

# Cierre percutáneo del ductus arterioso permeable. Siete años de experiencia

DRES. PEDRO CHIESA<sup>1</sup>, PEDRO DUHAGON<sup>1</sup>, JAVIER GIUDICE<sup>2</sup>, CARLOS PELUFFO<sup>1</sup>

## Resumen

**Objetivo:** presentar la experiencia con el cierre percutáneo del ductus arterioso mediante dispositivos oclusores en una institución de asistencia cardiológico-pediátrica de tercer nivel con características de centro de referencia para todo el Uruguay.

**Material y método:** se seleccionaron 138 pacientes con diagnóstico de ductus arterioso permeable (edad promedio de tres años, con un rango de tres meses a 40 años) que fueron sometidos a cateterismo cardíaco en el período 1996-2003. En la mayoría de los casos se intentó el cierre utilizando espirales embolizantes (98,5%). Sólo dos pacientes fueron tratados con otro tipo de dispositivo (uno con bolsa de Grifka, otro con oclisor ductal Amplatzer). El implante se realizó por vía arterial (97%) o venosa (3%). El resultado inmediato se evaluó por aortografía y el seguimiento se efectuó empleando ultrasonografía.

**Resultados:** el 66% de los pacientes no presentaba cortocircuito residual al finalizar el procedimiento. 16,6% quedaron con cortocircuito mínimo, evolucionando al cierre espontáneo en 3-6 meses (tres

pacientes se perdieron para el seguimiento). 5,8% quedaron con cortocircuito residual significativo, requiriendo un segundo procedimiento para lograr la oclusión total. 11,6% fueron derivados para cierre quirúrgico ante la imposibilidad de estabilizar correctamente los oclusores. Se trataba de ductus de 4 mm de diámetro y/o de morfología tubular. En el seguimiento alejado se verificó que en el 86% de los casos con "intención de tratar" por este método, se había logrado la ausencia de cortocircuito residual por Doppler.

Como complicaciones se observaron: imposibilidad de recuperar espirales embolizadas en ramas pulmonares periféricas (tres casos) y oclusión arterial femoral por espirales impactadas a ese nivel (un caso), resuelta por arteriotomía.

**Conclusiones:** el método descrito en este trabajo es efectivo, sin mortalidad y con mínima morbilidad. Disponiendo de todas las variedades de oclusores existentes en el mercado es posible realizar el cierre percutáneo del ductus en la inmensa mayoría de los pacientes en edad postneonatal.

**Palabras clave:** DUCTUS ARTERIOSO-cirugía

1. Cardiólogo Pediatra del Instituto de Cardiología Infantil.

2. Pediatra Intensivista del Instituto de Cardiología Infantil.

Instituto de Cardiología Infantil. Hospital Italiano Umberto 1°. Montevideo, Uruguay.

Fecha recibido: 7/5/2003

Fecha aprobado: 30/9/2003

## Summary

**Objective:** *the study analyzes the immediate results and medium term follow-up after percutaneous closure of the patent ductus arteriosus (PDA) in patients referred to a national pediatric cardiology center.*

**Patients and methods:** *138 patients (age 3 months–40 years, mean 3 years) were considered for transcatheter closure of a PDA during a seven year period. The transarterial approach was employed in 97% of procedures, to deliver occluder devices and try to achieve closure of the PDA. Gianturco coils were employed in all but two patients (one was treated with a Grifka bag, the other with Amplatzer duct occluder). Immediate results were based on aortography and residual shunts evaluated at follow-up with color flow Doppler.*

**Results:** *complete immediate closure was achieved in 66%. A small residual shunt was observed in 16,6%; spontaneous closure occurred in all except 3 patients lost to follow up. Patients who had significant residual shunts required a second procedure to obtain complete closure (5,8%). Failure to implant a coil occurred in relation to 4 mm or larger diameter and/or tubular morphology (11,6%). In all, 86% of the patients had no residual shunts at medium term follow-up. Embolized coils in the pulmonary circulation could not be retrieved in three patients, with no clinical problems. In one patient a femoral arteriotomy was required to retrieve a coil.*

**Conclusions:** *percutaneous closure of the PDA is effective and safe. It is feasible in most postneonatal patients with this anomaly, if one has access to all types of presently existing devices.*

**Key words:** DUCTUS ARTERIOSUS-surgery

El ductus arterioso integra el circuito de la circulación fetal, posteriormente al nacimiento debe acontecer su cierre espontáneo. Si ello no sucede, se debe efectuar el cierre, quirúrgicamente en el prematuro y a partir del recién nacido de término se deberá evaluar la posibilidad del cierre mediante cateterismo intervencionista, el cual es el método de elección en la actualidad. El ductus arterioso permeable (DAP) fue la primera cardiopatía congénita en ser tratada quirúrgicamente y también ha sido la primera cardiopatía congénita en ser curada por medio de una intervención percutánea con el uso de catéteres<sup>(1)</sup>.

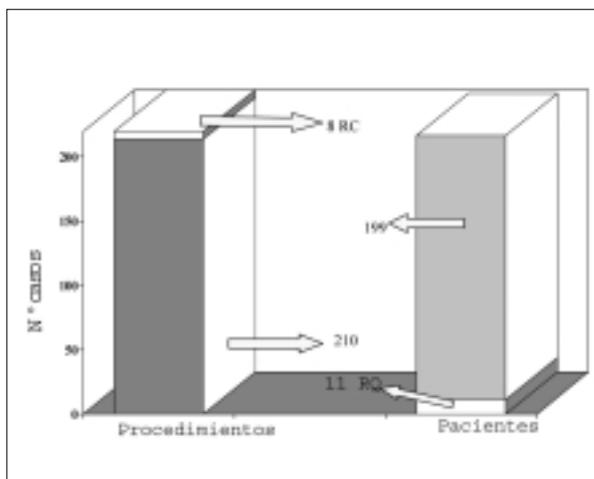
En 1971 Porstman<sup>(2)</sup> sentó las bases del cierre del DAP mediante cateterismo cardíaco intervencionista. A él lo continuaron numerosos autores<sup>(3-7)</sup> describiendo diferentes modelos de dispositivo ocluidor<sup>(8,9)</sup> hasta que en la actualidad el cierre del DAP, con pocas excepciones, es un procedimiento de elección a ser realizado en sala de cateterismo cardíaco. Los dispositivos existentes permiten el cierre de todos los DAP con mínimo riesgo<sup>(10)</sup>.

En este trabajo se presenta la experiencia de siete años en la aplicación de estas técnicas por el Instituto de Cardiología Infantil (ICI), luego de la publicación de los resultados iniciales en 1996<sup>(11)</sup>.

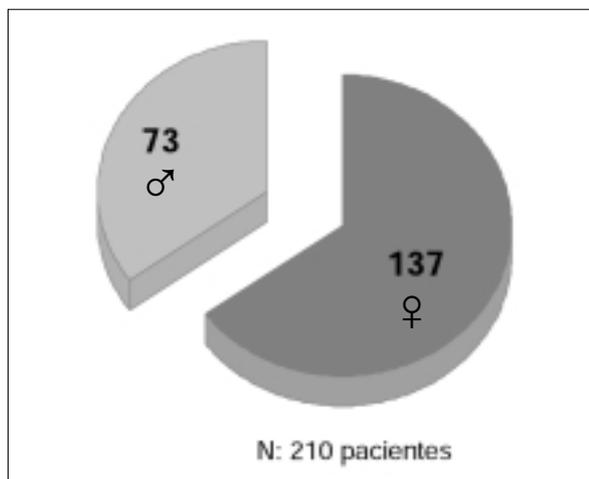
## Material y método

Desde febrero de 1996 a febrero de 2003 fueron referidos a cateterismo cardíaco en el Servicio de Hemodinamia del ICI, 210 pacientes con el diagnóstico de DAP como patología aislada o asociada a cardiopatía no significativa, sobre los que se realizaron 218 procedimientos; 11 pacientes presentaban ductus residuales quirúrgicos (figura 1). 137 pacientes eran del sexo femenino y 73 del sexo masculino (figura 2). La edad promedio fue de tres años, con un rango de 3 meses a 40 años (figura 3). El peso promedio fue de 12,4 kg para el sexo femenino, con un rango de 3,8 a 66 kg y de 13,4 kg para el sexo masculino, con un rango de 4,2 a 61 kg (figura 4).

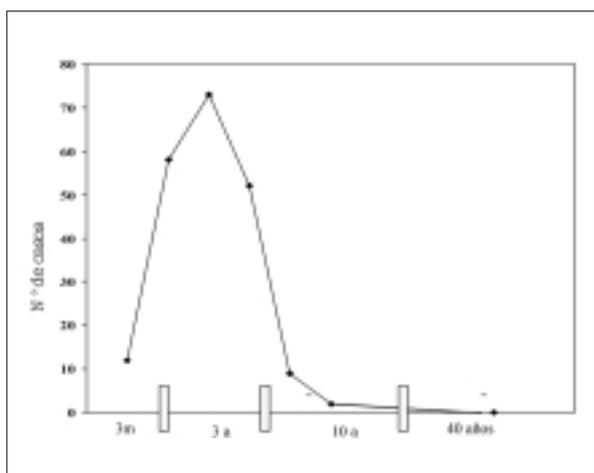
Todos fueron sometidos a la realización de un cateterismo cardíaco utilizando equipo de rayos biplano Integris BH 3000, con anestesia general y ventilación bajo máscara, o con sedación y anestesia local, con colocación de vías de acceso arterial femoral (catéteres 4F, y/o 5F) y venosa femoral (catéteres 4F, 5F, 6F, y/o 7F) con utilización de catéteres de Angio NIH, Judkins, Pigtail, para medición de presión arterial pulmonar, cálculo del *shunt* izquierda–derecha por el método oximétrico, valoración de la forma y las dimensiones del ductus mediante la realización de aortografías en diferentes proyecciones de inclinación del intensificador de rayos X de acuerdo al tipo anatómico del ductus encontrado, siendo utilizadas las proyecciones oblicuas derecha e izquierda con las correspondientes inclinaciones caudal o craneal de ser nece-



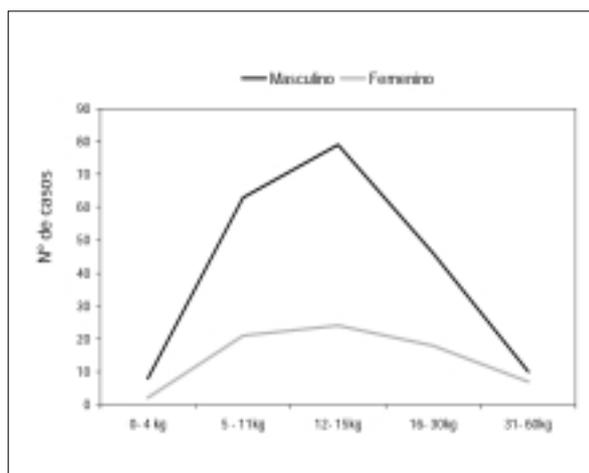
**Figura 1.** Población total. La columna de la izquierda muestra el número de procedimientos: 218, de los cuales ocho son ductos residuales postoclusión con coil (RC). La columna de la derecha muestra el número de pacientes: 210, de los cuales 11 son pacientes portadores de ductos residuales postcierre quirúrgico (RQ).



**Figura 2.** Distribución por sexo de la población analizada.



**Figura 3.** Distribución por edad de la población analizada.



**Figura 4.** Distribución por peso de la población analizada. El promedio de peso tanto para el sexo masculino como para el sexo femenino oscila entre los 12-15 kg, con un peso mínimo de 3 kg.

sarias, así como la proyección posteroanterior y lateral izquierda. Se realizó medición manual o automática de los diámetros menor y mayor, así como la longitud del ductus, lo que permite seleccionar el tipo y tamaño del dispositivo a utilizar.

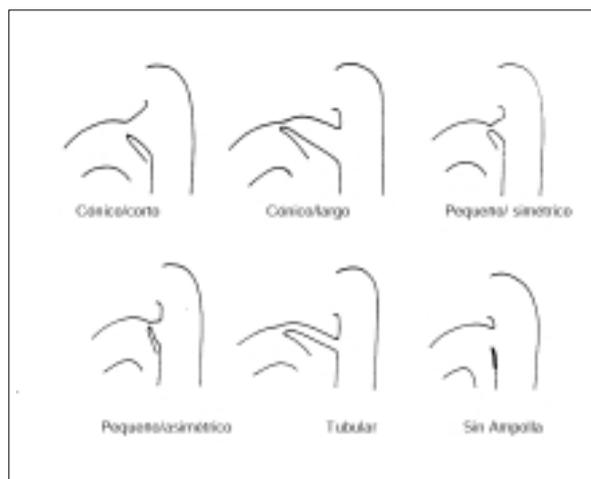
El medio de contraste utilizado en todos los casos fue Hexabrix 320.

Se descartaron lesiones asociadas que requirieran cirugía. De corroborarse la existencia de un DAP enfermedad, se valoró la indicación de proceder a su cierre con dispositivo.

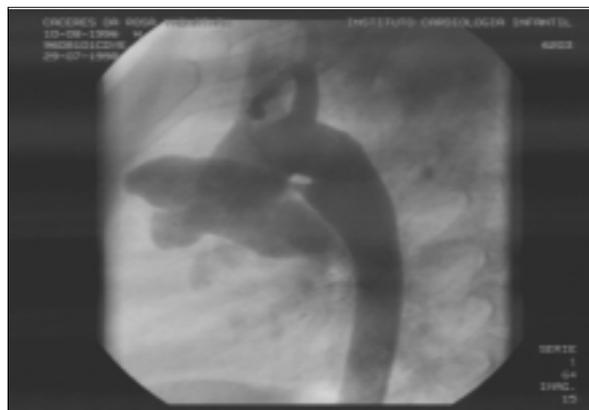
Se realizó heparinización del paciente a dosis de 100 U/kg.

Si bien existen dispositivos para ocluir todos los tipos de DAP (figura 5), nuestra experiencia es básicamente con la utilización de las espirales de Gianturco (coils), las cuales permiten ocluir un gran porcentaje de DAP pero no todos; no obstante, hemos utilizado otros dispositivos como experiencia inicial, a saber dispositivo de Amplatzer, dispositivo de Grifka y coils de liberación controlada<sup>(12)</sup>.

Para proceder a la oclusión de los DAP con coils, estos deben cumplir ciertos requisitos: forma cónica con



**Figura 5.** Tipos anatómicos de ductus.



**Figura 6.** Proyección lateral izquierda (PLI), donde se observa el arco aórtico posterior y la arteria pulmonar anterior conectadas por el ductus.



**Figura 7.** PLI, arco aórtico y coil emplazado en el ductus sin *shunt* residual.



**Figura 8.** PLI, se observa arco aórtico posterior y arteria pulmonar anterior, conectadas por el ductus.

abocamiento pulmonar de menor calibre que el abocamiento aórtico y con un calibre inferior a 4 mm, con adecuada ampolla ductal para que ubicar en forma correcta el *coil* en su interior. Aquellos DAP que no cumplieran dichos requisitos fueron ocluidos con los otros dispositivos o pasados a su cierre quirúrgico.

Para proceder al emplazamiento del dispositivo se utilizó electivamente la vía transarterial para la colocación de *coils* (97%) (figuras 6 a 10), y la vía transvenosa sólo en pocos casos. Los *coils* se pueden implantar sea por vía venosa o por vía arterial, según la experiencia del equipo actuante. En nuestra serie se implantaron entre dos, tres, cuatro o cinco *coils* por paciente en forma simultánea o sucesiva en 47 pacientes, y en 89 pacientes se utilizó un solo *coil*. Los dispositivos de Grifka o Amplatzer se implantan por vía transvenosa (figuras 11 a 18). Los *coils* son dispositivos espiralados con un núcleo central metálico rodeado de un material trombogénico que una vez libe-

rado adopta una forma preestablecida. De esta manera, el cierre del defecto depende de la colocación del dispositivo y de la acción del organismo creando un trombo dentro del mismo y posterior epitelización formando parte de la pared aórtica. Dichos dispositivos vienen en estuches cilíndricos del tamaño de los catéteres y se los enumera con tres dígitos, el primero indica el grosor del mismo (35-38-52) el segundo indica el diámetro de la vuelta de espira una vez liberado expresado en milímetros (3-4-5-8-10-12) y el último indica la longitud del dispositivo en centímetros (2-3-5-8-10). La bolsa de Grifka consiste en un receptáculo que admite el enrollado en su interior de un *coil* de gran longitud. El dispositivo de Amplatzer es cilíndrico, de un material denominado nitinol con material trombogénico en su interior. Cada dispositivo viene caracterizado por tres dígitos: uno correspondiente al diámetro menor, otro correspondiente al diámetro mayor y el tercero correspondiente a la longitud del mismo.



**Figura 9.** PLI, coil emplazado en el ductus con persistencia de un *shunt* residual.



**Figura 10.** PLI, luego de emplazado un nuevo coil a nivel del ductus se aprecia desaparición del *shunt* izquierda-derecha.



**Figura 11.** PLI, se observa arco aórtico posterior y arteria pulmonar anterior conectadas por un ductus amplio. En la parte anterior se aprecia un catéter con marcas que son utilizadas para la calibración del equipo.



**Figura 12.** PLI, dispositivo de Amplatzer desplegado dentro del ductus, permaneciendo fijo aún desde el catéter conector que ingresó por vía transvenosa.

Una vez implantado el dispositivo se comprobó la correcta posición del mismo desde el punto de vista angiográfico y se corroboró la existencia o ausencia de *shunt* residual. El paciente queda internado 12 horas con controles vitales, pulso y presión arterial del miembro en donde se realizó la punción arterial. Es dado de alta con control en policlínica cardiológica en tres meses, desde el punto de vista clínico y ecocardiográfico.

## Resultados

De los 210 pacientes, 72 (34%) fueron derivados directamente para cierre quirúrgico del DAP por no tener indicación de cierre con los dispositivos existentes, en 138 pacientes (66%) se intentó el cierre con dispositivo (figura 19).

De los 138 pacientes en quienes se intentó el cierre con dispositivo, 91 (66%) quedaron sin *shunt* residual, 23 (16,6%) quedaron con *shunt* residual mínimo sin repercusión hemodinámica, ocho (5,8%) quedaron con *shunt* residual significativo hemodinámicamente, y en 16 pacientes (11,6%) el intento es fallido (figura 20).

De los 23 pacientes con *shunt* residual mínimo, 20 (87%) evolucionaron al cierre espontáneo en término de tres a seis meses post cateterismo, controlados clínicamente y con ecocardiograma-Doppler color, tres pacientes no han sido ubicados para su control (13%) (figuras 21 y 22).

Los ocho pacientes que quedaron con *shunt* residual significativo corresponden al inicio de la serie, con tamaño de los ductus entre 4 y 5 mm, donde el intento de colocar un nuevo coil llevaba implícito el riesgo de embolización del ya colocado, por ello fueron referidos a



**Figura 13.** PLI, dispositivo de Amplatzer ya liberado, el cual se encuentra a nivel del ductus sin migrar, con la vaina conductora en la parte anterior de la imagen.



**Figura 14.** PLI, se observa el arco aórtico posterior, el dispositivo de Amplatzer posicionado normalmente a nivel del ductus, con persistencia de un *shunt* residual de grado moderado.



**Figura 15.** PLI, se observa el arco aórtico posterior, la arteria pulmonar anterior conectadas por el ductus, mediano, con moderado *shunt* izquierda-derecha.



**Figura 16.** PLI, dispositivo de Grifka emplazado a nivel del ductus, aún sujeto por el catéter conductor, con realización simultánea de una aortografía para comprobar posición del dispositivo y ausencia de *shunt* residual.

nuevo cateterismo donde se procedió a completar el cierre del DAP con nuevo dispositivo, quedando sin *shunt* residual significativo a posteriori, al avanzar la experiencia en la serie se logró salir de hemodinamia sin *shunt* o con un *shunt* residual mínimo.

En nuestra casuística se implantó un dispositivo de Amplatzer, un dispositivo de Grifka y en el resto se utilizaron espirales de Gianturco a saber: *Coils Detachable* (de liberación controlada) 37 dispositivos y *coils* (de liberación no controlada) 169 dispositivos (figuras 23 y 24).

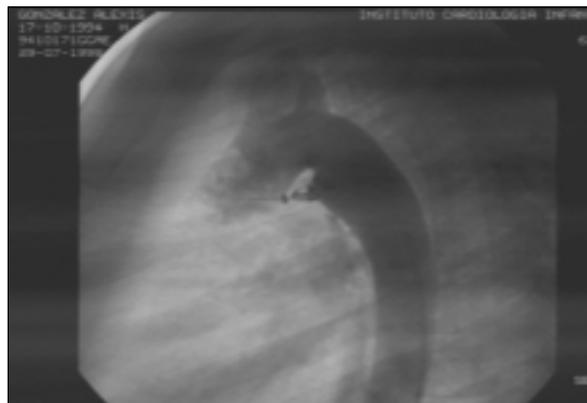
Los 16 pacientes con intento fallido fueron derivados para cierre quirúrgico, se trataba de ductus amplios, más cilíndricos, disponiendo sólo de *coils*, a pesar de lo cual

se intentó proceder a su cierre, sea con *coils* comunes o *coils* de liberación controlada o ambos, recuperando aquellos de la arteria pulmonar o de la aorta con catéteres extractores (de lazo, en cestilla), y se abandonaron tres *coils* en ramas pulmonares basales y periféricas sin constatarse ningún tipo de complicación. En un paciente se debió realizar una arteriotomía quirúrgica femoral derecha para proceder a extraer dos *coils* entrelazados que durante el procedimiento de colocación migraron a la arteria femoral primitiva, sin complicaciones.

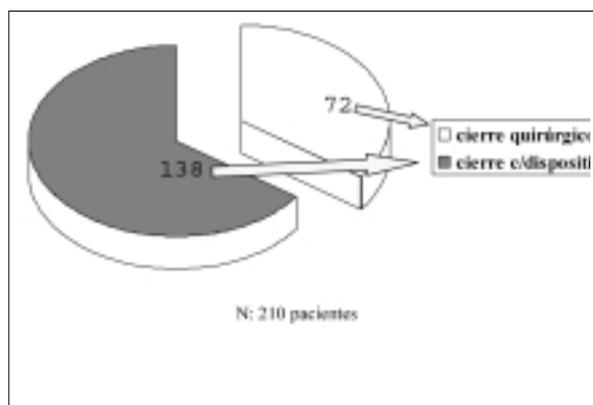
La masa de *coils* quedó protruyendo, en un caso, hacia la rama izquierda de la arteria pulmonar<sup>(13)</sup>, y en otro caso hacia la aorta descendente, generando marcada turbulencia en el flujo sanguíneo a su nivel, desapareciendo dicha alte-



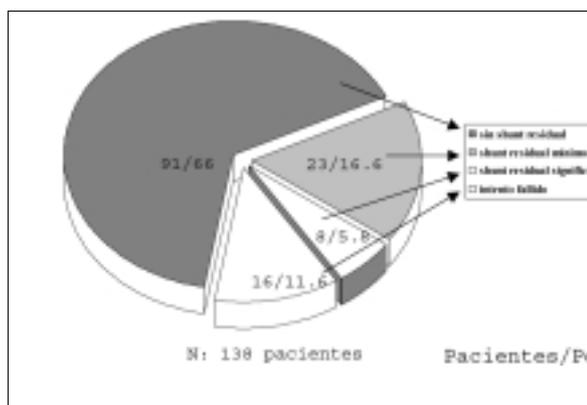
**Figura 17.** PLI, dispositivo de Grifka liberado y ubicado normalmente en el ductus, con la vaina conductora en el sector anterior y un catéter a nivel de la aorta para realizar la aortografía de control.



**Figura 18.** PLI, dispositivo de Grifka normalmente ubicado a nivel del ductus, con ausencia de *shunt* residual.



**Figura 19.** Total de ductus ingresados en hemodinamia. De los 210 pacientes: en 138 se intentó el cierre con dispositivo y 72 pacientes fueron derivados para cierre quirúrgico.



**Figura 20.** Resultados inmediatos. En 91 pacientes (66%) se constató el cierre del ductus en sala de hemodinamia. En 16 pacientes (11,6%) el intento fue fallido y se derivaron para el cierre quirúrgico. En 23 pacientes (16,6%) persistió un *shunt* residual mínimo. En ocho pacientes (5,8%) persistió un *shunt* residual significativo que obligó a realizar un recierre con dispositivo.

ración en forma espontánea en ambos casos en el término de 3-6 meses, sin dejar secuelas. En la literatura se describe además la existencia de hemólisis tras la oclusión del ductus con dispositivo, hecho que no hemos comprobado en nuestra casuística hasta el momento actual<sup>(14)</sup>.

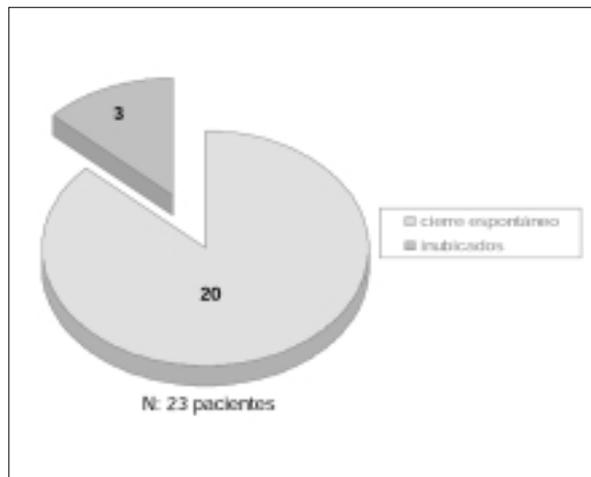
## Discusión

El ductus arterioso permeable debe ser cerrado para prevenir o tratar las posibles complicaciones (insuficiencia cardíaca, evolución a la hipertensión arterial pulmonar con resistencias arteriolas elevadas de manera fija y endarteritis infecciosa)<sup>(15,16)</sup>. El cateterismo cardíaco intervencionista es el método de elección para el cierre del DAP<sup>(17-20)</sup>. En la actualidad se dispone de una amplia variedad de dispositivos oclusores que permiten la

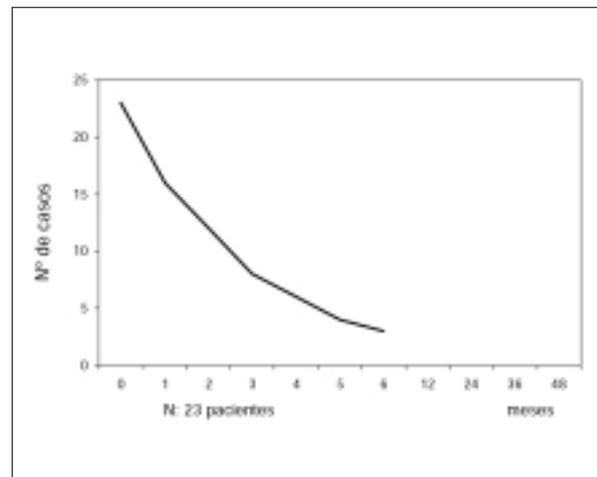
oclusión de todos los DAP (a excepción del DAP del prematuro y ductus aneurismáticos), sin importar forma ni tamaño del DAP.

Es un método sencillo, práctico y eficaz, de bajo costo<sup>(21)</sup>. Requiere de una sala de hemodinamia especialmente equipada con todo el arsenal necesario para proceder al implante del dispositivo oclusor<sup>(22,23)</sup> así como del material necesario para su extracción en caso de migración del dispositivo, sea hacia el sector arterial pulmonar como hacia el sector arterial sistémico<sup>(24-27)</sup>.

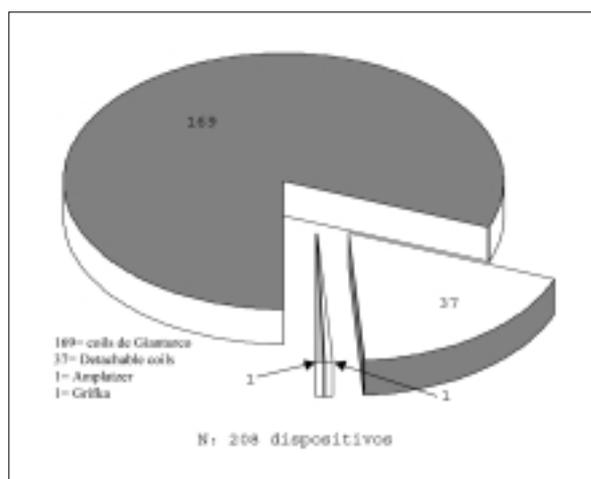
En términos de costo hay una amplia gama de precios, pero en todos los casos el costo total del procedimiento



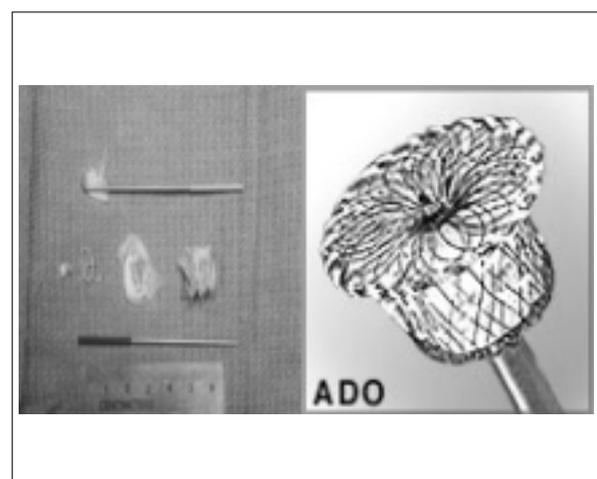
**Figura 21.** Resultados en cierre de ductus con persistencia de *shunt* residual mínimo al finalizar el cateterismo. En 20 pacientes (87%) se constató el cierre espontáneo. Tres pacientes (13%) no han sido ubicados.



**Figura 22.** Evolución al cierre espontáneo en persistencia de *shunt* residual mínimo postoclusión del ductus con dispositivo, en relación temporal. A los seis meses sólo restan sin valorar los tres pacientes no localizados.



**Figura 23.** Número total de dispositivos utilizados. Se utilizaron 208 dispositivos: 169 *coils* comunes; 37 *coils* de liberación controlada; un dispositivo de Grifka; un dispositivo de Amplatzer.



**Figura 24.** Tipos de dispositivos utilizados. En el cuadro de la izquierda se representan los coils: en su vaina y desplegados. En el cuadro de la derecha se representa un dispositivo de Amplatzer.

es más económico que el de una cirugía de cierre de ductus, incluso en el caso de efectuarse dos procedimientos de cateterismo por la presencia de un DAP residual que debe ser recerrado, el costo final es menor que el de una cirugía, con los dispositivos existentes en la actualidad.

Para el paciente es un procedimiento mejor tolerado, con menor agresión psicofísica, requiere menos tiempo de internación, se efectúa con punción arterial y venosa femoral sin necesidad de una toracotomía, pero requiere una curva de aprendizaje marcada por la existencia de

actos fallidos y de ductus residuales<sup>(28-30)</sup>, hechos que van disminuyendo de frecuencia con la adquisición de la experiencia correspondiente del equipo actuante.

En nuestra casuística, tanto los ocho pacientes con significativo *shunt* residual que obligaron a un recierre por cateterismo, como los 16 pacientes en quienes el intento de cerrar el DAP fue infructuoso, ocurrieron al inicio de la curva de aprendizaje y disminuyen su incidencia a medida que aumenta el número de casos realizados. Cabe considerar que esto es aplicable al uso de un dispo-

sitivo en especial que es el *coil* o espiral de Gianturco, por otra parte el dispositivo más utilizado en nuestra serie. Con los dispositivos existentes en la actualidad en el mercado, tanto el *shunt* residual como el acto fallido se minimizan.

Debemos considerar pues que en nuestra serie utilizamos de preferencia la espiral de Gianturco y sólo dispusimos de otros dispositivos como experiencia inicial (facilitados por los laboratorios fabricantes) ya que el procedimiento de cierre del DAP con dispositivo por cateterismo intervencionista no estaba financiado por el Fondo Nacional de Recursos, organismo encargado de la financiación de procedimientos de similar entidad siendo que los procedimientos realizados fueron por cargo del Instituto de Cardiología Infantil.

El implante de un dispositivo ocluidor no crea reacción de rechazo por parte del organismo huésped debido a las características de los materiales utilizados en su fabricación, si bien cabe destacar que la oclusión total del ductus se debe a la colocación del dispositivo más la acción del organismo que determina la formación de un conglomerado de fibrina y células sanguíneas que terminan completando la oclusión, lo que se observa en todos los dispositivos aunque es más notorio en el dispositivo Amplatzer, donde la oclusión total y definitiva suele demorar unas horas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la ayuda técnica de la Aux. de Enfermería María del Carmen Martínez, de la licenciada en Neumocardiología Daniela Denegri y de la asistente en Informática Elizabeth Izquierdo.

## Bibliografía

- Krichencko A, Benson LN, Burrows P, Moes CAF, McLaughlin P, Freedom RM.** Angiographic classification of the isolated persistently patent ductus arteriosus and implications for percutaneous catheter occlusion. *Am J Cardiol* 1989; 63: 877-80.
- Portsmann W, Wierny L, Warnke H, Gerstberger G, Romaniuk P.** Catheter closure of patent ductus arteriosus: long-term results of 208 cases treated without thoracotomy. *Radiol Clin North Am* 1971; 9: 203-18.
- Rashkind WJ.** Transcatheter treatment of congenital heart disease. *Circulation* 1983; 67: 711-6.
- Bash SE, Mullins CE.** Insertion of patent ductus arteriosus occluder by transvenous approach: A new technique. *Circulation* 1985; 70(suppl II): 285-8.
- Latson LA, Hofschire PJ, Kugler JD, Cheatham JP, Gumbiner CH, Danford DA.** Transcatheter closure of patent ductus arteriosus in pediatric patients. *J Pediatr* 1989; 115: 549-53.
- Lloyd TR, Fedderly R, Mendelshon AM, Samdhu SK, Beckman RH.** Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation* 1993; 88: 1412-20.
- Hazama K, Nakanishi T, Kinugawa Y, Matsuoka S, Mori K, Tomita H, et al.** Transcatheter occlusion of arterial duct with new detachable coils. *Cardiol Young* 1996; 6: 332-6.
- Faella HJ, Hijazi ZM.** Closure of the patent ductus arteriosus with the Amplatzer PDA device: immediate results of the international clinical trial. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000; 51: 50-4.
- Sandhu SK, King TD, Troutman WB, Hixon RL 3<sup>rd</sup>, Kiel EA, Bourgeois KV.** Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with the Amplatzer duct occluder: short-term follow-up. *J Invasive Cardiol* 2001; 13: 298-302.
- Akagi T, Hashino K, Sugimura T, Ishii M, Eto G, Kato H.** Coil occlusion of patent ductus arteriosus with detachable coils. *Am Heart J.* 1997; 134: 538-43.
- Peluffo C, Duhagón P, Chiesa P, Nozar J, Leone R, Oromí C, et al.** Oclusión del ductus arterioso permeable mediante dispositivo implantado por cateterismo cardíaco. *Rev Urug Cardiol* 1996; 11(3): 128-31.
- Alwi M, Kang LM, Samion H, Latiff HA, Kandavel G, Zambahari R.** Transcatheter occlusion of native persistent ductus arteriosus using conventional Gianturco coils. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1430-2.
- Fadley F, Al Halees Z, Galal O, Kumar N, Wilson N.** Left Pulmonary artery stenosis after transcatheter occlusion of persistent arterial duct. *Lancet* 1993; 341: 559-60.
- Hayes AM, Redington AN, Rigby ML.** Severe haemolysis after transcatheter duct occlusion: a non surgical remedy. *Brit Heart J* 1992; 67: 321-2.
- Balzer DT, Spray TL, McMullin D, Cottingham W, Canter CE.** Endarteritis associated with a clinically silent patent ductus arteriosus. *Am Heart J* 1993; 125: 1192-3.
- Thilen U, Astromolsson K.** Does the risk of infective endarteritis justify routine patent ductus arteriosus closure? *Eur Heart J* 1997; 18: 503-6.
- Radtke WA.** Current therapy of the patent ductus arteriosus. *Curr Opin Cardiol* 1998; 13(1): 59-65.
- Patel HT, Cao QL, Rhodes J, Hijazi ZM.** Long-term outcome of transcatheter coil closure of small to large patent ductus arteriosus. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999; 47: 457-61.
- Rao PS.** Summary and comparison of patent ductus arteriosus closure devices. *Curr Interv Cardiol Rep* 2001; 3: 268-74.
- Alwi M, Kang LM, Samion H.** Transcatheter occlusion of native persistent ductus arteriosus using conventional Gianturco Coils. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1430-2.
- Fedderly RT, Beckman RH, Mosca RS, Bove EL, Lloyd TR.** Comparison of hospital charges for closure of patent ductus arteriosus by surgery and by transcatheter coil occlusion. *Am J Cardiol* 1996; 77: 776-9.
- Radtke WAK.** Safety and efficacy of transarterial occlusion of the patent ductus using Gianturco Coils. *Cardiol Young* 1996; 6 (Suppl 1): S6.
- Gray DT, Fyler DC, Walker AM, Weinstein MC, Chalmers TC.** Clinical outcomes and costs of transcatheter as compared with surgical closure of patent ductus arteriosus. The patent ductus arteriosus. Closure comparative study group. *N Engl J Med* 1993; 329: 1570-2.

24. **Ino T, Nishimoto K, Akimoto K, Ohkubo M, Yabuta K.** Is transcatheter closure of patent ductus arteriosus using multiple coils feasible? *Am J Cardiol* 1995; 76: 637.
25. **Berdjjs F, Moore JW.** Coil occlusion of patent ductus arteriosus. *Prog Pediatr Cardiol* 1996; 6: 137-47.
26. **Rothman A, Lucas VW, Sklansky MS, Cocalis MW, Kas-hani IA.** Percutaneous coil occlusion of patent ductus arterio-sus. *J Pediatr* 1997; 130: 447-54.
27. **Hosking MCK, Benson LN, Musewe N, Dyck JD, Free-dom RM.** Transcatheter occlusion of the persistently patent ductus arteriosus: Forty-month follow-up and prevalence of residual shunting. *Circulation* 1991; 84: 2313-7.
28. **Hijazi ZM, Geggel RL.** Results of anterograde transcatheter closure of patent ductus arteriosus using single or multiple Gianturco coils: immediate and short-term results. *Am J Car-diol* 1994; 74: 925-9.
29. **Magee AG, Huggon IC, Seed PT, Quereshi SA, Tynan M.** Association for European Cardiology. Transcatheter coil oc-cclusion of the arterial duct; results of the European Registry. *Eur Heart J* 2001; 22: 1817-21.
30. **Ruiz AF, Marín MJ, Rubio Vidal D, Castro MC, Moreno Granados F.** Cierre percutáneo del ductus arterioso persis-tente con dispositivo de Amplatz: resultado inmediato y se-guimiento a mediano plazo. *Rev Esp Cardiol* 2002; 55: 1057-62.

**Correspondencia:** Instituto de Cardiología Infantil.  
Bulevar Artigas 1632, segundo piso, sala Aycardi. CP  
11.600. Montevideo, Uruguay.  
Email: icardinf@adinet.com.uy