

Cierre de conducto arterioso persistente con dispositivo Occlutech™, experiencia en un país andino

Closure of patent ductus arteriosus with Occlutech™ device, experience in an andean country

Raúl E. Ríos-Méndez^{1,2*}, María E. Araúz-Martínez², Jorge A. Oliveros-Rivero³,
Yeiber J. Crespo-Gutiérrez² y Yesenia W. Pérez-Vite^{4,5}

¹Servicio de Hemodinamia, Hospital Clínica Kennedy, Guayaquil, Guayas; ²Servicio de Consulta Externa, Clínica Especialidades Médicas Santa Lucía, Quito, Pichincha; ³Servicio de Pediatría, Hospital General Monte Sinaí, Guayaquil, Guayas; ⁴Servicio de Anestesiología, Hospital Clínica Kennedy, Guayaquil, Guayas; ⁵Servicio de Anestesiología Hospital SOLCA, Guayaquil, Guayas. Ecuador

Resumen

Objetivo: Presentar la experiencia en un país andino con el dispositivo Occlutech™ Duct Occluder para el cierre del conducto arterioso persistente. **Método:** Estudio observacional, retrospectivo, de corte transversal con análisis estadístico básico. Periodo: diciembre/2014 a diciembre/2022. Datos: historia clínica, informes de laboratorio de cateterismo. **Resultados:** Cuarenta y seis pacientes; de sexo femenino 71.3%, de sexo masculino 28.7%; edad: 0.6-38 años (mediana [Me]: 5.2); peso: 6.3-60 kg (Me: 16.5). Procedencia: andina 91.3%, costa 8.7%. Tipos de conducto arterioso persistente: E 54.4%, A 32.6%, D 13%. Diámetro ductal mínimo: 1.8-11.8 mm (Me: 3.5). Presión media de la arteria pulmonar previo a la oclusión: 14-67 mmHg (Me: 27). Índice de resistencias vasculares pulmonares previo a la oclusión: 0.28-4.9 UW/m² (Me: 1.3). Fueron catalogados como conductos arteriosos persistentes hipertensivos seis de ellos. Tasa de oclusión: inmediata el 47.8%, a las 24 horas el 81%, a los seis meses el 100%. Tiempo de fluoroscopia: 2-13.8 minutos (Me: 4). Complicaciones: un dispositivo migrado. Seguimiento: 1-6.5 años. **Conclusiones:** El dispositivo Occlutech™ Duct Occluder fue efectivo y seguro para el cierre de conducto arterioso persistente tipo E, A y D en habitantes de baja y alta altitud, ya sea que estos hubieran sido niños o adultos, incluso cuando estos conductos arteriosos fueron hipertensivos.

Palabras clave: Conducto arterioso persistente. Hipertensión pulmonar. Andes. Alta altitud. Cateterismo.

Abstract

Objective: To communicate the experience in an Andean country with the Occlutech™ Duct Occluder device for the closure of patent ductus arteriosus. **Method:** Observational, retrospective, cross-sectional study with basic statistical analysis. Period: December/2014 to December/2022. Data: medical chart, reports of catheterization. **Results:** Forty-six patients, female 71.3%, male 28.7%; age: 0.6-38 years-old (median [Me]: 5.2); weight: 6.3-60 kg (Me: 16.5). Origin: andean 91.3%, coast 8.7%. Types of patent ductus arteriosus: E 54.4%, A 32.6%, D 13%. Minimum ductal diameter: 1.8-11.8 mm (Me: 3.5). Mean pulmonary artery pressure prior to occlusion: 14-67 mmHg (Me: 27). Pulmonary vascular resistance index prior to occlusion: 0.28-4.9 WU/m² (Me: 1.3). Six of them were classified as hypertensive patent ductus arteriosus. Occlusion rate: 47.8% immediate, 81% at 24 hours, 100% after six months. Fluoroscopy time: 2-13.8 minutes (Me: 4). Complications: a migrated device. Follow-up: 1-6.5 years.

*Correspondencia:

Raúl E. Ríos-Méndez
E-mail: riosmendez@intramed.net.ar

Fecha de recepción: 31-05-2023
Fecha de aceptación: 26-10-2023
DOI: 10.24875/ACM.23000126

Disponible en internet: 14-02-2024
Arch Cardiol Mex. 2024;94(2):169-173
www.archivoscardiologia.com

1405-9940 / © 2023 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. 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/>).

Conclusions: *Occlutech™ Duct Occluder device was effective and safe for the closure of patent ductus arteriosus type E, A and D in low-altitude and high-altitude dwellers, whether they were children or adults, even when these ductus arteriosus were hypertensive.*

Keywords: *Patent ductus arteriosus. Pulmonary hypertension. Andean. High altitude. Catheterization.*

Introducción

El cierre percutáneo del conducto arterioso persistente (CAP) data de mediados de la década de los 60¹, desde entonces se han diseñado varios tipos de dispositivos específicos para el cierre del CAP sin existir hasta el momento el modelo ideal para este fin²⁻⁷. Un relativamente nuevo dispositivo para ocluir el CAP que se ha venido implantando en humanos es el Occlutech™ Duct Occluder (ODO), cuyo primer comunicado se realizó a mediados de la década pasada⁸⁻¹⁶; sin embargo no hay informes acerca del uso de este dispositivo en Latinoamérica ni en regiones ubicadas en alta altitud. El objetivo de este comunicado es presentar la experiencia en el cierre del CAP con el dispositivo ODO en un país andino y su seguimiento tanto a corto como a mediano plazo.

Material y métodos

Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, transversal con análisis estadístico básico. Periodo: diciembre/2014 a diciembre/2022. Datos: historia clínica, informes del resultado del cateterismo. Las variables cuantitativas se expresan en medidas de tendencia central (mediana [Me]), mientras que las variables cualitativas se expresarán como porcentajes.

Criterios de inclusión: pacientes con CAP cerrados con dispositivo ODO (Occlutech, Estambul, Turquía).

En los casos de CAP más hipertensión pulmonar se realizó prueba de oclusión temporal con balón del defecto, la misma que se consideró positiva cuando cumplía con los siguientes parámetros: disminución de la presión media de la arteria pulmonar igual o mayor al 20% con respecto de la basal, que la presión arterial sistémica no disminuyese con respecto de la basal, que la saturación de oxígeno no disminuyese con respecto a la basal y que no se produjera alteración obvia de la frecuencia cardíaca¹⁷.

Luego de implantado el dispositivo, con base en la visualización de medio de contraste que pasaba a través del CAP desde la aorta hacia la arteria pulmonar se consideró el grado de cortocircuito residual de la siguiente manera: traza, si el extremo pulmonar ductal se teñía tenuemente; leve, si la arteria pulmonar se opacificaba pero sin delinear su válvula, y moderado, si se marcaba todo el plano valvular pulmonar⁵.

Resultados

Se registraron 46 pacientes, de sexo femenino el 71.3% y de sexo masculino el 28.7%; edad 0.6-38 años (mediana [Me]: 5.2); peso 6.3-60 kg (Me: 16.5); superficie corporal: 0.34-1.64 m² (Me: 0.7). Procedencia: andina 91.3%, costa 8.7%. Todos los dispositivos fueron implantados por vía anterógrada. Los procedimientos fueron realizados por el mismo operador en varias instituciones del país.

El cateterismo identificó varios tipos de CAP (clasificación de Krichenko): tipo E el 54.4%, tipo A el 32.6% y tipo D el 13%. El diámetro ductal mínimo medido fue entre 1.8 y 11.8 mm (Me: 3.5). Se obtuvieron registros de hipertensión pulmonar en siete casos. Los datos hemodinámicos se presentan en la tabla 1.

El tamaño de dispositivo se eligió entre 1 y 3 mm de diámetro mayor al diámetro mínimo ductal, en todos los casos se implantó un dispositivo ODO con longitud estándar del *shank* excepto en uno que se colocó un ODO *long shank*. Hubo cortocircuito residual angiográfico inmediato en 24 casos (52.2%), los cuales fueron catalogados como traza el 16.7%, leve el 50% y moderado el 33.3%. El tiempo de procedimiento fue entre 20 y 170 minutos (Me: 50), el tiempo de fluoroscopia entre 2 y 13.8 minutos (Me: 4) y la dosis de radiación entre 6.8 y 158 mGy (Me: 40.5).

Como complicaciones hubo un dispositivo que migró hacia la arteria pulmonar detectado cuatro horas después del procedimiento con intento frustrado de rescate percutáneo, por lo que tuvo que ser retirado por cirugía; también hubo un caso de hematoma en el sitio de punción femoral que se resolvió espontáneamente sin secuela; en otro paciente el dispositivo presentó deformidad cuando se intentó implantarlo, por lo que fue retirado antes de su liberación y el CAP se cerró con otro dispositivo.

El seguimiento ecocardiográfico objetivó al día siguiente que 37 de ellos (81%) no tenían cortocircuito residual y al sexto mes todos estaban cerrados. El tiempo de seguimiento fue entre 1 y 6.5 años.

Haciendo análisis del subgrupo de los siete casos de CAP más hipertensión pulmonar, solo se consideró en seis de ellos que la hipertensión pulmonar era

Tabla 1. Datos hemodinámicos del total de pacientes

PAPm pre	PAPm post	IRVP pre
14-67 mmHg (Me: 27)	11-52 mmHg (Me: 22)	0.28-4.9 UW/m ² (Me: 1.3)

IRVP pre: índice de resistencias vasculares pulmonares previo al cierre del CAP; PAPm post: presión media de la arteria pulmonar posterior al cierre del CAP; PAPm pre: presión media de la arteria pulmonar previo al cierre del CAP; UW/m²: unidades Wood/metro cuadrado de superficie corporal.

Tabla 2. Datos de los pacientes con CAP más hipertensión pulmonar

Edad (años)	PAPm pre (mmHg)	PAPm post (mmHg)	IRVP pre (UW/m ²)	Seguimiento (años)
0.8	40	20	3.5	5
5.5	53	30	3.2	4
12.1	47	37	4.2	3
14.7	35	28	3.2	3
21	51	30	4.7	2
37	29	22	3.1	3

CAP: conducto arterioso persistente; IRVP pre: índice de resistencias vasculares pulmonares previo al cierre del CAP; PAPm post: presión media de la arteria pulmonar posterior al cierre del CAP; PAPm pre: presión media de la arteria pulmonar previo al cierre del CAP; UW/m²: unidades Wood/metro cuadrado de superficie corporal.

secundaria a la presencia del CAP ya que el paciente restante que tenía la presión pulmonar más elevada también tenía comunicación interventricular no restrictiva y por lo tanto no se le consideró en este análisis. Edad: 0.8-37 años (Me: 13.4), solo uno era de sexo masculino; cinco eran de la región andina, el diámetro ductal mínimo estuvo entre 2.5 y 10 mm (Me: 7.3) mmHg, presión media de la arteria pulmonar basal Me 43.5, resistencias vasculares pulmonares basal Me 3.3 UW/m², presión media de la arteria pulmonar durante la oclusión temporal del CAP con balón Me 30 mmHg. El CAP se clasificó como tipo A en tres casos, E en dos casos y D solamente en un caso. El menor de los pacientes adultos tomaba sildenafil previo al procedimiento. Los datos hemodinámicos de este subgrupo se describen en la [tabla 2](#).

En todos los casos de CAP más hipertensión pulmonar se realizó la prueba de oclusión temporal del CAP con balón con fracción inspirada de oxígeno de 0.21, si la prueba era positiva avalaba que el paciente era candidato al cierre con dispositivo ([Fig. 1](#)).

Luego de la oclusión del CAP con ODO, tres de los seis pacientes tuvieron cortocircuito residual inmediato (angiográfico) de grado moderado, a las 24 horas la ecocardiografía reveló que dos mantenían cortocircuito residual y a los seis meses todos estaban cerrados. El paciente de este grupo con el CAP más pequeño padecía también de hipertrofia de amígdalas que fueron extirpadas casi un año después. Durante el seguimiento, el paciente adulto que tomaba previamente sildenafil siguió con la misma medicación durante seis meses, luego de lo cual fue suspendida al no presentar datos clínicos ni ecocardiográficos de hipertensión pulmonar, habiéndose estimado por insuficiencia tricuspídea que la presión sistólica de la arteria pulmonar no superaba los 45 mmHg; los demás pacientes no presentaron signos clínicos ni ecocardiográficos de hipertensión pulmonar.

Discusión

El país donde se realizó el estudio, situado en el Ecuador terrestre, cuenta con cuatro regiones geográficas: costa, sierra o andina, amazonía e insular. Aproximadamente un tercio de su población vive en localidades asentadas en altas altitudes, es decir a más de 2,500 metros sobre el nivel del mar. Es conocido que el CAP es una cardiopatía de alta prevalencia, más aún en poblaciones que habitan en altas altitudes¹⁸⁻²⁰, y su presencia en pacientes mayores a seis meses de edad tiene indicación de cierre, siendo la primera opción de tratamiento su oclusión por cateterismo²¹.

En esta cohorte se observó que la mayoría de los pacientes eran de sexo femenino y procedían de localidades situadas a gran altitud, con una mediana de edad de cinco años, por lo que consideramos que había un gran número de diagnósticos tardíos; la morfología predominante de los CAP fue cónica (E y A), siendo en su mayoría de moderado y gran tamaño. La tasa de oclusión inmediata del CAP con ODO fue baja, pero a las 24 horas aumentó considerablemente y al sexto mes ninguno tenía cortocircuito residual, datos que concuerdan con lo comunicado por todos los grupos^{8,11,12,14,22,23}, excepto uno¹⁰. La prueba de oclusión temporal con balón ayudó a la decisión acerca del beneficio de cerrar el CAP en los pacientes con hipertensión pulmonar^{17,24,25}, teniendo en consideración que la mayoría de ellos vivían en zonas alejadas y en altas altitudes.

En el año 2022 hubo cambios en la definición de hipertensión pulmonar, actualmente se considera que se presenta cuando la presión media de la arteria

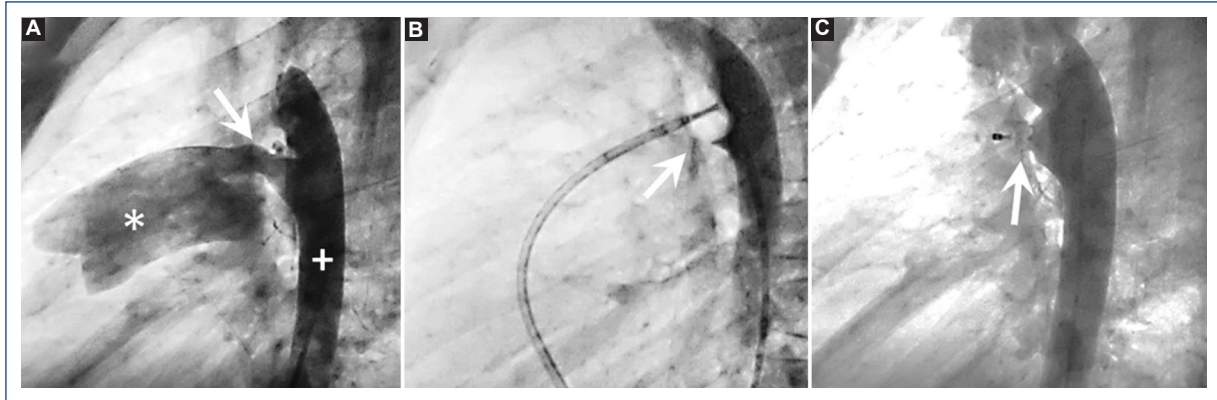


Figura 1. Secuencia angiográfica de cierre de conducto arterioso persistente (CAP) hipertensivo con dispositivo Occlutech™ Duct Occluder. **A:** aortografía inicial. Observe CAP grande tipo E (flecha) con dilatación del tronco de la arteria pulmonar (*), aorta (+). **B:** prueba de oclusión del CAP con balón. Observe balón ocluyendo temporalmente el CAP (flecha). **C:** aortografía final. Observe el CAP ocluido con el dispositivo, sin cortocircuito residual (flecha).

pulmonar medida por cateterismo es mayor a 20 mmHg y el de las resistencias vasculares pulmonares mayor de 2 UW/m^2 , mientras que antes el criterio era de una presión media de la arteria pulmonar igual o mayor a 25 mmHg y resistencias vasculares pulmonares mayor a 3 UW/m^2 ^{26,27}. Los pacientes de esta serie fueron tratados antes del nuevo consenso, motivo por el que la prueba de oclusión con balón solamente se realizó en pacientes que cumplieran los criterios que para ese entonces estaban vigentes.

En el único caso que hubo migración del dispositivo y que terminó siendo retirado quirúrgicamente, se observó que el disco aórtico del ODO, al ser totalmente plano, hace que sea prácticamente imposible rescatarlo cuando el dispositivo migrado queda con su extremo pulmonar enclavado en un vaso pulmonar, ya que el catéter lazo no tiene forma de agarrar el disco aórtico del ODO. La deformidad del dispositivo se consideró como complicación menor, ya que no fue liberado del cable de entrega²⁸.

Este dispositivo cuenta con aprobación del «marcado europeo CE» (*Conformité Européenne*) y está registrado en la Agencia Nacional de Regulación Sanitaria en este país; su diseño ha sido bien descrito en varias publicaciones^{8-10,14}. Al igual que otros grupos, al inicio de la experiencia debido a la falta de un sistema dedicado de entrega hubo inconvenientes con el cable de liberación del dispositivo, que no produjo mayores inconvenientes gracias a la experiencia del operador con otros dispositivos diseñados para el mismo fin^{9,10,13,29}, actualmente el ODO ya cuenta con sistema de entrega dedicado. Solamente se utilizó un ODO

long shank en un paciente con CAP tipo E debido a que su ampolla aórtica no era lo suficientemente amplia para acomodar el disco de retención del dispositivo estándar *shank*, por lo que se considera que es una ventaja contar con dispositivos de mayores longitudes para casos como el descrito.

A diferencia de lo que ocurre con otros dispositivos tipo tapón diseñados para el cierre del CAP⁴⁻⁷, en esta serie hubo cierta dificultad para observar claramente la formación de la «cintura» del dispositivo al ser implantado, este signo indica el buen posicionamiento y anclaje del dispositivo en el CAP; su falta se debe a la forma cónica reversa truncada del cuerpo del ODO (diámetro más estrecho hacia el disco aórtico)^{9-14,29}.

Dentro de las limitaciones de este estudio están su diseño retrospectivo y el pequeño tamaño de la muestra. Otra limitación fue la dificultad en el seguimiento clínico y ecocardiográfico de algunos pacientes provocada por la pandemia de COVID-19 que inició en el año 2020, en la actualidad se está retomando sus contactos para el seguimiento³⁰.

A pesar de los resultados observados con el ODO en este grupo de pacientes, es recomendable mayor número de casos y tiempo de seguimiento para determinar su eficacia y seguridad en pacientes con CAP hipertensivos que viven en altas altitudes.

Conclusiones

En este grupo de pacientes el dispositivo ODO fue útil, seguro y efectivo para ocluir el CAP con morfologías tipo E, A y D de pequeño, moderado o gran

tamaño en habitantes que residen tanto en baja como en alta altitud, sean estos niños o adultos, aunque se acompañe de hipertensión pulmonar.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

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 la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Uso de inteligencia artificial para generar textos. Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

Bibliografía

1. Porstmann W, Wierny L, Warnke H. Closure of the patent ductus arteriosus without thoracotomy. *Ger Med Mon.* 1967;12:259-61.
2. Rao PS, Wilson AD, Sideris EB, Chopra PS. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with buttoned device: first successful clinical application in a child. *Am Heart J.* 1991;121(6 Pt 1):1799-802.
3. Grifka RG, Vincent JA, Nihill MR, Ing FF, Mullins CE. Transcatheter patent ductus arteriosus closure in an infant using the Gianturco-Grifka vascular occlusion device. *Am J Cardiol.* 1996;78:721-3.
4. Pass RH, Hijazi Z, Hsu DT, Lewis V, Hellenbrand WE. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44:513-9.
5. Gamboa R, Mollón FP, Ríos-Méndez RE, Arroyo GM, Fogel A, Villa DM. Patent ductus arteriosus closure using a new device: Nit-Occlud device. *Rev Esp Cardiol.* 2007;60:445-8.
6. Chamié F, Simoes LC, Silva Chamié de Queiroz D, Mattos R. Percutaneous closure of a patent ductus arteriosus with the Cera™ PDA Occluder: another good option in the toolbox. *Rev Bras Cardiol Invasiva.* 2012;20:77-81.

7. Freudenthal FP, Heath A, Villanueva J, Mendes J, Vicente X, von Alvensleben I, et al. Chronic hypobaric hypoxia, patent arterial duct and a new interventional technique to close it. *Cardiol Young.* 2012;22:128-35.
8. Abdelbasit MAE, Alwi M, Kandavello G, Che Mood M, Samion H, Hijazi ZM. The new Occlutech PDA occluder: Initial human experience. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2015;86:94-9.
9. Kudumula V, Taliotis D, Duke C. The new Occlutech Duct Occluder: Immediate results, procedural challenges, and short term follow up. *J Invasive Cardiol.* 2015;27:250-7.
10. Dedeoglu R, Bilici M, Demir F, Demir F, Acar OÇ, Hallioglu O, et al. Short-term outcomes of patent ductus arteriosus closure with new Occlutech® Duct Occluder: A multicenter study. *J Interv Cardiol.* 2016;29:325-31.
11. Boudjemline Y. The new Occlutech® patent ductus arteriosus occluder: Single centre experience. *Arch Cardiovasc Dis.* 2016;109:384-9.
12. Lehner A, Ulrich S, Happel CM, Fischer M, Kantzis M, Schulze-Neick I, et al. Closure of very large PDA with pulmonary hypertension: Initial clinical case-series with the new Occlutech® PDA occluder. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;89:718-25.
13. Hanna N, Charbel R, Chehab G, Gerbaka B, Saliba Z. The Occlutech Duct Occluder for patent ductus arteriosus. A retrospective case series. *J Struct Heart Dis.* 2017;3:1-7.
14. Pepeta L, Greyling A, Nxele MF, Makrexi ZM. Patent ductus arteriosus closure using Occlutech® Duct Occluder, experience in Port Elizabeth, South Africa. *Ann Pediatr Cardiol.* 2017;10:131-6.
15. Sheikh AM, Shebani SO, Duke C. The occlutech duct occluder: How to choose the correct device size and refine implantation technique to ensure optimal results in small and large arterial duct closure. *Interv Cardiol.* 2019;11:113-9.
16. Subramanian A, Paraswanath BA, Govind A, Mahimarangaiah J. Does a change in device design alter device size selection? A comparison of conventional and Occlutech Duct Occluder Designs. *Heart Lung Circ.* 2022;31:1677-84.
17. Rong X, Ye Q, Wang Q, Wang J, Zhu Q, Chen Y, et al. Post-interventional evaluation and follow-up in children with patent ductus arteriosus complicated with moderate or severe pulmonary arterial hypertension: a retrospective study. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:693414.
18. González-Andrade F. High altitude as a cause of congenital heart defects: a medical hypothesis rediscovered in Ecuador. *High Alt Med Biol.* 2020;21:126-34.
19. De Rubens-Figueroa J, Ceballos-Cantú JC, López-Ornelas AF, Vasquez-Perdomo M, Pablos-Hach JL. Frecuencia de cardiopatías congénitas y adquiridas em 4.544 niños. Estudio basado en ecocardiografía. *Arch Cardiol Mex.* 2021;91:407-14.
20. He S, Zhao F, Liu X, Liu F, Xue Y, Liao H, et al. Prevalence of congenital heart disease among school children in Qinghai province. *BMC Pediatr.* 2022;22:331.
21. Feltes TF, Bacha E, Beekman 3 rd RH, Cheatham JP, Feinstein JA, Gomes AS, et al. Indications for cardiac catheterization and intervention in pediatric cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123:2607-52.
22. Godart F, Houeijeh A, Domanski O, Guillaume MP, Brard M, Lucron H. Is the new Occlutech duct occluder an appropriate device for transcatheter closure of patent ductus arteriosus? *Int J Cardiol.* 2018;261:54-7.
23. Bilici M, Demir F, Akin A, Ture M, Balik H, Kuyumcu M. Transcatheter closure of patente ductus arteriosus in children with Occlutech Duct Occluder. *Pediatr Cardiol.* 2017;38:1598-605.
24. Roy A, Juneja R, Saxena A. Use of Amplatzer duct occlude to close severely hypertensive ducts: utility of transient balloon occlusion. *Indian Heart J.* 2005;57:332-6.
25. Salavitarab A, Krishnan US, Turner ME, Vincent JA, Torres AJ, Crystal MA. Safety and outcomes of transcatheter closure of patent ductus arteriosus in children with pulmonary artery hypertension. *Tex Heart Inst J.* 2020;47: 250-7.
26. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, Badagliacca R, Berger RMF, Brida M, et al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Respi J.* 2023;61:2200879.
27. Abman SH, Hansmann G, Archer SL, Ivy DD, Adatia I, Chung WK, et al. Pediatric pulmonary hypertension: Guidelines from the American Heart Association and American Thoracic Society. *Circulation.* 2015;132:2037-99.
28. Ríos-Méndez RE, Araúz-Martínez ME. Horn shaped deformity of the Occlutech-PDA device: case report. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba.* 2022;79:298-300.
29. Ríos-Méndez RE. The new Occlutech Duct Occluder. *J Invasive Cardiol.* 2015;27:E229.
30. Pommier V, Abassi H, Lavastre K, Calderon J, Guillaumont S, Dulac Y, et al. Impact of COVID-19 disease on clinical research in pediatric and congenital cardiology. *Arch Pediatr.* 2022;29:347-53.