



CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA - ARTÍCULO ORIGINAL

Valvuloplastia pulmonar en menores de 21 años



Mónica Ramírez-González, Óscar J. León-Guerra*, Rafael Lince-Varela y Luis H. Díaz

Departamento de Cardiología Pediátrica, Clínica CardioVID, Medellín, Colombia

Recibido el 6 de octubre de 2015; aceptado el 31 de julio de 2016
Disponible en Internet el 30 de septiembre de 2016

PALABRAS CLAVE

Valvuloplastia;
Estenosis;
Pediatria

Resumen

Objetivo: Determinar la asociación entre la proporción de las reintervenciones en los pacientes con la estenosis valvular pulmonar y la presencia de un gradiente transvalvular pulmonar final ≥ 25 mm Hg en pacientes menores de 21 años.

Metodología: Estudio unicéntrico observacional, tipo corte transversal de período.

Población: Pacientes entre 0 meses y 21 años en quienes se realizó valvuloplastia pulmonar con balón.

Análisis: Descripción del grupo y análisis en los subgrupos dados por el gradiente final transvalvular ≥ 25 mm Hg y la reintervención. Se realizaron pruebas χ^2 de Pearson, para las variables categóricas. Para las variables continuas se realizaron pruebas U de Mann-Whitney. Se realizó una regresión logística para definir la asociación entre las variables y el desenlace a la reintervención.

Resultados: En el grupo con el gradiente final ≥ 25 mm Hg, el 86,67% eran lactantes. Se encontró que en el grupo con el gradiente final < 25 mm Hg la mediana del gradiente inicial fue de 42 mm Hg IQ 25-75%: (34-59) en comparación con el grupo con el gradiente final ≥ 25 mm Hg, la mediana del gradiente inicial fue 70 mm Hg IQ 25-75%: (41-86). Al analizar los grupos por la variable reintervención, se observó que el cambio en la relación de las presiones entre el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo se asoció con menor necesidad de reintervención. OR 0,04; IC 95% (0,002-0,7). El tener un gradiente final después de la intervención ≥ 25 mm Hg se asoció a reintervención. OR 14,5; IC 95% (2,8-75).

Conclusiones: Un gradiente final transvalvular pulmonar ≥ 25 mm Hg se asoció a mayor probabilidad de reintervención.

© 2016 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: oslegue@gmail.com (Ó.J. León-Guerra).

KEYWORDS

Valvuloplasty;
Stenosis;
Pediatrics

Pulmonary valvuloplasty in patients under the age of 21**Abstract**

Motivation: To determine the association between the proportion of reoperations in patients with pulmonary valvular stenosis and the presence of a final pulmonary transvalvular gradient of ≥ 25 mm Hg in patients under the age of 21.

Methods: Observational single-centre study, cross-sectional period type.

Population: Patients between 0 months and 21 years of age who underwent balloon pulmonary valvuloplasty.

Analysis: Description of the group and analysis in the subgroups given by the final transvalvular gradient of ≥ 25 mm Hg and reoperation. Pearson's chi-squared test was conducted for categorical variables. For the continuous variables, the Mann-Whitney U test was conducted. Logistic regression was used to define the association between variables and reoperation outcome.

Results: In the group with the final gradient of ≥ 25 mm Hg, 86.67% were infants. The group with the final gradient of < 25 mm Hg the median of the initial gradient was 42 mm Hg IQ 25-75%: (34-59) in comparison to the group with the final gradient ≥ 25 mm Hg, the median of the initial gradient was 70 mm Hg IQ 25-75%: (41-86). By analysing both groups with the reoperation variable, it was observed that the change in the relationship of the pressured between the right ventricle and the left ventricle was associated with a lower need for reoperation. OR 0.04; CI 95% (0.002-0.7). Having a final gradient of ≥ 25 mm Hg after the surgery was associated to reoperation. OR 14.5; CI 95% (2.8-75).

Conclusion: Having a final pulmonary transvalvular gradient of ≥ 25 mm Hg was associated to a higher probability of reoperation.

© 2016 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La estenosis valvular pulmonar congénita comprende del 7,5 al 9% de todos los defectos cardiacos congénitos. El tamaño del orificio valvular pulmonar varía desde un agujero de alfiler hasta un orificio de varios milímetros de diámetro, con una localización frecuentemente central, no obstante, puede ser excéntrico¹. En el pasado la valvulotomía quirúrgica fue el tratamiento de elección, pero en la actualidad, la valvuloplastia con balón es la primera opción en el manejo de la estenosis valvular pulmonar congénita. El primer intento para mejorar la obstrucción valvular pulmonar de manera percutánea fue en el año 1950 por Rubio-Álvarez V., Limon-Lason R., Soni², los autores usaron un catéter uretral con una guía para abrir la válvula estenótica. En el año 1979 Semb y Cols.³, emplearon un catéter angiográfico Berman para producir la ruptura de las comisuras de la válvula pulmonar retirando rápidamente el balón inflado a través de la válvula. En el año 1982, Kan y Cols.⁴, emplearon la técnica que consiste en liberar la obstrucción valvular pulmonar usando las fuerzas radiales al inflar el balón de un catéter balón posicionado en la válvula pulmonar. Esta técnica estática de dilatación es en la actualidad la más empleada en el mundo para liberar la obstrucción valvular pulmonar, siendo considerada como la primera opción de manejo para esta patología.

El objetivo del presente trabajo es describir la experiencia en la valvuloplastia pulmonar y determinar el grado de asociación entre la proporción de reintervenciones en la válvula pulmonar y la presencia de un gradiente transvalvular pulmonar final mayor de 25 mm Hg en los pacientes entre los 0 meses y 21 años sometidos a la valvuloplastia percutánea

en un centro de tercer nivel de complejidad en la ciudad de Medellín, Colombia.

Materiales y métodos**Diseño**

Estudio unicéntrico observacional de tipo corte transversal de período con muestreo a conveniencia y consecutivo.

Población

Se recolectó una muestra de 196 pacientes que incluía, pacientes colombianos, entre 0 meses y 21 años de edad, en quienes se realizó la valvuloplastia pulmonar con balón en un centro de tercer nivel de complejidad en cardiología ubicado en la ciudad de Medellín (Colombia), entre el 1 de diciembre de 2001 hasta el 31 de agosto de 2013.

Criterios de inclusión

Se incluyeron historias de pacientes con edades entre 0 y 21 años, con la valvuloplastia pulmonar con balón realizada en la institución.

Criterios de exclusión

Se excluyeron historias con datos hemodinámicos y de los procedimientos faltantes.

Recolección de datos

Se recolectaron datos de los registros electrónicos de las historias clínicas, datos de identificación, características clínicas como: la edad, el peso, la superficie corporal y los datos propios del procedimiento hemodinámico como lo son: tamaño del anillo pulmonar, presión sistólica de ventrículo derecho, ventrículo izquierdo, arteria aorta, gradiente transvalvular pulmonar inicial y final en milímetros de mercurio, diámetro de balón, la presencia o no de complicaciones tales como: la muerte, la necesidad de soporte inotrópico o ventilatorio, la reacción infundibular y el número total de reintervenciones.

Análisis estadístico

Las variables categóricas fueron presentadas con las frecuencias absolutas y las relativas, las variables cuantitativas continuas se presentaron con las medias y la desviación estándar o la mediana y los rangos intercuartílicos (dependiendo de su distribución en la prueba de Shapiro Wilk); se exploró la asociación entre las variables categóricas por Chi cuadrado de homogeneidad (Pearson); la relación entre las variables continuas con categóricas se exploró con U de Mann Whitney y la censura sobre el valor de p con corrección de Bonferroni, se construyó un modelo de regresión multivariado empleando la estrategia Stepwise con probabilidades de entrada y salida, respectivamente, 0,15 y 0,20 para la eliminación de las variables (mediante la evaluación de LR test, R2 entre las interacciones, confusión y colinealidad, F parcial, cambio en los coeficientes de regresión, test de Wald, y FIV. Posteriormente se probaron los supuestos del modelo de regresión para establecer el ajuste del modelo multivariado creado.

El software utilizado para el procesamiento de los datos fue STATA versión 12.0 marca registrada, desarrollado por Stata Corp 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas 77845 USA.

Resultados

Se revisaron un total de 206 eventos de los cuales se excluyeron 10, debido a que no cumplían los criterios de inclusión. El 100% de las exclusiones fueron por mal diligenciamiento del formato de recolección de los datos hemodinámicos (Ver [fig. 1](#)).

De los eventos incluidos en el estudio, el 56% (110) de la muestra correspondían a eventos generados en los lactantes y el 33,88% (86) a eventos en pacientes en el resto de los grupos etáreos. El 93,88% de los pacientes requirieron un evento de la valvuloplastia hasta el seguimiento efectuado, y el 11,22% dos o más eventos. (Ver [tabla 1](#)).

En las variables continuas analizadas, se evidenció que no tenían una distribución normal, razón por la cual se trabajó como medida de tendencia central la mediana, y de dispersión los rangos intercuartílicos. (Ver [tabla 2](#)).

Después de hacer la descripción del grupo en general, se realizó el análisis bivariado teniendo en cuenta como las variables que categorizan, el gradiente final transvalvular (postprocedimiento) y la necesidad o no de la reintervención. Como dato a resaltar se encontró que en el grupo que

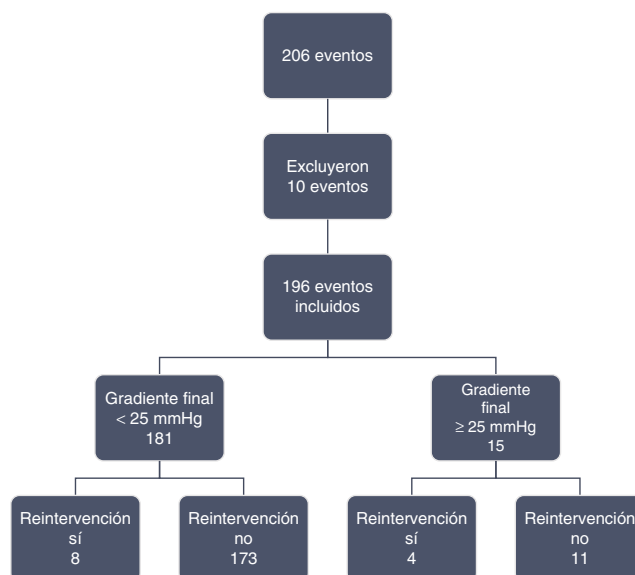


Figura 1 Flujograma general de inclusión de pacientes.

Tabla 1 Características clínicas de la cohorte general. Valvuloplastia pulmonar en menores de 21 años

	n	%
Edad		
Neonatos	64	32,65
Lactantes	110	56,12
Mayores	22	11,22
Valvuloplastias		
1	184	93,88
MAS 1	12	6,12
Relación balón anillo		
<1,5	181	92,35
≥1,5	15	7,65
Gradiente final		
<25 mm Hg	181	92,35
≥25 mm Hg	15	7,65
Complicaciones		
No	195	99,49
Si	1	0,51

Tabla 2 Media, mediana de eventos durante seguimiento

Eventos 196	N	Media	Mediana	IQ 25-75
Edad (meses)	196	20,52	4	1,0-20
Peso (kg)	196	10,62	5,8	2,4-55
Superficie corporal (m ²)	196	0,68	0,31	0,22-0,53
Anillo (mm)	196	10,29	9	7,0-12
Relación balón anillo	196	1,28	1,25	1,2-1,33
Gradiente inicial mm Hg	196	49,48	43,5	35-60
gradiente final mm Hg	196	9,58	7	4,0-12

Tabla 3 Características clínicas por gradiente final

181 pacientes		< 25 mm Hg	N	%	
Edad	Neonatos		62	34,25	
	Lactantes		97	53,59	
	mayores		22	12,15	
Valvuloplastias	1		173	95,58	
	Más 1		8	4,42	
Relación balón anillo	<1,5		171	94,48	
	≥1,5		10	5,52	
Complicaciones	No		180	99,45	
	Si		1	0,55	
15 pacientes		≥25 mm Hg	N	%	p
Edad	Neonatos		2	13,33	0,041
	Lactantes		13	86,67	
	Mayores		0	0	
Valvuloplastias	1		11	73,33	0,001
	Más 1		4	26,6	
Relación balón anillo	<1,5		10	66,67	0,011
	≥1,5		5	33,33	
Complicaciones	No		15	100	0,77
	Si		0		

Significancia χ^2 Pearson.

tenía un gradiente final ≥ 25 mm Hg, la mayor proporción de los pacientes estaba dada por el grupo de los lactantes 86,67%⁵. Igualmente, se observó una mayor proporción de pacientes (8% vs. 26,6%) que requirieron una segunda valvuloplastia con respecto al grupo que tenía un gradiente final < 25 mm Hg. (Ver [tabla 3](#)).

Al analizar las variables continuas se observó, que existían diferencias entre el gradiente inicial transvalvular y el gradiente final postvalvuloplastia, encontrándose que en el grupo con el gradiente final < 25 mm Hg la mediana del gradiente inicial fue de 42 mm Hg con un rango intercuartil IQ 25-75% (34-59); en comparación con el grupo de eventos que tuvieron un gradiente final ≥ 25 mm Hg, la mediana del gradiente inicial fue de 70 mm Hg con un IQ 25-75% (41-86)⁶⁻⁸. (Ver [tabla 4](#)).

Al realizar el análisis generando grupos de acuerdo a la necesidad de la reintervención la única variable que mostró diferencias fue el gradiente final, evidenciándose que en el grupo de reintervenidos la proporción de pacientes con un gradiente final mayor o igual a 25 mm Hg fue de un 33,3% (4 pacientes), en comparación de un 11%^{4,8,9}, en el grupo con el gradiente menor de 25 mm Hg. (Ver [tabla 5](#)).

Se corroboró que el gradiente final postintervención es diferente entre el grupo que requirió la reintervención y el que no la requirió; con una mediana del grupo reintenido de 10,5 mm Hg IQ 25-75% (5,5-30) versus 6,5 mm Hg en el grupo no intervenido IQ 25-75% (4-11,5). (Ver [tabla 6](#))^{10,11}.

Se realizó un modelo mediante una regresión logística para el desenlace en caso de necesidad de la reintervención, se observó que el cambio en la razón de presiones entre el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo (valores más bajos) se asocian con una menor necesidad de la reintervención con un OR de 0,04; IC 95% (0,002-0,7); $p = 0,03$. El tener un gradiente final después de la intervención ≥ 25 mm Hg se asocia igualmente a la reintervención con un OR de 14,5; IC 95% (2,8-75): $p = 0,001$. (Ver [tabla 7](#)).

Discusión

La valvuloplastia pulmonar percutánea con balón es un procedimiento con alta tasa de éxito a corto y mediano plazo. Se observó un porcentaje de éxito del 93,8%, entendiéndose este como la realización de un solo evento de plastia valvular, en el período observado. Al comparar estos datos con los referidos en la literatura, se infiere que los desenlaces observados en la institución están dentro de lo esperado con respecto a las instituciones referencia a nivel mundial. La proporción de la reestenosis suele variar entre el 5% y el 23%. Este evento (reestenosis) se ha asociado a la presencia de un anillo valvular de menor tamaño y a la presencia de una válvula más displásica^{12,13}.

Dentro de la composición poblacional del grupo estudiado, llama la atención que el 56% de los pacientes a los que se llevó a la valvuloplastia percutánea correspondían a los lactantes (niños entre 1 mes y 2 años), con una mediana para la edad de 4 meses y media de 20,52 meses; y una mediana para el peso de 5,8 kilos y media de 10 kilos, en comparación con lo descrito en la literatura, en la que la media de la edad para la realización del procedimiento es de 6 a 10 años, y la media de peso es de 18 kg. La probable, razón de este hallazgo es que en algunas series (Gupta y Behjati), se incluyeron pacientes con estenosis congénita de la válvula pulmonar en edad adulta^{12,13}. Al comparar con el estudio de Drossner realizado en *Emory University School of Medicine, Sibley Heart Center at Children's Healthcare of Atlanta*, se encontró que los datos eran similares en cuanto a la edad y el peso, lo cual está de acuerdo con lo descrito en centros con servicios de intervencionismo netamente pediátricos⁹.

Se observó que los pacientes que presentaban un gradiente final transvalvular (postvalvuloplastia) ≥ 25 mm Hg,

Tabla 4 Media, mediana, cuartiles de eventos por grupos de gradiente final

	GRADF < 25				GRADF ≥ 25				p
	N	Media	Mediana	IQ 25-75	n	Media	Mediana	IQ 25-75	
Edad(meses)	181	21,3	4	1,0-24	15	11	8	5,0-13	0,26
Peso (kg)	182	10,87	5,7	3,5-12	15	7,59	8	5,8-9,6	0,37
Anillo (mm)	181	10,4	9	7,0-12	15	9	9,56	6,75-11	0,9
Relación balón anillo	181	1,27	1,25	1,2-1,33	15	1,37	1,33	1,23-1,5	0,066
Gradiente inicial mm Hg	181	48,23	42	34-59	15	64,6	70	41-86	0,005

Significancia Prueba U Mann Whitney.

Tabla 5 Características clínicas por necesidad de reintervención

184 pacientes	SIN REINTERV.	N	%	
Edad	Neonatos	63	34,24	
	Lactantes	101	54,89	
	Mayores	20	10,87	
Gradiente final	< 25 mm Hg	173	94,02	
	≥ 25 mm Hg	11	5,98	
Relación balón anillo	< 1,5	180	96,2	
	≥ 1,5	14	4,8	
Complicaciones	No	183	99,46	
	Si	1	0,54	
12 pacientes	REINTERVENCIÓN	N	%	p
Edad	Neonatos	1	8,33	0,17
	Lactantes	9	75	
	Mayores	2	16,67	
Gradiente final	< 25 mm Hg	8	66,67	0,001
	≥ 25 mm Hg	4	33,33	
Relación balón anillo	< 1,5	11	91,67	0,494
	≥ 1,5	1	8,33	
Complicaciones	No	12	100	0,79
	Sí	0		

Significancia chi² Pearson

Tabla 6 Media, mediana, quartiles de eventos por necesidad de reintervención

	SIN REINTERVENCIÓN				CON REINTERVENCIÓN				p
	N	Media	Mediana	IQ 25-75	N	Media	Mediana	IQ 25-75	
Edad (meses)	184	20,39	4	0-20	12	22,41	10	3,0-21	0,15
Peso (kg)	184	10,73	5,75	3,5-12	12	8,9	8,05	5,65-9,8	0,19
Anillo (mm)	184	10,31	9	7,0-12	12	10,05	10,5	7,3-11,5	0,79
Relación balón anillo	184	1,28	1,25	1,2-1,33	12	1,32	1,31	1,27-1,41	0,13
Gradiente inicial mm Hg	184	49,7	44	35-60	12	46,8	36,05	31-61,5	0,32
Gradiente final mm Hg	184	9,2	6,5	4-11,5	12	15,41	10,5	5,5-30	0,047

Significancia Prueba U Mann Whitney.

se asociaban a un gradiente inicial, que en promedio era más elevado con respecto al grupo con gradiente final transvalvular menor a 25 mm Hg, estos hallazgos se pueden relacionar con el hecho descrito en las diferentes series en que se asocia un gradiente transvalvular predilatación y postdilatación

más alto; con la severidad de la estenosis valvular y principalmente, con la asociación, con un componente obstructivo infundibular y las válvulas displásicas. La tendencia es que el componente infundibular mejora con el tiempo, disminuyendo el gradiente. Cuando el gradiente residual es a nivel

Tabla 7 Regresión logística por necesidad de reintervención

G FINAL	OR	ERROR STD	Z	P	IC 95
Neonato	0,17	0,2	-1,5	0,13	0,01-1,7
Mayor	10,04	13,55	1,71	0,087	0,71-141
Peso	8,70E-01	0,08	-1,43	0,15	0,72-1,05
*vd/vi	0,04	0,062	-2,17	0,03	0,002-0,73
**g final	14,5	12,17	3,2	0,001	2,81-75,04
_cons	2,79	4,44	0,65	0,51	0,12-63

* Razón presiones ventrículo derecho/ventrículo izquierdo prevalvuloplastia.

** Gradiente final postvalvuloplastia.

de las cúspides valvulares, la tendencia es que en este grupo de pacientes existe una mayor probabilidad de requerir una segunda intervención⁹⁻¹⁴.

Al comparar los gradientes iniciales obtenidos en este estudio con respecto a la cohorte realizada por el grupo de Peterson y Cols. en Nueva Zelanda (1969-2000), se encontró que en el grupo de Peterson, los gradientes iniciales fueron de 64,8 mm Hg \pm 30 mm Hg, con respecto al gradiente inicial de la población en estudio (Colombia) es de 49,48 mm Hg, lo cual indica que las intervenciones se realizan de manera más temprana en nuestra población; esto probablemente está relacionado en que en el estudio colombiano, la población es exclusivamente pediátrica¹⁵.

En cuanto a la relación balón anillo, en este trabajo no se encontró asociación con respecto a la necesidad de la reintervención o gradiente final \geq 25 mm Hg, como si ha sido descrito en otras series, en las cuales una relación balón anillo mayor a 1,2 está asociado a la reestenosis y una razón balón anillo mayor a 1,4 con insuficiencia valvular pulmonar. A pesar de que no hubo una diferencia significativa desde el punto de vista estadístico se observó que en los sujetos que tuvieron un gradiente final mayor de 25 mm Hg existió la necesidad de usar una relación balón anillo mayor¹⁶.

Como desenlace a mediano plazo se encontró que en el grupo de pacientes que requirieron la reintervención, el gradiente final inmediato postvalvuloplastia fue un marcador de la necesidad de realizar un nuevo procedimiento, esto va de la mano con lo explicado anteriormente con la teoría de que el gradiente transinfundibular residual más alto se asocia a las presiones intraventriculares iniciales más altas y a la presencia de válvulas displásicas^{17,18}.

Llama la atención que en el grupo de pacientes que tuvieron un gradiente final \geq 25 mm Hg todos eran lactantes y neonatos. Esto se pudo correlacionar con el hecho, de que en estos grupos de pacientes la probabilidad de la reintervención es más alta. A partir de los 2 años de edad, los cambios dinámicos en la anatomía y funcionamiento de una válvula pulmonar enferma son más lentos^{19,20}.

Con respecto al modelo predictivo generado, se observó que el cambio de 0,1 en la razón de las presiones entre el ventrículo derecho/ventrículo izquierdo está asociado a un cambio de un 4% para la necesidad de la reintervención, de la manera en que quedo construido el modelo se asume como un factor protector. El gradiente final es también como ya se discutió un factor de riesgo para la necesidad de la reintervención, aumentando el riesgo en un 140% en la población con un gradiente \geq 25 mm Hg.

Conclusiones

Un gradiente final transvalvular pulmonar \geq 25 mm Hg se asocia a una mayor probabilidad de la reintervención.

La razón de las presiones entre el ventrículo derecho e izquierdo se asocia a la necesidad de la reintervención valvular.

Responsabilidades 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 de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen conflicto de intereses, la realización de este trabajo tiene un fin netamente académico y formativo. La financiación del estudio fue realizada mediante recursos propios y la colaboración de la Clínica cardioVID para acceder a los registros electrónicos.

Bibliografía

1. Rao PS. Percutaneous Balloon Pulmonary Valvuloplasty: State of the Art. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2007;747-63.
2. Rubio Álvarez V, Limón Lasón R, Soní J. Valvulotomías intracardiacas por medio de un catéter. *Arch Inst Cardiol Mex*. 1953;13:183-92.
3. Semb BK, Tjonneland S, Stake G, Aabyholm G. "Balloon valvulotomy" of congenital pulmonary valve stenosis with tricuspid valve insufficiency. *Cardiovasc Radiol*. 1979;2(4):239-41.
4. Kan JS, White RJ, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *N Engl J Med*. 1982;307(9):540-2.
5. Cheng HI, Lee PC, Hwang B, Meng CC. Acute pulmonary reperfusion hemorrhage: a rare complication after oversized percutaneous balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis. *J Chin Med Assoc*. 2009;72(11):607-10.
6. Lee ML, Peng JW, Tu GJ, Chen SY, Lee JY, Chang SL. Major determinants and long-term outcomes of successful balloon dilatation for the pediatric patients with isolated native valvular pulmonary stenosis: a 10-year institutional experience. *Yonsei Med. J*. 2008;49:416-21.
7. Lee ML, Chen M, Lee MH. Balloon pulmonary valvuloplasty for valvular pulmonary stenosis in double outlet right ventricle incriminating 46,X,der(X)t(X;3)(q28;q13.2)mat in an infant. *Int. J. Cardiol*. 2007;114:e27-30.
8. Gupta D, Saxena A, Kothari SS, Juneja R. Factors influencing late course of residual valvular and infundibular gradients following pulmonary valve balloon dilatation. *Int. J. Cardiol*. 2001;79(2-3):143-9.
9. Drossner DM, Mahle WT. A management strategy for mild valvar pulmonary stenosis. *Pediatr. Cardiol*. 2008;29:649-52.
10. Merino R, Santos J, Coserria F, Descalzo A, Valverde I. Long-term results of percutaneous balloon valvuloplasty in pulmonary valve stenosis in the pediatric population. *Rev Esp Cardiol*. 2014;67:374-9.
11. Maostafa BA, Seyed-Hossien M, Shahrokh R. Long-term Results of Balloon Pulmonary Valvuloplasty in Children with Congenital Pulmonary Valve Stenosis. *Iran J. Pediatr*. 2013;23:32-6.
12. Jarrar M, Betbout F, Farhat MB, Maatouk F, Gamra H, Addad F, et al. Long-term invasive and noninvasive results of percutaneous balloon pulmonary valvuloplasty in children, adolescents, and adults. *Am Heart J*. 1999;138 5 Pt 1:950-4.
13. Behjati-Ardakani M, Forouzannia SK, Abdollahi MH, Sareban-hassanabadi M. Immediate, short, intermediate and long-term results of balloon valvuloplasty in congenital pulmonary valve stenosis. *Acta Med. Iran*. 2013;51:324-8.
14. Fawzy ME, Hassan W, Fadel BM, Sergani H, El Shaer F, El Widaa H, et al. Long-term results (up to 17 years) of pulmonary balloon

- valvuloplasty in adults and its effects on concomitant severe infundibular stenosis and tricuspid regurgitation. *Am Heart J.* 2007;153:433–8.
15. Peterson C, Schilthuis JJ, Dodge-Khatami A, Hitchcock JF, Meijboom EJ, Bennink GB. Comparative long-term results of surgery versus balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis in infants and children. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:1078–82, discussion 82-3.
 16. Voet A, Rega F, de Bruaene AV, Troost E, Gewillig M, Van Damme S, et al. Long-term outcome after treatment of isolated pulmonary valve stenosis. *Int. J. Cardiol.* 2012;156:11–5.
 17. Harrild DM, Powell AJ, Tran TX, Trang TX, Geva T, Lock JE, et al. Long-term pulmonary regurgitation following balloon valvuloplasty for pulmonary stenosis risk factors and relationship to exercise capacity and ventricular volume and function. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:1041–7.
 18. Karagoz T, Asoh K, Hickey E, Chaturvedi R, Lee KJ, Nykanen D, et al. Balloon dilation of pulmonary valve stenosis in infants less than 3 kg: a 20-year experience. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009;74:753–61.
 19. Sideris EB, Macuil B, Justiniano S, Rao PS. Total percutaneous correction of a tetralogy of Fallot variant with dominant pulmonary valve stenosis. *Heart.* 2005;91:345–7.
 20. Mogueillansky D, Schneider HE, Rome JJ, Kreutzer J. Role of high-pressure balloon valvotomy for resistant pulmonary valve stenosis. *Congenit Heart Dis.* 2010;5:134–40.