, tiempo de fluoroscopia, tiempo del cateterismo, diámetro del balón, otros procedimientos; d) desenlaces: reintervención, complicaciones, estancia hospitalaria y mortalidad relacionada con el procedimiento intervencionista.

El éxito y desenlace primario fueron la apertura valvular y la reducción del gradiente transvalvular.

Para este estudio, se definió estenosis valvular pulmonar crítica como la necesidad de infusión de prostaglandina, desaturación basal, signos y síntomas de bajo gasto cardiaco y un flujo sanguíneo pulmonar dependiente del conducto arterioso⁷.

La válvula pulmonar se considera displásica cuando está engrosada, con la movilidad de las valvas deteriorada⁸.

La reintervención se describe como una intervención quirúrgica u otra intervención transcáteter en el seguimiento, necesaria luego de una valvuloplastia con balón exitosa⁸.

Las presiones de las cavidades derechas fueron tomadas por medio de un catéter intracardiaco y la presión arterial sistémica fue tomada de forma no invasiva o invasiva si el paciente disponía de línea arterial.

Se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

– Hemodinámico: la valvuloplastia con balón fue realizada bajo anestesia general. Durante el tiempo del estudio no se presentaron diferencias importantes en las técnicas o en el equipo empleado y los pediatras cardiólogos hemodinamistas fueron los mismos en el tiempo del seguimiento. Se administró heparina 50-100 UI por kilogramo de peso por vía intravenosa tan pronto como se realizó la canulación de la vena femoral.

Se tomaron presiones de las cavidades derechas y se realizó ventriculografía derecha en proyección PA (postero-anterior) con angulación craneal y proyección lateral en sistema biplano Phillips® (Allura Xper). Posteriormente, se avanzó una guía a través de la válvula pulmonar y se ubicó distal en la rama izquierda de la arteria pulmonar o en la aorta descendente, pasando a través del conducto arterioso. Se realizaron mediciones del anillo valvular, las cuales se compararon con la medición obtenida en la ecocardiografía previa y, de este modo, se escogió el diámetro del balón, manteniendo una relación 1.2 a 1.4 balón/anillo. Luego, se avanzó el balón sobre la guía y se realizó la valvuloplastia inflando el balón de 2 a 4 atmósferas de presión hasta observar la desaparición de la cintura del balón. Posteriormente, se retiró el balón y se midieron nuevamente las presiones de la arteria pulmonar y del ventrículo derecho. Si persistía un gradiente trans valvular pulmonar mayor a 30 mm Hg se introducía, de nuevo, un balón de un diámetro de 1 milímetro mayor al utilizado antes. Se realizó nuevo inflado del balón y se tomaron nuevas presiones pulmonares y ventriculares. Finalmente, se realizó una ventriculografía de control para evaluar el resultado final y descartar complicaciones; el paciente fue llevado a la unidad de cuidado intensivo cardiovascular pediátrico para seguimiento posintervención y control con ecocardiografía.

– Ecocardiográfico: el diagnóstico inicial se realizó mediante ecocardiografía transtorácica, con dos

equipos (Philips® Epic y Vivid 7). Los hallazgos asociados con la estenosis valvular pulmonar crítica fueron la presencia de gradiente transvalvular mayor a 40 mm Hg sin disfunción ventricular derecha o insuficiencia valvular tricúspide con un gradiente transvalvular que refleje una presión sistólica intraventricular derecha mayor al 75% de la presión arterial sistémica; también, la presencia de cortocircuito bidireccional o de derecha a izquierda en el foramen oval y de conducto arterioso permeable.

El sesgo de selección se controló al incluir todos los participantes de forma consecutiva que fueron sometidos a valvuloplastia con balón por estenosis pulmonar crítica en el período de estudio. El sesgo de información se minimizó por la alta calidad del dato al provenir directamente de quien realizó el procedimiento (RLV/LHD). Además, cada historia clínica fue revisada de forma retrospectiva para verificar la información. En los casos en los que se tenía duda, el investigador principal verificó con quien extrajo la información cualquier inconsistencia de la misma. El sesgo de seguimiento se minimizó puesto que todos los pacientes fueron seguidos durante treinta días mínimo. Finalmente, la base de datos fue depurada por dos de los investigadores (AC, DR), uno de ellos con experiencia en el manejo de bases de datos, buscando registros duplicados o inconsistentes.

Todos los casos que, de forma consecutiva, ingresaron a la institución con el diagnóstico de estenosis valvular crítica y fueron sometidos a valvuloplastia con balón durante el período de estudio, fueron incluidos en el estudio.

Las variables cuantitativas en el análisis fueron tratadas de la siguiente forma, según el criterio clínico del hemodinamista (RLV/LHD). La edad se tomó de forma continua; gradiente transvalvular prevalvuloplastia y posvalvuloplastia: se tomó el dato registrado en la angioplastia en milímetros de mercurio (mm Hg). Luego, se tomó como valor de referencia 30 mm Hg y, a partir de este valor, se recategorizó como exitoso o con estenosis residual.

Finalmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas y clínicas. Como indicadores epidemiológicos, se empleó la incidencia cruda de complicaciones a treinta días posvalvuloplastia pulmonar. Las variables cualitativas se presentaron con frecuencias absolutas y relativas; para las variables cuantitativas se emplearon medidas de resumen como mediana y rango intercuartílico porque las variables cuantitativas no tuvieron distribución normal según el test de Shapiro-Wilks. Se exploraron

posibles asociaciones entre las complicaciones a treinta días con la edad y el peso de los pacientes. Para esto se utilizaron las pruebas no paramétricas de los rangos con signo de Wilcoxon y U de Mann-Whitney. Se tomó un valor de $p < 0.05$ como significativo. Para el análisis de la información, se utilizó el *software* SPSS® versión 21.0 (SPSS® Inc; Chicago, Illinois, USA), licencia amparada.

El estudio fue aprobado por el Comité de Investigación Institucional.

Resultados

En el estudio se incluyeron 25 neonatos con diagnóstico de estenosis valvular pulmonar crítica, llevados a valvuloplastia con balón. Solo uno de ellos había recibido manejo quirúrgico previo, con implantación de fístula BT, que posteriormente presentó estenosis del extremo distal, evidenciada durante el procedimiento intervencionista.

Se determinó que las variables analizadas no tenían una distribución normal, razón por la cual se trabajó como medida de tendencia central la mediana, y como medida de dispersión los rangos intercuartílicos.

La distribución de géneros tuvo predominancia masculina. Las características demográficas y clínicas se encuentran detalladas en la [tabla 1](#).

En cinco pacientes se detectaron otras cardiopatías asociadas, cada una de ellas con incidencia del 4%: defecto septal auricular, defecto septal ventricular, estenosis valvular aórtica, hipoplasia del anillo pulmonar e hipoplasia del VD. El tipo de VD fue tripartita en todos los pacientes y de aquellos con DAP, la mediana de la medida del extremo aórtico fue de 4.5 mm (RIC: 2.8) y la mediana del extremo pulmonar fue de 3.0 mm (RIC: 1.0).

Durante el procedimiento intervencionista, los pacientes recibieron soporte ventilatorio con intubación orotraqueal o máscara laríngea ($n = 23$, 92% y $n = 2$, 8%, respectivamente), 18 pacientes (72%) requirieron infusión de prostaglandina y ningún caso ameritó soporte vasopresor ($n = 25$, 100%). El abordaje para el procedimiento, en su mayoría, fue por la vena femoral derecha ($n = 18$, 72%), seguido por la vena y arteria femoral derecha ($n = 3$, 12%), la vena femoral izquierda ($n = 3$, 12%) y finalmente la arteria femoral izquierda ($n = 1$, 4%). En cuanto al tiempo de fluoroscopia y el tiempo total del cateterismo, la mediana fue de 12 minutos (RIC 1.13) y 40 minutos (RIC: 19), respectivamente. En uno de los pacientes se realizó simultáneamente la implantación de stent en el DAP, el cual se evidenció

Tabla 1. Características sociodemográficas, clínicas y ecocardiográficas de la población de estudio

Características	n (%)
Sexo	
Femenino	9 (36)
Masculino	16 (64)
Peso al nacer (kg)	2.92 (0.64)*
Prematurez	3 (12)*
Edad (días)	7.3 (5.25)*
Peso (kg)	3.0 (0.6)*
Talla (cm)	49.0 (3.0)*
SCT (m ²)	0.20 (0.01)*
Diámetro del anillo pulmonar	6.30 (1.32)*
Puntuación Z del anillo pulmonar	-0.4240
Relación balón/anillo	1.32 (0.10)*
Válvula displásica	17 (68.0)
DAP	23 (92.0)
Otras cardiopatías	5 (20.0)

*Mediana (RIC); DAP: *ductus* arterioso permeable.

amplio y tortuoso, con estenosis crítica en el extremo pulmonar. En este paciente, se observó, durante la sístole, un chorro muy pequeño a través de la válvula pulmonar estenótica.

En cuanto a los resultados inmediatos, 100% ($n = 25$) de las valvuloplastias fueron exitosas, con una disminución estadísticamente significativa del gradiente transvalvular y de la presión sistólica del VD. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la PFD del VD ni en la presión de la AP, como se evidencia en la [tabla 2](#).

Los pacientes sin cardiopatías congénitas asociadas mostraron diferencias estadísticamente significativas en el test de Wilcoxon ($Z -3.517$, $p < 0.001$), entre el cambio del gradiente transvalvular en comparación con los pacientes con estenosis pura ($Z -1.826$, $p = 0.068$).

Hubo complicaciones en dos pacientes (8%), uno de ellos con alteración del ritmo cardiaco ($n = 1$, 4%), dada por aumento del automatismo auricular con trastorno de la conducción aurículo-ventricular; el otro paciente ($n = 1$, 4%) presentó perforación del infundíbulo, al intentar el paso por el anillo pulmonar, sin inestabilidad hemodinámica y con evolución satisfactoria durante el seguimiento. Tres pacientes tuvieron reacción infundibular grave. Las reintervenciones no se

Tabla 2. Variables hemodinámicas antes y después de la valvuloplastia

Variable	Valvuloplastia con balón		Puntuación Z anillo pulmonar	p
	Antes	Después		
PS del VD	82.88	47.84	-4.319	< 0.0001
PFD del VD	10.40	10.40	-1.117	0.264
Presión AP	31.60	32.04	-1.688	0.91
Gradiente transvalvular	48.88	7.7	-4287	< 0.0001

PS del VD: presión sistólica del ventrículo derecho; PFD del VD: presión de fin de diástole del ventrículo derecho; presión AP: presión de la arteria pulmonar.

asociaron con la puntuación Z del anillo pulmonar (U de Mann-Whitney 44.000, $p = 0.921$).

Las complicaciones no se asociaron al peso menor de 2.5 kg ($p = 0.70$), ser prematuro ($p = 0.77$), tener otras cardiopatías asociadas ($p = 0.63$) o tener válvula displásica ($p = 0.45$). Ninguno sangró durante el procedimiento ni requirió transfusiones.

Se reintervinieron tres pacientes (12%), uno de los cuales fue llevado a nueva valvuloplastia con balón e implantación de *stent* en el *ductus* arterioso y dos requirieron manejo quirúrgico; en ambos se realizó fístula BT.

De las dos muertes ocurridas en el seguimiento, ninguna fue por condiciones relacionadas con el procedimiento; ambos pacientes presentaron choque séptico, uno de ellos secundario a sepsis de origen gastrointestinal y el otro secundario a neumonía multilobar.

En cuanto a las características clínicas de los pacientes, uno era prematuro; las edades al momento de la valvuloplastia fueron 11 y 18 días; uno de ellos tenía válvula displásica y otro tenía cardiopatías asociadas (defecto septal auricular). Los dos pacientes tuvieron éxito con la valvuloplastia, sin complicaciones asociadas y sin necesidad de procedimientos inmediatos. Ambos requirieron ventilación mecánica invasiva. Durante el período de seguimiento uno de ellos fue reintervenido de forma quirúrgica y sus estancias hospitalarias fueron de dos y seis días, respectivamente.

No hubo asociación entre la mortalidad y el peso menor a 2.5 kg ($p = 0.30$), prematuridad ($p = 0.23$) o realización de otros procedimientos ($p = 0.92$).

Se exploraron algunas posibles asociaciones entre el éxito de la valvuloplastia y otras variables incluidas en el estudio. No se encontró asociación en la edad y el éxito en la valvuloplastia (U de Mann-Whitney 5.50, $p = 0.18$). Tampoco se encontró asociación con el peso al nacer, momento del procedimiento, talla, sexo o

superficie corporal ($p > 0.05$). Se encontró asociación significativa entre puntuación Z del anillo pulmonar y el éxito de la angioplastia ($p = 0.04$) (Tabla 3).

Discusión

La valvuloplastia con balón es una técnica ampliamente aceptada desde que fue realizada por Kan et al., en 1982⁹, para el tratamiento de pacientes con estenosis valvular pulmonar; respaldada por varias investigaciones en cuanto a su seguridad y éxito^{2,6,7,9,10-12}.

Este trabajo contó con un tiempo de seguimiento y un tamaño de muestra comparable con otras series^{7,13-15}; en el estudio de Alsawah et al., se incluyó una muestra mayor, de 72 neonatos, pero con un tiempo de seguimiento mayor al nuestro (diez años), y el promedio de edad al momento del procedimiento de 13.8 días (DE: 7.8), también fue similar al nuestro. Así mismo, en el estudio de Yucel et al., el cual incluyó 56 neonatos con estenosis pulmonar crítica, el promedio de edad y el peso al momento del procedimiento fue de 7 días (1-28 días) y 3100 g (1600-4500 g respectivamente), lo cual es similar a lo observado en nuestro estudio⁸.

En cuanto a las características valvulares, el diámetro medio del anillo de la válvula pulmonar en el estudio ya mencionado de Yucel et al., fue de $6 + 0.9$ mm y la puntuación Z del anillo pulmonar fue de $-1.74 + 1$ (-4.34 a 0.05), comparable con nuestro estudio, en el que se encontró una mediana para el diámetro valvular pulmonar de 6.25 (RIC: 2.45) y puntuación Z del anillo pulmonar de -0.1600 . En lo que respecta a la morfología del ventrículo derecho, el 100% de nuestros pacientes presentaron un VD tripartita, lo cual difiere de lo reportado por Yucel et al., quienes encontraron que un 12.5% de los pacientes con estenosis pulmonar crítica tenían un VD bipartita. En cuanto a la relación

Tabla 3. Análisis bivariado: éxito de la angioplastia y otras variables incluidas en el estudio

Variables	Gradiente transvalvular < 20 mm Hg				p
	Sí		No		
	n	%	n	%	
Prematurez					
Sí	3	12	0	0	0.786
No	22	88	2	100	
Válvula displásica					
Sí	18	72	1	50	0.513
No	7	28	1	50	
Otras cardiopatías					
Sí	6	24	0	0	0.598
No	19	76	2	100	
Ventilación					
Sí	23	92	2	100	0.855
No	2	8	0	0	
Otros procedimientos					
Sí	1	4	0	0	0.926
No	24	96	2	100	
Uso de prostaglandina					
Sí	17	68	1	50	0.564
No	8	32	1	50	
Soporte					
Sí	1	4	0	0	0.926
No	24	96	2	100	
Mortalidad					
Sí	0	16	0	0	NC*
No	23	84	2	100	
Complicaciones					
Sí	2	8	0	0	0.855
No	23	92	2	100	

*No calculable.

balón/anillo, estos mismos autores reportaron un promedio de $29 + 0.12$ (1.06-1.55), similar a nuestros resultados⁸.

Por otro lado, en el estudio de Loureiro et al., el 33.3% tenía una válvula pulmonar displásica según ecografía⁷, lo cual difiere de nuestros hallazgos, en los cuales siete de cada diez válvulas fueron clasificadas como displásicas en la angiografía. Esta diferencia puede explicarse, en parte, por las diferentes técnicas empleadas para el diagnóstico.

En los pacientes incluidos predominó el sexo masculino, similar a lo reportado previamente¹². En cuanto a la prematurez, en el estudio de Vall Camell et al., incluyeron cuatro pacientes pretérmino (17.4%)¹¹, lo cual es ligeramente superior a lo encontrado por nosotros

(n = 3, 12%). La presencia de DAP en este grupo de pacientes fue alto, similar a lo evidenciado por nuestro grupo. En el estudio de Loureiro et al., todos los pacientes lo presentaron⁷. En cuanto a las cardiopatías asociadas, han sido descritas en un 27.8%⁵ y en nuestro estudio uno de cada cinco pacientes las presentaron.

En lo que atañe al procedimiento intervencionista, seis de cada siete pacientes requirieron infusión de prostaglandina para mantener abierto el DAP, lo cual fue mayor en otras series, en las que el 92% de los pacientes lo requirió⁷, así como en la serie de Alsawah et al., donde el 80% ameritó la misma; la diferencia podría explicarse por el uso más temprano en nuestro centro de la valvuloplastia con balón. Todos los pacientes reportados recibieron anestesia general, similar a lo descrito por otros autores².

En cuanto al sitio de la punción, en siete de cada diez pacientes nuestros, el acceso fue por la vena femoral izquierda seguido por la vena femoral derecha, lo cual se asemeja a otros trabajos¹³. En relación al abordaje transyugular descrito por Hoetama et al., en una serie de ocho pacientes, el tiempo total del procedimiento, de cruce pulmonar y de fluoroscopia fueron significativamente menores, comparados con el abordaje femoral¹⁴. Se han descrito otros accesos, como la vía arterial y el catéter umbilical²; sin embargo, el protocolo de nuestra institución no incluye estos abordajes.

En lo que tiene que ver con los resultados inmediatos, la efectividad de este procedimiento se define a partir de la reducción del gradiente transvalvular. Juárez et al. así como otros grupos, encontraron asociación entre el fracaso del procedimiento y la edad, la morfología valvular displásica, el gradiente valvular pulmonar preangioplastia y la presión sistólica del VD elevada antes del procedimiento^{15,16}. Estas asociaciones no se encontraron en nuestro estudio. En general, se han descrito altas tasas de efectividad para este procedimiento. Alsawah et al, reportaron una efectividad del 94.4% y Manica et al., de 100%, similar a la nuestra¹².

En cuanto a la implantación de stent en el DA, en el estudio de Alsawah et al., en dos prematuros (2.7%) se presentaron dificultades para el cruce de la válvula pulmonar por insuficiencia tricúspide grave e hipertrofia grave del VD, por lo que decidieron poner un stent en el DAP². En nuestra serie, en uno de los pacientes se requirió implantación de stent en el DAP.

La valvuloplastia con balón es una técnica más compleja y prolongada en neonatos en comparación con otros grupos de edad pediátrica, especialmente en el caso de la estenosis valvular pulmonar crítica, debido

a la morfología e hipoplasia del ventrículo derecho y al tamaño del anillo tricúspide, con altas tasas de complicaciones durante el procedimiento que van desde el 14% al 31%, rango en el cual se sitúa nuestra incidencia de complicaciones. Se ha reportado mortalidad en el 4.2% de los casos^{10,15,17,18}; en nuestro estudio no hubo muertes asociadas al procedimiento.

Las principales complicaciones descritas en estos pacientes se relacionan con trastornos del ritmo. En el estudio de Hoatama et al., seis de quince pacientes presentaron bloqueo aurículo-ventricular y bloqueo de rama derecha del haz de His, con bradicardia sinusal transitoria⁷.

En nuestro estudio, un paciente tuvo ruptura infundibular (4%), mientras que otros autores como Ronai et al., han descrito esta complicación en siete procedimientos de 127 (5.5%). Al igual que ellos, en nuestro caso el manejo fue médico¹⁹.

Se han reportado procedimientos de reintervención en 10% a 34%^{10,13,15} de los casos; dentro de este rango se encuentra la incidencia de reintervención en nuestro grupo de pacientes. La puntuación Z del anillo de la válvula pulmonar en algunos estudios, fue significativamente menor en aquellos que necesitaron reintervención - 2.4 (RIC: - 2.9 a - 0.95) vs. - 0.59 (RIC: -1.3 a - 0.15, $p = 0.02$)¹⁰. Una puntuación Z menor de - 1.69 predijo la necesidad de aumento del flujo pulmonar, con una sensibilidad del 74%⁸. En nuestro estudio, el promedio Z score del anillo pulmonar fue menor en el grupo reintervenido (-0.800 vs. -0.6169), pero sin diferencia significativa ($p = 0.891$).

Los estudios previos describen que un gradiente final transvalvular pulmonar > 25 mm Hg se asocia a una mayor probabilidad de reintervención⁶. De igual forma, en algunos estudios⁸ un VD bipartita fue un predictor significativo de necesidad de reintervención (OR: 9.6), lo cual no aplica en nuestro caso porque el 100% fueron tripartita.

Limitaciones

Por tratarse del seguimiento de una cohorte retrospectiva, las asociaciones identificadas son de tipo exploratorio y en ningún momento se deben interpretar como causales. Por otra parte, este estudio no contó con un grupo control, lo cual también limita el alcance de los resultados. De igual forma, la muestra pequeña limita la presentación de complicaciones de baja prevalencia y, finalmente, el seguimiento que se presenta fue solo de treinta días, por tanto algunas complicaciones y desenlaces más tardíos no fueron identificados.

Conclusiones

Nuestro estudio confirma que la valvuloplastia pulmonar con balón es un procedimiento seguro y exitoso para los neonatos intervenidos con estenosis valvular pulmonar crítica. Las complicaciones encontradas en esta serie de casos fueron similares a las descritas por otros investigadores.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Clínica CardioVID, institución que nos permitió realizar el estudio.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de confidencialidad de su institución, han obtenido el consentimiento informado de los pacientes, y cuentan con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER, según la naturaleza del estudio.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no utilizaron ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción de este manuscrito.

Bibliografía

1. Dayton JD, Holzer RJ, Anderson RH. Pulmonary stenosis. En: Anderson's (ed.). *Pediatric Cardiology*. 4th ed.; 2019.
2. Alsawah GA, Hafez MM, Matter M, Abo-Haded HM, Rakha S, Almarsafawy H. Balloon valvuloplasty for critical pulmonary valve stenosis in newborn: A single center ten-year experience. *Prog Pediatr Cardiol* [Internet]. 2016;43:127-31. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1058981316300388>.
3. Faella HJ, Sciegata A, Marantz P, Micheli D, Alonso J, Capelli H. Valvuloplastia con cateter balon en la estenosis valvular pulmonar critica. *Rev Arg Cardiol*. 1993(61)5:457-61.
4. Savio Benavides A, García Guevara C, Ramiro Novoa JC, García Moréjón C. Estenosis pulmonar valvular crítica, angioplastia posnatal o intervencionismo fetal? *Rev Cuba Pediatría* [Internet]. 2012;84(3):301-6. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-75312012000300011&lng=es&nrm=iso&tIng=es.

- Cadavid AM, Díaz LH, Lince R, Donado JR, Ruz M. Valvuloplastia pulmonar percutánea con balón. Resultados y seguimiento a corto y mediano plazo. *Rev Col Cardiol*. 2006;12:483-91. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v12n7/v12n7a6.pdf>.
- Ramírez-González M, León-Guerra OJ, Lince-Varela R, Díaz LH. Valvuloplastia pulmonar en menores de 21 años. *Rev Colomb Cardiol [Internet]*. 2017;24(1):71-7. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120563316301371>.
- Loureiro P, Cardoso B, Gomes IB, Martins JF, Pinto FF. Long-term results of percutaneous balloon valvuloplasty in neonatal critical pulmonary valve stenosis: a 20-year, single-centre experience. *Cardiol Young [Internet]*. 2017;27(7):1314-22. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=mdc&AN=28619122&lang=es&site=ehost-live>.
- Yucel IK, Bulut MO, Kucuk M, Balli S, Celebi A. Intervention in patients with critical pulmonary stenosis in the ductal stenting era. *Pediatr Cardiol [Internet]*. 2016;37(6):1037-45. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=mdc&AN=27033245&lang=es&site=ehost-live>.
- Kan JS, White RI, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary-valve stenosis. *N Engl J Med [Internet]*. 1982;307(9):540-2. <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM198208263070907>.
- Aggarwal V, Mulukutla V, Maskatia S, Justino H, Mullins CE, Qureshi AM. Outcomes after balloon pulmonary valvuloplasty for critical pulmonary stenosis and incidence of coronary artery fistulas. *Am J Cardiol [Internet]*. 2018;121(12):1617-23. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0002914918302856>.
- Vall Camell M, Rodríguez-Fanjul J, Bautista Rodríguez C, Pradda FH, Caffarena-Calvar JM, Iriondo Sanz M, et al. Percutaneous management of pulmonary atresia with intact ventricular septum and critical pulmonary stenosis. *Ann Pediatr Engl [Internet]*. 2019;91(5):336-43. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2341287919300298>.
- Manica JL, Bodini A, Borges MS, Machado PRM, Rossi Filho RI. Cateterismo intervencionista na estenose valvar pulmonar crítica do recém-nascido e na atresia pulmonar com septo interventricular íntegro: 13 anos de experiência de um serviço terciário. *Rev Bras Cardiol Invasiva [Internet]*. 2011;19(4):423-9. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-83972011000400014&lng=pt&nrm=iso&tlng=en.
- Binh HA, Minh Chau NN, Xuan NT, Tuan TV, Son NH. Balloon valvuloplasty for critical pulmonary valve stenosis in a newborn. *J Pediatr Surg Case Rep [Internet]*. 2020;101591. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213576620302256>.
- Hoetama E, Prakoso R, Roebiono P, Sakidjan I, Kurniawati Y, Siagian S, et al. Balloon pulmonary valvuloplasty in neonates with critical pulmonary stenosis: Jugular or femoral. *Ann Pediatr Cardiol [Internet]*. 2020;13(1):11-5. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=141194254&lang=es&site=ehost-live>.
- Juarez M, Alva C, Ledesma M, Lázala G, Jiménez S, Sánchez A, et al. Valvuloplastia pulmonar con balón, experiencia de 15 años en el Centro Médico Nacional Siglo XXI IMSS. *Archivos de Cardiología de Mexico*. 2003(73): 190-6. <http://www.scielo.org.mx/pdf/acm/v73n3/v73n3a4.pdf>.
- Latson LA. Critical pulmonary stenosis. *J Intervent Cardiol [Internet]*. 2001;14(3):345-50. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1540-8183.2001.tb00343.x>.
- Chubb H, Simpson J. The use of Z-scores in paediatric cardiology. *Ann Pediatr Cardiol [Internet]*. 2012;5(2):179. <http://www.annalspc.com/text.asp?2012/5/2/179/99622>.
- Holzer RJ, Gauvreau K, Kreutzer J, Trucco SM, Torres A, Shahanavaz S, et al. Safety and efficacy of balloon pulmonary valvuloplasty: a multicenter experience. *Catheter Cardiovasc Interv [Internet]*. 2012;80(4):663-72. <http://doi.wiley.com/10.1002/ccd.23473>.
- Ronai C, Rathod R, Marshall A, Gauvreau K, Colan S, Brown D. Left ventricular dysfunction following neonatal pulmonary valve balloon dilation for pulmonary atresia or critical pulmonary stenosis. *J Am Coll Cardiol [Internet]*. 2014;63(12):A517. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735109714605179>.