Revista Colombiana de Cardiología
Órgano oficial de la Asociación Sociedad Colombiana de Cardiología & Cirugía Cardiovascular
Permanyer
Check for updates

Origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar (OAAP): tratamiento quirúrgico y resultados

Anomalous origin of one of the branches of the pulmonary artery (AOPA): Surgical treatment and outcome

Óscar D. Simonin-Ruiz[1], Diego B. Ortega-Zhindón[1], Andrés I. Martínez-Guzmán[1], Juan C. Tirado-Alderete[2], Antonio Benita-Bordes[1] y Edgar S. Ramírez-Marroquín[1]*

[1]Departamento de Cirugía Cardiotorácica Pediátrica y de Malformaciones Congénitas del Corazón; [2]Departamento de Imagen Cardiovascular. Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, Ciudad de México, México

Resumen

Introducción: *El origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar procedente de la aorta ascendente es poco frecuente.* **Objetivo:** *Identificar las características clínicas y quirúrgicas de los pacientes sometidos a reimplante de la rama afectada.* **Método:** *Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, retrospectivo y retrolectivo, en el que se incluyeron los pacientes diagnosticados de origen anómalo de alguna de las ramas de la arteria pulmonar y que fueron tratados mediante cirugía correctiva en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, en el periodo del 1 de enero de 2003 al 31 de enero de 2019. De los expedientes se extrajeron las características demográficas, los antecedentes quirúrgicos, los diagnósticos, los reportes ecocardiográficos y tomográficos, la técnica quirúrgica y el estado posquirúrgico.* **Resultados:** *Se encontraron nueve pacientes sometidos a cirugía de corrección, con un promedio de edad de 2 ± 2 años, un peso de 11.4 ± 1.5 kg y una talla de 82 ± 15 cm. El 67% fueron de sexo masculino. La rama afectada con más frecuencia fue la derecha; el 68% se originaban directamente de la aorta y el 42% de un conducto arterioso persistente. La corrección con circulación extracorpórea tuvo un tiempo promedio de pinzamiento aórtico de 35 minutos y de soporte circulatorio de 45 minutos. Se utilizó el implante directo o con material sintético. Las complicaciones fueron falla ventricular, sangrado, arritmias y neumonía nosocomial. La mortalidad fue del 11%.* **Conclusiones:** *El tratamiento quirúrgico para el reimplante de la rama anómala de la arteria pulmonar es el procedimiento de elección, y con cuidados quirúrgicos y posteriores tiene un buen pronóstico a mediano y largo plazo.*

Palabras clave: *Arteria pulmonar. Origen anómalo pulmonar. Reimplante pulmonar. Cardiopatía congénita.*

Abstract

Introduction: *The anomalous origin of one of the branches of the pulmonary artery from the ascending aorta is rare.* **Objective:** *To identify the clinical and surgical characteristics of the patients undergoing reimplantation of the affected branch.* **Method:** *An observational, cross-sectional, descriptive, retrospective and retrolective study was performed; patients diagnosed with anomalous origin of one of the branches of the pulmonary artery and treated by corrective surgery at the Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chavez, in the period from January 1, 2003 to January 31, 2019, were included. It was extrac-*

Correspondencia:
*Óscar D. Simonin-Ruiz
E-mail: drsimoninped@gmail.com

Fecha de recepción: 11-01-2020
Fecha de aceptación: 11-09-2020
DOI: 10.24875/RCCAR.M21000081
Disponible en internet: 29-11-2021
Rev Colomb Cardiol. 2021;28(5):438-443
www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2020 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/).

ted from the files: demographic characteristics, surgical antecedents, diagnoses, echocardiographic and tomographic reports, surgical technique and post-surgical status. **Results:** *Nine patients underwent correction surgery, with an average age of 2 ± 2 years, 11.4 ± 1.5 kg and height 82 ± 15 cm; 67% were male. The most frequent affected branch was the right, 68% originated directly from the aorta and 42% from a patent ductus arteriosus. The correction with extracorporeal circulation had an average aortic cross-clamp of 35 minutes and circulatory support of 45 minutes, the direct or synthetic implant was used. The complications were ventricular failure, bleeding, arrhythmias and nosocomial pneumonia. Mortality was 11%.* **Conclusions:** *Surgical treatment for reimplantation of the anomalous branch of the pulmonary artery is the procedure of choice, which with surgical and subsequent care has a good prognosis in the medium and long term.*

Key words: *Pulmonary artery. Anomalous lung origin. Pulmonary reimplantation. Congenital heart disease.*

Introducción

Las cardiopatías congénitas representan la malformación congénita más frecuente en la edad neonatal[1]; sin embargo, no todas se diagnostican en esta etapa y muchas son encontradas en etapas posteriores a la infancia, por lo que se prefiere utilizar el término «prevalencia al nacimiento» para referirse a la incidencia[2,3].

En los Estados Unidos de América se calcula una prevalencia al nacimiento de 3 a 6 por cada 1000 nacidos vivos[2,4,5], y para las formas graves de la enfermedad hasta 1.45 por cada 1000 niños y 0.38 por cada 1000 adultos[2]; es decir, cada año nacen aproximadamente 40,000 niños con algún tipo de cardiopatía congénita independientemente de su gravedad[3,6,7].

En México, las cardiopatías congénitas ocuparon en el año 2005 el segundo lugar entre las causas de muerte en menores de 1 año y el tercero en las edades de 1 a 4 años[1,3,5]. Así, en el último reporte nacional de cardiopatías congénitas se estimó una prevalencia al nacimiento de 6 a 8 por cada 1000 recién nacidos, cifra que permite inferir que en la actualidad existen de 12,000 a 16,000 nacidos con estos padecimientos cada año[1-4].

El origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar a partir de la aorta ascendente es una malformación congénita muy rara, con una incidencia del 0,05% al 0,1%. Es importante su diferenciación de aquellos pacientes con tetralogía de Fallot y atresia pulmonar en quienes la circulación de un pulmón depende de una colateral aortopulmonar mayor originada de la aorta ascendente[7-13].

Se considera que el lado afectado en esta enfermedad generalmente es contrario al arco aórtico, por lo que esta condición está incluida como parte del grupo de anormalidades que comprenden el arco aórtico y es causada por una falla parcial o completa del desarrollo del sexto arco izquierdo[14-17]. Debido a que el arco aórtico suele ser izquierdo, el lado más afectado es la rama derecha originándose de la aorta ascendente, asociándose mayormente con persistencia del conducto arterioso o con ventana aortopulmonar[18,19]. Por el contrario, el origen anómalo de la rama izquierda se relaciona con tetralogía de Fallot, arco aórtico derecho y origen anómalo de la subclavia derecha[19], razón por la que aproximadamente el 40% de los casos se acompaña de otras anomalías cardiovasculares, lo cual aumenta el riesgo de complicaciones[20].

El origen anómalo se clasifica en dos subgrupos de acuerdo con los hallazgos morfológicos: proximal y distal. En la forma proximal, la rama pulmonar anómala nace de manera proximal en la cara posterior o posterior izquierda de la aorta ascendente, cerca de la válvula aórtica. En la forma distal, la rama anómala se origina de la aorta ascendente justo proximal a la arteria innominada o a la base de la arteria misma[13,14].

La característica fisiopatológica que acompaña al origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar es el desarrollo de hipertensión pulmonar, en algunos casos en los primeros meses de vida, debido a que esta alteración resulta en un gran cortocircuito de izquierda a derecha con un pulmón que recibe totalmente el flujo cardiaco del ventrículo derecho, mientras que el otro recibe presión sistémica directamente de la aorta[13,21-25].

El cuadro clínico puede ir desde taquipnea y neumonía recurrente hasta falla cardiaca, por lo que el diagnóstico debe realizarse de forma temprana para realizar la reparación quirúrgica oportuna, debido al alto riesgo de desarrollar enfermedad vascular pulmonar irreversible. Es importante complementar con el estudio de otras anomalías estructurales intracardiacas apoyándose en pruebas de imagen, como ecografía y angiografía por tomografía computarizada con multidetector, entre otras[9,12,26]. Si no se corrige a temprana edad, la mortalidad reportada es de hasta el 30% a los 3 meses y puede alcanzar hasta el 70% a partir de los 6 meses de edad, por lo que la cirugía es el tratamiento de elección[9,12].

Pueden usarse diferentes técnicas quirúrgicas, pero la más frecuente es la anastomosis directa de la rama con origen anómalo al tronco de la arteria pulmonar. También se han empleado con éxito la anastomosis término-terminal con un injerto sintético, la interposición de un parche homoinjerto, el colgajo aórtico o la interposición de un parche de pericardio autólogo para aumentar la longitud de la rama pulmonar anómala[23,25,26].

La supervivencia puede alcanzar hasta el 93% a los 20 años en pacientes que se operaron y no tuvieron necesidad de reintervenciones[14], por lo que el diagnóstico temprano y a tiempo es crucial en este raro defecto cardiaco congénito para prevenir el desarrollo de hipertensión arterial pulmonar irreversible.

El objetivo de este trabajo fue identificar las características clínicas y quirúrgicas de los pacientes con origen anómalo de alguna de las ramas de la arteria pulmonar sometidos a reimplante de la rama afectada al tronco de la arteria pulmonar.

Método

Se realizó un estudio observacional, transversal, descriptivo, retrospectivo y retrolectivo, en el que los criterios de inclusión fueron los expedientes completos de los pacientes de ambos sexos y menores de 18 años diagnosticados con origen anómalo de alguna de las ramas de la arteria pulmonar y tratados mediante cirugía de corrección en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez, en el periodo del 1 de enero de 2003 al 31 de enero de 2019. Se excluyeron los pacientes con diagnósticos asociados de tetralogía de Fallot y atresia pulmonar, además de aquellos que fueron sometidos a cirugía de reimplante de rama pulmonar anómala en otra institución.

Las variables de interés fueron las características demográficas, los antecedentes quirúrgicos, los diagnósticos, las características de imágenes ecocardiográficas y tomográficas, la técnica quirúrgica y el estado posquirúrgico.

Resultados

Se encontraron nueve pacientes sometidos a cirugía de corrección con reimplante de la rama pulmonar anómala, de los cuales el 67% fueron hombres y el 33% mujeres, con una edad promedio de toda la muestra de 2 ± 2 años, un peso promedio de 11.4 ± 1.5 kg y una talla promedio de 82 ± 15 cm (Tabla 1).

La rama afectada con mayor frecuencia fue la derecha, con 7 (78%) pacientes, mientras que 2 (22%) tuvieron afectación de la rama izquierda. En los casos de origen anómalo de la arteria pulmonar derecha, 4 (68%) se originaban directamente de la aorta ascendente y 3 (42%) de un conducto arterioso persistente. Por otro lado, de los que tuvieron origen anómalo de la arteria pulmonar izquierda, uno se originaba directamente de la aorta ascendente y el otro a través de un conducto arterioso persistente (Tabla 1).

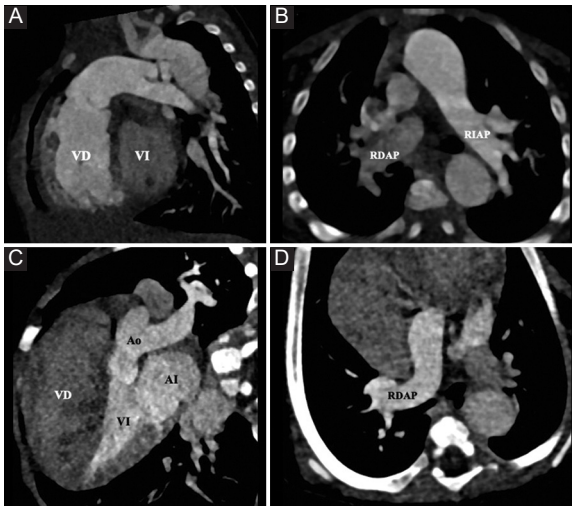

Figura 1. A: tomografía contrastada que muestra el corte sagital con diferentes densidades en los ventrículos. **B:** en el corte axial, tronco principal de la arteria pulmonar con su rama izquierda hiperdensa mientras que la rama derecha es hipodensa. **C:** en la fase venosa se observan la aurícula y el ventrículo izquierdos junto con la aorta hiperdensa con bifurcación temprana. **D:** en el corte axial se observa la rama derecha pulmonar de la misma densidad que la aorta. AI: aurícula izquierda; Ao: aorta; RDAP: rama derecha de la arteria pulmonar; RDIP: rama izquierda de la arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo.

Considerando el estado clínico de los pacientes previo a su evento quirúrgico, el 44% requirió manejo con ventilación mecánica, principalmente debido a una condición de hipertensión pulmonar.

Los procedimientos efectuados estuvieron de acuerdo con los diagnósticos prequirúrgicos (Figs. 1-2). El reimplante de la rama anómala al tronco de la arteria pulmonar se realizó de acuerdo con las características anatómicas del paciente, las condiciones hemodinámicas y la habilidad del cirujano. En dos de los casos se empleó pinzamiento parcial tanto del tronco de la arteria pulmonar como del cabo distal de la rama reimplantada; en tres pacientes, la anastomosis se realizó con asistencia de circulación extracorpórea sin necesidad de

Tabla 1. Características de los pacientes sometidos a cirugía de corrección

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Edad	6 meses	10 años	8 meses	4 años	4 años	4 meses	6 meses	8 días	8 meses
Peso (kg)	5.8	41	5	15	17	5.3	4.9	3.8	5.4
Talla (cm)	63	145	64	104	108	66	68	54	67
Rama anómala	Izquierda	Derecha	Derecha	Derecha	Derecha	Derecha	Izquierda	Derecha	Derecha
Origen	PCA	PCA	Ao	PCA	PCA	Ao	Ao	Ao	Ao
Malformación asociada	PCA	PCA	PCA	PCA	PCA CIA	No	EAo	No	CIA
Procedimiento quirúrgico	RID	PTFE	RID	PTFE	PTFE	RID	RID	RID	RID
UCIP (días)	6	3	5	3	2	2	4	5	4
DCP (minutos)	51	38	72	34	39	0	0	77	101
Neumonía	No	No	No	No	No	Sí	No	No	Sí
Sangrado	No	No	No	No	No	No	No	Sí	No
Defunción	No	No	No	No	No	Sí	No	No	No
Evolución posquirúrgica	Normal	Normal	HAP	HAP	FA	Normal	Normal	HAP	HAP

Ao: aorta; CIA: comunicación interauricular; DCP: derivación cardiopulmonar; EAo: estenosis aórtica; FA: aleteo auricular; HAP: hipertensión arterial pulmonar; PCA: persistencia de conducto arterioso; PTEF: politetrafluoroetileno; RID: reimplante directo; UCIP: unidad de cuidados intensivos pediátricos.

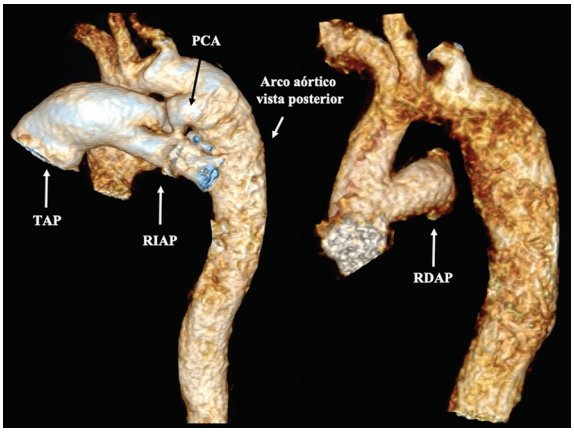

Figura 2. Reconstrucción tridimensional en la que se identifica el origen de la rama derecha de la arteria pulmonar desde la aorta ascendente. PCA: conducto arterioso persistente; RDAP: rama derecha de la arteria pulmonar; RDIP: rama izquierda de la arteria pulmonar; TAP: tronco de la arteria pulmonar.

pinzamiento aórtico; y en cuatro casos se hizo pinzamiento aórtico con parada cardiaca en hipotermia leve. En los que fueron necesarios pinzamiento aórtico y parada cardiaca, el tiempo promedio de pinzamiento fue de 35 minutos (máximo 60 y mínimo 20), y el tiempo promedio de asistencia con circulación extracorpórea fue de 45 minutos (máximo 101 y mínimo 34).

Las técnicas empleadas para el reimplante fueron de manera directa y en ocasiones con material sintético. En el primer caso, la rama anómala se reimplantó a través de una anastomosis término-lateral al tronco de la arteria pulmonar con sutura absorbible en la mayoría de los casos, mientras que en el segundo se hizo con la interposición de un injerto de politetrafluoroetileno (PTEF), en el que las anastomosis se realizaron de manera término-terminal con sutura no absorbible (Fig. 3). En cuanto a la sutura utilizada, en 4 (44%) se usó material absorbible y en 5 (56%) sutura no absorbible, de acuerdo con la preferencia del cirujano (Tabla 2).

Los pacientes se mantuvieron con ventilación mecánica posquirúrgica durante un promedio de 89 ± 8.1 horas; únicamente un paciente fue extubado en el posquirúrgico inmediato, dos lo fueron en las primeras 24 horas y el resto rebasó las 72 horas de ventilación mecánica.

Se presentaron complicaciones posquirúrgicas durante el periodo inmediato y mediato, siendo las principales falla ventricular izquierda (32%), sangrado mayor que el habitual (17%), arritmias (17%), falla ventricular derecha (17%) y neumonía nosocomial (17%). No hubo casos de mediastinitis ni de infección de la herida quirúrgica. En

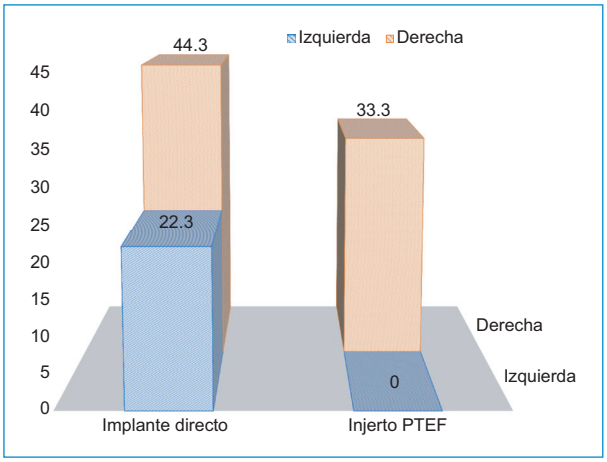

Figura 3. Técnica quirúrgica empleada de acuerdo con la rama pulmonar afectada.

Tabla 2. Material de sutura empleado en relación con el tipo de técnica quirúrgica

	Técnica quirúrgica	Material de sutura
Caso 1	Implante directo	Polidioxanona
Caso 2	Injerto PTEF 14 mm	Polipropileno
Caso 3	Implante directo	Polidioxanona
Caso 4	Injerto PTEF 12 mm	Polipropileno
Caso 5	Injerto PTEF 16 mm	Polipropileno
Caso 6	Implante directo	Polidioxanona
Caso 7	Implante directo	Polipropileno
Caso 8	Implante directo	Polidioxanona
Caso 9	Implante directo	Polipropileno

PTEF: politetrafluoroetileno.

cuanto a los días de estancia en la unidad de cuidados intensivos pediátricos, en promedio fue de 3 ± 2 días. La mortalidad fue del 11% (1) y estuvo relacionada con neumonía nosocomial, la cual llevó a hipertensión pulmonar que ocasionó insuficiencia respiratoria grave.

Discusión

El origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar fue descrito por primera vez por Fraentzel en 1868[24], encontrándose desde entones diversos reportes y series de casos, en los que se señala que la rama más afectada es la derecha. Así Curi, et al.[18] encuentran que puede llegar a ser entre 4 y 8 veces más frecuente el compromiso de la rama derecha que el de la izquierda, lo cual concuerda con lo reportado por Liu, et al.[26], quienes en una revisión retrospectiva de 5729 pacientes encontraron una prevalencia del 0.33%, y el compromiso de la rama derecha es hasta ocho veces más frecuente.

Nuestros resultados discrepan de los de Xie, et al.[10], quienes reportaron que, de acuerdo con su subtipo morfológico, el 85% encontrado fue de variedad proximal, en contraste con el 65% de nuestra serie, que se considera similar a lo reportado por Liu, et al.[26]. Por otro lado, al relacionarlos con el arco aórtico, Erdem, et al.[7] determinaron claramente que se relaciona el origen anómalo derecho con un arco izquierdo, situación con la que concordamos, pues en nuestro caso el 78% tuvo dicho origen, y esto se relaciona con la hipótesis de una alteración en la migración normal de las células pluripotenciales, las cuales tienen un papel primordial en el desarrollo troncoconal y de la aorta ascendente, además de la mala posición del tabique aortopulmonar de Tandler, encargado de separar el cuarto arco aórtico (origen del cayado aórtico) y los sextos arcos aórticos (origen de las ramas pulmonares proximales). Así mismo, fue necesario considerar una evaluación complementaria de otras anomalías concomitantes, especialmente de las arterias coronarias, lo que destaca la importancia de la angiografía por tomografía computarizada con multidetector, que ha demostrado su utilidad[26], aunque es raro una coexistencia de estas por un origen embrionario distinto y la baja incidencia, principalmente de la coronaria derecha[27-30].

La finalidad de la cirugía fue el reimplante de la arteria pulmonar y obtener la corrección, que en nuestro caso dependió de las características anatómicas, las condiciones hemodinámicas y las habilidades del cirujano, lo cual concuerda en que es idóneo realizar el reimplante directo de la rama al tronco de la arteria pulmonar, como concluyen las diferentes series; sin embargo, en un futuro es importante determinar si hay alguna ventaja en cuanto al tipo de técnica quirúrgica, el empleo de circulación extracorpórea o el material de sutura respecto al pronóstico del paciente.

Por otro lado, nuestros pacientes requirieron ventilación mecánica posquirúrgica un tiempo promedio menor que el encontrado por Nathan, et al.[14], cuyos pacientes alcanzaron hasta 5 días de apoyo ventilatorio; no obstante, diferimos en la muestra, pues trataban a pacientes en periodo neonatal principalmente y en nuestro caso los pacientes tenían mayor edad, incluso en relación con otras series.

La mortalidad encontrada del 11% se encuentra por debajo de la reportada por Prifti, et al.[6], quienes encontraron una mortalidad de hasta el 20%. En función de

la supervivencia, nuestros pacientes se enmarcarían en lo reportado por Nathan, et al.[14], quienes alcanzaron hasta el 93% a 20 años y sin necesidad de realizar reintervenciones.

Conclusiones

El origen anómalo de una de las ramas de la arteria pulmonar es una afección extremadamente rara, cuya mortalidad alcanza hasta el 70% al año de vida en caso de no recibir el tratamiento correctivo oportuno; sin embargo, presenta un excelente pronóstico si recibe un manejo prequirúrgico y posquirúrgico adecuado. El reimplante directo de la rama anómala es el procedimiento de elección si las características anatómicas así lo permiten, sin que el hecho de emplear injertos en los casos que lo requieran represente un incremento importante en la morbimortalidad de los pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiamiento

No se recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este artículo.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Bibliografía

1. Calderón J, Cervantes J, Curi P, Ramírez S. Congenital heart disease in Mexico: advances of the regionalization project. World J Pediatr Congenit Heart Surg. 2013;4:165-71.
2. Van Der Bom T, Zomer A, Zwinderman A, Meijboom F, Bouma B, Mulder B. The changing epidemiology of congenital heart disease. Nat Publ Gr. 2010;8:50-60.
3. Lara D, López K. Public health research in congenital heart disease. Congenit Heart Dis. 2014;9:549-58.
4. Calderón J, Ramírez S, Cervantes J. Métodos de estratificación de riesgo en la cirugía de cardiopatías congénitas. Arch Cardiol Mex. 2008;78:60-7.
5. Ruzmetov M, Rodefeld M, Turrentine M. Anomalous origin of one of the branch pulmonary arteries from the aorta (hemitruncus): a single institution experience. Chest. 2008;134(4_MeetingAbstracts):s45002.
6. Prifti E, Crucean A, Bonacchi M, Bernabei M, Leacche M, Murzi B, et al. Postoperative outcome in patients with anomalous origin of one pulmonary artery branch from the aorta. Eur J Cardiothorac Surg. 2003;24:21-7.
7. Erdem A, Aydemir NA, Demir H, Zeybek C, Sarıtaş T, Akdeniz C, et al. Anomalous origin of one pulmonary artery branch from the ascending aorta: experience of our center. Turk Kardiyol Dern Ars. 2010;38:411-5.
8. Bi W, Ren W, Song G, Shang C, Pan F, Xu M. Anomalous origin of one pulmonary artery from the ascending aorta (hemitruncus) in a premature infant: a case report and literature review. J Clin Ultrasound. 2014; 42:367-70.
9. Liu H, Juan Y, Chen J, Xie Z, Wang Q, Zhang X, et al. Anomalous origin of one pulmonary artery branch from the aorta: role of MDCT angiography. AJR Am J Roentgenol. 2015;204:979-87.
10. Xie L, Gao L, Wu Q, Huang C, Yang J, Zhao T, et al. Anomalous origin of the right pulmonary artery from the ascending aorta: results of direct implantation surgical repair in 6 infants. J Card Surg. 2015;10:97-102.
11. Hadeed K, Ohanessian G, Acar P. Anomalous origin of the pulmonary artery from the ascending aorta in the neonate, assessed by two-dimensional echocardiography. Arch Cardiovasc Dis. 2010;103:493-5.
12. Pallangyo P, Lyimo F, Nicholaus P, Mtolera M. Anomalous origin of the right pulmonary artery from the ascending aorta in a 10-month-old child: a case report from Tanzania. J Investig Med High Impact Case Rep. 2016;6:1-3.
13. Hirsig L, Sharma P, Verma N, Rajderkar D. Congenital pulmonary artery anomalies: a review and approach to classification. J Clin Imaging Sci. 2018;8:29.
14. Nathan M, Rimmer D, Piercey G, Del Nido P, Mayer J, Bacha E. Early repair of hemitruncus: excellent early and late outcomes. J Thorac Cardiovasc Surg. 2007;133:1329-35.
15. Cervantes J, Calderón J, Ramírez S, Palacios A, Bolio A, Vizcaíno A, et al. El registro mexicano de cirugía cardiaca pediátrica. Primer informe. Rev Invest Clin. 2013;65:476-82.
16. Gnanappa G, Laohachai K, Orr Y, Ayer J. Isolated anomalous origin of left pulmonary artery from the descending aorta: an embryologic ambiguity. Ann Thorac Surg. 2016;102:439-41.
17. Daumy H, Díaz F, Fernández M, Reyes L. Late surgical correction of anomalous origin of the left pulmonary and ventricular septal defect. Rev Argent Cardiol. 2015;83:353-5.
18. Curi P, Ramírez S, Muñoz L, Calderón J, Razo A, Cervantes J. Origen anómalo de la rama pulmonar izquierda a partir de la aorta ascendente en un niño con estenosis subaórtica asociada. Arch Cardiol Mex. 2010;80:187-91.
19. Hu Y, Yang Y, Kan C. One-stage total repair of anomalous origin of right pulmonary artery from aorta by the double-flap technique, followed by coartaction repair using extended end-to-end arch reconstruction. Ann Pediatr Cardiol. 2013;6:71-3.
20. Torres J, Rodríguez L, Zepeda J. Origen anómalo de la rama derecha de la arteria pulmonar de la aorta ascendente asociado a ventana aortopulmonar. Gac Med Mex. 2016;152:116-9.
21. Miki Y, Waki K, Arakaki Y. Postoperative lung perfusion with anomalous origin of one pulmonary artery from the aorta. Int Heart J. 2017; 59:1166-8.
22. Arboleda M, De Guzmán I, Ticona E, Morales G, Gloria E, Obregon P. Surgical repair of the anomalous origin of the right pulmonary artery from the ascending aorta. Arq Bras Cardiol. 2004;83:519-21.
23. Prifti M, Fagu A, Baboci A, Bonacchi M. Aortic origin of the right pulmonary artery: surgical techniques and outcome. Ann Thorac Surg. 2009;87:670-8.
24. Fraentzel O. Ein fall von abnormer communication der aorta mit der arteria pulmonalis. Arch Pathol Anat Physiol Klin Med. 1868;43:420-6.
25. Martínez A, Ortega D, Zambrana A, Reyes A, Simonin O, Ramírez S. Abnormal origin of right pulmonary artery, unusual case in an adult. Cir Card Mex. 2020;5:21-4.
26. Liu H, Juan Y, Chen J, Xie Z, Wang Q, Zhang X, et al. Anomalous origin of one pulmonary artery branch from the aorta: role of MDCT angiography. AJR Am J Roentgenol. 2015;204:979-87.
27. Gribaa R, Slim M, Ben Salem H, Neffati E, Boughzela E. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery presenting as dilated cardiomyopathy: a case report. J Med Case Rep. 2014;8:170.
28. Bakiler A, Eliaçik K, Köse S, Atay Y. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery presenting as dilated cardiomyopathy. Turk Kardiyol Dern Ars. 2013;41:448-50.
29. Tavora F, Burke A, Kutys R, Li L, Virmani R. Total anomalous origin of the coronary circulation from the right pulmonary artery. Cardiovasc Pathol. 2008;17:246-9.
30. Villavicencio R, Forbes T, Walters H, Farooki Z. Anomalous origin of the right coronary artery from the pulmonary artery and mitral regurgitation in a newborn. P R Health Sci J. 2000;19:269-71.