



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

**TRATAMIENTO DE LA PERSISTENCIA
DEL CONDUCTO ARTERIOSO
UN PUNTO DE VISTA INSTITUCIONAL.**

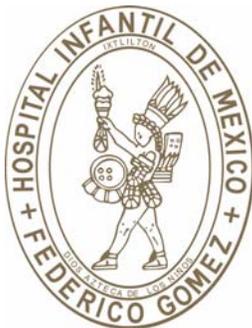
TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA
ESPECIALIDAD EN:**

PEDIATRÍA MÉDICA

PRESENTA:

DRA. ELSY C. PLASCENCIA GÓMEZ.



Director de tesis

DR. LUIS ALEXIS ARÉVALO SALAS

Servicio de Hemodinámica, Departamento de Cardiología del
Hospital Infantil de México Federico Gómez.

MÉXICO, D. F.

MARZO

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISIÓN DE ESTUDIO DE POSGRADO

HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

**TRATAMIENTO DE LA PERSISTENCIA DEL CONDUCTO
ARTERIOSO
UN PUNTO DE VISTA INSTITUCIONAL.**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA ESPECIALIDAD EN:

PEDIATRÍA MÉDICA

PRESENTA:

DRA. ELSY C. PLASCENCIA GÓMEZ.

Director de tesis

DR. LUIS ALEXIS ARÉVALO SALAS

Servicio de Hemodinámica, Departamento de Cardiología
del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

MÉXICO, D. F.

MARZO

2006

DEDICATORIAS

A mis padres, por creer en mí.

A mis hermanos, gracias por ser mis amigos.

A mis amigos de la guardia C por hacerme pasar momentos inolvidables.

A Roberto, por ser mi compañero, mi amigo, mi cómplice, mi todo.
Te amo.

Gracias al Dr. Alexis Arévalo y al Dr. Ramón Chaparro por su paciencia y ayuda.

ÍNDICE

1.- MARCO TEÓRICO:

A). TORACOTOMÍA -----	2
B). TORACOSCOPIA VIDEO-ASISTIDA (TVA) -----	3
C). OCLUSIÓN INTRALUMINAL -----	4
D). PROCEDIMIENTO DEL CATETERISMO PERCUTÁNEO PARA O- CLUSIÓN DE PCA (Servicio de Hemodinámica HIMFG) -----	8

2.- JUSTIFICACIÓN -----	9
--------------------------------	----------

3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	10
---	-----------

4.- MATERIAL Y MÉTODOS -----	11
-------------------------------------	-----------

5.- RESULTADOS -----	12
-----------------------------	-----------

6.- DISCUSIÓN -----	17
----------------------------	-----------

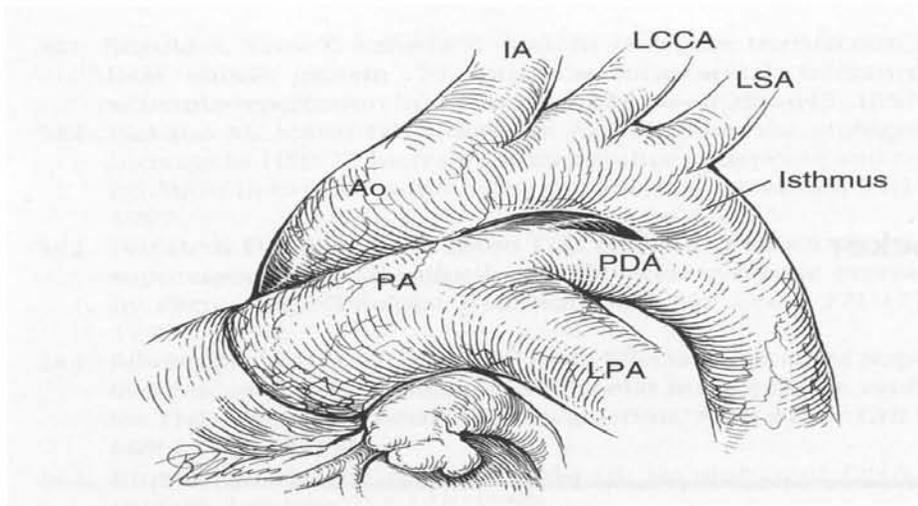
7.- CONCLUSIONES -----	20
-------------------------------	-----------

8.- REFERENCIAS -----	21
------------------------------	-----------

MARCO TEÓRICO

Estudios en lactantes han mostrado una prevalencia de cardiopatías congénitas de aproximadamente 2-8 casos por 1000 recién nacidos vivos en Estados Unidos, y en el mundo de aproximadamente 4-12 por 1000 nacimientos; estudios similares no se han llevado a cabo en niños mayores. La detección temprana de una enfermedad cardíaca en niños de todas las edades es importante para prevenir complicaciones serias que pueden ser potencialmente corregibles (1).

El conducto arterioso puede considerarse patológicamente persistente cuando no se oblitera en los primeros días, semanas o, a más tardar, en los primeros meses después del nacimiento (2). La Persistencia del Conducto Arterioso (PCA) representa del 9 al 12% de los defectos cardíacos congénitos (3), excluyendo de esta cifra a los recién nacidos prematuros. En México se ha reportado su frecuencia entre 3.9 y 6.6% a otras edades pediátricas (4). Se estima que la frecuencia es seis veces mayor en niños que nacen en lugares a gran altura que en aquellos que nacen al nivel del mar. Esta cardiopatía predomina en el sexo femenino con una relación desde 2 hasta 3:1. (3-6). Espino Vela cita que la PCA ocupa el primer lugar entre las anomalías cardiovasculares en cuatro Institutos de la ciudad de México con una incidencia del 22 al 34.6%, contrastando con la experiencia de centros de Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, en donde la PCA ocupó el tercer lugar con una incidencia promedio de 8.7%. En una revisión de casos de cirugía cardiovascular de 1959 a 1996, en el Hospital Infantil de México Federico Gómez, se encontró que 33.8% de las intervenciones quirúrgicas fueron cierres del conducto arterioso (2,5).



PERSISTENCIA DEL CONDUCTO ARTERIOSO

Los casos típicos de PCA acuden al médico aproximadamente en la edad escolar o en la adolescencia, por el hallazgo fortuito de un soplo descubierto por algún médico a raíz de una consulta durante algún otro padecimiento propio de esas edades (2). Esta cardiopatía puede estar sola o acompañada de otras malformaciones siendo la coartación aórtica y defectos interventriculares los más frecuentes. Los síntomas y signos dependen del tamaño

del cortocircuito, del grado de hipertensión pulmonar y de la capacidad del ventrículo derecho de acomodar la sangre extra que recibe. Es clásico encontrar pulsos “saltones” debido a la gran amplitud de la presión del pulso; el soplo es continuo, denominado “de locomotora” escuchándose mejor en el área infraclavicular izquierda. Los hallazgos en la Radiografía de tórax dependen del tamaño del conducto y en muchos de los pacientes con PCA, el electrocardiograma (EKG) puede ser normal. La presencia y el tamaño del conducto se confirman con ecocardiografía. El cateterismo cardíaco no es necesario para el diagnóstico de la PCA, pero puede ser usado para su cierre. (2,3)

La historia natural de la enfermedad marca claramente la disminución de la expectativa de vida en el paciente sin tratamiento, por lo efectos deletéreos en la función cardiopulmonar presentes en alrededor de la tercera y cuartas décadas de la vida. Todos los conductos arteriosos persistentes aislados encontrados en una exploración física, deben cerrarse, ya que existe el riesgo de endocarditis, calcificación o dilataciones aneurismáticas del conducto y, en los niños con conductos largos, insuficiencia cardíaca y enfermedad vascular pulmonar (2-4). La única contraindicación para su cierre es que forme parte de cardiopatías complejas conducto-dependientes (7). Antes de la era de los antibióticos y la ecocardiografía, Campbell investigó el curso natural de la persistencia del conducto arterioso, en estudios postmortem encontrando que de la segunda a cuarta décadas de la vida, el riesgo de endocarditis bacteriana es al menos de 0.45% por año (8,9). Sadiq y col reportaron recientemente una incidencia de 4.8 pacientes con endarteritis/1000 admisiones hospitalarias de niños menores de 16 años, encontrando a la PCA como lesión subyacente en todos los casos (10). Si se cierra el conducto antes de las complicaciones descritas, los resultados son excelentes (3,4). Existe controversia respecto a si cerrar un conducto arterioso silente, algunos centros apoyan su cierre por el riesgo de presentar endarteritis y otros argumentan que el uso extenso de antibióticos ha disminuido significativamente la incidencia de endocarditis por la PCA, por lo que no indican el cierre de un conducto silente (7,8).

El manejo de la Persistencia del Conducto Arterioso, comprende tres eventos importantes que se han modificado en las últimas décadas: su ligadura por toracotomía; la oclusión intraluminal y el cierre farmacológico. Sin embargo, existen complicaciones asociadas al cierre quirúrgico y al uso de dispositivos de metal. Los riesgos para el cierre quirúrgico, son: la ligadura inadvertida de la arteria pulmonar izquierda; lesión al nervio laríngeo recurrente y si el conducto arterioso es ligado, pero no dividido, puede ocurrir su recanalización. Para el cierre con coils, los riesgos son: la embolización del coil hacia la arteria pulmonar o a la aorta; la arteria femoral puede dañarse por el cateterismo y puede ocurrir la recanalización del conducto. (3,5)

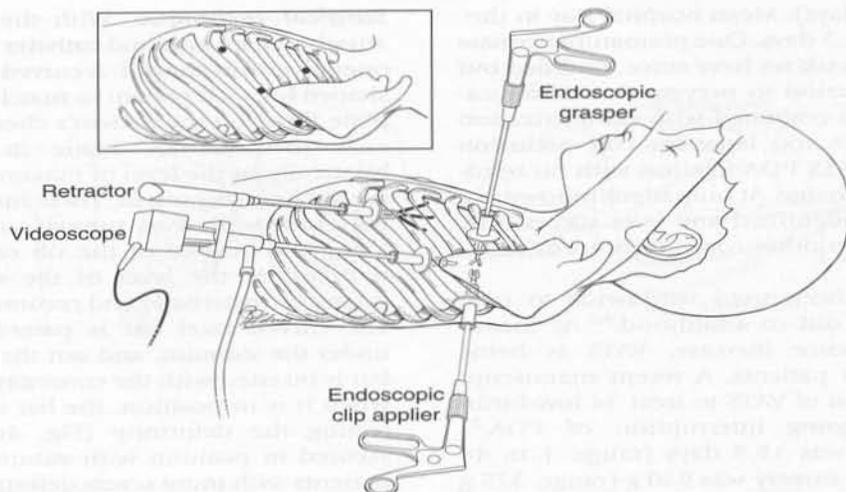
TORACOTOMÍA:

En 1937 Gross y Hubbard, en Boston, llevaron a cabo con éxito la ligadura del conducto de una niña de 7 años, por medio de una toracotomía izquierda; este manejo clásico es el llamado estándar de oro a la que debe compararse cualquier otro método de oclusión. Mavroudis et al informan una baja mortalidad (0-0.5%) y morbilidad (4.4%) con este procedimiento (4). En el HIMFG el primer cierre quirúrgico del conducto arterioso fue realizado el 16 de Diciembre de 1958, según consta en los Archivos del servicio de Cirugía Cardiovascular, siendo la principal técnica empleada hasta 1997 cuando se inicia la Toracoscopía video-asistida (TVA). En nuestro Hospital se reportan 1478 casos operados

hasta diciembre de 2000, reportando sólo 8 pacientes (0.54%) que fallecieron tempranamente y 6 más (0.40%) tuvieron una muerte tardía, para una mortalidad hospitalaria de 0.94%. Sin embargo, a pesar de la baja mortalidad de este procedimiento, la toracotomía posterolateral es una cirugía mayor que requiere de anestesia general, drenaje pleural, cuidados intensivos y sedación postoperatoria, tres a cuatro días de hospitalización y de tres a cuatro semanas para que el niño retorne a una actividad física normal. En una revisión de casos del Hospital Infantil del Estado de Sonora, de Octubre de 1989 a Diciembre de 1997, 17 pacientes fuera del período neonatal fueron sometidos a toracotomía posterolateral izquierda, encontrándose las siguientes complicaciones: hemotórax, enfisema subcutáneo, bronconeumonía, infección de la herida quirúrgica e insuficiencia renal aguda (11). En la experiencia del HIMFG (Bolio-Cerdán A. Comunicación personal) se han observado ocasionalmente algunos de los siguientes eventos adversos: neumotórax, atelectasia e infección pulmonar, quilotórax, sangrado, parálisis de nervio recurrente o frénico e infección de la herida quirúrgica. Las secuelas de la cirugía a largo plazo son raras pero existen: deformidad torácica, escoliosis, paquipleuritis y cicatriz queloides (5).

- **Toracoscopia video-asistida (TVA):**

Otro tipo de cierre quirúrgico del conducto arterioso en el niño, es el realizado por toracoscopia video-asistida y el primero fue realizado en 1993, por Laborde y col encontrando que esta técnica tiene las mismas ventajas encontradas cuando se cierra el conducto por toracotomía, pero sin realizarse esta incisión. En la experiencia reportada por Laborde, se encontró que de los 230 pacientes a quienes se realizó este procedimiento, 2.1% tuvo un cortocircuito residual; el 2.6% una disfunción del nervio laríngeo recurrente; se encontró una estancia postoperatoria en niños menores de 6 meses de 72+-24hrs y en mayores de 6 meses de 48+-24hrs; el tiempo quirúrgico fue de 20+-15 minutos y no hubo muertes, por lo que concluyeron que esta técnica es rápida, segura, con poca morbilidad y puede ser fácilmente aprendida (12). Sin embargo esta técnica no puede ser utilizada si el conducto es de más de 9mm de diámetro o si está calcificado, aneurismático o recién infectado y existe el riesgo de lesiones a la aorta, con hemorragias que obliguen a realizar una toracotomía de urgencia. Por otro lado, la disponibilidad y el costo del instrumental de la TVA puede ser una limitante importante para ser aplicada en nuestro medio, aunque existen estudios donde se demuestra que esta técnica reduce el costo hospitalario debido a la estancia intrahospitalaria corta. (5,12,13).



TORACOSCOPIA VIDEO-ASISTIDA

En la experiencia del HIMFG, el primer intento de cierre de conducto arterioso por toracoscopia video-asistida se realizó en febrero de 1997 siendo fallida por presentar sangrado al momento de la disección, por lo que en ese entonces no se consideró una buena elección por la dificultad técnica y el mayor tiempo quirúrgico empleado; es hasta el año 2000 que con personal médico capacitado y mayor infraestructura se retoma esta técnica. En una revisión de casos desde 1997 al 2003, se reportan 28 pacientes a quienes se cerró el conducto por TVA, con un promedio de edad de 7.8 años; 8 casos fueron fallidos y convertidos a toracotomía (el 50% de estos pacientes tenían un diámetro del conducto de 10mm o más); la estancia hospitalaria global fue de 7.1 días para los de toracotomía y de 4.6 días para quienes se sometieron a TVA; entre las complicaciones del grupo de la TVA reportan: un quilotórax y un neumotórax residual (14).

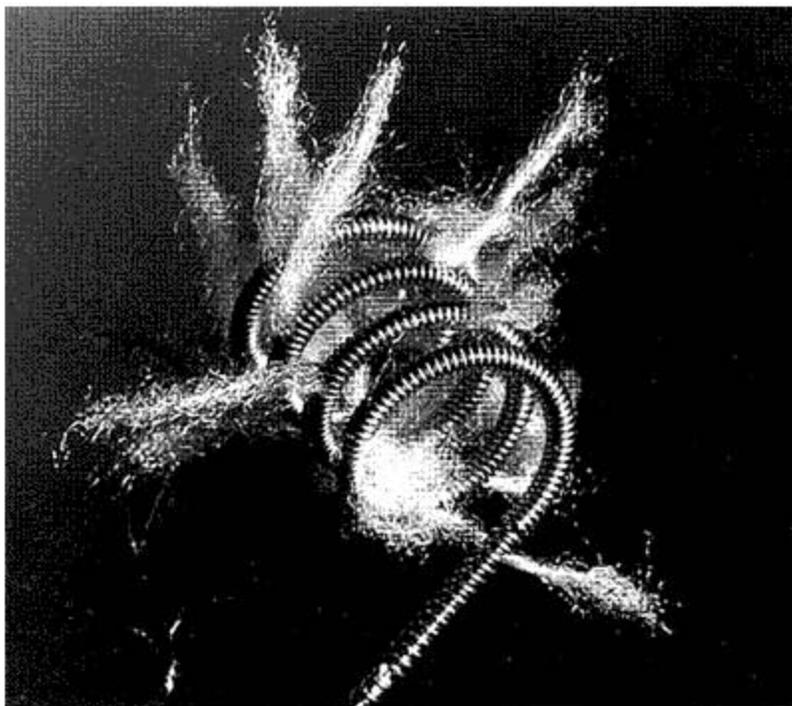
OCCLUSIÓN INTRALUMINAL:

En 1967, en Alemania, Portsmann ocluyó en un paciente de 17 años, un conducto arterioso con un tapón de Ivalón montado y colocado en el conducto por medio de catéteres 21Fr (French) introducidos por la arteria y vena femorales, iniciándose la técnica del cierre percutáneo del conducto transcatereterismo, sin embargo, esta técnica requiere de un sistema de catéteres arteriales gruesos que impide su aplicación en la mayoría de los pacientes pediátricos (5,13,15).

En 1977 Bill Rashkind presentó su propia técnica para el cierre transcatereterismo de la Comunicación interauricular, con un artefacto en forma de sombrilla al que poco tiempo después realizó modificaciones reportando el cierre transcatereterismo de un conducto permeable en un lactante, con un artefacto de doble disco o sombrilla. Hacia 1981 la doble sombrilla de Rashkind se había convertido en una herramienta práctica para el cierre de la PCA. El Reporte del Registro Europeo que estudió 642 pacientes desde 1986 a 1992, con edades entre 6 meses a 78 años, y a quienes se había implantado este ocluidor, menciona un índice de oclusión completa al año de la colocación, de 82.5%; 41 pacientes con flujo residual requirieron de un segundo ocluidor y como complicaciones reportan: embolización del artefacto (en 2.4%) y hemólisis mecánica (0.5%), con una mortalidad de 0.3% (2 pacientes con defectos asociados del tabique interventricular) (9,16). Sin embargo se

observaron las siguientes desventajas: 1. alta incidencia de cortocircuito residual (20-34%), con la subsecuente reintervención para colocar un segundo oclisor, 2. el procedimiento requiere de vainas arteriales muy grandes (8 a 11Fr) inapropiadas para lactantes y preescolares, 3. riesgo de embolización del artefacto y hemólisis mayor, 4. obstrucción parcial de la arteria pulmonar o de la aorta y 5. el costo de este oclisor, se aproxima y aún excede al del tratamiento quirúrgico (17-20). Diversos estudios han concluido que este oclisor es una alternativa para aquellos pacientes que pesen más de 6Kg y tengan un conducto de menos de 8mm (20).

Otra opción son las espirales de Gianturco, utilizadas para la embolización vascular por 20 años, sin embargo utilizadas para el cierre transcaterismo de la PCA desde 1992, observándose varias ventajas sobre la doble sombrilla de Rashkind: técnica de inserción muy simple, fácil de enseñar y aprender; las espirales pueden ser introducidas con catéteres 4Fr, por lo que pueden utilizarse en niños pequeños; pueden ser usadas para cerrar al menos el 90% de las PCA, siempre y cuando el diámetro del conducto sea menor a 5mm; incluso conductos largos pueden ser cerrados cuando dos o más espirales son implantadas simultáneamente (18,19,21). Zeevi, Hazaña y sus respectivos colegas han reportado la eficacia del uso de las espirales, con índices de oclusión de 87.5 y 100% respectivamente (22). En el HIMFG, Arévalo reporta oclusión completa en el 96.2% de 27 pacientes a quienes se implantó el oclisor, un paciente tuvo embolización a la arteria lobar inferior derecha; todos los pacientes fueron egresados del hospital el mismo día del procedimiento, con una estancia hospitalaria promedio de 9 horas (17). Una de las desventajas de las espirales era su alto índice de embolización, sin embargo se diseñaron espirales desmontables, que hacen más segura la aplicación de la espiral en el conducto, disminuyendo el riesgo de que esta embolice (19,21).

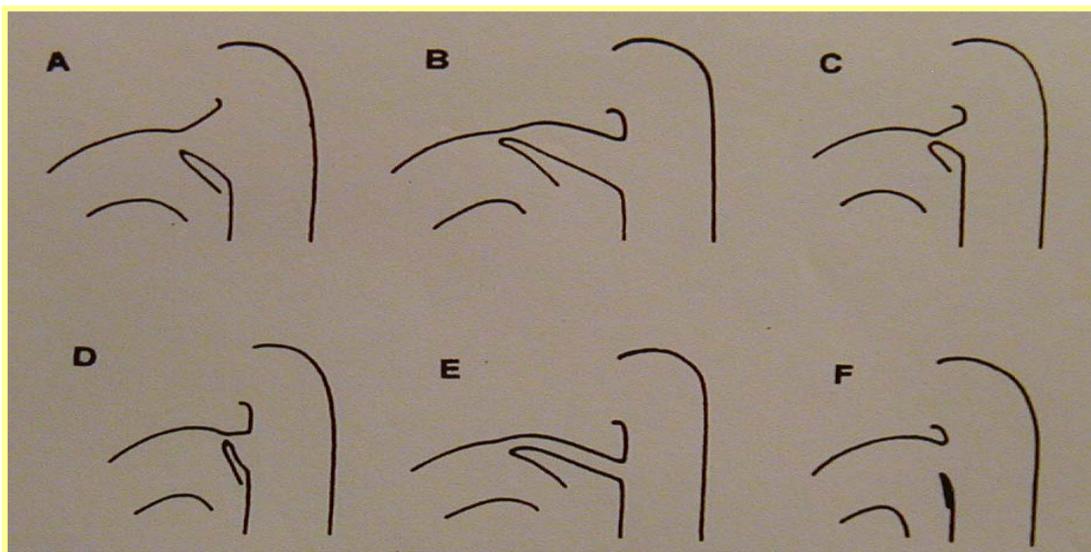


ESPIRAL (COIL) DE GIANTURCO

Sideris y sus colegas desarrollaron un ocluidor de doble botón ajustable, el cual puede ser aplicado con catéteres de 7Fr, observando en diversos estudios las siguientes ventajas: conductos de diferentes longitudes y formas (cónicos, tubulares, ventana aortopulmonar) pueden ser cerrados satisfactoriamente con este artefacto; es ajustable; oclusión completa a los 48 meses, sin evidencia de tromboembolismo, endocarditis o hemólisis (7,23). Sin embargo se reporta en otro estudio con este ocluidor la presencia de cortocircuitos residuales y perforación aórtica subclínica, probablemente debidos a la brecha entre los dos botones (18).

En 1998 Masura et al reportaron su experiencia inicial con el ocluidor Amplatzer usado en pacientes con conductos de 6mm de diámetro. Este tipo de ocluidor es una de las alternativas para los conductos largos, al igual que la aplicación de múltiples espirales, ya que se observan un elevado índice de procedimientos fallidos y cortocircuitos residuales en estos conductos (24). Se ha reportado un índice de oclusión completa al año de seguimiento, de 99% con este artefacto, sin embargo comparando este ocluidor con otros artefactos se ha observado que los segundos son igual de efectivos y mucho más económicos (18,24,25).

Antes de decidir qué dispositivo puede usarse para cerrar el conducto, es necesario conocer la morfología de éste. Se han publicado dos clasificaciones de dicha morfología: de Krichenko y de Mullins. La primera distingue cinco patrones en la angiografía, los dos primeros subdivididos en otros tres de acuerdo a la relación que guarda el conducto con la tráquea; así Krichenko observó que el tipo más frecuentemente encontrado es el A (64.5% de sus pacientes), en forma de cono, con un extremo aórtico ancho y el pulmonar estrecho, le sigue el tipo B, también en forma de cono pero más corto. Por la morfología de estos dos grupos, la oclusión completa puede alcanzarse particularmente si el diámetro más corto es <de 3mm (26). La clasificación de Mullins propone seis tipos de conducto y es más simple, descriptiva y abarca todos los tipos observados por Krichenko, por lo que es más fácil de aplicar (17,19).

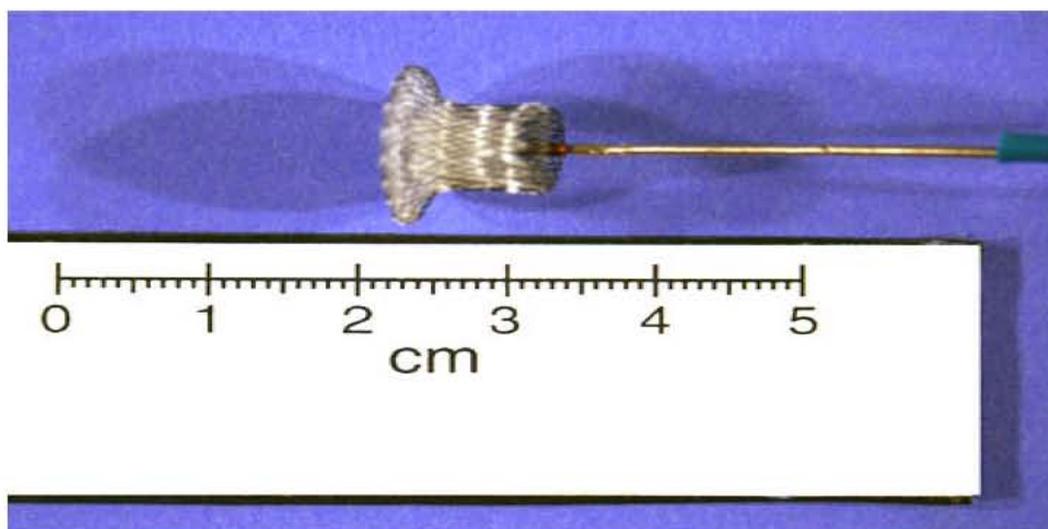


CLASIFICACIÓN ANATÓMICA DEL CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE (MULLINS)

El tratamiento quirúrgico de la PCA continúa siendo el estándar de oro, por lo que técnicas menos invasivas deben ser comparadas en términos de costo y eficacia con esta. Se considera que el mejor dispositivo es aquel que utiliza catéteres de bajo calibre, que tiene la posibilidad de recolocación, un sistema de liberación del dispositivo eficaz y que es de fácil manejo, que tenga el menor porcentaje de cortocircuitos residuales y, en nuestro medio, es importante considerar el costo (26).

Se han publicado diversos estudios comparativos de costo efectividad entre el tratamiento quirúrgico y el cierre transcatereterismo, con resultados diversos, dependiendo del centro hospitalario, técnica quirúrgica y dispositivo utilizado. Gray y colaboradores concluyen que la ligadura quirúrgica es menos costosa y más efectiva cuando se compara con el cierre con dispositivo tipo Rashkind, en donde el costo de este dispositivo es comparable con el costo del Amplatz (27). Otros estudios más recientes que comparan los resortes con el tratamiento quirúrgico confirman la eficacia y menor costo de los primeros, y la estancia hospitalaria mayor de los procedimientos quirúrgicos (25,28,29). En nuestro medio el costo del dispositivo utilizado no siempre es una erogación que realicen las Instituciones, la donación por parte de fundaciones o agrupaciones de beneficencia es uno de los mecanismos que existen para que los pacientes de bajos recursos puedan acceder a este tipo de tratamiento (25).

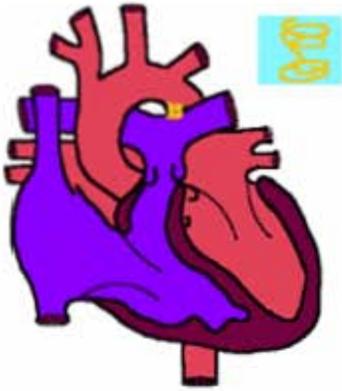
La oclusión con espirales es efectiva para los conductos pequeños y es actualmente el procedimiento de elección ya que permite un cierre exitoso en la mayoría de los pacientes sin la necesidad de una larga hospitalización ni presencia de cicatriz. Sólo la experiencia y evaluaciones prospectivas de la oclusión con espirales pueden determinar si esta técnica menos invasiva puede convertirse en el estándar del cierre de la PCA (26,29,30). Sin embargo, por los resultados que se han observado, el Amplatz, aplicado a conductos tubulares de cualquier calibre, a los mayores de 3-4mm, puede llegar a reemplazar a la cirugía (5).



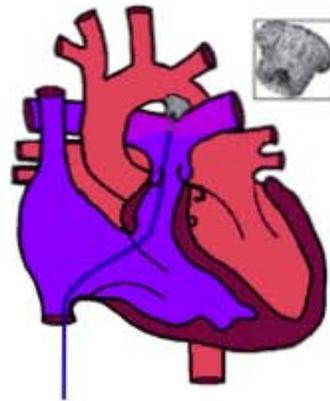
DISPOSITIVO AMPLATZER PARA CIERRE DE PCA

Procedimiento del Cateterismo Percutáneo para oclusión de PCA (Hemodinámica, HIM):

El método que se utiliza consiste en efectuar una punción percutánea venosa y arterial por vía femoral. Se efectúa entonces cateterismo cardíaco completo incluyendo toma de presiones y oximetría en todas las cavidades; se efectúa entonces angiografía en la zona del conducto arterioso en posición perfil izquierdo. Mediante la imagen digitalizada se determina la forma del conducto de acuerdo a la clasificación de Mullins y el diámetro del defecto a nivel de su extremo pulmonar. Dependiendo de este diámetro se coloca el dispositivo adecuado (coil o amplatzer). El coil puede colocarse en forma retrógrada, pasando un catéter de agujero terminal desde la aorta a través del conducto a la arteria pulmonar o en forma anterógrada desde la arteria pulmonar a la aorta. Empujando con una guía el coil a través del catéter, se lo extruye de manera que queden 2 vueltas en el extremo aórtico y uno en el pulmonar. Se efectúa entonces nueva angiografía en el mismo sitio y en igual posición para observar si está ocluido totalmente y en caso de que exista cortocircuito residual se puede colocar un segundo coil. Se realiza angiografía final y se da por finalizado el procedimiento.



Cierre de PCA con espirales (coil).



Cierre de PCA con Amplatzer.

JUSTIFICACIÓN

La Persistencia del Conducto Arterioso (PCA) es la alteración cardiovascular pediátrica que con mayor frecuencia requiere de intervención quirúrgica en nuestro medio (2,3,17,31). La presencia de esta cardiopatía es una indicación para su cierre, principalmente para prevenir complicaciones como Enfermedad Vascular Pulmonar y Endocarditis infecciosa (3,8,31). El cierre puede llevarse a cabo en cualquier momento, especialmente si se acompaña de insuficiencia cardiaca o compromiso pulmonar. Desde la descripción de la ligadura quirúrgica exitosa, la toracotomía ha sido extensamente usada y se considera el método de elección. El procedimiento requiere de anestesia general y de ligadura únicamente o ligadura y división del conducto. Este procedimiento tiene una morbimortalidad muy baja asociada a la anestesia; intubación endotraqueal; hemorragia; infección de la herida quirúrgica; cicatriz; entre otras. Por esta razón, se han desarrollado técnicas de oclusión transcaterismo con artefactos como: el tapón de Ivalón; sombrilla con espuma de poliuretano; el ocluidor de Rashkind; el Botallo-ocluidor; las espirales de Gianturco (desmontables y libres); el artefacto de Gianturco-Grifka; tapón con espuma de polivinil y el Amplatzer. Antes de colocar un ocluidor es necesario conocer la morfología del conducto, lo que se realiza por medio de ecocardiografía ya que los conductos pequeños tienen más probabilidades de ocluirse sin cortocircuitos residuales, en contraste los conductos más grandes requieren de la cirugía clásica por toracotomía. Actualmente las espirales de Gianturco son el método preferido para la oclusión de conductos pequeños mientras que los conductos de tamaño pequeño a mediano requieren de varias espirales o un diámetro mayor de estas. Para los conductos de tamaño mediano a largo, la toracotomía, la toracoscopía video-asistida o el cierre transcaterismo, son las opciones disponibles. (3,5,31). Por el contrario el manejo de la PCA en el prematuro y neonato se realiza tanto por toracotomía o con la aplicación de grapas por medio de toracoscopía, como con el empleo de fármacos como indometacina e ibuprofeno que inducen el cierre del conducto en un elevado porcentaje de casos (5,17).

Dada la alta prevalencia de esta cardiopatía en pacientes fuera del período neonatal en el Hospital Infantil de México Federico Gómez es necesario conocer cuáles son los procedimientos para el cierre del conducto arterioso, cuál de estos es el que tiene más ventajas, que indicaciones existen para cada uno de los procedimientos y cuál es el que puede utilizarse en nuestro medio. Debido a que en nuestro Hospital, como Instituto de vanguardia, se ha realizado el cierre transcaterismo de la PCA desde 1998, es necesario conocer los resultados obtenidos con esta técnica ya que se trata de una de las muestras pediátricas más grandes del país.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es necesario como Pediatras conocer que técnicas existen para el cierre de la Persistencia del Conducto Arterioso, dado que es la cardiopatía que se encuentra con más frecuencia en la población Pediátrica de las ciudades con gran altura sobre el nivel del mar, además de que con la detección y manejo oportuno pueden evitarse complicaciones serias posteriormente. Por otra parte, debido a que cada vez más pacientes son clasificados para el cierre de este defecto vía transcaterismo y en este Hospital contamos con el servicio de Hemodinamia que practica este procedimiento desde 1998, es necesario conocer la evolución de estos pacientes a quienes se han aplicado las espirales de Gianturco (dispositivo utilizado en este servicio, por las ventajas descritas en la literatura), en el período comprendido entre agosto de 1998 y agosto de 2005.

TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio retrospectivo, descriptivo y longitudinal.

OBJETIVOS

General:

- Conocer los métodos disponibles para el cierre de la Persistencia del Conducto Arterioso y describir los resultados de los pacientes a quienes se hayan aplicado las espirales de Gianturco vía transcaterismo para el cierre de este defecto.

Específicos:

- Mencionar las indicaciones para el cierre de la PCA por Toracotomía posterolateral izquierda.
- Mencionar las indicaciones para el cierre de la PCA por Toracoscopia Video-Asistida.
- Mencionar las indicaciones para el cierre de la PCA por cateterismo percutáneo.
- Describir las principales características de los pacientes sometidos a cierre transcaterismo de la PCA, con espirales de Gianturco.
- Conocer el porcentaje de oclusión completa de la PCA con el procedimiento de cateterismo.
- Mencionar las complicaciones del cierre transcaterismo con espirales de Gianturco.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizará un estudio retrospectivo de los expedientes de pacientes a quienes se haya practicado el cierre de la PCA vía transcaterismo, con espirales de Gianturco, en el período comprendido entre agosto de 1998 y agosto de 2005. Así mismo se revisará la literatura del HIMFG sobre las otras técnicas para el cierre para describir indicaciones, ventajas y desventajas.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con diagnóstico de PCA como lesión única o dominante, que fueron sometidos a cierre transcaterismo con espirales de Gianturco.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con datos incompletos.
- Pacientes con variedades de PCA que no puedan ser ocluidos transcaterismo.

Método:

Se seleccionaron pacientes del servicio de Hemodinamia de este Hospital, que tuvieran el diagnóstico de PCA como lesión única o dominante y a quienes se realizó cierre transcaterismo vía percutánea y que tuvieran datos completos en el expediente.

RESULTADOS

De agosto de 1998 a agosto de 2005, se estudiaron mediante ecocardiograma 1036 pacientes mayores de 1 año con diagnóstico de PCA como lesión única o dominante. De ellos, 77 pacientes (7.4%) fueron seleccionados por las características anatómicas del conducto, para su cierre transcatereterismo. Actualmente se han realizado 62 procedimientos y el resto (15 pacientes) se encuentra en lista de espera. En este grupo de estudio se incluyen 61 pacientes, ya que una paciente fue excluida por presentar una variante de la persistencia del conducto arterioso (conducto subclavio pulmonar izquierdo).

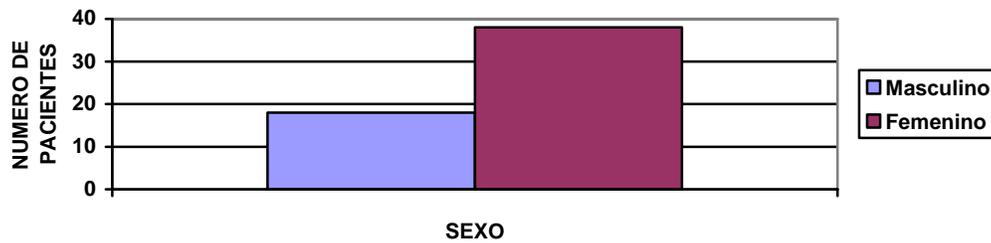
TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES

No. Caso	Sexo	Edad (meses)	Peso(kg)	Talla (cm)	Tipo PCA:	Diám. Pulmonar (mm)	Diám. Aórtico (mm)
1	F	36	15.5	100	B	2	5
2	F	72	23	118	D	2	4
3	F	72	21.5	113	B	2.4	6
4	F	24	10.8	87	E	3.8	4
5	M	48	20	110	D	2.5	5.1
6	M	60	20	115	B	2	4
7	M	144	60	146	B	3	8
8	F	33	11.5	95	B	2.3	9
9	F	60	20.5	104	B	1.7	5.8
10	F	33	13	90	D	1.1	3.9
11	M	85	32.5	114	B	2.9	5
12	M	44	11.7	91	B	1.9	5.7
13	F	120	34.5	139	D	2.1	7.5
14	F	29	10.3	80	B	1.3	3.9
15	F	97	30	132	B	2.1	3.3
16	M	72	21.9	115	B	1.8	4.8
17	F	47	18.5	103	B	2.3	10
18	F	96	20.4	119	B	1.8	6.5
19	M	24	9.5	76	B	1.7	7.3
20	M	120	21.7	131	B	2.7	6
21	F	48	14	98	C	1.1	5
22	F	96	29.7	128	B	2.6	7
23	F	41	14	93	D	2.2	8
24	F	45	13.5	95	B	1.5	5.4
25	M	72	18.4	112	B	1.4	5.2
26	F	96	22.7	120	B	2.4	9
27	M	24	14	92	D	1.9	6.5
28	F	95	23.3	120	B	1.7	3.4
29	F	108	28	132	D	1.8	7.8
30	M	60	18	106	B	1.5	4.5
31	F	40	13	82	D	2.5	7.5
32	F	36	16.5	104	C	1.9	4.8
33	M	28	7.5	80	C	1.8	5.2
34	F	120	29	135	C	1.8	6
35	F	72	20	118	D	2.5	6.5
36	M	57	15	101	B	2.8	7.9
37	M	24	11	83	D	1.1	2.4

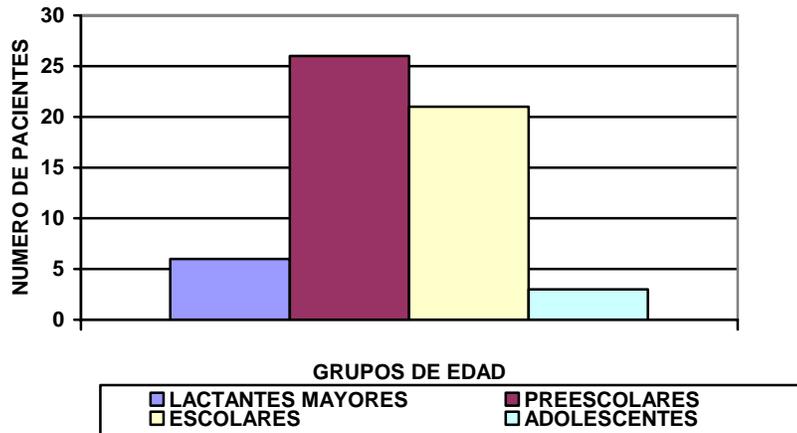
38	F	84	19	113	D	1.2	8.4
39	F	84	21	115	B	2.5	5.9
40	F	48	13	101	B	1.3	6
41	F	95	22.5	118	B	1.6	8
42	F	60	20	108	B	2.2	7.3
43	M	48	15	103	B	2.4	6.4
44	F	55	16.5	98	B	1.4	3
45	F	45	12.5	92	B	2.1	6.1
46	M	38	16	101	B	1.4	5.7
47	F	122	27	128	B	1.8	6.6
48	F	168	46	152	C	1.6	7.8
49	F	92	23	116	B	2.3	7.4
50	F	108	26	125	D	1.4	3.3
51	M	24	13.5	96	B	2.4	7.4
52	M	132	27	136	C	1.3	4.8
53	F	28	10.2	83	B	2	6
54	F	25	13	89	D	1.9	8.1
55	F	64	19	115	D	2.3	14.6
56	M	83	23	122	A	1.8	11
57	M	48	12	95	C	2.3	10
58	F	120	33	140	A	2.2	5.2
59	M	48	19	110	B	1	10
60	M	48	16	83	A	1.7	14
61	M	84	25	113	B	2	5

De los pacientes estudiados, 67% fueron mujeres y 32% hombres; las edades oscilaron entre 2 y 14 años (media 5.3 años) prevaleciendo el grupo de edad preescolar, con edades entre 2 y 5 años.

DISTRIBUCION DE PACIENTES SEGUN SEXO



DISTRIBUCION DE PACIENTES POR GRUPOS DE EDAD



Respecto al estado nutricional se observó que el 24.5% de los pacientes se encuentra con algún grado de desnutrición (según tablas de Ramos Galván) al momento de realizarse el procedimiento. Diez pacientes (16% del total) se encontraron con peso para la edad por debajo del percentil 3; se observó un mayor grado de desnutrición en el grupo de edad preescolar. Sólo hubo un paciente, masculino de 7 años de edad, con sobrepeso de 35%.

ESTADO NUTRICIONAL

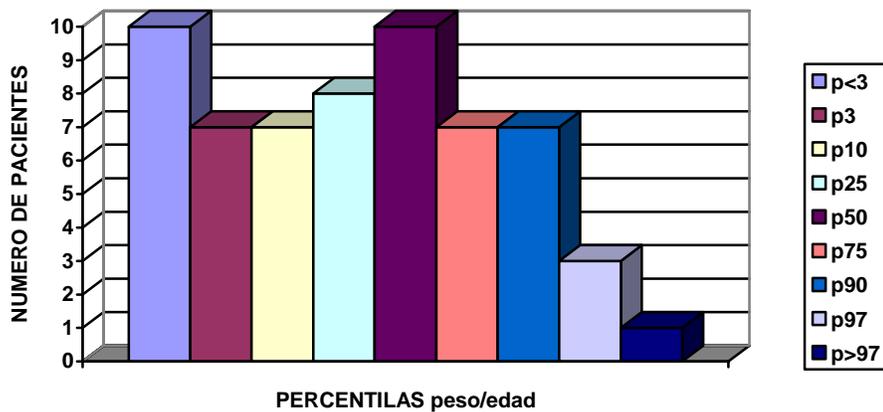
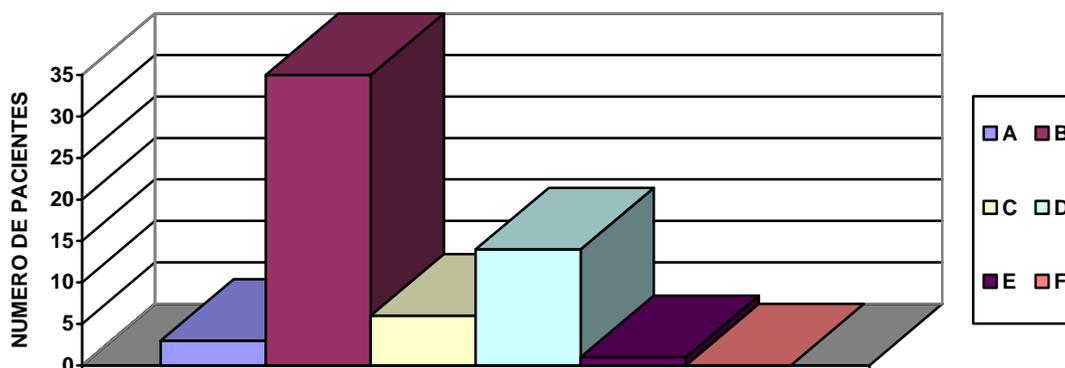


TABLA 2: GRADOS DE DESNUTRICIÓN SEGÚN GRUPO DE EDAD

GRADO DESNUTRICION (P/E)	LACTANTES MAYORES	PREESCOLARES	ESCOLARES	ADOLESCENTES
SIN DESNUTRICION	5	20	19	2
LEVE	1	5	5	1
MODERADA	0	2	0	0
SEVERA	0	1	0	0

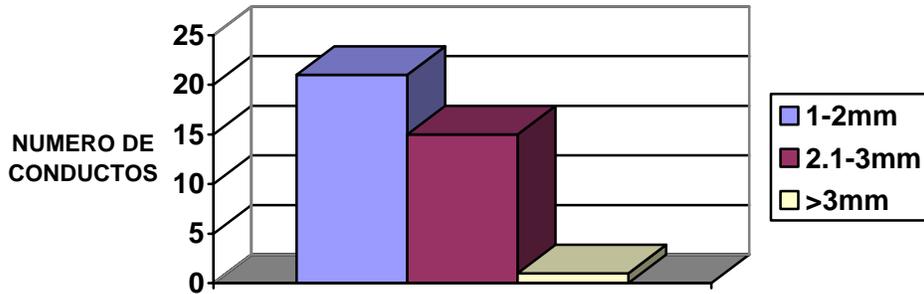
Respecto a la morfología del conducto se encontró que la más común en este grupo de estudio fue el tipo B (58%) de la clasificación de Mullins, el cual se describe como un conducto largo, grande y cónico, con una boca aórtica amplia y una boca pulmonar estrecha. El segundo tipo de conducto más frecuentemente encontrado es el D: conducto cónico, pequeño y asimétrico. Ocho casos correspondieron al tipo C y tres al A. Se observó sólo un conducto tipo E, en el que no pudo colocarse el ocluser, por sus características desfavorables, cerrándose posteriormente por toracotomía.

TIPO DE CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE (MULLINS)



Dependiendo de la forma que tenga el conducto arterioso, el diámetro de la boca pulmonar varía, y este es el más importante porque es la parte más estrecha de los diferentes tipos de conductos, ya que sobre esta boca se colocan los dispositivos para la oclusión. Excluyendo al paciente con conducto tipo E, el diámetro de la boca pulmonar varió entre 1.1 y 3mm (media 1.93+-0.48mm) y la boca aórtica varió de 2.4 a 14.6mm (media 6.58+-2.35mm).

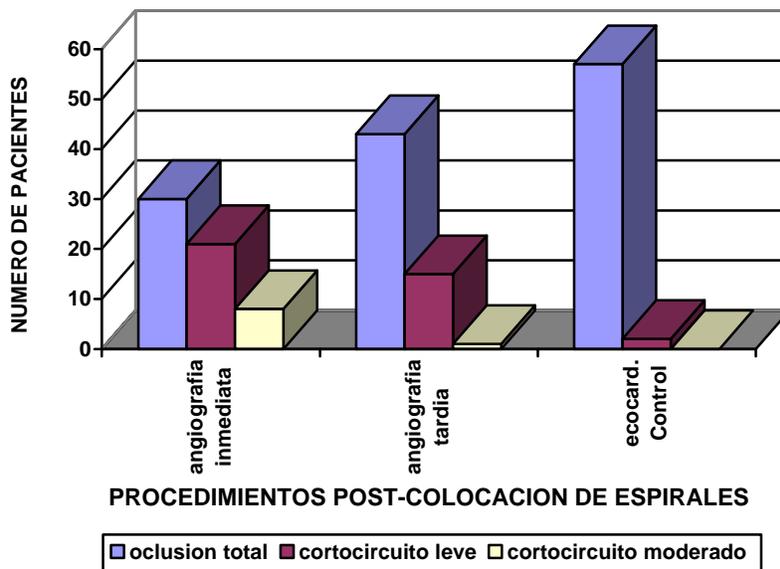
DIAMETRO DE BOCA PULMONAR



En los 59 pacientes en los que se logró la colocación del oclisor, se realizó una angiografía inmediata, otra a los 20 minutos del procedimiento y un ecocardiograma de control durante las primeras 24 horas del procedimiento para corroborar la oclusión total del conducto. En el caso de observar cortocircuitos residuales en el ecocardiograma, se realizaron controles subsiguientes hasta observar ausencia de cortocircuitos.

Se observó que la oclusión total a los 20 minutos fue en el 72.8% de los pacientes, en el 27% restante se observó la oclusión total en el ecocardiograma a las 4 horas de finalizado el procedimiento (en 11 pacientes) y a los 8 días (en 3 pacientes). En el 3.3% (2 pacientes) se observa persistencia de cortocircuito residual mínimo.

RESULTADOS INMEDIATOS Y TARDIOS



Respecto a anomalías cardíacas asociadas, estas se encontraron en 6 pacientes, y son: estenosis valvular pulmonar, estenosis aórtica y coartación aórtica; reportándose plastias exitosas de estas lesiones, además del cierre del conducto, en el mismo tiempo quirúrgico. Entre los síndromes genéticos encontrados figuran cuatro pacientes, tres con Trisomía 21 y uno con Sx de Noonan.

En uno de los pacientes con conducto tipo B ocurrió la embolización del ocluser una vez que se encontraba aparentemente fijo y que emigró rápidamente para ubicarse en una arteria lobar inferior derecha, lo que imposibilitó cualquier maniobra para extraerlo, sin embargo se ha continuado con revisiones periódicas sin encontrarse evidencia de obstrucción vascular importante clínica ni radiográfica. En el resto de los pacientes no se reportan complicaciones.

El tiempo empleado para el procedimiento completo varió de 35-45 minutos. Todos los pacientes fueron egresados del Hospital el mismo día de la oclusión de la PCA, con una estancia hospitalaria promedio de 9 hrs.

DISCUSIÓN

La PCA continúa observándose como una cardiopatía congénita frecuente, ya sea aislada o asociada a otras cardiopatías; es frecuente encontrarla en los pacientes del Hospital Infantil de México, ya que la mayoría de estos provienen del Estado de México, del Distrito Federal, o de poblaciones cercanas que se encuentran a gran altura sobre el nivel del mar; se sabe que en este tipo de lugares, la PCA puede ser hasta 30 veces más frecuente (25,32).

Como se reporta en otras revisiones, esta cardiopatía se presentó más frecuentemente en el sexo femenino, con una relación 2:1; los grupos de edad que predominaron en esta revisión fueron los preescolares y escolares, coincidiendo con otros estudios donde también se aplican ocluidores vía transcaterismo, ya que se requiere de la introducción de catéteres 4 o 5 French, aptos para niños pequeños.

Entre los datos encontrados en la historia clínica y exploración física, se observa que la mayoría de los pacientes con una cardiopatía congénita se encuentran por debajo del percentil 50 de peso para la edad, y algunos se encuentran con Desnutrición crónica, esto como consecuencia de la falta de ganancia ponderal secundaria a los efectos fisiológicos de la PCA. En esta revisión se observó que el 24.5% de los pacientes presentaba algún grado de Desnutrición: la mayoría de ellos con un déficit del 10 al 25%. Otra de las complicaciones descritas, si no se ocluye este conducto, son la endocarditis infecciosa, enfermedad vascular pulmonar e insuficiencia cardíaca congestiva, como lo demuestran los trabajos de Campbell, quien observó que el 40% de los pacientes con PCA mueren antes de los 45 años de edad, siendo las principales causas las infecciones y la insuficiencia cardíaca; esta última se observa aún en cortocircuitos pequeños y aumenta en frecuencia a partir de los 30 años (9).

Las formas del conducto arterioso pueden ser variadas y han sido clasificadas por Krichenko y Mullins; en ambas clasificaciones se requieren las medidas del extremo más angosto, pues es este donde se coloca el ocluidor; un estudio reportado por Krichenko menciona el conducto tipo A como el más frecuente (64.5%), este es de una forma cónica antes de su inserción dentro de la arteria pulmonar; los diámetros del extremo angosto en promedio fueron de 3.1±0.7mm (26); en el HIMFG se utiliza la clasificación de Mullins por ser sencilla, descriptiva y fácil de aplicar; en nuestro estudio se reporta la morfología B de Mullins, como la más frecuente, con diámetros de la boca pulmonar en promedio de 1.1 a 3 mm.

Aunque la toracotomía posterolateral izquierda continúa siendo el estándar de oro para la oclusión de la PCA, ya que como se demuestra en los archivos de cirugía Cardiovascular de este Hospital, donde se reportan 1567 casos operados de 1958 a 2004, con sólo 1.5% de mortalidad; se han evaluado otras técnicas menos invasivas y traumáticas, y comparado en términos de eficacia, eficiencia, accesibilidad y costo. El desarrollo de dispositivos para el cierre percutáneo del conducto arterioso ha tenido como objetivo lograr un mayor éxito de oclusión, con un índice bajo de complicaciones, disminuir costos y tener resultados similares a la cirugía con un menor riesgo para el paciente. Los resultados iniciales con el ocluidor de Rashkind no lograron los objetivos descritos, reportándose cortocircuitos residuales que varían entre 15 a 30%, por lo que se continuó con la búsqueda de otros dispositivos. Con las espirales de Gianturco se han reportado cortocircuitos residuales de 10

a 15% (33). Los ocluidores que continúan actualmente en estudio son las espirales de Gianturco y el Amplatzer.

La determinación ecocardiográfica con doppler color, del diámetro transversal más pequeño de la PCA es usada para la identificación de pacientes que serán candidatos para la oclusión transcatereterismo con coils (34); en nuestro Hospital se selecciona cuidadosamente, mediante ecocardiografía, a los pacientes que tienen la morfología y el tamaño del conducto adecuados para su oclusión intraluminal permanente y con bajo riesgo de complicaciones; se prefiere que el diámetro de la boca pulmonar no exceda de 3mm para lograr una oclusión exitosa. Los conductos tipo E (tubulares largos) y F (ventana aortopulmonar) no son candidatos idóneos para este manejo por no contar con un extremo angosto donde se coloque el ocluidor (19,26). Se decide cerrar el conducto por medio de Toracotomía en prematuros, neonatos, PCA grandes, conductos tipo ventana y pacientes con resistencias vasculares pulmonares elevadas. En otros centros las indicaciones para la aplicación del ocluidor de Gianturco son: la presencia de un PCA menor de 2mm de diámetro y conductos tubulares; en conductos largos y en aquellos en los que se sospecha que van a utilizarse más de un coil, se usa el dispositivo Amplatzer (18).

En un estudio realizado en 1999 se reporta el cierre transcatereterismo utilizando las espirales de Gianturco en 57 pacientes (promedio de edades de 5.4 +- 4.3 años), observando oclusión inmediata en el 59.6% de los pacientes (34 de 57) y en el 15.8% se observaron cortocircuitos residuales por medio de ecocardiografía en la última visita que varió de un mes a tres años posteriores al procedimiento (mediana de 12 meses), sin embargo reportan sólo el 1.8% (1/57) de cortocircuito residual posterior a los procedimientos de reclusión (35).

El presente estudio reporta la experiencia de nuestro Hospital en la oclusión transcatereterismo de la PCA, observando una oclusión completa de 72.8% en la angiografía inmediata (20min). Esto es comparable con el 68.2% reportado por Lloyd et al y el 62.1% por Moore et al, pero menor que el 90.2% reportado por Hijazi y Geggel (36).

El dispositivo ideal para el cierre transcatereterismo del conducto arterioso debe ofrecer el 100% de índices de oclusión con una baja incidencia de complicaciones; debe ser fácil de implantar; adecuado para usarse en niños pequeños y costo-efectivo. Las espirales de Gianturco son más económicas, fácilmente disponibles y el procedimiento de implantación es simple y rápido; también tienen muchas ventajas respecto a estética y repercusiones psicológicas en los niños y sus familiares, por estas razones, en nuestra Institución, siempre y cuando se tengan las indicaciones precisas, el cierre transcatereterismo de la persistencia del conducto arterioso es el método de elección. Varios estudios concluyen que las espirales de Gianturco son alternativas de dispositivos comparables en términos de seguridad y eficacia con otros para el cierre de conductos de tamaño pequeño a moderado; también se reporta que la embolización continúa siendo un problema pero en conductos de diámetros moderados a largos.

Dado que la Toracotomía posterolateral izquierda se considera una técnica segura y reproducible en Hospitales de 2º nivel, cuando se encuentra un conducto arterioso que no es candidato para cierre transcatereterismo (niños mayores, conductos de morfología inadecuada, diámetros mayores), los pacientes se derivan a dichos Hospitales. Un estudio realizado en el Hospital para el Niño del Instituto Materno Infantil del Estado de México,

reporta las características de 239 pacientes entre los 0 y 15 años de edad a quienes se practicó toracotomía para cierre de PCA, observando que el 50% de los casos tenían entre 1 y 5 años de edad; se reportó el 7.5% de complicaciones, ninguna de alto riesgo para el paciente y una mortalidad de 0%. En este estudio el diámetro del conducto que prevaleció fue entre 4 y 6mm (45%), la estancia intrahospitalaria fue en promedio de 4-5 días. (37).

Respecto a la Toracoscopia video-asistida, un estudio reciente concluye que es una técnica factible y recomendable para pacientes con conductos de hasta 10mm de diámetro, sin embargo el tamaño del clip disponible para el cierre es una limitante y por otra parte el procedimiento tiene una morbilidad alta, comparada con la única complicación que se observa en nuestro estudio (embolización del ocluser). Además se refiere un alto porcentaje de conversión a toracotomía con el mayor riesgo de mortalidad que esto implica.

Por último, se observa que otra de las ventajas de utilizar las espirales de Gianturco para el cierre percutáneo de la PCA, es su costo; según cifras otorgadas por el departamento de Trabajo Social de nuestra Institución, se compararon los costos de los 3 diferentes procedimientos que pueden utilizarse para el cierre de esta cardiopatía, concluyendo que la relación toracotomía : cierre percutáneo es 2:1, TVA : cierre percutáneo es 6.5:1 y respecto al uso de diferentes dispositivos para el cierre percutáneo de la PCA, la relación amplatzer : coil es de 7.2:1, ya que el costo del primero asciende a 3000 dólares.

CONCLUSIONES

- 1.- La Persistencia del Conducto Arterioso en niños mayores de un año de edad es una cardiopatía que puede solucionarse con diversas técnicas quirúrgicas dependiendo de las características específicas del conducto.
- 2.- Las indicaciones para ocluir el conducto por medio de toracotomía son: conductos anchos y cortos (tipo F de Mullins), conductos calcificados, aneurismáticos, complicados con endarteritis o asociados a Hipertensión pulmonar.
- 3.- Para conductos con diámetros de boca pulmonar mayores a 3mm, así como a los tubulares de cualquier calibre, se indica la Toracoscopía-Video asistida o la Toracotomía abierta, sin embargo la primera es una técnica que debe continuar perfeccionándose debido a la alta conversión de estos procedimientos a toracotomías abiertas con las complicaciones que esto conlleva.
- 4.- Los conductos con diámetro pulmonar menor a 3mm y que correspondan a los tipos A,B,C y D de Mullins, pueden ocluirse por cateterismo con espirales de Gianturco (coil) y en los mayores de 3mm puede utilizarse el dispositivo Amplatzer.
- 5.- El cierre percutáneo de la PCA con espirales de Gianturco es un método costo-efectivo, menos agresivo, con un índice muy bajo de complicaciones, que evita la incisión de la toracotomía, intubación orotraqueal, estancia en unidades de Terapia Intensiva y estancia intrahospitalaria prolongada.
- 6.- La baja incidencia de complicaciones y de cortocircuitos residuales hacen que las espirales de Gianturco sean ideales para el cierre de conductos arteriosos pequeños.

REFERENCIAS

- 1.- Steinberger J.MD, Moller J.MD, et al. Echocardiographic Diagnosis of Heart Disease in Apparently Healthy Adolescents. *Pediatrics*. April, 2000. 105(4): 815-8.
- 2.- Bennhagen R.G., Benson L.N. Silent and Audible Persistent Ductus Arteriosus: An Angiographic Study. *Pediatr Cardiol*, 2003. 24 (1): 27-30.
- 3.- Driscoll David J. Left to Right shunt lesions. *Pediatric Clinics of North America*. 1999; 46: 363-5.
- 4.- Vizcaíno Alarcón A. ¿Cuál es la mejor forma de ocluir el conducto arterioso?. Editorial. *Bol Med Hosp Infant Mex* Mayo 2001, 58: 297-302.
- 5.- Quíbrera –Matienzo JA, Hernandez-Mejía R, Beltrán-Nevarez O. Cierre transcatereterismo del conducto arterioso persistente: reporte de 7 casos en el Hospital General de Culiacán “Bernardo J. Gastelum”. *Bol Med Hosp Inf Mex* 2001; 58: 312-9.
- 6.- Laborde et al. vides assisted thoracoscopic surgical interruption: the technique of choice for patent ductus arteriosus. Routine experience in 230 pediatric cases. *The Journal of Thoracic and cardiovascular Surgery*. 110 (6): 1681-5.
- 7.- Transcatheter versus surgical closure of patent ductus arteriosus. *The New Engl Jour Med*, Apr 1994; 330(14): 1014-5.
- 8.- Espino Vela J. Persistencia del conducto arterial. Malformaciones cardiovasculares congénitas. Edición del Instituto Nacional de Cardiología. México, 1959. Página 61-91.
- 9.- Attie F. Persistencia del conducto arterioso. *Cardiopatías congénitas, morfología, cuadro clínico y diagnóstico*. Ed. Salvat. México, 1985. Página 151-173.
- 10.- Arévalo-Salas LA, Vizcaíno-Alarcón A, Hornedo-Andrade A, Erdmenger-Orellana J, Reyes-de la Cruz L, Espinosa-Islas G. Oclusión no quirúrgica del conducto arterioso por cateterismo percutáneo. *Bol Med Hosp. Inf Mex*. May 2001; 58: 303-311.
- 11.- Syamasundar Rao P. Diagnosis and management of acyanotic heart disease: part II- left to right shunt lesions. *Indian J Pediatr*. 2005 Jun;72(6):503-12.
- 12.- Jimenez-F. Joel, Gonzalez-R. Luis. Persistencia del Conducto Arterioso. *Bol Clin Hosp. Infant Edo Son*. 2001; 18:56-62.
- 13.- Tynan Michael. The Ductus Arteriosus and its closure. *The New Eng Jour Med*. 1993 Nov; 329 (21): 1570-2.
- 14.- Mullins, C.E. History of Pediatric Interventional Catheterization: Pediatric Therapeutic Cardiac Catheterizations. *Pediatr Cardiol* 1998, 19(1):3-7.
- 15.- Report of The European Registry. Transcatheter occlusion of persistent arterial duct. *The Lancet* 1992, 340: 1062-6.
- 16.- C O`Donnell, JM Neutze, JR Skinner, NJ Wilson. Transcatheter patent ductus arteriosus occlusion: Evolution of techniques and results from the 1990s. *J Paediatr. Child Health*. 2001; 37:451-5.
- 17.- Pauperio HM, Redington AN, Rigby ML. Closing the patent arterial duct- plugs, umbrellas and coils. Editorial. *Cardiol Young*. 1996; 6:252-4.
- 18.- Krichenko A. MD, Benson L. MD, Burrows P. MD, et al. Angiographic Classification of the Isolated, Persistently Patent Ductus Arteriosus and Implications for Percutaneous Catheter Occlusion. *The Am Jour Cardiol*. 1989; 63:877-80.
- 19.- Zeevi B, Berant M, Bar-Mor G, Blieden LC. Percutaneous closure of small patent arterial ductus using occluding spring coils and a snare. *Cardiol Young*. 1996; 6:327-31.
- 20.- Rao PS, Sideris EB, Haddad J, Rey C, et al. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with adjustable buttoned device: initial clinical experience. *Circulation*. 1993; 88:119-26.
- 21.- Rao PS. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus: which method to use and which ductus to close. *Am Heart Jour* 1996; 132(4): 905-9.

- 22.- Martin C.K. Hosking, MD; Lee N. Benson, MD; Norman Musewe, MD; et al. Transcatheter Occlusion of the Persistently Patent Ductus Arteriosus: Forty-Month Follow-up ND Prevalence of Residual Shunting. *Circulation*, 1991; 84(6): 2313-7.
- 23.- Sadiq M. MD; Latif F, MSc; Ur-Rehman A, MD. Analysis of infective Endarteritis in Patent Ductus Arteriosus. *The Am Jour Cardiol*, 2004; 93:513-5.
- 24.- Janorkar S, MD, DNB, Goh T, FRACP, FACC, Wilkinson J, FRCP, FACC. Transcatheter closure of patent ductus arteriosus with the use of Rashkind occluders and/or Gianturco coils: Long-term follow-up in 123 patients and special reference to comparison, residual shunts, complications, and technique. *Am Heart Jour*, 1999; 138(6): 1176-83.
- 25.- Mazeni Alwi, MRCP; Lim M. Kang, MRCP, Hasri Samion, MD, Haifa A. Latiff, MD et al. Transcatheter occlusion of Native Persistent Ductus Arteriosus Using Conventional Gianturco Coils. *The Am Jour Cardiol*, 1997; 79(10):1430-2.
- 26.- Prieto Lourdes, MD; DeCamillo Diane, MSN; Konrad Dale, MBAS; et al. Comparison of cost and clinical outcome between transcatheter coil occlusion and surgical closure of isolated patent ductus arteriosus. *Pediatrics*, 1998; 101(6):1020-4.
- 27.- Hawkins John, MD; LuAnn Minich L, MD; Tani Lloyd, MD; Sturtevant Jane, BSN; et al. Cost and Efficacy of Surgical Ligation Versus Transcatheter Coil Occlusion Of Patent Ductus Arteriosus. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 1996; 112(6): 1634-9.
- 28.- Santoro Giuseppe, MD; Bigazzi Maurizio, MD; Palladino María Teresa MD; et al. Comparison of Percutaneous Closure of Large Patent Ductus Arteriosus by Multiple Coils Versus the Amplatzer Duct Occluder Device. *The Am Jour of Cardiol*, 2004; 94:252-5.
- 29.- Vázquez-Antona Clara; Vallejo Maite; Becerra Rosario; González Aida; Buendía Alfonso; Vargas Jesús. Tratamiento de conducto arterioso permeable. Comparación de costos del cierre quirúrgico y transcaterismo en una institución pública. *Arch Card Mex*, 2004; 74(4):276-82.
- 30.- Gray DT, Fyler DC, Walter AM et al. Clinical Outcomes and costs of transcatheter as compared with surgical closure of patent ductus arteriosus. *N Engl J Med*, 1993;329:1517-23.
- 31.- Lázaro JL, Munayer J, Aldana T, San Luis R, et al. Estudio comparativo entre dispositivos de Rashkind, Grifka y Coil para el cierre percutáneo del conducto arterioso. *Arch Card Mex*, 2000; 70:167-72.
- 32.- TESIS. Dra. Ma. Pueblito Patricia Romero Cardenas. Cierre Quirúrgico de Conducto Arterioso por Toracoscopía. Experiencia Inicial. Hospital Infantil de México Federico Gómez. Septiembre 2003.
- 33.- TESIS. Dr. Jorge Federico Flores Morón. Manejo Quirúrgico de los pacientes con Persistencia del Conducto Arterioso en un Hospital de 2º nivel con apoyo de una Hospital de 3er nivel. Hospital Infantil de México Federico Gómez. Agosto 2003.
- 34.- Cardoso Pedra A., Esteves Augusto C., Fontes Pedra Rolim S., et al. Indications, technique, results and clinical impact of reocclusion procedures for residual shunts after transcatheter closure of the patent ductus arteriosus. *Arch Card Mex*, 1999; 69(4):320-30.
- 35.- Lloyd TR, Fedderly R, Mendelsohn AM, et al. Transcatheter occlusion of patent ductus arteriosus with Gianturco coils. *Circulation* 1993; 88:1412-20.
- 36.- Venkat SG, Mahesh CF, Ravi R, et al. Follow-up after coil closure of patent ductus arteriosus. *The Am Jour of Card*, 1999; 83:463-6.

- 37.- Wong JA, Shim D, Khoury PR, et al. Validation of color Doppler measurements of minimum patent ductus arteriosus diameters: significance for coil embolization. *Am Heart Jour* 1998; 136(4): 714-7.
- 38.- Alzamora V, Battilana G, Abagattas R. Patent ductus arteriosus and high altitude. *Am J Cardiol* 1960; 5:761.