



INVESTIGACIÓN CLÍNICA

Cierre percutáneo del conducto arterioso permeable en niños con el Amplatzer Duct Occluder II



José Rafael Parra-Bravo^{a,*}, Manuel Alfredo Osuna-Izaguirre^b,
Luisa Beirana-Palencia^a, Franco Gálvez-Cancino^b,
Christian Martínez-Monterrosas^b, César Lazo-Cárdenas^a y César Reyes-Vargas^b

^a Servicio de Cardiología, Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Distrito Federal, México

^b Servicio de Pediatría, Hospital de Pediatría Centro Médico Nacional Siglo XXI, Instituto Mexicano del Seguro Social, Distrito Federal, México

Recibido el 11 de julio de 2013; aceptado el 19 de septiembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Conducto arterioso permeable;
Cierre percutáneo;
Ocluser Amplatzer Duct II;
México

Resumen

Introducción: En las últimas décadas, varios dispositivos se han utilizado para el cierre percutáneo del conducto arterioso permeable con sus propias limitaciones y riesgos. El Amplatzer Duct Occluder II ha sido diseñado para mejorar dichas limitaciones y reducir complicaciones.

Objetivo: Presentar una serie inicial de pacientes llevados a cierre percutáneo del conducto arterioso con el Amplatzer Duct Occluder II, enfatizando en los aspectos técnicos del procedimiento.

Métodos: Analizamos los registros clínicos de 9 pacientes con conducto arterioso permeable, llevados a cierre percutáneo con el Amplatzer Duct Occluder II. La mediana de edad fue de 24 meses (8-51 meses) y del peso de 10.7 kg (6-16.3 kg). El diámetro mínimo del conducto arterioso permeable fue de 2.7 mm (1-5 mm).

Resultados: El implante fue exitoso en todos los casos. Los dispositivos más utilizados (33.3%) fueron los de dimensiones 4-4 mm (3 pacientes), en 2 pacientes se utilizó de 3-4 mm y en el resto de los pacientes se emplearon ocluseres de otros tamaños. Cuatro casos mostraron flujo residual leve inmediatamente después del cierre. El cierre total a las 24 h se logró en 8 de 9 niños (89%). No hubo embolización del dispositivo o mortalidad con el procedimiento y solo observamos una complicación menor.

* Autor para correspondencia: Av. Cuauhtémoc 330, Colonia Doctores Delegación, Cuauhtémoc CP 06720, México, D.F., México. Teléfono: +5627.6900ext. 22270.

Correos electrónicos: rafaelparrabravo@yahoo.com.mx, jrafaelparrabravo@gmail.com (J.R. Parra-Bravo).

KEYWORDS

Patent ductus
arteriosus;
Percutaneous closure;
Amplatzer Duct
Occluder II;
México

Conclusión: El Amplatzer Duct Occluder II en esta serie de casos fue efectivo en el 89% de los pacientes a las 24 h y en el 100% al seguimiento. Su implante fue seguro debido a que no hubo complicaciones mayores. La tasa de oclusión es comparable a la informada para el Amplatzer Duct Occluder I.

© 2013 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Todos los derechos reservados.

Percutaneous closure of the patent ductus arteriosus in children with the Amplatzer Duct Occluder II

Abstract

Introduction: In the last decades, several devices have been used for the percutaneous closure of patent ductus arteriosus, with its own limitations and risks. The Amplatzer Duct Occluder II has been designed to overcome those limitations and reduce risks.

Objective: We described our initial series of patients who underwent percutaneous closure of patent ductus arteriosus with the Amplatzer Duct Occluder II, emphasis on the technical aspects of the procedure.

Methods: We reviewed the clinical records of 9 patients with patent ductus arteriosus who underwent percutaneous closure with the Amplatzer Duct Occluder II. Median age was 24 months (range 8-51 months) and the median weight was 10.7 kg (range 6-16.3 kg). The minimal ductus arteriosus diameter was 2.7 mm (1-5 mm).

Results: Implantation was successful in all cases. The devices most commonly used (33.3%) were the dimensions 4-4 mm (3 patients), in 2 patients were used 3-4 mm and in the rest of the patients were employed occluder other sizes. Four cases showed slight residual flow immediately after implantation. Total closure was achieved in 24 h in 8 of 9 patients (89%). There was no embolization of the occluder or deaths during the procedure and we only observed one minor complication.

Conclusions: The Amplatzer Duct Occluder II in this series was effective in 89% of the patients at 24 hs after the procedure and 100% follow-up. The implantation was safe and no major complications were observed. The occlusion rate is comparable to those reported for the Amplatzer Duct Occluder I.

© 2013 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Masson Doyma México S.A. All rights reserved.

Introducción

El cierre percutáneo del conducto arterioso permeable (CAP) es un procedimiento bien establecido en las últimas décadas. Habitualmente los CAP pequeños (≤ 2 mm) son ocluidos con *coils* de Gianturco o *coils* de liberación controlada¹⁻³. Para conductos de un tamaño moderado a grande, el ocluidor Amplatzer Duct Occluder I (ADO I) es el dispositivo más popular, con excelentes tasas de oclusión⁴⁻⁷ y buenos resultados a corto, mediano y largo plazo^{8,9}. Este dispositivo requiere de introductores venosos de gran calibre y solo cuenta con un disco de retención perpendicular al eje del dispositivo, que a veces protruye hacia la aorta descendente y puede causar gradientes significativos, especialmente en lactantes. El nuevo dispositivo ADO II (AGA Medical Corporation, Golden Valley, MN, EUA) fue desarrollado para facilitar el proceso de implante y reducir el perfil de los introductores, sin perder su alta tasa de oclusión¹⁰. En este estudio, informamos nuestra experiencia clínica inicial con el ADO II en el cierre percutáneo del conducto arterioso en niños.

Métodos**Muestra**

De septiembre a noviembre del 2012 analizamos ambispectivamente los expedientes clínicos de 9 pacientes (2 niños y 7 niñas) que fueron sometidos a cierre percutáneo del CAP con el nuevo dispositivo ADO II (tabla 1). Describimos las características del nuevo dispositivo, la técnica de implante y los resultados inmediatos. Se seleccionaron pacientes mayores de 6 meses, con un peso ≥ 6 kg y portadores de un CAP ≤ 5 mm en su diámetro mínimo y menor de 12 mm de longitud, diagnosticado mediante ecocardiografía transtorácica bidimensional y doppler color. Se excluyeron pacientes con hipertensión pulmonar severa (≥ 80 mmHg) y portadores de otros defectos cardíacos con repercusión hemodinámica que requirieran cirugía.

La mediana de edad fue de 24 meses (rango: 8-51 meses) y la mediana de peso de 10.7 kg (rango: 6-16.3 kg). Un paciente era menor de un año de edad y 2 tenían síndrome de Down. La detección de soplo cardíaco fue el

Tabla 1 Características de los pacientes sometidos a cierre del CAP con el Amplatzer Duct Occluder II

N.º. paciente	Edad (meses)	Peso (kg)	Tipo de CAP	CAP (mm)	ADO II (mm)	QP/QS	PSAP	OAI	Oclus. Eco. (24 h)
1	30	10.2	E	2	4-6	2.3	25	Si	Si
2	14	7.8	A	2.7	5-6	2.8	35	Si	Si
3	8	6	C	4	5-4	5.2	63	No	No ^b
4	20	10.7	A	1.5	4-4	2.2	22	Si	Si
5	35	13.6	E	2.9	6-6 ^a	2	23	No	Si
6	16	8.8	A	3.2	4-4	3.7	37	No	Si
7	24	11.2	A	1	3-4	1.3	20	Si	Si
8	51	16.3	E	1.5	3-4	1.4	29	Si	Si ^c
9	47	12.4	A	5	6-6	1.7	25	No	Si

A: tipo cónico; ADO: Amplatzer Duct Occluder; C: tipo tubular; CAP: diámetro mínimo del conducto arterioso permeable; E: tipo cónico elongado; OAI: oclusión angiográfica inmediata; Oclus. Eco.: oclusión total en ecocardiograma de 24 h; PSAP: presión sistólica arteria pulmonar; QP/QS: relación gasto pulmonar/sistémico.

^a ADO II inicial 4-4.

^b Oclusión total al mes de seguimiento ecocardiográfico.

^c Gradiente final en rama pulmonar izquierda de 19 mmHg.

motivo de la valoración inicial en todos ellos. De los nueve pacientes, 4 (44.5%) manifestaron datos clínicos de falla cardíaca, que requirieron digital y diuréticos. En 5 pacientes se detectaron pulsos amplios. Cuatro pacientes evidenciaron lesiones cardíacas asociadas sin repercusión hemodinámica y que no requerían de cirugía; uno con comunicación interventricular pequeña y los restantes con un foramen oval permeable. Radiológicamente, el índice cardiotorácico varió de 0.48-0.60 (mediana: 0.52). Ecocardiográficamente se observó dilatación de cavidades izquierdas en 4 casos, con una relación AI/AO de 1.1-2.3 (mediana: 1.3). El diámetro mínimo y máximo del CAP por ecocardiografía fue de 1.4-4.2 mm (mediana: 3.7) y de 2.1-11 mm (mediana: 7.8), respectivamente. Desde el punto de vista hemodinámico, la presión sistólica pulmonar osciló entre 20-63 mmHg (mediana: 25 mmHg), la relación presión sistólica pulmonar/presión sistólica sistémica varió de 0.28-0.73 (mediana: 0.38) y la relación gasto pulmonar/gasto sistémico mostró una mediana de 2.2/1.0 lit/min (rango: 1.3-5.2). Se encontró hipertensión arterial pulmonar (presión sistólica pulmonar $\geq$ 35 mmHg) en 3 casos, siendo moderada en uno de ellos. Los diámetros mínimo, máximo y longitud del CAP, medidos por angiografía fueron de 1-5 mm (mediana: 2.7 mm), 2-11 mm (mediana: 7.8 mm) y 5.1-9 mm (mediana: 8.5 mm), respectivamente. Cuatro pacientes (44.4%) tenían un diámetro mínimo angiográfico del CAP $\leq$ 2 mm. El tipo de CAP encontrado fue el siguiente: tipo A (cónico) en 5 casos (55.64%), tipo E (cónico elongado) en 3 casos (33.3%) y tipo C (tubular) en un caso.

Dispositivo

El ADO II es un dispositivo autoexpandible, confeccionado con una malla múltiple de alambres de nitinol (aleación de níquel y titanio, con alta capacidad de memoria)¹¹⁻¹⁴. A diferencia de otros oclusores de la familia Amplatzer no contiene material trombogénico en su interior y se compone de 2 discos de retención simétricos en cada extremo y una porción cilíndrica central. Los discos se articulan en la parte central, lo que permite una mayor capacidad de

adaptación de los discos en los extremos pulmonar y aórtico del CAP, mientras que la porción central llena el interior del defecto. La presencia de 2 discos idénticos permite su implante tanto por vía anterógrada venosa como retrógrada arterial. El disco proximal tiene un mecanismo de tornillo para conectarse con el cable de liberación y marcadores radiopacos en ambos discos. El tamaño del ADO II varía de 3-6 mm de diámetro en su porción central y de 4-6 mm de longitud (fig. 1). Los discos de retención tienen un diámetro 6 mm mayor que la porción central. En la numeración de los dispositivos, el primer número corresponde al diámetro de la porción central y el segundo a la longitud del dispositivo. El sistema de liberación consiste en un cable flexible con un mecanismo de tornillo en su extremo distal, al que se atornilla el dispositivo. El dispositivo puede ser



Figura 1 Fotografía del Amplatzer Duct Occluder II.

liberado a través de vainas TorqVeu® LP (AGA Medical Corporation, Golden Valley, MN, EUA) de 4 a 6 Fr, que muestran un adelgazamiento progresivo en su extremo distal flexible y una marca radiopaca cerca de la vaina distal. De acuerdo con las especificaciones del fabricante, el ADO II es adecuado para cerrar todos los tipos de CAP (excepto para el tipo ventana o B de Krichenko et al.¹⁵), con un diámetro ≤ 5 mm y una longitud menor de 12 mm, en pacientes con peso ≥ 6 kg y mayores de 6 meses de edad. Una vez implantado el dispositivo, es posible recapturarlo y extraerlo mientras permanece atornillado. El protocolo de implante del ADO II ha sido ampliamente detallado^{11-13,16}.

Protocolo

Obtuvimos el consentimiento informado de los padres o tutores. Todas las intervenciones se realizaron bajo anestesia general e intubación orotraqueal. Se canalizó la vena y arteria femoral y se administraron 100 U/kg de heparina. Se indicó profilaxis antimicrobiana con cefalotina intravenosa a dosis de 50 mg/kg, al momento del procedimiento, seguida de 2 dosis de 25 mg/kg a intervalos de 8 h. Posterior al registro de las presiones pulmonares y sistémicas, se realizó un aortograma en proyecciones lateral y oblicua anterior derecha 40°, para definir el tamaño y la morfología del CAP de acuerdo con Krichenko et al. (fig. 2A)¹⁵. Con un catéter multipropósito 4Fr y ayuda de guía hidrofílica, se canalizó el conducto anterógrado o retrógradamente. Sobre una guía de intercambio Amplatzer de calibre 0.035'', se avanzó un sistema de liberación TorqVeu® LP. La técnica de implante del dispositivo por vía venosa anterógrada y arterial retrógrada se ha descrito en la implantación del dispositivo ADO I. El dispositivo fue seleccionado con base en la morfología y medidas del CAP. Se seleccionó un dispositivo cuya parte central era 1.5 veces mayor que el diámetro mínimo del conducto, de 4 mm de longitud en CAP ≤ 5 mm de longitud y de 5 mm de longitud en CAP de 6-12 mm de longitud. El dispositivo se introdujo atornillado al cable de liberación y fue empujado hasta llegar a su fin y exteriorizar parcialmente el disco distal. Bajo control fluoroscópico, se retrató la vaina con cuidado, dejando al descubierto la porción central en el CAP y el disco proximal dentro de la ampolla aórtica, evitando su protrusión hacia la luz de la aorta o de la rama pulmonar izquierda (fig. 2B). Posterior al implante y destornillamiento del ADO II, se realizó una angiografía en aorta descendente para verificar la presencia de fuga residual (fig. 2C). Implantamos un ADO II en cada paciente (tabla 1). El seguimiento se realizó con ecocardiografía transtorácica 24 h, 1 y 3 meses después del procedimiento.

Realizamos análisis estadístico descriptivo, con cálculos de medidas de tendencia central (media, mediana) y dispersión (desviación estándar, mínimos y máximos) para las variables cuantitativas de acuerdo con el tipo de distribución. Para las variables cualitativas, frecuencias y porcentajes. Todos los resultados se expresan como media $\pm$ desviación estándar o mediana (rango).

Resultados

Nueve pacientes (2 niños y 7 niñas) fueron sometidos a cierre percutáneo del CAP con el ADO II, con implante

exitoso del dispositivo en todos los casos. El abordaje del CAP fue anterógrado en 7 casos (77.8%). El sistema de liberación TorqVeu® LP requerido fue 5Fr en 6 pacientes (66.7%), 4Fr en 2 pacientes (22.2%) y 6Fr en el resto. El tamaño del ADO II utilizado fue: 3-4 mm en 2 pacientes (22.2%), 4-4 mm en 3 pacientes (33.3%) y 4-6 mm, 5-4 mm, 5-6 mm y 6-6 mm en un paciente cada uno. La relación ADO II/CAP fue de 2 (rango: 1.2-3). Se confirmó la oclusión angiográfica inmediata del CAP en 5 (55.6%) pacientes. En uno de nuestros casos (paciente 5), se optó por no liberar un primer ADO II (4-4 mm), por haberse infravalorado el tamaño del CAP e implantarse un segundo ADO II (6-6 mm) con éxito. Los tiempos de fluoroscopia y del procedimiento fueron de 5-28 min (media: 15.5 ± 10.1 min) y 42-94 min (media: 59.5 ± 15.8 min) respectivamente. No hubo complicaciones mayores o mortalidad asociada con el procedimiento. Todos los pacientes fueron dados de alta a las 24 h. En el seguimiento ecocardiográfico de 24 h, se corroboró un adecuado posicionamiento del dispositivo y sin fuga residual en 8 pacientes (89%). La oclusión total en el último paciente se confirmó al mes de seguimiento ecocardiográfico (éxito final del 100%). Como complicación menor detectamos un caso (11.1%), con aceleración de flujo en el origen de la rama pulmonar izquierda con gradiente pico ecocardiográfico de 19 mmHg. No observamos aceleración de flujo en la aorta descendente. El seguimiento total fue de 1-4 meses (mediana: 1.3 meses).

Discusión

Actualmente, el cierre transcáteter del CAP es un procedimiento bien establecido. Habitualmente, los CAP pequeños (≤ 2 mm) son ocluidos con *coils* de Gianturco o *coils* de liberación controlada¹⁻³. Para conductos de un tamaño moderado a grande, el ocluidor ADO I ha demostrado su eficacia^{7-9,17}. Sin embargo, hay 2 grupos de pacientes con CAP, en los que la oclusión transcáteter es técnicamente difícil: neonatos con CAP grandes y lactantes con CAP tubular. Estos factores están asociados con resultados más desfavorables^{5-7,9}. Aunque el ADO I es empleado con éxito en el cierre de virtualmente todos los tipos morfológicos del CAP^{4-6,18}, se le considera menos útil en estructuras tubulares, ya que su diseño y configuración son específicos para CAP de tipo cónico^{8,9}. La selección del dispositivo ideal para el CAP tubular grande es aún limitada⁹. El ADO I ofrece muchas ventajas comparadas con otros ocluidores; sin embargo, en niños pequeños, se han reportado la embolización del ocluidor a la aorta descendente y la obstrucción de la luz aórtica o de la rama pulmonar izquierda y otras complicaciones^{5,7,9,18}. Al analizar estos últimos puntos en relación con el ADO I, además del tamaño de las vainas y su utilidad en niños pequeños, se introdujo en el mercado el nuevo ADO II.

El ADO II es un nuevo dispositivo ocluidor^{10-13,16,19} que posee las características de los dispositivos de la familia Amplatzer, excepto que tiene una malla de alambre más fina y densa, y no contiene material trombogénico en su interior. Estas modificaciones le permiten al dispositivo una mayor compresibilidad, flexibilidad y estirabilidad, facilitando el proceso de implante y reduciendo el perfil de las vainas introductoras (4Fr y 5Fr) que es ideal para niños menores. Por ser un dispositivo de doble disco tiene la ventaja de

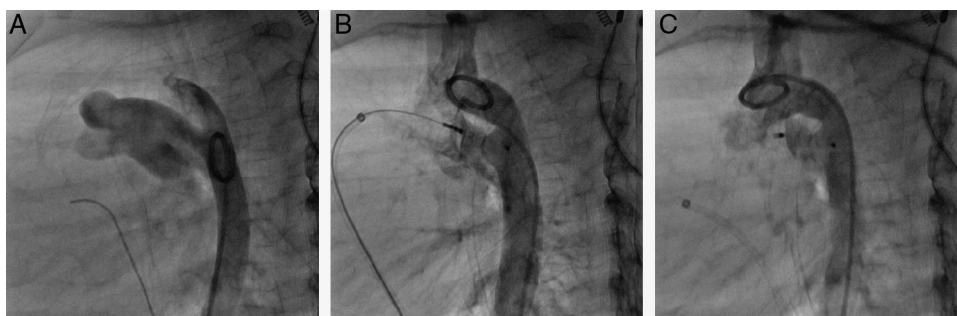


Figura 2 A: Aortograma lateral que muestra un conducto arterial tubular de 4 mm de diámetro mínimo (caso 3). B: Amplatzer Duct Occluder II de 5-4 mm, avanzado anterógradamente y posicionado en la luz del conducto arterial. Aortograma lateral, con fuga intraoclusor previo a la liberación del dispositivo. C: Aortograma posterior a la liberación del Amplatzer Duct Occluder II. El dispositivo se encuentra localizado completamente dentro del conducto arterial y con flujo residual intraoclusor. Oclusión completa a un mes de seguimiento ecocardiográfico.

poderse implantar por vía venosa o arterial, sin perder su capacidad de oclusión^{11,16,19,20}. Al comparar las ventajas del nuevo ADO II²¹, se menciona que una propiedad importante son los 2 discos de bajo perfil que pueden adaptarse a los diferentes ángulos de inserción del CAP dentro de la aorta y la rama pulmonar izquierda, minimizando el riesgo de obstrucción relacionada con el dispositivo. Su mecanismo de oclusión y estabilización se produce por la suma del efecto de tracción sobre la pared aórtica y pulmonar de los 2 discos laterales y la tensión ejercida por el cuerpo central del dispositivo sobre ambos discos, creando así 6 planos de oclusión en una sección transversal^{10,21}. Entre sus principales ventajas comparadas con el ADO II están: requerir de sistemas de liberación más pequeños, la forma más suave del dispositivo, la alta frecuencia de oclusión inmediata y la opción de un abordaje venoso o arterial, que podrían considerarse sus indicaciones relativas^{13,16}. También debe mencionarse su baja frecuencia de complicaciones^{11,21,22}, aunque otras vías de acceso y algunas dificultades se han reportado con su utilización^{23,24}.

En esta serie de casos, el 56% (5/9) de los pacientes mostraron oclusión completa al término del procedimiento, el 88.8% a las 24 h y el 100% al mes de seguimiento ecocardiográfico^{16,25}. La fuga fue trivial (intraoclusor) en 3 de ellos, ocluyendo a las 24 h; y leve en uno, que ocluyó al mes de seguimiento. El diámetro mínimo del conducto fue ≤ 2 mm en casi la mitad de los casos. Un paciente evidenció hipertensión pulmonar moderada, que no contraindicó el procedimiento y que consideramos probablemente secundaria al efecto sumatorio del hiperflujo pulmonar y de la patología cromosómica de base (síndrome de Down). Como complicación menor observamos un caso de estenosis leve en el origen de la rama pulmonar izquierda, que condicionó un gradiente pico ecocardiográfico de 19 mmHg, que coincide con las ventajas del ADO I comparadas con otros oclusores. En este caso en especial (paciente 8), la tensión ejercida por el cuerpo central del dispositivo sobre el disco pulmonar no fue la adecuada, ya que a pesar de múltiples intentos de colapsar el disco sobre la pared pulmonar manipulando el cable de liberación esto no fue posible, y pensamos que al desatornillar el dispositivo el disco se colapsaría completamente sobre la pared pulmonar, pero finalmente quedó ligeramente abombado hacia el origen de la rama pulmonar izquierda. Es importante la menor

frecuencia de obstrucción de la luz aórtica o de la rama pulmonar izquierda y de una relativa alta tasa de oclusión inmediata con el ADO II^{16,21,22} que es bueno para prevenir la hemólisis. La frecuencia de complicaciones para ambos dispositivos ocurre principalmente en niños de menos de 10 kg¹⁶⁻¹⁸. La protrusión del dispositivo dentro de la luz de aorta descendente, la cual ocurre 6 meses postimplante, es una complicación reportada y que nosotros no hemos observado con el seguimiento actual de nuestros pacientes, por lo que es necesaria una adecuada observación ecocardiográfica¹⁶. A pesar de haber realizado el procedimiento por vía retrógrada en 2 casos, observamos que el implante del dispositivo es más rápido y fácil por esta vía, aunque debe considerarse un peso superior a 15 kg y un diámetro de la aorta descendente justo por debajo del conducto arterioso ≥ 8 mm. En aquellos casos con un diámetro de la aorta descendente ≤ 8 mm es preferible utilizar el ADO I^{16,20}.

Esta pequeña serie de casos muestra que la experiencia con este dispositivo es bastante satisfactoria y alentadora. Una adecuada selección del paciente y una evaluación minuciosa de la anatomía ductal reducirá la incidencia de no implantación del dispositivo. La principal limitación de este estudio es el pequeño número de pacientes. Es necesario un seguimiento a largo plazo para evaluar las complicaciones tardías, como la embolización del dispositivo y su protrusión hacia la luz aórtica por desplazamiento de su posición inicial¹⁶.

Conclusiones

El nuevo ADO II es seguro y eficaz en el cierre del conducto arterioso, con una tasa de oclusión similar a la del ADO I. El uso de introductores pequeños minimiza la frecuencia de complicaciones. Dado el escaso número de comunicaciones, se necesita una cohorte más grande y un seguimiento más largo antes de definir con precisión su adecuada seguridad y eficacia.

Financiación

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

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Lloyd TR, Fedderly R, Mendelshon AM, et al. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation*. 1993;88:1412–20.
2. Bermudez-Cañete R, Santoro G, Bialkowski J, et al. Patent ductus arteriosus occlusion using detachable coils. *Am J Cardiol*. 1998;82:1547–9.
3. Patel HT, Cao QL, Rhodes J, et al. Long-term outcome of transcatheter coil closure of small to large patent ductus arteriosus. *Catheter Cardiovasc Interv*. 1999;47:457–61.
4. Masura J, Walsh KP, Thanopoulos B, et al. Catheter closure of moderate to moderate- to large-sized patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: Immediate and short term results. *J Am Coll Cardiol*. 1998;31:878–82.
5. Bilkis AA, Alwi M, Hasri S, et al. The Amplatzer duct occluder: Experience en 209 patient. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37:258–61.
6. Masura J, Tittel P, Gavora P, et al. Long-term outcome of transcatheter patent ductus arteriosus closure using Amplatzer duct occluders. *Am Heart J*. 2006;151:755.e7–10.
7. Al-Ata J, Arfi AM, Hussain A, et al. The efficacy and safety of the Amplatzer ductal occluder in young children and infants. *Cardiol Young*. 2005;15:279–85.
8. Fischer G, Stich J, Grabitz R, et al. Transcatheter closure of persistent ductus arteriosus in infants using the Amplatzer duct occluder. *Heart*. 2001;86:444–7.
9. Butera G, de Rosa G, Chessa M, et al. Transcatheter closure of persistent ductus arteriosus with the Amplatzer duct occluder in very young symptomatic children. *Heart*. 2004;90:1467–70.
10. Gruenstein DH, Bass JL. Experimental evaluation of a new articulated Amplatzer ductal occluder device without fabric. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;74:482–7.
11. Dua J, Chessa M, Piazza L, et al. Initial experience with the new Amplatzer Duct Occluder II. *J Invasive Cardiol*. 2009;21:401–5.
12. Agnetti A, Carano N, Tchana B, et al. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus: Experience with a new device. *Clin Cardiol*. 2010;33:379–82.
13. Bhole V, Miller P, Mehta C, et al. Clinical evaluation of a new Amplatzer duct occluder II for patent arterial duct occlusion. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;74:762–9.
14. Morgan G, Tometzky A, Martin R. Transcatheter closure of long tubular patent arterial ductus: The Amplatzer Duct Occluder II. A new and valuable tool. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;73:576–80.
15. Krichenko A, Benson LN, Burrows P, et al. Angiographic classification of the isolated, persistently ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol*. 1989;63:877–80.
16. Venczelova Z, Tittel P, Masura J. The new Amplatzer duct occluder II: When is its use advantageous. *Cardiol Young*. 2011;21:495–504.
17. Fischer G, Stieh J, Uebing A, et al. Transcatheter closure of persistent ductus arteriosus in infants using the Amplatzer duct occluder. *Heart*. 2001;86:444–7.
18. Pass RH, Hijazi ZM, Hsu DT. Multicenter USA Amplatzer patent ductus arteriosus occlusion device trial: Initial and one-year results. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:513–9.
19. Saliba Z, El-Rassi I, Abi-Warde MT, et al. The Amplatzer duct occluder II: A new device for percutaneous ductus arteriosus closure. *J Interv Cardiol*. 2009;22:496–502.
20. Chamié JA, Simões LC, Chamié DS, et al. Tratamento percutâneo do canal arterial com a prótese Amplatzer Duct Occluder II (ADO II): nova opção para um antigo defeito. *Rev Bras Cardiol Invasiva*. 2010;18:204–11.
21. Thanopoulos B, Eleftherakis N, Tzannos K, et al. Transcatheter closure of the patent ductus arteriosus using the new Amplatzer duct occluder: Initial clinical applications in children. *Am Heart J*. 2008;156:917.e1–6.
22. Forsey J, Kenny D, Morgan G, et al. Early clinical experience with the new Amplatzer ductal occluder II for closure of the persistent arterial duct. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009;74:615–23.
23. Cassese S, Losi M, Rappaciuolo A. Transradial approach for percutaneous closure of patent ductus arteriosus with the Amplatzer duct occluder II: A case report. *Cathet Cardiovasc Intervent*. 2011;77:103–7.
24. Beck C, Laser K, Haas N. Failure of the Amplatzer ductal occluder II. Kinking of the aortic retention disk at 24 hours. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2010;75:1100–3.
25. Ammar RI, Hegazi RA. Percutaneous closure of medium and large PDAs using Amplatzer duct occluder (ADO) I and II in infants: Safety and efficacy. *J Invasive Cardiol*. 2012;24:579–82.