

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE MEDICINA  
POSGRADO DE ESPECIALIDADES MÉDICAS**



**TESIS DE GRADUACIÓN:**

**EXPERIENCIA INICIAL EN EL ABORDAJE DE DEFECTOS CARDÍACOS  
CONGÉNITOS POR CATETERISMO CARDÍACO EN EDAD NEONATAL EN EL  
PERIODO DE TIEMPO DE ENERO 2015 A JUNIO 2016, EN EL HOSPITAL  
NACIONAL DE NIÑOS BENJAMÍN BLOOM.**

**Presentado por:**

**Ana Josethy Meléndez Claros**

**Para optar al título de:**

**ESPECIALISTA EN MEDICINA PEDIATRICA**

**Asesor de tesis:**

**DR. ROBERTO TEODORO DE JESÚS ALVARENGA**

**San Salvador Mayo 2017**

## INDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. OBJETIVOS .....	6
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
4. MARCO TEORICO.....	7
5. ORGANIZACIÓN DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	47
6. CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	54
7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	55
8. CONCLUSIONES.....	65
9. RECOMENDACIONES.....	67
10. BIBLIOGRAFÍA.....	68
11. GLOSARIO DE ESQUEMA CONCEPTUAL.....	69
12. ANEXOS .....	70

## 1. RESUMEN

**INTRODUCCION:** Al ser el cateterismo un procedimiento menos invasivo que la cirugía, ya que no precisa de toracotomía o circulación extracorpórea, tiene una menor morbilidad que se acompaña de una recuperación que necesita de menos tiempo intrahospitalario y por lo tanto, disminución de costos para el país. Estos aspectos, unidos a los buenos resultados a corto y largo plazo, hacen que hoy en día sea considerado como primera opción terapéutica en muchas cardiopatías congénitas.

**OBJETIVO:** Describir y analizar en forma general la experiencia inicial en el abordaje de defectos cardiacos congénitos por cateterismo cardiaco en edad neonatal, en el Hospital Nacional de niños Benjamín Bloom, desde Enero 2015 hasta Junio 2016.

**METODO:** Es una serie de casos, que incluye un estudio descriptivo, transversal, retrospectivo que pretende describir la experiencia inicial de cateterismo intervencionista en El Salvador, para el abordaje de cardiopatías congénitas en edad neonatal.

**RESULTADOS:** Se realizó la revisión de 62 expedientes clínicos en total, de neonatos con diagnóstico de cardiopatía congénita, en un periodo de 18 meses; 12 pacientes cumplen criterios de inclusión, los resultados arrojan que en su mayoría son masculinos, 7 en contraste con 5 femeninos, lo que no tiene significancia estadística, las cardiopatías más frecuentemente tratadas en orden descendente fueron: Transposición de los grandes vasos, coartación aortica, atresia pulmonar con defecto del tabique ventricular, estenosis aortica, estenosis pulmonar y ventana aortopulmonar, el peso varió de 2.6kg a 5kg en el momento de la intervención, la edad promedio en el que se realizó el cateterismo fue de 15.8 días, no se registró complicaciones ni mortalidad asociada al procedimiento.

**PALABRAS CLAVE:** *Cateterismo cardiaco intervencionista, neonatos, abordaje percutáneo, cardiopatías congénitas.*

## 2. INTRODUCCIÓN

La mortalidad debida a las cardiopatías congénitas es mayor en el primer mes de vida, aproximadamente alrededor de un tercio de los infantes nacidos vivos con cardiopatías complejas fallecen en ése tiempo, por lo cual se estima que la mitad de ese tercio de pacientes mueren en la primera semana. Luego de ese momento crítico, la tasa de mortalidad desciende lentamente, así que cualquier esfuerzo para mejorar la sobrevivencia de enfermedades cardiacas congénitas debe combinar aspectos diagnósticos y terapéuticos dirigidos a éste grupo en particular.<sup>1</sup>

Desde la primera descripción de una terapéutica percutánea para el tratamiento de las cardiopatías congénitas, hace más de 50 años, muchas técnicas se describen para las diferentes entidades, por lo que el uso del cateterismo intervencionista cobra cada día mayor importancia, y sobre todo por el notable progreso de la bioingeniería médica quien diseña y construye nuevos dispositivos, para lograr que un mayor número de cardiopatías obtengan mejores resultados inmediatos, mediatos y a largo plazo.<sup>23</sup>

El cateterismo cardiaco intervencionista, ha reemplazado a la cirugía convencional en el tratamiento de algunos defectos cardíacos congénitos, se vuelve una alternativa en otros defectos estructurales y por otro lado se encuentra en fase de experimentación para nuevas técnicas y uso de dispositivos con resultados preliminares esperanzadores. No obstante, se debemos mantener la cautela ante la escasa información sobre resultados a largo plazo de muchas de estas técnicas.<sup>45</sup> Es de reconocer que ambos abordajes no son excluyentes el uno del otro.

---

<sup>1</sup> P.J. Varghese, M.B., J. Celermajer, M.B., T. Izukawa, M.D. Cardiac catheterization in the newborn: Experience with 100 cases. *Pediatrics* 1969; 44; 24.

<sup>2</sup> Kim JJ, Hijazi ZM. Clinical outcomes and costs of Amplatzer transcatheter closure as compared with surgical closure of ostium secundum atrial septal defects. *Med Sci Monit.* 2006;8(12):787-91.

<sup>3</sup> Oho S, Ishizawa A, Akagi T, Dodo H, Kato H. Transcatheter closure of atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder-a Japanese clinical trial. *Circ J.* 2008;66(9):791-4.

<sup>4</sup> Villacorta MA, César Reguera CC, Perrotta AA, Piccoli FH. Comunicación interauricular en niños. *Revista de postgrado de la VI Cátedra de Medicina.* 2005; 146:1-5.

A pesar de los avances, en cirugía cardíaca (correctiva y paliativa) como del cateterismo cardíaco intervencionista, se ha incrementado la supervivencia de niños con estos defectos de forma espectacular hasta la edad adulta. Sin embargo pese a todo lo anterior las cardiopatías congénitas siguen siendo la principal causa de muerte en niños con malformaciones congénitas.<sup>6</sup>

En El Salvador, cada año 1,200 niños nacen con malformaciones congénitas del corazón que requieren de un tratamiento, según datos de la Encuesta Nacional de Salud Familiar, FESAL 2008,<sup>7</sup> muchos de los cuales morían sin poder tener un tratamiento, ya sea por abordaje quirúrgico o percutáneo, principalmente en pacientes en edad neonatal, con cardiopatías complejas.

Hasta el momento, no se cuenta en el país, con estudios que reflejen datos específicos de abordajes percutáneos, por medio de cateterismos cardíacos en edad neonatal, es por ello, que, se realizó este estudio que describe la experiencia inicial del cateterismo neonatal en El Salvador.

Para llevar a cabo dicho estudio se requirió como punto de partida el conocimiento teórico de técnicas de intervencionismo cardíaco en edad neonatal, para el manejo percutáneo temporales o definitivos de defectos cardíacos congénitos. Se realizó una revisión bibliográfica, que resume la información más actualizada y de calidad sobre dichas técnicas utilizadas en pacientes pediátricos menores de 28 días de vida, a fin de establecer bases teóricas para la realización de éste trabajo de investigación incluyendo conocimientos sobre definiciones, criterios sobre el uso de cateterismo cardíaco, poblaciones y patologías congénitas en los que se utiliza, complicaciones, ventajas y desventajas, entre otros.

---

<sup>5</sup> Massie B, Granger C. Atrial septal defect & patent foramen ovale. Current Medical Diagnosis & Treatment. 2005;10:314-6.

<sup>6</sup> NELSON Tratado de Pediatría. 18° edición. Behrman, Kliegman, Jenson. Saunders/Elsevier, 2009

<sup>7</sup> Martínez Avelar L. Realizan Primera Cirugía De Transposición De Arterias. La Prensa Gráfica. 2013, Marzo 20; Sec. Social.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar la experiencia inicial en el abordaje de los defectos cardíacos congénitos por cateterismo cardíaco en edad neonatal, en el Hospital Nacional de Niños Benjamín Bloom, desde Enero 2015 hasta Junio 2016.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Presentar una serie de casos de pacientes en edad neonatal, con diferentes tipos de cardiopatías congénitas que fueron sometidos a cateterismo cardíaco para la corrección de defectos cardíacos en el Hospital nacional de niños Benjamin Bloom, durante el periodo de tiempo de Enero 2015 a Junio 2016.
2. Reportar la prevalencia de los pacientes con defecto cardíaco congénito a quien se les ha realizado cateterismo cardíaco en edad neonatal.
3. Describir las variables sociodemográficas de los pacientes con defectos cardíacos congénitos a quienes se les realizó cateterismo cardíaco en edad neonatal.
4. Identificar las variables clínicas y de laboratorio de los pacientes con defectos cardíacos congénitos a quienes se les realizó cateterismo cardíaco en edad neonatal.
5. Describir las variables terapéuticas de los pacientes con defectos cardíacos congénitos a quienes se les realizó cateterismo cardíaco en edad neonatal.
6. Conocer las complicaciones más frecuentes y su mortalidad de los pacientes con defectos cardíacos congénitos a quienes se les realizó cateterismo cardíaco en edad neonatal.

## 4. MARCO TEORICO

De todos es conocido el importante desarrollo que el mundo de la cardiología ha experimentado en los últimos años, pero sin duda, ello ha tenido especial repercusión en el mundo de las cardiopatías congénitas.

Desde que en el año 1938, Robert Gross practicó la primera ligadura de un conducto arterioso persistente, en 1944, William Blalock, bajo la presión de Helen Taussig, llevó a cabo la creación de la primera fístula sistémico-pulmonar en un niño con una cardiopatía congénita cianótica (tetralogía de Fallot), y en 1945, Gross y Crafoord, trabajando de forma independiente, repararon una coartación aórtica; el tratamiento de los pacientes con una cardiopatía congénita ha evolucionado de manera grandilocuente lo que ha generado una nueva población de adolescentes y adultos con una cardiopatía congénita.

Se tiene delante un nuevo reto, que se prevé de no fácil solución, sobre todo si se tiene en cuenta que, en los últimos años y puesto que las cardiopatías congénitas eran un problema básicamente pediátrico, sin embargo la mayoría de los cardiólogos de adultos se han olvidado de su existencia y hoy día se enfrentan a dicho problema, lo que hace necesario expertos en dicha área.

Es necesario reestructurar en profundidad el sistema de salud, para lo que es imprescindible la creación de unidades y/o programas destinados al control y manejo integral de estos pacientes, la formación de especialistas en dicha materia que trabajen en estrecha colaboración con los cardiólogos y cirujanos cardíacos estructurales y sobre todo, es necesario dotar a los servicios de cardiología de los recursos adecuados para afrontar esta nueva tarea.

Es imprescindible, conocer la extensión del problema y para ello es básico, antes de realizar cualquier tipo de cálculo, identificar el número de niños con una cardiopatía congénita que nacen cada año en una población determinada. Se debe conocer la incidencia de las cardiopatías congénitas en la población, y no

sólo de forma global, sino desglosada por el tipo y la severidad del defecto, lo que permitirá determinar los recursos necesarios y planificar su distribución de forma no sólo intuitiva.

Si acudimos a la bibliografía, se constata lo difícil que resulta obtener dichos datos. En El Salvador, cada año 1,200 niños nacen con malformaciones congénitas del corazón que requieren de un tratamiento, según datos de la Encuesta Nacional de Salud Familiar, FESAL 2008,<sup>8</sup> muchos de los cuales morían sin poder tener un tratamiento, ya sea por abordaje quirúrgico o percutáneo, principalmente en pacientes en edad neonatal, con cardiopatías complejas.

Los valores comunicados a nivel mundial, procedentes de diversos estudios, son extraordinariamente variables. Los primeros trabajos dieron valores de 4-5/1.000 nacidos vivos, cifras que han ido aumentando de manera progresiva y han llegado hasta 12-14/1.000 nacidos vivos. Ello es fácilmente comprensible y tiene diversas explicaciones:

1. Capacidad diagnóstica, como se menciona en el artículo de *cateterismo cardíaco transhepático en niños*, la introducción de nuevas técnicas de ecocardiografía transtorácica 2D y 3D, cambió de manera radical el algoritmo diagnóstico de las anomalías cardíacas congénitas; esto sin duda, aumentó y mejoró nuestra capacidad diagnóstica, no sólo ante lesiones complejas, sino ante anomalías con escasa o nula sintomatología, sobre todo en la edad pediátrica, las cuales previamente podían pasar inadvertidas con facilidad. En la actualidad, con el desarrollo de la cardiología fetal avanzada, se ha abierto un nuevo horizonte en la detección de las anomalías cardíacas durante las diversas fases del embarazo. Se cuenta además con novedosas técnicas de imágenes, en la actualidad, con las que se permite la obtención más precisa de la anatomía cardíaca en las anomalías congénitas, dentro de ésta rama de técnicas, cabe destacar, el angio-tac y la angio resonancia, cuyo objetivo es visualizar las

---

<sup>8</sup> Martínez Avelar L. Realizan Primera Cirugía De Transposición De Arterias. La Prensa Gráfica. 2013, Marzo 20; Sec. Social.

estructuras vasculares, y poder determinar con precisión la ubicación del defecto o la malformación; existen otras técnicas, por ejemplo la ecocardiografía intracardiaca (ICE), la cual se utiliza desde mediados de los años 50, en donde se inicia la exploración de la anatomía cardíaca a través de catéteres<sup>9</sup>

2. Población estudiada y técnicas diagnósticas utilizadas. Lógicamente, si se quiere valores correctos de incidencia, la identificación de los casos con una anomalía cardíaca congénita no puede limitarse a su búsqueda en los centros de tercer nivel ya que ello llevaría implícito la no inclusión de los pacientes portadores de anomalías más simples. Además, como se mencionó anteriormente el desarrollo de la ecocardiografía fetal, la cual permite avanzar el momento del diagnóstico de la anomalía cardíaca. Su utilización sistemática ha de conllevar un cambio, o una clarificación, en la definición del término «incidencia de las cardiopatías congénitas». Ciertamente, el diagnóstico en el feto de una cardiopatía congénita dentro de las primeras 20 semanas de embarazo, en especial si se trata de una anomalía compleja, introduce la opción de un posible aborto terapéutico, en otras latitudes, fuera del contexto legal de Centro América, o en general de América Latina.

Una de las ventajas aportadas por el diagnóstico prenatal de las anomalías congénitas es que permite planificar el manejo de la gestación, eligiendo el lugar, forma y momento más adecuados para que se produzca el nacimiento del niño afecto que, en algunos casos, precisará unos cuidados específicos que no todos los centros tienen capacidad para proporcionar. Además, en los últimos años ha aumentado considerablemente la capacidad para modificar la evolución natural de algunas anomalías congénitas, entre ellas las cardiopatías, mediante la denominada terapia

---

<sup>9</sup> Cieszynski T. Intracardiac method for the investigation of structure of the heart with the aid of ultrasonics. Arch Immun Ther Exp. 1960;8:551–557.

fetal intrauterina que, de forma mínimamente invasiva y, por tanto, con muy bajo riesgo para la madre, ha permitido tratar con éxito a algunos pacientes antes de nacer.<sup>10</sup>

3. Tipo de cardiopatías congénitas incluidas. No en todos los estudios en que se valora la incidencia de las anomalías cardíacas congénitas se incluyen los mismos tipos de cardiopatías. Mitchell et al<sup>11</sup> propusieron la siguiente definición de cardiopatía congénita: «evidente anomalía estructural del corazón o de las grandes arterias con una repercusión funcional real o potencial». Como se puede deducir, la expresión: «repercusión funcional potencial» amplía el campo de inclusión de las distintas cardiopatías.<sup>12</sup>

Ya conociendo el amplio mundo de lo que implican las cardiopatías congénitas, viene hoy la necesidad de conocer nuevos métodos adicionales a la cirugía cardíaca, para el abordaje óptimo de los defectos cardíacos, que sean menos agresivos, que tengan una menor estancia intrahospitalaria, asociada a una más rápida recuperación y menor riesgo de complicaciones, y es ahí, donde se empieza a tomar en cuenta al cateterismo cardíaco, no solo como un método diagnóstico ante la complejidad de las diversas cardiopatías congénitas, sino el empleo de éste como un método terapéutico.

El cateterismo cardíaco consiste en la introducción de un catéter hasta las cavidades cardíacas con el objetivo de realizar una evaluación anatómica o definir medidas angiográficas o hemodinámicas, así como una posterior intervención. El acceso vascular habitualmente es percutáneo (Seldinger), raramente se precisa una exposición directa de los vasos mediante disección. Los vasos más utilizados dependen de la edad del paciente, pero generalmente son los femorales, pero en

---

<sup>10</sup> Galindo A, Gutiérrez-Larraya F, Velasco JM, et al. Pulmonary balloon valvuloplasty in a fetus with critical pulmonary stenosis/atresia with intact ventricular septum and heart failure. *Fetal Diagn Ther* 2006;21:100-4.

<sup>11</sup> Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation*. 1971;43:323-32.

<sup>12</sup> Maria T. Subirana. Cardiopatías congénitas: presente y futuro. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58(12):1381-4

determinadas cardiopatías o en ciertas patologías adquiridas (trombosis venosa femoral-iliaca), son necesarios otros accesos venosos como el yugular, humeral o trans hepático. Dicho procedimiento percutáneo debe de realizarse en una sala de hemodinámica, habitualmente bajo anestesia general. De forma general no suele ser necesaria la estancia hospitalaria prolongada.<sup>13</sup>

La historia del cateterismo intervencionista en los niños se remonta al año 1966, cuando se inició con éxito en los Estados Unidos el tratamiento paliativo en neonatos de la transposición de las grandes arterias mediante la septostomía auricular con balón, realizado por *Rashkind* y *Millar*.<sup>14</sup>

A fines del año 1970, conjuntamente con el inicio de las angioplastias coronarias, comenzó la era de la valvuloplastias y la angioplastia percutánea en el niño con estenosis pulmonar congénita, estenosis aórtica congénita, estenosis postquirúrgica de ramas pulmonares, re-coartaciones postquirúrgicas de la aorta y la coartación aórtica nativa, desarrollándose en poco tiempo las técnicas y los materiales necesarios para que las valvuloplastias se introdujeran definitivamente al intervencionismo terapéutico.<sup>1516</sup>

Desde la primera descripción de una terapéutica percutánea para el tratamiento de las cardiopatías congénitas, hace más de 50 años, muchas técnicas se describen para las diferentes entidades, por lo que el uso del cateterismo intervencionista cobra cada día mayor importancia, validado por el notable progreso de la bioingeniería médica quien diseña y construye nuevos dispositivos, para lograr

---

<sup>13</sup> Rueda Nuñez, Fernando. Avila Alvarez, Alejandro. Cateterismo Cardiaco en cardiología infantil. Conceptos, aplicaciones y complicaciones ambulatorias. Cardiología pediátrica en atención primaria. ELSEVIER. 2009. P. 255.

<sup>14</sup> Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. JAMA. 1966;166:991-2.

<sup>15</sup> Kahn JS, White RI Jr, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: A new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. N Engl J Med. 1982;307:540-2.

<sup>16</sup> Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Katamura F, Miyamota N. Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. J Thorac Cardiovasc Surg. 1984;87(3):394-402.

que un mayor número de cardiopatías obtengan mejores resultados inmediatos, mediatos y a largo plazo.<sup>1718</sup>

El cateterismo terapéutico ha reemplazado a la cirugía convencional en el tratamiento de algunos defectos cardíacos congénitos, como estenosis valvulares críticas aórticas y pulmonares, coartación aórtica crítica, angioplastias del conducto arterioso en cardiopatías dependientes del conducto, atrioseptostomía, etc. No obstante, se debe mantener la cautela ante experiencia en el manejo post intervencionista. así como la escasa información sobre resultados a largo plazo de muchas de estas técnicas.<sup>1920</sup> Sin embargo el advenimiento de dispositivos más seguros y las técnicas intervencionistas más refinadas posibilita que en los laboratorios de hemodinámica de países con alta experiencia en cardiología intervencionista, se reporten actualmente series cortas de casos en los que se aborda exitosamente, por vía percutánea el tratamiento de enfermedades que anteriormente solo se resolvían por vía quirúrgica<sup>2122</sup>

Con los avances en cirugía cardíaca de cardiopatías congénitas y además del cateterismo intervencionista, el número de niños con cardiopatía congénita que sobreviven hasta la edad adulta se ha incrementado de forma espectacular, con lo que se ha dado lugar al nacimiento de una nueva rama de la cardiología clínica la cardiología de cardiopatía congénita del adulto. A pesar de estos avances, las cardiopatías congénitas siguen siendo la principal causa de muerte en niños con malformaciones congénitas.<sup>23</sup>

---

<sup>17</sup> Kim JJ, Hijazi ZM. Clinical outcomes and costs of Amplatzer transcatheter closure as compared with surgical closure of ostium secundum atrial septal defects. *Med Sci Monit.* 2006;8(12):787-91.

<sup>18</sup> Oho S, Ishizawa A, Akagi T, Dodo H, Kato H. Transcatheter closure of atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder-a Japanese clinical trial. *Circ J.* 2008;66(9):791-4.

<sup>19</sup> Villacorta MA, César Reguera CC, Perrotta AA, Piccoli FH. Comunicación interauricular en niños. *Revista de postgrado de la VI Cátedra de Medicina.* 2005; 146:1-5.

<sup>20</sup> Massie B, Granger C. Atrial septal defect & patent foramen ovale. *Current Medical Diagnosis & Treatment.* 2005;10:314-6.

<sup>21</sup> Lock JE, Rome JJ, Davis R, Van Praagh S, Perry SB, Van Praagh R, et al. Transcatheter closure of atrial septal defects; experimental studies. *Circulation.* 2006;79:1091-9.

<sup>22</sup> Das GS, Voss G, Jarvis G, Wyche K, Gunther R, Wilson RF. Experimental atrial septal defect closure with a new, transcatheter, self-centering device. *Circulation.* 2003;88:1754-64.

<sup>23</sup> NELSON Tratado de Pediatría. 18° edición. Behrman, Kliegman, Jenson. Saunders/Elsevier,2009

El cateterismo diagnóstico está indicado siempre que:

- Valoración anatómica y funcional del corazón.
- Valoración hemodinámica (Q, Qp/ Qs, IC, cálculo de las resistencias vasculares pulmonares o sistémicas, entre otros, etc.).
- Realización de un procedimiento intervencionista.
- Duda diagnóstica.
- Diagnóstico en pacientes postquirúrgicos: como herramienta para definir función cardíaca hemodinámica en pacientes postquirúrgicos cardíacos inmediatos o mediatos.

Como ya hemos mencionado, el cateterismo cardíaco es un procedimiento menos invasivo que la cirugía que no precisa de toracotomía o de circulación extracorpórea, tiene una menor morbilidad y una menor estancia intrahospitalaria y cuyo abordaje depende de la edad del paciente, así como se describe en uno de los artículos de ésta revisión, *Importance of prevention and early intervention of adverse events in pediatric cardiac catheterization*. Estos aspectos, unidos a los buenos resultados a corto y largo plazo, hacen que hoy en día se considerado como primera opción terapéutica en muchas cardiopatías congénitas.

Las principales aplicaciones del cateterismo intervencionista se pueden resumir en, como se toma en cuenta en *cardiac catheterization in the newborn*.

- Oclusión mediante dispositivos: colaterales aortopulmonares, (directas e indirectas), fistulas sistémicas pulmonares hiper funcionantes.
- Apertura: Valvuloplastías: en recién nacidos con lesiones estenóticas críticas, (pulmonar y aortica). Angioplastias de vasos, (PCA) o conductos postquirúrgicos estenóticos, (FSP). Puede realizarse solo con un catéter balón o asociándolo al implante de una prótesis metálica denominada Stent. Atrioseptostomía con balón, que consiste en la apertura del tabique interauricular. Perforación o tomía que consiste en la apertura de una válvula atréctica. El sistema de perforación más utilizado es la radiofrecuencia, pero actualmente puede ser también con láser. Se indica

en la atresia valvular pulmonar. Aortoplastía con balón o Aortoplastía con Stent bio-absorbible en pacientes con coartación aortica. Colocación de Stent en el tracto de salida del ventrículo derecho en pacientes con obstrucción a ese nivel.

- Retirada de cuerpos extraños.
- Diagnostico en pacientes postquirúrgicos: como herramienta para definir función cardiaca hemodinámica en pacientes postquirúrgicos cardiacos inmediatos o mediatos.

A continuación, se detalla en una tabla algunos de los procedimientos percutáneos que pueden ser llevados a cabo en defectos estructurales del corazón:

**TABLA 3.1. PRINCIPALES TÉCNICAS DE CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA**

PRINCIPALES TÉCNICAS DE CARDIOLOGÍA INTERVENCIONISTA	
Técnicas de apertura	Atrioseptostomía con balón dinámico. Atrioseptostomía con balón estático. Punción trans septal
	Valvuloplastía pulmonar.  Angioplastia de ramas pulmonares.
	Valvuloplastía en estenosis aortica.
	Valvuloplastía mitral y tricupide.
	Angioplastias con Stent coronarios en PCA en cardiopatías dependientes de conducto.
	Aortoplastia con Stent y / o balón en la coartación de la aorta.
	Otras dilataciones vasculares: dilatación de venas sistémicas y pulmonares o de fistulas o vasos anómalos sistémico-pulmonares

Técnicas de cierre	Cierre de PCA, CIA y CIV con dispositivos oclusores Amplatzer, Cera, Figulla, Lepu, etc.
	Oclusión de fistulas y colaterales aortopulmonares, secuestros pulmonares y otros defectos congénitos o postquirúrgicos.  Cierre de fugas para valvulares con tapones vasculares.
Colocación de marcapaso	Colocación de marcapasos endovascular definitivos bicamerales o monocamerales

FUENTE: A. Descalzo Señorán, M.E. Maya Carrasco. Capítulo 51. *Cardiología Intervencionista, Técnicas de apertura*. Pag 758.

Sin embargo, al entrar en el contexto del recién nacido con cardiopatía congénita severa se introduce en un mundo fascinante, en el cual, la indecisión y la espera no existen, y pueden resultar fatales si se tiene la idea de mejorar la condición del paciente.

La literatura a lo largo de la historia, da cifras de mortalidad por el procedimiento de alrededor del 13%<sup>24</sup> aunque existen cifras más bajas de 9.1 y 8.2 %<sup>25</sup> e inclusive 5%<sup>26</sup>. Se han establecido algunas indicaciones para hacer cateterismos en los recién nacidos<sup>27</sup>:

1. Recién nacido con hipoxemia. (Más imperativo es el procedimiento si el diagnóstico presuntivo es de transposición de las grandes arterias, atresia

<sup>24</sup> Sapin SO, Linde LM, Emmanouilides Ge. Umbilical vessel angiography in the newborn infant. *Pediatrics* 31: 946, 1963.

<sup>25</sup> - Graham TP. Progresos en el diagnóstico y tratamiento de cardiopatías congénitas. *Clin Pediatr N.A.* 4: 709, 1978.

<sup>26</sup> Jarmakani JM. Cardiac catheterization. In Moss A, Adams FH, Emmanouilides Gc. *Heart Disease in infants, children and adolescents*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1977, page 107.

<sup>27</sup> Porter CJ, Gillcttc PC, Mullins Ch, McNamara DG. Cardiac catheterization in the neonate. *J Pediatr* 93: 97, 1978.

tricuspídea o drenaje anómalo total de venas pulmonares. En estas tres condiciones el cateterismo cardíaco debe de hacerse de emergencia porque existe la necesidad de hacer septostomía).

2. La insuficiencia cardíaca que no responde al tratamiento médico.
3. La insuficiencia cardíaca que responde al tratamiento médico, pero existe la sospecha de cortocircuito arteriovenoso.
4. Arritmias severas.
5. Una combinación de las anteriores. El cateterismo cardíaco en el niño recién nacido no está exento de peligro. La hipotermia, la acidosis, y la hipoglucemia son complicaciones metabólicas frecuentes en este tipo de niños. Así mismo se pueden observar complicaciones por el cateterismo per se, tales como ruptura de la vena femoral, sangrado y tatuaje del miocardio, pudiendo éste último llevar inclusive a la perforación cardíaca.

Todo cateterismo cardíaco en el recién nacido debe de hacerse en forma rápida pero concluyente. De ninguna manera se debe de tardar mucho en el procedimiento, pero tampoco dejarlo incompleto. Existe un delicado equilibrio entre estos dos parámetros que sólo con la experiencia se logra obtener. Se debe recordar así mismo que no existen, para hacer un cateterismo cardíaco, ni niños muy graves ni muy pequeños. Si las condiciones del paciente o la sospecha diagnóstica indican que se debe hacer un cateterismo cardíaco, se debe proceder de inmediato. El retraso, la indecisión y la espera, terminan con la vida del paciente y generalmente se hace el diagnóstico en la sala de autopsias.

## ATRIOSEPTOSTOMIA CON BALÓN

Se puede considerar como la primera técnica de cateterismo intervencionista pediátrico, publicada por Rashkind y Miller<sup>28</sup> en 1966 y vigente hoy día. Está indicada en recién nacidos (hasta 6-8 semanas de vida) afectados de cardiopatía congénita en los que se precise la creación de una comunicación interauricular adecuada (transposición de grandes vasos, drenaje venoso pulmonar anómalo total, atresia pulmonar con septo íntegro, atresia tricúspide, atresia mitral o síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico).

Puede realizarse en la sala de hemodinámica bajo control fluoroscópico o en la unidad de cuidados intensivos bajo control ecocardiográfico<sup>29</sup> con una tasa de complicaciones inferior al 1 %, mediante un catéter-balón. A través de la experiencia, ambos métodos son fiables y seguros. Se efectúa por vía venosa, femoral o umbilical. Se dispone de los catéteres-balón convencionales de Rashkind, Miller y Fogarty (necesitan una vaina de 6F y 7F, respectivamente).

Recientemente<sup>30</sup> ha sido comercializado un nuevo catéter denominado Z-5 (NuMed, Inc., Hopkinton, NY) de doble luz, que en su versión minor (balón de 9,5 mm) puede introducirse por una vaina 5F.

En manos expertas, esta técnica presenta pocas complicaciones. No obstante, se han comunicado arritmias supraventriculares transitorias, hemorragia excesiva, rotura vascular o cardíaca (excepcional), lesión válvula mitral y/o tricúspide y rotura de catéteres. En el 6% de los casos, el procedimiento puede no ser efectivo. Esta técnica es inapropiada en ausencia de vena cava inferior o umbilical y edad superior a 8 semanas ya que es más dificultosa por la rigidez, el grosor del septo y el pequeño tamaño del foramen oval.<sup>31</sup>

---

<sup>28</sup> American Academy of Pediatrics. Guidelines for pediatric cardiology diagnostic and treatment centers. *Pediatrics* 1991;87: 576-580

<sup>29</sup> Mathewson JW. Building a pediatric cardiac catheterization laboratory and conference room: design considerations and filmless imaging. *Pediatr Cardiol* 1996;17: 279-294

<sup>30</sup> Bermúdez Cañete R, García Fernández E, Salazar Mena J, Maroto Monedero C. Procedimientos de cardiología Intervencionista en cardiología pediátrica. En: Sociedad Española

## ATRIOSEPTOSTOMÍA CON CATÉTER-CUCHILLA

En lactantes con edad superior al mes de vida, el tabique interauricular suele ser lo suficientemente grueso como para impedir que la atrioseptostomía de Rashkind sea efectiva. Para superar este problema Park et al<sup>32</sup> diseñaron un catéter-cuchilla que corta el tabique interauricular seguido de atrioseptostomía con balón para agrandar la comunicación interauricular. Se dispone de varios tamaños de cuchilla (9,4, 13,4 y 20 mm). Se requiere escopia biplana y es de gran ayuda la ecocardiografía transesofágica.

Las indicaciones son las mismas que la atrioseptostomía de Rashkind. Aunque el procedimiento se considera seguro, se han descrito complicaciones como perforación cardíaca, daño neurológico por embolismo e imposibilidad de retraer la cuchilla<sup>33</sup>. Esta técnica es inapropiada en casos de aurícula izquierda pequeña o hipoplásica (atresia mitral).

## DILATACIÓN CON BALÓN DEL SEPTO INTERATRIAL

Esta técnica fue descrita por Shrivastava et al<sup>34</sup> para evitar el catéter-cuchilla o para complementarlo. Se trata de dilatar y rasgar el tabique interatrial mediante el inflado de un catéter-balón convencional de angioplastia o valvuloplastia. Se han utilizado balones de hasta 13 mm en el neonato, hasta 15 mm en el lactante y hasta 18-20 mm en niños mayores. Se deben utilizar balones de pequeña longitud. Es una técnica segura, efectiva y bastante más fácil que el catéter-cuchilla. También se ha utilizado como complemento de la anterior.

---

31 Park SC, Nerches WH, Mullins CE, Girod DA, Olley PM, Falkowsky G, et al. Blade atrial septostomy: Collaborative study. *Circulation*, 66 (1982), pp. 258-66

<sup>32</sup> Bermúdez Cañete R, García Fernández E, Salazar Mena J, Maroto Monedero C. Procedimientos de cardiología Intervencionista en cardiología pediátrica. En: Sociedad Española

<sup>33</sup> Lock JE, Keane JF, Fellows KE. *Diagnostic and interventional catheterization in congenital heart disease*. Boston: Martinus Nijhoff Pub., 1987;1-8

<sup>34</sup> Lock JE, Keane JF, Fellows KE. *Diagnostic and interventional catheterization in congenital heart disease*. Boston: Martinus Nijhoff Pub., 1987;1-8

Las indicaciones son las mismas que para las dos técnicas anteriores. Las complicaciones hipotéticas serían la perforación cardíaca, arritmias, trombosis, embolias o hemorragias<sup>35</sup>

## VALVULOPLASTÍA PULMONAR

Debido a su eficacia terapéutica, la valvuloplastia pulmonar con catéter balón se ha impuesto universalmente en la edad pediátrica como tratamiento de elección en la estenosis valvular pulmonar clásica. En los últimos años, diferentes estudios que evalúan esta modalidad de intervención en la etapa neonatal han atraído la atención sobre distintos aspectos inherentes a la propia técnica intervencionista y a sus resultados hemodinámicos inmediatos. La información es más reducida en lo referente a diferentes detalles clínicos y/o ecocardiográficos investigados en el seguimiento<sup>36</sup>

Como dato histórico, se sabe que la valvuloplastia pulmonar, fue introducida por Kan<sup>37</sup> en 1982, y hoy por hoy, como ya se mencionó previamente, se ha convertido en el tratamiento de elección de la estenosis valvular pulmonar para pacientes de todas las edades. No se obtienen tan buenos resultados en los casos de válvula pulmonar displásica (asociada o no al síndrome de Noonan) e hipoplasia del anillo pulmonar. En caso de válvulas displásicas puede intentarse la valvuloplastia, aunque en casos de hipoplasia significativa del anillo probablemente la solución será la ampliación quirúrgica del mismo.

La técnica de la valvuloplastia ha sido descrita ampliamente<sup>38</sup>. La indicación actual es un gradiente instantáneo por Eco-Doppler  $\geq 50$  mmHg. No obstante, si en la

---

35 Benson L, Coe Y, Houde C, Human D, Paquet M. Training standards for pediatric cardiac catheterization and interventional cardiology. *Can J Cardiol* 1998;14: 907-910

36 Tynan M, Jones O, Joseph MC, Deverall P, Yates A. Relief of pulmonary valve stenosis in the first week of life by percutaneous balloon valvuloplasty [carta]. *Lancet* 1984;1: 273.

37 Bridges ND, Freed M. Cardiac catheterization. En: Emmanouilides GC, Riemnschneider TA, Allen HD, Gutgessell HP editores. *Heart disease in infants children and adolescents* (5.a ed.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1995;310-329

38 Nihill MR. Cardiac catheterization. En: Long WA, editor. *Fetal and neonatal cardiology*. Filadelfia: Saunders WB, 1990;338-350

sala de cateterismos, con el paciente sedado, se observa por manometría un gradiente menor, es apropiado hacer la valvuloplastia, dada la baja morbilidad del procedimiento<sup>39</sup>.

La relación balón-anillo debe ser entre 120- 140% veces el tamaño del anillo. En niños mayores y adultos con diámetro de anillo mayor de 25 mm, se debe usar la técnica del doble balón. Se ha establecido como medida de buen resultado, un gradiente residual <35 mmHg<sup>40</sup>. Existe regurgitación pulmonar tras valvuloplastia en el 10-40% de los casos<sup>41</sup>. La obstrucción infundibular que se observa a veces tras la valvuloplastia suele desaparecer y rara vez necesita cirugía.

En cuanto a la evolución a largo plazo, en un estudio multicéntrico<sup>42</sup> sobre 533 pacientes el pronóstico fue favorable en el 75% (gradiente Doppler <36 mmHg), un 8% necesitó redilatación, un 8% necesitó cirugía (generalmente válvula displásica y/o hipoplasia de anillo) y el 9% restante presentaba gradientes superiores a 36 mmHg.

Las complicaciones son la excepción y, en cualquier caso, inferiores a las quirúrgicas. Las complicaciones vasculares se han reducido con la mejora del material y la mortalidad global es inferior al 0,5%<sup>43</sup>.

La valvuloplastia en el neonato con estenosis valvular pulmonar crítica es un procedimiento más difícil y con mayor riesgo de complicaciones<sup>44</sup>. Actualmente, se dispone de guías hidrófilas y de alto torque, junto con catéteres-balón de bajo

---

<sup>39</sup> American Academy of Pediatrics. Guidelines for pediatric cardiology diagnostic and treatment centers. Pediatrics 1991;87: 576-580

<sup>40</sup> Pepine CJ, Babb JD, Brinker JA, Douglas JS, Jacobs AK, Johnson WL et al. Task Force 3: training in cardiac catheterization and interventional cardiology. J Am Coll Cardiol 1995;25: 14-16

<sup>41</sup> Stark J, Smallhorns JC, De Leval M, MacCartney FJ, Rees PG, Taylor JFN. Surgery for congenital heart defects diagnosed by cross-sectional echocardiography. Circulation 1983;68 (Supl 2): 129-138

<sup>42</sup> Stark J, Smallhorns JC, De Leval M, MacCartney FJ, Rees PG, Taylor JFN. Surgery for congenital heart defects diagnosed by cross-sectional echocardiography. Circulation 1983;68 (Supl 2): 129-138

<sup>43</sup> Benson L, Coe Y, Houde C, Human D, Paquet M. Training standards for pediatric cardiac catheterization and interventional cardiology. Can J Cardiol 1998;14: 907-910

<sup>44</sup> Pepine CJ, Babb JD, Brinker JA, Douglas JS, Jacobs AK, Johnson WL et al. Task Force 3: training in cardiac catheterization and interventional cardiology. J Am Coll Cardiol 1995;25: 14-16

perfil, que han mejorado de forma notoria su ejecución, disminuyendo, asimismo, el número y la gravedad de las complicaciones, para realizar la técnica es muy importante mantener el ductus abierto, mediante prostaglandinas (PGE 1), ya que estabilizan muy bien la guía en aorta descendente y el inflado del balón puede hacerse con seguridad, al mantener la permeabilidad ductal el flujo pulmonar. A veces hay que realizar valvuloplastia secuencial con balones de tamaño progresivo.

Existe un porcentaje de neonatos que permanecen cianóticos tras la valvuloplastia por mala compliance del ventrículo derecho. En estos casos, se sugiere mantener la perfusión de prostaglandinas hasta que mejore dicha compliance. Algunos autores<sup>45</sup> en estos casos prefieren la realización quirúrgica de una fístula sistémico-pulmonar, que se embolizaría percutáneamente más tarde, una vez que ya no se precise.

En este grupo de edad, la frecuencia y gravedad de las complicaciones continúa siendo alta (10-30%). Entre éstas se incluyen la imposibilidad de cruzar la válvula, la persistencia de gradientes altos, la perforación cardíaca, el taponamiento, la enterocolitis necrosante, el shock y la muerte<sup>4647</sup>.

## VALVULOPLASTIA PULMONAR EN CARDIOPATÍAS CIANÓTICAS

Existe controversia sobre la realización de valvuloplastia pulmonar paliativa en cardiopatías cianóticas, principalmente tetralogía de Fallot. Los autores defensores de la valvuloplastia argumentan que dicha técnica puede sustituir a la fístula quirúrgica y retrasar la cirugía correctora en lactantes sintomáticos<sup>4849</sup> Otros

---

<sup>45</sup> Stark J, Smallhorns JC, De Leval M, MacCartney FJ, Rees PG, Taylor JFN. Surgery for congenital heart defects diagnosed by cross-sectional echocardiography. *Circulation* 1983;68 (Supl 2): 129-138

<sup>46</sup> Stark J, Smallhorns JC, De Leval M, MacCartney FJ, Rees PG, Taylor JFN. Surgery for congenital heart defects diagnosed by cross-sectional echocardiography. *Circulation* 1983;68 (Supl 2): 129-138

<sup>47</sup> Cordovilla G, Cabo J, Castro MC, Moreno F, Álvarez F. Cirugía de las cardiopatías congénitas sin cateterismo: experiencia inicial con 141 casos consecutivos. *Rev Esp Cardiol* 1989;42: 478-484

<sup>48</sup> Marck R, Eisenberg PR, Bridges ND. Rational approach to use of heparin during cardiac catheterization in children. *J Am Cardiol* 1995;25: 725-729

<sup>49</sup> Wessel DL, Keane JF, Fellows KE, Robichaud H, Lock JE. Fibrinolytic therapy for femoral arterial thrombosis after cardiac catheterization in infants and children. *Am J Cardiol* 1986;58: 347-351

autores<sup>50</sup> no la recomiendan porque parece no suprimir la posibilidad de crisis hipoxémicas y causa alteraciones anatómicas infundibulares en dos tercios de los pacientes.

Como complicaciones de la técnica se han señalado crisis hipoxémicas, rotura de arteria pulmonar, avulsión de valvas y lesión infundibular. Para que el procedimiento tenga éxito, es necesario que la estenosis valvular sea un componente significativo de la obstrucción al tracto de salida del ventrículo derecho.

Este procedimiento podría estar indicado en pacientes muy seleccionados: a) niños no candidatos a cirugía correctora por tamaño corporal, tipo de defecto o aberraciones anatómicas; b) contraindicación de cualquier tipo para cirugía cardíaca abierta, y c) arterias pulmonares muy hipoplásicas<sup>51</sup>.

Esta técnica es inapropiada como tratamiento de la estenosis pulmonar infundibular.

## ANGIOPLASTIAS CON STENT EN CARDIOPATIAS PCA DEPENDIENTES

Los recién nacidos con cardiopatías congénitas en los que la supervivencia depende del pasaje sanguíneo desde la circulación sistémica hacia la pulmonar o viceversa a través del ductus arterioso requieren el mantenimiento de la permeabilidad de éste mediante la infusión de prostaglandina E1. La mayoría de ellos son sometidos a anastomosis sistemicopulmonares como la de Blalock- Taussig modificada. Si bien mejoran la circulación pulmonar en forma adecuada, se han comunicado varias complicaciones, como distorsión de las ramas pulmonares, oclusión o estenosis de la fistula sistémico pulmonar,

---

<sup>50</sup> Wessel DL, Keane JF, Fellows KE, Robichaud H, Lock JE. Fibrinolytic therapy for femoral arterial thrombosis after cardiac catheterization in infants and children. *Am J Cardiol* 1986;58: 347-351

<sup>51</sup> Ruiz CE, Mullins CE, Rochini AP, Radtke WA, Hijazi ZM, O'Laughlin MP et al. Core Curriculum for the training of Pediatric invasive/interventional cardiologists: Report of the Society for cardiac angiography and interventions Committee on Pediatric Cardiology Training standards. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;37: 409-424

diferencia de crecimiento de las ramas pulmonares, pérdida de perfusión a los lóbulos pulmonares superiores, parálisis del nervio frénico, quilotórax, muerte súbita, adherencias posquirúrgicas, que incrementan los riesgos y tornan más compleja la cirugía posterior. De allí la búsqueda de un tratamiento alternativo no quirúrgico, que tenga resultados similares con una morbilidad menor, por lo que se opta la colocación de un stent coronario en el ductus arterial.<sup>52</sup>

La atresia pulmonar con septo íntegro es una cardiopatía cianógena, compleja y grave cuyo tratamiento todavía hoy día supone un reto para el cardiólogo pediatra y el cirujano cardíaco. En los últimos años varios grupos han desarrollado diferentes técnicas para abrir la válvula de forma percutánea<sup>5354</sup> : a) punción con aguja de transeptal especialmente curvada; b) punción con la parte rígida de la guía coronaria y luego inversión de la misma; c) aplicación de guía-láser, y d) técnica de guía-radiofrecuencia. Con las dos primeras técnicas la incidencia de perforaciones ha sido elevada por falta de precisión en el lugar de punción. Son mejores los resultados con el láser y radiofrecuencia. Recientemente<sup>55</sup> se ha descrito un nuevo catéter del 2F con guía coaxial demostrando la posibilidad de realizar el procedimiento de forma segura por perforación retrógrada transductal. Con unas técnicas u otras se han publicado unos 60 casos, obteniéndose éxito en el 75% y en muchos de ellos fue necesario completar el procedimiento mediante una fístula sistémico-pulmonar. Sin embargo, en aquellos pacientes con un ventrículo derecho mejor desarrollado o con ligera hipoplasia este tratamiento puede ser ideal y de por sí resolutivo<sup>56</sup> .

---

<sup>52</sup> Schneider M, Zartner P, Sidiropoulos A, Konertz W, Hausdorf G. Stent implantation of the arterial duct in newborns with ductdependent circulation. Eur Heart J 1998;19:1401-9.

<sup>53</sup> Cordovilla G, Cabo J, Castro MC, Moreno F, Álvarez F. Cirugía de las cardiopatías congénitas sin cateterismo: experiencia inicial con 141 casos consecutivos. Rev Esp Cardiol 1989;42: 478-484

<sup>54</sup> Marck R, Eisenberg PR, Bridges ND. Rational approach to use of heparin during cardiac catheterization in children. J Am Cardiol 1995;25: 725-729

<sup>55</sup> Marck R, Eisenberg PR, Bridges ND. Rational approach to use of heparin during cardiac catheterization in children. J Am Cardiol 1995;25: 725-729

<sup>56</sup> Marck R, Eisenberg PR, Bridges ND. Rational approach to use of heparin during cardiac catheterization in children. J Am Cardiol 1995;25: 725-729

## VALVULOPLASTIA AÓRTICA

Actualmente puede considerarse como técnica de primera elección frente a la cirugía en todas las edades pediátricas, salvo en el caso de válvulas unicúspide o severamente displásicas<sup>57</sup>. Al igual que la valvulotomía quirúrgica, debe considerarse un procedimiento paliativo, ya que un elevado número de pacientes (30-40%) 47 requerirán un segundo procedimiento (valvuloplastia o cirugía) o incluso más.

Las indicaciones son similares a las usadas para valvulotomía quirúrgica (gradiente pico a pico  $\geq 70$  mmHg en niños menores de 3 años y gradiente  $\geq 50$  mmHg en niños mayores de tres años)<sup>58</sup>. Está indicada, asimismo, en pacientes con comisurotomía quirúrgica previa. Es inadecuado su empleo en presencia de regurgitación aórtica de grado mayor que ligera.

Se realiza por punción de la arteria femoral, aunque también se han descrito punción transeptal, de arteria carotídea y arteria umbilical en el recién nacido<sup>5960</sup>. Es muy importante que la relación balón/anillo sea inferior a 1 (0,80). En general, se prefiere dejar gradientes residuales moderados a regurgitaciones. La técnica de doble balón puede usarse en niños mayores o adultos jóvenes.

En el neonato y lactante con estenosis crítica, la valvuloplastia es particularmente beneficiosa y los resultados son comparables e incluso mejores que con la cirugía<sup>61</sup>, aunque, obviamente, es un procedimiento más difícil y complicado que

---

<sup>57</sup> Ino T, Benson LN, Freedom RM, Barker GA, Aipursky A, Rowe RD, Thrombolytic therapy for femoral artery thrombosis after pediatric cardiac catheterization. *Am Heart J* 1988;115: 633-639

<sup>58</sup> Ruiz CE, Mullins CE, Rochini AP, Radtke WA, Hijazi ZM, O'Laughin MP et al. Core Curriculum for the training of Pediatric invasive/interventional cardiologists: Report of the Society for cardiac angiography and interventions Committee on Pediatric Cardiology Training standards. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996;37: 409-424

<sup>59</sup> Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. *JAMA* 1966;196:991-992

<sup>60</sup> Baker EJ, Allan LD, Tynan MJ, Jones OD, Joseph MC, Deverrall PB. Balloon atrial septostomy in the neonatal intensive care unit. *Br Heart J* 1984;51: 377-378

<sup>61</sup> Baker EJ, Allan LD, Tynan MJ, Jones OD, Joseph MC, Deverrall PB. Balloon atrial septostomy in the neonatal intensive care unit. *Br Heart J* 1984;51: 377-378

en el niño de más edad. En estos pacientes, la mortalidad se cifra en alrededor del 12% <sup>62</sup>.

Entre las complicaciones se incluyen lesión arterial, hemorragias, arritmias ventriculares, endocarditis, perforación o rotura de valvas, insuficiencia aórtica, lesión mitral, etc.<sup>63</sup>. Un 5-7% de los pacientes requerirán tardíamente cirugía de la válvula aórtica por incremento en la severidad de la insuficiencia aórtica<sup>64</sup>. Son necesarios estudios a largo plazo para valorar su efectividad respecto a la cirugía y se debe mantener la profilaxis de endocarditis.

### VALVULOPLASTIA MITRAL

Es un procedimiento establecido para la estenosis mitral reumática, pero del que existe una experiencia limitada en las formas congénitas<sup>65</sup>. Requiere un alto grado de entrenamiento y los resultados no pueden considerarse definitivos, aunque puede permitir retrasar el momento quirúrgico<sup>66</sup>.

Se hepariniza al paciente y se accede a la aurícula izquierda transeptalmente. En el caso de precisarse dos balones (se utilizan entonces ambas venas femorales) pueden existir varias alternativas: dilatación del orificio transeptal o realización de 2 orificios (preferible). Se utilizan balones largos cuyos diámetros corresponden al del anillo teóricamente normal para el tamaño del paciente.

---

<sup>62</sup> Ino T, Benson LN, Freedom RM, Barker GA, Aipursky A, Rowe RD, Thrombolytic therapy for femoral artery thrombosis after pediatric cardiac catheterization. *Am Heart J* 1988;115: 633-639

<sup>63</sup> Pepine CJ, Babb JD, Brinker JA, Douglas JS, Jacobs AK, Johnson WL et al. Task Force 3: training in cardiac catheterization and interventional cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1995;25: 14-16

<sup>64</sup> Santos J, Grueso J, González A, Gavilán J, Sáez C, Descalzo A. Atrioseptostomía con catéter-balón bajo control ecocardiográfico. Nuestra experiencia. *Rev Esp Cardiol* 1993;46: 816- 820

<sup>65</sup> Santos J, Grueso J, González A, Gavilán J, Sáez C, Descalzo A. Atrioseptostomía con catéter-balón bajo control ecocardiográfico. Nuestra experiencia. *Rev Esp Cardiol* 1993;46: 816- 820

<sup>66</sup> American Academy of Pediatrics. Guidelines for pediatric cardiology diagnostic and treatment centers. *Pediatrics* 1991;87: 576-580

No se conocen los resultados a medio y largo plazo y aunque inicialmente se obtiene una reducción del gradiente similar al de la cirugía, su mortalidad es mucho menor<sup>67</sup>.

## ANGIOPLASTIA EN LA COARTACIÓN DE AORTA NATIVA

En el año 1982 James Lock<sup>68</sup> introdujo la angioplastia con balón en la coartación como alternativa al tratamiento quirúrgico y desde entonces se han publicado numerosos estudios comparativos, a pesar de lo cual persiste todavía discusión en relación a la mejor opción.

Por los estudios de experimentación animal, en aorta coartada reseca quirúrgicamente y en experiencias clínicas, angiográficas y mediante ultrasonidos, se ha demostrado que el balón es efectivo al aumentar la luz por lesión intimal con extensión variable a la media<sup>6970</sup>. Asimismo, en la luz de la aorta pueden verse disecciones menores y ocasionalmente mayores. Se sabe que en la gran mayoría de los casos se produce una cicatrización posterior con remodelación del vaso y tras la normalización del flujo, realineación del arco<sup>71</sup>.

Habitualmente se ha utilizado el acceso arterial femoral, aunque en el neonato también se ha usado la arteria umbilical y en niños mayores la vía transeptal. Se debe anticoagular con heparina sódica a dosis de 100 a 150 U/kg.

Aunque existe discusión en relación con el tamaño de balón óptimo, la norma del Hospital Sick Children de Toronto, refiere que el diámetro ideal del balón debe ser

---

<sup>67</sup> Hijazi ZM, Ata IA, Kuhn MA, Cheatham JP, Latson L, Geggel RL. Balloon atrial septostomy using a new low-profile balloon catheter: initial clinical results. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40:187-190

<sup>68</sup> Hijazi ZM, Ata IA, Kuhn MA, Cheatham JP, Latson L, Geggel RL. Balloon atrial septostomy using a new low-profile balloon catheter: initial clinical results. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40:187-190

<sup>69</sup> Hijazi ZM, Ata IA, Kuhn MA, Cheatham JP, Latson L, Geggel RL. Balloon atrial septostomy using a new low-profile balloon catheter: initial clinical results. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;40:187-190

<sup>70</sup> Park SC, Zuberbuhler JR, Neches WH, Lenox CC, Zoltun RA. A new atrial septostomy technique. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1975;1:195-201

<sup>71</sup> Ali Khan MA, Bricker JT, Mullins CE, Yonsef S, Nihill MR, Vargo TA. Blade atrial septostomy: experience with the first 50 procedures. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1991;23: 257-262

similar en 1-2 mm al diámetro de la aorta en la subclavia izquierda y no superior al diámetro de la aorta en el diafragma<sup>72</sup>.

Los resultados iniciales demuestran que el procedimiento es seguro y efectivo, pero son también conocidos los resultados desfavorables en el seguimiento de neonatos y lactantes por la reestenosis frecuente debido a la presencia de tejido ductal, que asciende al 60-83% en neonatos, al 20-39% en lactantes, para reducirse al 7-8% en niños mayores<sup>73</sup>. Los factores de riesgo para la recoartación son la corta edad, la hipoplasia del istmo (menor de dos tercios de la aorta ascendente) y el diámetro de la coartación ( $\frac{3}{4}$  3,5 mm antes de la dilatación o < 6 mm posdilatación)<sup>74</sup>.

También en los estudios de seguimiento con resonancia y angiografía se ha demostrado una incidencia de aneurismas que se cifra alrededor del 5%<sup>75</sup> y en probable relación con diámetros de balón grandes e hinchados prolongados superiores a 30 s. Otras complicaciones han sido la oclusión de la arteria femoral, más frecuente en neonatos y lactantes (10-16%), lesiones neurológicas (< 2%), hipertensión paradójica y muy raramente perforación de aorta y fallecimiento<sup>76</sup>.

Conocida la mejoría de los resultados mediante las nuevas técnicas quirúrgicas en el neonato y el lactante<sup>77</sup> y siendo consecuentes con los estudios de mayor

---

<sup>72</sup> Shrivatsava S, Radhakrishnan S, Dev V, Singh LS, Rajani M. Balloon dilatation of atrial septum in complete transposition of great arteries: a new technique. *Indian Heart J* 1987;39: 298-300

<sup>73</sup> Kan JS, White RJ, Mitchell SE, Gardner TJ. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. *N Engl J Med* 1982;397: 540-542

<sup>74</sup> Ubago JL.M, Figueroa A, Colman T, Lamelas R, Gallo JI, Díaz del Río A et al. Valvuloplastia pulmonar percutánea con catéter-balón. *Rev Esp Cardiol* 1984;37: 354-358

<sup>75</sup> Kveselis DA, Rocchini AP, Snider AR, Rosenthal A, Crowley DC, Dick M. Results of balloon valvuloplasty in the treatment of congenital valvar pulmonary stenosis in children. *Am J Cardiol* 1985;56: 527-532

<sup>76</sup> Santos de Soto J, Grueso Montero J, Romero Parreño A, García Perla J, Castillo Camacho J, Descalzo Señorans A. Valvuloplastia transluminal percutánea pulmonar. Resultados en 34 pacientes. *An Esp Pediatr* 1991;34: 137-141

<sup>77</sup> Rome JJ. Balloon pulmonary valvuloplasty. *Pediatr Cardiol* 1998;19:18-24

casuística, entre ellos el Pediatric Valvuloplasty and Angioplasty Registry<sup>78</sup>, se considera la realización de la angioplastia de la coartación nativa en neonatos y lactantes de forma ocasional, en situaciones críticas con riesgo quirúrgico muy elevado y con cardiopatía grave asociada. Sin embargo, otros grupos de prestigio realizan el procedimiento a esta edad argumentando que la recoartación podrá ser redilatada u operada en una edad más favorable<sup>79</sup>.

En el niño mayor los buenos resultados obtenidos con la angioplastia, junto con la baja morbilidad, hacen de esta técnica una alternativa de la cirugía muy atractiva, aunque no se debe olvidar la incidencia de recortación entre el 7 y el 12% y de aneurismas del 5%<sup>80</sup>.

En el adulto la angioplastia puede ser un tratamiento adecuado, obteniéndose un resultado favorable inmediato en más del 74% de los casos. La incidencia de recoartación varía entre el 5 y el 8% y la formación de aneurismas entre el 5 y el 11%, con algún caso descrito de disección distal<sup>81</sup>.

## ANGIOPLASTIA EN LA RECOARTACIÓN DE AORTA

En la actualidad la angioplastia es el tratamiento de elección en la recoartación posquirúrgica<sup>82</sup>. Para la mayoría de autores se indica cuando se observan gradientes superiores a 20 mmHg en reposo; otros, sin embargo, ante la efectividad y sencillez de la técnica, la indican para gradientes superiores a 15

---

<sup>78</sup> Fedderly RT, Lloyd TR, Mendelsohn AM, Beekman RH. Determinants of successful balloon valvulotomy in infants with critical pulmonary stenosis or membranous pulmonary atresia with intact ventricular septum. *J Am Coll Cardiol* 1995;25: 460-465

<sup>79</sup> Fedderly RT, Lloyd TR, Mendelshon AM, Beekman RH. Determinants of successful balloon valvotomy in infants with critical pulmonary stenosis or membranous pulmonary atresia with intact ventricular septum. *J Am Coll Cardiol* 1995;25: 460-465

<sup>80</sup> Kveselis DA, Rocchini AP, Snider AR, Rosenthal A, Crowley DC, Dick M. Results of balloon valvuloplasty in the treatment of congenital valvar pulmonary stenosis in children. *Am J Cardiol* 1985;56: 527-532

<sup>81</sup> Gournay V, Piechaud J, Delogn A, Sidi D, Kachaner J. Balloon valvotomy for critical stenosis or atresia of pulmonary valve in newborns. *J Am Coll Cardiol* 1995;26: 1.725-1.731

<sup>82</sup> Justo RH, Nykanen DG, Williams WG, Freedom RM, Benson LM. Transcatheter perforation for the right ventricular outflow tract as initial therapy for pulmonary valve atresia and intact ventricular septum in the newborn. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;40: 408-413

mmHg. Esta segunda conducta puede favorecer a largo plazo la función ventricular y reducir las complicaciones tardías de la hipertensión<sup>83</sup>.

Comparativamente con la cirugía, la experiencia con el catéter-balón ha sido muy favorable con reducción de la morbimortalidad siempre aumentada de una reintervención. Los resultados son muy buenos independientemente del tipo de cirugía realizada previamente y se mantienen a largo plazo en el 70-80% de los casos. El predictor más importante de un resultado menos favorable en el seguimiento es el hipodesarrollo del arco (valor Z menor de 2)<sup>84</sup>.

Se deben tener presentes las consideraciones técnicas referidas para la coartación nativa, aunque para algunos autores el diámetro del balón debe ser ligeramente superior. En nuestra experiencia obtenemos buenos resultados siguiendo la normativa del grupo de Toronto con diámetros de balón de 2 a 3 veces el diámetro del estrechamiento, pero no superiores al 150% del arco transversal opuesto a la subclavia izquierda<sup>85</sup>.

Aunque la cicatriz periadventicial posquirúrgica protege la aorta en la angioplastia, se han publicado de forma aislada casos de disecciones y roturas fatales<sup>86</sup>. Otras complicaciones han sido la formación de aneurismas (0-14%), lesiones de la arteria femoral (17%), neurológicas (2%) y síndrome poscoartectomía (2%)<sup>87</sup>.

Cuando la recoartación es secundaria a la angioplastia con balón debe tenerse muy en cuenta si ésta es una lesión residual o una verdadera recurrencia. Cuando

---

<sup>83</sup> Hijazi ZM, Patel H, Warner K. Transcatheter retrograde radio-frequency perforation of pulmonic valve in pulmonary atresia with intact ventricular septum using a 2 French Catheter. *Cath Cardiovasc Diagn* 1998;45: 151-154

<sup>84</sup> Rao PS, Wilson AD, Thapar MK, Brais M. Balloon pulmonary valvuloplasty in the management of cyanotic congenital heart defects. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992;25: 16-24

<sup>85</sup> Shrivatsava S, Radhakrishnan S, Dev V, Singh LS, Rajani M. Balloon dilatation of atrial septum in complete transposition of great arteries: a new technique. *Indian Heart J* 1987;39: 298-300

<sup>86</sup> Sreeram N, Saleem M, Jackson M, Peart I, Mc Kay R, Arnold R et al. Results of balloon pulmonary valvuloplasty as a palliative procedure in tetralogy of Fallot. *J Am Coll Cardiol* 1991;8: 159-165

<sup>87</sup> Justo RH, Nykanen DG, Williams WG, Freedom RM, Benson LM. Transcatheter perforation for the right ventricular outflow tract as initial therapy for pulmonary valve atresia and intact ventricular septum in the newborn. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;40: 408-413

se trata de lo segundo lo probable es que se trate de una obstrucción cicatrizal secundaria a la primera dilatación y será más favorable para una segunda angioplastia. Es razonable pensar que factores anatómicos de riesgo como la hipoplasia del arco trasverso o del istmo también van a influir negativamente en una segunda dilatación<sup>88</sup>.

## PROCEDIMIENTOS HÍBRIDOS

En cardiología y cirugía cardiovascular pediátrica, las técnicas híbridas son procedimientos nuevos y desafiantes, ya que entrecruzan disciplinas, combinan la habilidad y experiencia de cirujanos y hemodinamistas.

La descompresión híbrida del ventrículo derecho en pacientes con atresia pulmonar valvular y septo interventricular intacto, emerge como una alternativa a los procedimientos percutáneos, para disminuir las complicaciones y aumentar la tasa de éxitos.

La dilatación híbrida con catéter balón en las atresias pulmonares valvulares con septo interventricular intacto es una alternativa factible, segura y eficaz en pacientes seleccionados.

La estrategia de tratamiento para la Atresia pulmonar con septo interventricular intacto depende, sobre todo, de las características morfológicas del ventrículo derecho. En los casos con ligera o moderada hipoplasia del mismo, la descompresión temprana aumenta la probabilidad de la reparación biventricular.

Los procedimientos percutáneos por cateterismo intervencionista son la primera elección en los enfermos con anatomía favorable: infundíbulo abierto, atresia valvular membranosa y tamaño tricuspídeo adecuado. Sin embargo, esta modalidad terapéutica está asociada a un alto índice de fallos y a una mortalidad

---

<sup>88</sup> Shrivatsava S, Radhakrishnan S, Dev V, Singh LS, Rajani M. Balloon dilatation of atrial septum in complete transposition of great arteries: a new technique. Indian Heart J 1987;39: 298-300

de 4% a 50%. Las principales complicaciones son la perforación del ventrículo derecho con taponamiento cardíaco y la regurgitación pulmonar grave.

Los procedimientos híbridos tienen varias ventajas en relación con los intervencionistas o quirúrgicos: evitan la agresión producida por la derivación cardiopulmonar y con ello disminuyen el tiempo de la ventilación mecánica y de estadía hospitalaria; previenen el daño a estructuras vasculares periféricas; disminuyen el riesgo de perforaciones del ventrículo derecho, desgarros de la válvula tricúspide, arritmias y parada cardíaca.

Burke y colaboradores<sup>89</sup>, en su experiencia con la radiofrecuencia, plantean que el ángulo de acceso a la válvula pulmonar es mucho más favorable cuando se interviene a través del ventrículo derecho, lo que logra mayor estabilidad de catéteres y dispositivos, así como reduce la probabilidad de perforaciones. Durante el acto operatorio, el cirujano tiene una imagen más clara para puncionar la zona central de la válvula y con ello, se disminuye la regurgitación valvular postoperatoria.

Aún en los pacientes en que los procedimientos intervencionistas resulten exitosos, la necesidad de intervenciones quirúrgicas en el período neonatal, ya sean fístulas sistémicas pulmonares o reconstrucción del tracto de salida del ventrículo derecho, puede ser tan alta como 75%<sup>90</sup>. Sin embargo, la fístula de Blalock Taussig en el mismo tiempo quirúrgico, evita hipoxemias graves, nuevas intervenciones y los efectos adversos del uso prolongado de prostaglandina E1. Una revisión sistemática reciente mostró similar evolución postoperatoria a mediano plazo en relación con el éxito de la descompresión, en los pacientes tratados con técnicas híbridas como en los intervenidos por cirugía y circulación extracorpórea.

---

<sup>89</sup> Burke RP, Hannan RL, Zabinsky JA, et al. Hybrid Ventricular Decompression in Pulmonary Atresia with Intact Septum. *Ann Thorac Surg* 2009; 88:688–9.

<sup>90</sup> Zampi JD, Hirsch-Romano JC, Goldstein BH, et al. Hybrid Approach for Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum: Early Single Center Results and Comparison to the Standard Surgical Approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2013 Aug 31. doi: 10.1002/ccd.25181. [Epub ahead of print].

No obstante, en aquellos fue posible evitar en 100% de los casos la derivación cardiopulmonar y los efectos adversos de la misma. Se señala también, que las técnicas híbridas son más fáciles de implementar y promover que el cateterismo intervencionista. Todas las ventajas adquieren mayor relevancia en recién nacidos de bajo peso corporal y se espera que futuras investigaciones determinarán el efecto de estas opciones combinadas no solo en la morbimortalidad, sino en la reducción de los tiempos quirúrgicos, cantidad de contraste y exposición a radiaciones.

Existen ciertas indicaciones generales para dichos procedimientos:

En pacientes con síndrome del ventrículo izquierdo hipoplásico (SVIH):

1. Como alternativa a la cirugía cardíaca de Norwood en pacientes de alto riesgo quirúrgico (pacientes con bajo peso, o con fallo multiorgánico). La corrección será hacia corazón univentricular.
2. Como puente al trasplante cardíaco.
3. En casos de ventrículo izquierdo límite para dar tiempo a que éste aumente de tamaño y se pueda realizar corrección biventricular.

En pacientes con comunicación interventricular muscular (CIV), fuera de edad neonatal:

1. Pacientes de peso bajo para evitar el riesgo que supone una intervención con circulación extracorpórea (CEC) o un cierre percutáneo (lesiones en vena femoral, embolización del dispositivo, daño neurológico).
2. Localización de la CIV de difícil acceso y localización sin fluoroscopia.  
Implantación de stents en lesiones estenóticas a pacientes a los que se les va a someter a cirugía cardíaca aprovechando ésta.

Objetivo del procedimiento híbrido en el SVIH:

Proporcionar suficiente flujo sistémico y coronario y controlar el flujo de sangre que va hacia el pulmón; todo ello sin someter al paciente a circulación extracorpórea y

minimizando por tanto las complicaciones asociadas al estadio I de Norwood en neonatos de bajo peso o con disfunción ventricular o multiorgánica. De este modo se esperan unos 4 o 6 meses antes de realizar estadio II Glenn bidireccional (unión de la vena cava superior y rama pulmonar derecha) además de reconstruir el arco aórtico (Norwood modificado).

Técnica:

Es un procedimiento que requiere coordinación entre el equipo de cirugía y el de hemodinámica. La bomba de circulación extracorpórea tiene que estar preparada por si fuera necesario durante el intervencionismo canular al paciente y asistirle con ella.

1. Realización de banding de ambas arterias pulmonares mediante esternotomía media y sin necesidad de circulación extracorpórea. El banding lo realiza el equipo de cirugía cardíaca. Consiste en disminuir el calibre de ambas arterias pulmonares con bandas (provocar una estenosis artificial) para reducir la cantidad de sangre que irá al pulmón (para evitar plétora pulmonar) y aumentar la cantidad de sangre que pasará hacia la aorta (a nivel sistémico) a través del stent que se implantará en el ductus.
2. Ampliación de la CIA si precisa mediante catéter balón, implante de stent o mediante cirugía.
3. Implante de stent en DAP de forma percutánea a través de arteria femoral o directamente puncionando tronco pulmonar si el paciente permanece con tórax abierto. En los casos realizados se han encontrado menos complicaciones puncionando arteria pulmonar y es lo que a continuación se describe; el cirujano realiza una bolsa de tabaco con un hilo en el tronco pulmonar, en el centro de esa bolsa se abre una pequeñísima incisión con bisturí y se introduce el introductor adecuado (6 f r), controlado por la bolsa de tabaco y fijado con una seda al torniquete por el que se pasa el hilo de la bolsa de tabaco. Se sonda el ductus con guía de angioplastia coronaria de 014" y sobre la misma se introduce el stent montado en cateter balón. El tamaño del stent dependerá del tamaño del ductus; si se

considera que la posición es la correcta se procede al inflado del catéter balón con jeringa manómetro hasta alcanzar las atmósferas indicadas; el introductor permite la realización de angiografías para valorar el correcto posicionamiento del stent en el DAP.

Por último, el equipo de cirugía cardiaca procede a cerrar la incisión que deja el introductor en el tronco pulmonar con la bolsa de tabaco previamente realizada y cierran el tórax o lo dejan abierto pero sellado con un parche suturado a los bordes de la piel hasta que consideren en las próximas horas que la inflamación se ha reducido y puedan cerrar el esternón con seguridad.

Normalmente la técnica se realiza en dos tiempos, primero se realiza el banding y ampliación de la CIA y unos días después el implante del stent en el DAP.

Complicaciones: embolización del stent, coartación de aorta por protrusión del stent, estenosis de las ramas producidas por el banding (requerirán angioplastias postbanding), restenosis de la CIA (algunos autores prefieren colocar un stent o realizarla directamente por cirugía).

## VALVULOTOMÍA PULMONAR PERCUTÁNEA MEDIANTE RADIOFRECUENCIA EN LA ATRESIA PULMONAR CON SEPTO INTERVENTRICULAR ÍNTEGRO

La atresia pulmonar con septo interventricular (IV) íntegro es una cardiopatía que comporta una elevada morbimortalidad a pesar de la mejoría progresiva de su tratamiento en los últimos años. El grado de hipoplasia del ventrículo derecho (VD) y las anomalías de la circulación coronaria son los principales determinantes del tratamiento y del pronóstico<sup>91</sup>. Aquellos pacientes con un VD mejor desarrollado y sin circulación coronaria dependiente del VD son los mejores candidatos a una apertura de la válvula pulmonar que permitirá el crecimiento y desarrollo del VD y, por tanto, una corrección biventricular. Inicialmente la apertura de la válvula se

---

<sup>91</sup> Hanley FL, Sade RM, Blackstine EH, Kirklin JW, Freedom RM, Nanda NC. Outcomes in neonatal pulmonary atresia with intact ventricular septum: a multiinstitutional study. J Thorac Cardiovasc Surg 1993;105: 406-427.

realizaba quirúrgicamente. En 1991 se publicaron los primeros casos de valvulotomía pulmonar percutánea en la atresia pulmonar mediante guía láser asociado a valvuloplastia pulmonar, como alternativa al procedimiento quirúrgico<sup>92</sup>.

Desde entonces el material utilizado ha ido variando, desde guía láser hasta catéter de radiofrecuencia<sup>93- 94</sup> este último parece ofrecer las mayores ventajas y los mejores resultados. Aunque todavía las series publicadas son escasas, la valvulotomía percutánea parece ser una adecuada alternativa a la cirugía en pacientes con atresia pulmonar y septo IV íntegro debidamente seleccionados<sup>95</sup>.

El tratamiento de los pacientes con atresia pulmonar y septo IV íntegro es todavía hoy día difícil, debido a la amplia variedad morfológica en el grado de desarrollo del VD y a las anomalías en la circulación coronaria. Cuando la circulación coronaria no es dependiente del VD y el tamaño de éste es bueno, la apertura de la válvula pulmonar constituye el tratamiento de elección, ya que promueve el crecimiento y desarrollo del VD y la regresión de su hipertrofia, lo que permite una hemodinámica biventricular<sup>96</sup>.

Inicialmente la cirugía era el único método utilizado para la valvulotomía asociada o no a la creación de una fístula sistémicopulmonar, como se menciona anteriormente fue desde 1991 que se publicaron los primeros casos de valvulotomía pulmonar percutánea como alternativa a la cirugía en pacientes con

---

<sup>92</sup> Qureshi SA, Rosenthal E, Tynan M, Anjos R, Baker EJ. Transcatheter laser-assisted balloon pulmonary valve dilation in pulmonic valve atresia. *Am J Cardiol* 1991;67: 428-431.

<sup>93</sup> Rosenthal E, Qureshi SA, Chan KC, Martin RP, Skehan DJ, Jordan SC et al. Radiofrequency-assisted balloon dilatation in patients with pulmonary valve atresia and an intact ventricular septum. *Br Heart J* 1993;69: 347-351.

<sup>94</sup> Wright SB, Radtke WA, Gillette PC. Percutaneous radiofrequency valvotomy using a standard 5F electrode catheter for pulmonary atresia in neonates. *Am J Cardiol* 1996;77: 1370-1372.

<sup>95</sup> Ovaert C, Qureshi SA, Rosenthal E, Baker EJ, Tynan M. Growth the right ventricle after successful transcatheter pulmonary valvotomy in neonates and infants with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115: 1055-1062.

<sup>96</sup> Hanley FL, Sade RM, Blackstine EH, Kirklin JW, Freedom RM, Nanda NC. Outcomes in neonatal pulmonary atresia with intact ventricular septum: a multiinstitutional study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105: 406-427.

atresia pulmonar<sup>97</sup>. Desde entonces se han escrito numerosos artículos al respecto, aunque con escaso número de pacientes, y poco a poco ello ha permitido ir delimitando cuáles son los casos más idóneos para esta técnica, así como el material más adecuado para conseguir progresivamente resultados mejores<sup>98</sup>.

La valvulotomía pulmonar percutánea se ha llevado a cabo con éxito utilizando guía láser y guía de radiofrecuencia. Sin embargo, el empleo de catéteres de ablación de radiofrecuencia disponibles hoy día en el mercado para el tratamiento de las arritmias ha permitido realizar el procedimiento con mayor efectividad. Una mayor superficie de contacto y la capacidad de flexionar la punta del catéter facilitan la correcta aplicación de la energía de radiofrecuencia. El número de aplicaciones necesarias para conseguir la valvulotomía, así como la cantidad de energía, es muy variable de unos artículos a otros<sup>99</sup>. Sin embargo, los catéteres de radiofrecuencia existentes en el mercado tienen un diámetro mínimo de 5 French y carecen de agujero distal, lo que obliga al intercambio del catéter una vez conseguida la perforación valvular. En la actualidad se están comenzando a utilizar nuevos catéteres que intentan solventar estos problemas y facilitar el procedimiento<sup>100</sup>. La adecuada posición de la punta del catéter de radiofrecuencia en cada aplicación es fundamental para evitar complicaciones (perforación del VD o taponamiento cardíaco). Para ello se deja un catéter en el tronco pulmonar durante todo el procedimiento como testigo de la posición espacial del plano valvular pulmonar.

---

<sup>97</sup> Qureshi SA, Rosenthal E, Tynan M, Anjos R, Baker EJ. Transcatheter laser-assisted balloon pulmonary valve dilation in pulmonic valve atresia. *Am J Cardiol* 1991;67: 428-431.

<sup>98</sup> Ovaert C, Qureshi SA, Rosenthal E, Baker EJ, Tynan M. Growth the right ventricle after successful transcatheter pulmonary valvotomy in neonates and infants with pulmonary atresia and intact ventricular septum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115: 1055-1062.

<sup>99</sup> Wright SB, Radtke WA, Gillette PC. Percutaneous radiofrequency valvotomy using a standard 5F electrode catheter for pulmonary atresia in neonates. *Am J Cardiol* 1996;77: 1370-1372.

<sup>100</sup> Cheatham JP, Coe JY, Kugler JD, Fletcher SE, Tower AJ. Successful transcatheter perforation of the atretic pulmonary valve membrane in a newborn using the new Coe radiofrequency end hole catheter. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1998;45: 162-166.

Se utiliza además la ecocardiografía transtorácica, que se cree es de ayuda y aporta más seguridad al procedimiento. La perforación valvular se comprueba efectuando una ventriculografía derecha, que pondrá de manifiesto flujo anterógrado pulmonar, aunque a veces la visualización de éste a través de un mínimo agujero creado puede resultar francamente difícil. Si no se evidencia flujo anterógrado, y teniendo en cuenta que se ha debilitado la pared valvular con radiofrecuencia, se puede conseguir la perforación de la misma con una guía de intercambio por su extremo rígido. Para evitar el daño vascular es necesaria la estabilidad de la guía ubicándola en la aorta torácica a través del ductus mediante un catéter lazo 8.

Una vez conseguida la apertura valvular, el problema que se plantea es la necesidad o no de mantener un shunt sintético pulmonar para asegurar el flujo pulmonar y determinar cuánto tiempo precisa el VD para ser capaz de soportar todo el flujo pulmonar. Hanley et al<sup>101</sup> han intentado establecerlo basándose en el tamaño del anillo tricuspídeo. Sin embargo, en la práctica diaria es un tema difícil.

Algunos autores han basado la necesidad de crear un shunt sistemicopulmonar en función de la necesidad de mantener una saturación arterial adecuada (80-85%)<sup>102</sup> y de tal forma que, si un paciente no puede mantener una saturación sistémica adecuada al mes del procedimiento sin prostaglandinas (excluyendo estenosis pulmonar valvular residual susceptible en tal caso de valvuloplastia), requerirá un shunt sistemicopulmonar que se podrá conseguir realizando una fístula sistemicopulmonar o bien manteniendo la permeabilidad ductal mediante la colocación de stent 6 con retirada de prostaglandinas. En nuestro caso optamos por la creación de una fístula subclaviopulmonar izquierda.

---

<sup>101</sup> Hanley FL, Sade RM, Blackstine EH, Kirklin JW, Freedom RM, Nanda NC. Outcomes in neonatal pulmonary atresia with intact ventricular septum: a multiinstitutional study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;105: 406-427.

<sup>102</sup> Qureshi SA, Rosenthal E, Tynan M, Anjos R, Baker EJ. Transcatheter laser-assisted balloon pulmonary valve dilation in pulmonic valve atresia. *Am J Cardiol* 1991;67: 428-431.

En resumen, se sabe que la valvulotomía pulmonar percutánea mediante catéter de ablación con radiofrecuencia en pacientes con atresia pulmonar es una alternativa válida a la cirugía. La selección cuidadosa de los pacientes es importante para la obtención de unos buenos resultados y para minimizar las complicaciones. Los pacientes más idóneos para el empleo de esta técnica parecen ser aquellos con un VD bien desarrollado y atresia pulmonar membranosa con válvula pulmonar bien desarrollada<sup>103</sup>. La utilización de los catéteres de radiofrecuencia<sup>104</sup> existentes en el mercado permite la realización de esta técnica de forma segura, y la mejoría progresiva en su diseño permitirá efectuar la valvulotomía percutánea con mayor facilidad y eficacia.

#### STENT BIOABSORBIBLE EN DIFERENTES ESCENARIOS DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS.

Los niños superan en crecimiento a los stents metálicos, lo que obliga a someterse a futuras redilataciones o eventual extirpación quirúrgica. Un stent bioabsorbible, o un stent que desaparece con el tiempo, resolvería este problema.

La terapia de elección para los pacientes con Coartación de Aorta (CAo) es objeto de debate, desde los excelentes resultados que la opción percutánea ha ido demostrando en los últimos años. Sin embargo el tratamiento intervencionista es muy controvertido en neonatos y lactantes debido a la alta incidencia (> 50% en muchas series) de recoartación.

La mortalidad precoz fue de un 11% y un 18% respectivamente, sin diferencias significativas ajustando el análisis a las características clínicas y anatómicas. La ausencia de reintervención en el seguimiento fue similar en los dos grupos al mes (91%), a los 6 meses (68%), al año (58%) y a los 5 años (48%). La incidencia de insuficiencia aórtica relevante fue más alta después de la valvuloplastia

---

<sup>103</sup> Ovaert C, Qureshi SA, Rosenthal E, Baker EJ, Tynan M. Growth the right ventricle after successful transcatheter pulmonary valvotomy in neonates and infants with pulmonary atresia and intact ventricular septum. J Thorac Cardiovasc Surg 1998;115: 1055-1062.

<sup>104</sup> Brugada J. Radiofrequency ablation of occult left accessory pathways without catheterization of the coronary sinus. Rev Esp Cardio 1997;50: 36-41

percutánea, aunque que no de forma estadísticamente significativa. Fratz y cols.<sup>105</sup> describieron en una serie de 188 niños un periodo de libre de reintervención quirúrgica de 10 años después de la valvuloplastia percutánea aórtica del 59% para los neonatos, y del 70% para los pacientes mayores de un mes.

Por otra parte, la reestenosis endoproliferativa se ha descrito en el 18% de los niños pequeños, especialmente después del uso de stents de pequeño diámetro<sup>106</sup> Por esta razón, es importante considerar el tamaño máximo de un stent puede ser dilatado, con el fin de prevenir una obstrucción iatrogénica causada por un stent de pequeño diámetro. Sin embargo, lo más importante es que la implantación de stents de tamaño adulto en niños está asociada con complicaciones vasculares significativas, que pueden requerir la extirpación quirúrgica del stent o reconstrucción aórtica. Chisolm et al. Informó que el uso de stents de tamaño adulto es legítimo en pacientes por encima de 15 kg e incluso entre 10 y 15 kg.<sup>107</sup> Sin embargo, Rosenthal no abogó por el implante de stents en niños menores de 25 kg debido a las dificultades con el tamaño de la vaina de entrega.<sup>108</sup> Thanopoulos et al. Sugirió que si se considera la reparación del stent en niños, los stents metálicos desnudos deben ser favorecidos sobre los stents cubiertos en los niños, ya que pueden ser redilados más fácilmente, y la inserción es más factible a través de envolturas Mullins más pequeñas.<sup>109</sup> Además, los stents cubiertos parecen ser más adecuados en niños con una anatomía compleja, con aneurismas aórticos y con complicaciones debido al implante de stents como la disección aórtica. El uso de stents bioabsorbibles que se adapten al niño en

---

<sup>105</sup> Fratz S, Gildein HP, Balling G, et al. Aortic valvuloplasty in pediatric patients substantially postpones the need for aortic valve surgery: a single-center experience of 188 patients after up to 17.5 years of follow-up. *Circulation*. 2008; 117: 1201-6

<sup>106</sup> Fratz S, Gildein HP, Balling G, et al. Aortic valvuloplasty in pediatric patients substantially postpones the need for aortic valve surgery: a single-center experience of 188 patients after up to 17.5 years of follow-up. *Circulation*. 2008; 117: 1201-6

<sup>107</sup> Holzer, R. J., Chisolm, J. L., Hill, S. L., & Cheatham, J. P. (2008). Stenting complex aortic arch obstructions. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 71(3), 375-382.

<sup>108</sup> Magee, A. G., Brzezinska-Rajszyk, G., Qureshi, S. A., Rosenthal, E., Zubrzycka, M., Ksiazyk, J., & Tynan, M. (1999). Stent implantation for aortic coarctation and recoarctation. *Heart*, 82(5), 600-606.

<sup>109</sup> Thanopoulos, B. D., Hadjinikolaou, L., Konstadopoulou, G. N., Tsaousis, G. S., Triposkiadis, F., & Spirou, P. (2000). Stent treatment for coarctation of the aorta: intermediate term follow up and technical considerations. *Heart*, 84(1), 65-70.

crecimiento podría ser una alternativa en Los niños, sin embargo, los resultados con respecto al uso de estos stents en los niños son limitados.

#### INTERVENCIONISMO VALVULAR FETAL.

El objetivo es conseguir que fetos con cardiopatías congénitas graves nazcan en mejores condiciones de las que lo harían si la enfermedad evolucionase de forma natural. Se intenta conseguir que un ventrículo que acabaría siendo hipoplásico por la estenosis valvular se desarrolle lo suficiente antes de que el niño nazca para cumplir su función en el futuro. Este tipo de intervencionismo es técnicamente complicado, tanto por el tamaño del feto (su peso no supera los 500 gr, aproximadamente semana 20 de gestación) como por el material utilizado, que no es específico para esta técnica. También son frecuentes las complicaciones graves durante el procedimiento, desde bradicardia, hemotórax.

#### 4.1. COMPLICACIONES TRAS CATETERISMO EN CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS.

Dentro de las complicaciones en un cateterismo cardiaco que se encuentran más frecuentemente posterior al procedimiento son, la presencia de hematomas o equimosis en la zona de punción, más raramente se pueden ver episodios de sangrado activo, en especial en pacientes anticoagulados o pasesias transitorias, que se ocasionan por punción en paquete nervioso durante el acceso vascular. Embolización de dispositivos, arritmias, perforaciones cardiacas y la muerte.

##### *4.1.1. COMPLICACIONES RELACIONADAS AL ACCESO VASCULAR*

Inmediatamente después del cateterismo se aplican varias técnicas para evitar el sangrado del vaso puncionado. La más utilizada en los niños es el vendaje compresivo, en otras opciones son el parche hemostático y diversos dispositivos de cierre percutáneo. Éstos últimos se usan raramente en niños porque se requiere un diámetro mínimo del vaso. Las principales complicaciones son las que se citan a continuación:

#### 4.1.2. *COMPLICACIONES HEMATICAS.*

- **LESIONES POR SANGRADO:** Las pequeñas hemorragias habitualmente se relacionan con un movimiento brusco del miembro afectado y no suelen revestir gravedad. Son raras después de las primeras horas del procedimiento, pero pueden ocurrir más tardíamente, en especial en pacientes anticoagulados. Se pueden solucionar realizando compresión manual sobre la zona de punción del vaso, que se encuentra ligeramente proximal a la herida cutánea. Posteriormente se coloca un vendaje compresivo durante unas horas. Salvo mala evolución, no es necesaria la valoración hospitalaria.
- Los hematomas suelen resolverse de manera espontánea en 1-2 semanas y aunque no necesitan tratamiento pueden utilizarse tratamientos tópicos para acelerar su resolución.
- **LESIONES VASCULARES**
  - Trombosis venosa raramente es sintomática a corto plazo, pero es necesario que sea reconocida, porque puede ser susceptible de tratamiento en estadios precoces. Puede manifestarse por la presencia de circulación colateral periférica en la zona afecta y por síntomas de insuficiencia venosa en el miembro afecto (edemas, dolor, etc).
  - Trombosis arterial es mucho menos frecuente y con una clínica más florida. La ausencia de pulso, frialdad y la claudicación intermitente son característicos de la fase temprana. El acortamiento del miembro afecto por crecimiento inapropiado puede ser la única pista en el paciente a largo plazo y si no se conoce puede derivar en otras complicaciones secundarias como la escoliosis. El tratamiento es difícil y muchas veces solo posible si se aborda en las fases precoces.
  - La cateterización conjunta de arteria y vena femoral puede producir fistulas arteriovenosas, con tumefacción, dolor y soplo característico

en el lugar de la entrada del catéter. Su resolución espontánea es frecuente, pero puede requerir reparación quirúrgica.

- En ocasiones, estos hematomas se desarrollan en continuidad con la luz arterial, produciéndose un pseudoaneurisma. Aunque su diagnóstico es ecográfico se puede sospechar por la presencia de un hematoma pulsátil y un soplo a dicho nivel.

#### 4.1.3. *COMPLICACIONES NEUROLÓGICAS*

Los accidentes cerebrovasculares son raros en edad pediátrica y ocurren principalmente en las primeras 24 horas, aunque han sido descritos hasta transcurridas 48 horas. Su clínica no difiere de los de otra etiología y su manejo es hospitalario.

Es habitual en la práctica clínica la presencia de cefalea en pacientes con CIA cerrada con dispositivo. Su mecanismo patogénico permanece sin aclarar, aunque presenta una clara asociación con antecedentes familiares o personales de migraña. Suele responder al tratamiento analgésico habitual y mejorar evolutivamente en los meses siguientes al procedimiento.

También ha sido descrita patología a nivel del sistema nervioso periférico. Los procedimientos realizados por vía femoral pueden producir lesiones en el nervio femoral, en el femorocutáneo e incluso en el plexo lumbosacro. Los mecanismos implicados son el traumatismo directo, la compresión secundaria a hematomas o pseudoaneurismas y más rara vez, la isquemia del nervio. En pacientes que se han sometido a cateterismos prolongados puede haber paresias secundarias a la posición en hiperextensión de los brazos, es importante su identificación precoz para una correcta aproximación terapéutica mediante fisioterapia.

#### 4.1.4. *COMPLICACIONES INFECCIOSAS*

La principal preocupación en el seguimiento evolutivo es el desarrollo de endocarditis infecciosa. Para su prevención, algunos centros aplican pautas de antibioticoterapia intravenosa perioperatoria, aunque esta actitud no ha

demostrado claramente su eficacia. Si se implanta un dispositivo intracardiaco o intravascular se suele recomendar la profilaxis de endocarditis bacteriana en los seis meses siguientes, tiempo teórico de endotelización del dispositivo. Si tras ellos no existe un shunt residual, no es necesario continuar la profilaxis. La actitud ante un proceso febril en la evolución a largo plazo no debe diferir necesariamente de la de otros niños. Si bien debe ser tomada en cuenta la posibilidad de endocarditis bacteriana ante la afectación del estado general. La fiebre prolongada, la ausencia de foco o la presencia de un nuevo soplo a la auscultación cardiaca. La infección en el área del acceso vascular es rara, aunque teóricamente posible y suele evolucionar favorablemente con tratamiento antibiótico oral. Para prevenirla se recomienda una o dos curas (gasa estéril con solución yodada o clorhexidina) al día.

#### **4.1.5. COMPLICACIONES HEMATOLOGICAS**

Cabe destacar la hemólisis que puede producirse en casos de dispositivos implantados, en los que permanece un shunt residual, principalmente en el cierre de ductus arterioso persistente. Es poco frecuente, apareciendo en menos del 0.5% de los dispositivos con cortocircuito residual. El tratamiento definitivo pasa por la oclusión total del defecto.

#### **4.1.6. EMBOLIZACIONES**

A pesar de que el procedimiento de implantación de un dispositivo se realiza bajo control angiográfico y fluoroscópico, se suele realizar una radiografía simple de tórax previa al alta hospitalaria para la visualización del mismo. Puede ocurrir la embolización temprana y tardía de un dispositivo. La sintomatología clínica dependerá en primer lugar del tipo de dispositivo como del sitio anatómico donde fue implantado. De ahí la importancia del control radiológico previo al egreso hospitalario. La extracción se realizará mediante hemodinámica y de no poder extraerse será mediante cirugía.

#### 4.1.7. COMPLICACIONES CARDIOLÓGICAS

Son raras y generalmente próximas a la intervención por lo que se le suele identificar previamente al alta hospitalaria. En los últimos años se han descrito algunas complicaciones a largo plazo tras el cierre de CIV, con dispositivos VSD M Amplatzer® (St. Jude Medical / AGA Medical corporation), como el bloqueo AV completo; erosiones de la aorta tras la oclusión de CIA con dispositivos ASD Amplatzer®; derrame pericárdico secundario a perforación. Arritmias transitorias; crisis de hipertensión arterial pulmonar; paro cardiaco e incluso la muerte. Son infrecuentes, pero potencialmente graves por lo que en cualquier paciente sometido a estas intervenciones se debe tener en cuenta al seguimiento.

Existe a nivel mundial un método, llamado *Catheterization for Congenital Heart Disease Adjustment for Risk Method (CHARM)*<sup>110</sup>; nace luego que el C3PO (Proyecto sobre Resultados de Cateterización Cardíaca Congénita) ha ido recopilando datos y utilizando una herramienta de entrada de datos basada en la Web en todos los casos de cateterización pediátricos en 8 instituciones desde 2007.

Un modelo de regresión logística multivariable con alta severidad, su resultado se construyó utilizando una muestra aleatoria del 75% de los casos en la cohorte multicéntrica; los modelos fueron evaluados en el resto 25%. La discriminación del modelo se evaluó mediante la estadística y la calibración con la prueba de Hosmer-Lemeshow. Los modelos finales se utilizaron para calcular las relaciones estandarizadas.

Entre agosto de 2007 y diciembre de 2009, se registraron 9.362 casos en 8 instituciones pediátricas. De los cuales se produjeron eventos de alta severidad en 454 casos (5%). La evaluación de datos empíricos dio 4 indicadores

---

<sup>110</sup> Bergersen, L., Gauvreau, K., Foerster, S. R., Marshall, A. C., McElhinney, D. B., Beekman, R. H., ... & Hellenbrand, W. E. (2011). Catheterization for congenital heart disease adjustment for risk method (CHARM). *JACC: Cardiovascular Interventions*, 4(9), 1037-1046.

independientes de vulnerabilidad hemodinámica. Modelos finales multivariantes incluidos, como el tipo de procedimiento categoría de riesgo, número de indicadores hemodinámicos, edad de 1 año. Se realizaron bien en el conjunto de datos de validación. Las tasas de eventos institucionales oscilaron entre 1,91% a 7,37% y las proporciones estandarizadas de AE oscilaron entre 0,61 y 1,41. Se concluye entonces que utilizando CHARM se puede ajustar la complejidad de la mezcla de casos, lo que debería permitir comparaciones entre las instituciones que realizan Cateterismo para la cardiopatía congénita.

TABLA 4.1. CATEGORÍAS DE RIESGO SEGÚN PROCEDIMIENTO REALIZADO

Table 1. Procedure Type Risk Categories				
	Risk Category 1	Risk Category 2	Risk Category 3	Risk Category 4
Diagnostic case	Age $\geq$ 1 yr	Age $\geq$ 1 month < 1 yr	Age < 1 month	
Valvuloplasty		Pulmonary valve $\geq$ 1 month	Aortic valve $\geq$ 1 month Pulmonary valve < 1 month Tricuspid valve	Mitral valve Aortic valve < 1 month
Device or coil closure	Venous collateral LSVC	PDA ASD or PFO Fontan fenestration Systemic to pulmonary artery collaterals	Systemic surgical shunt Baffle leak Coronary fistula	VSD Perivalvular leak
Balloon angioplasty		RVOT Aorta dilation < 8 atm	Pulmonary artery < 4 vessels Pulmonary artery $\geq$ 4 vessels all < 8 atm Aorta > 8 atm or CB Systemic artery (not aorta) Systemic surgical shunt Systemic to pulmonary collaterals Systemic vein	Pulmonary artery $\geq$ 4 vessels Pulmonary vein
Stent placement		Systemic vein	RVOT Aorta Systemic artery (not aorta)	Ventricular septum Pulmonary artery Pulmonary vein Systemic surgical shunt Systemic pulmonary collateral
Stent redilation		RVOT Atrial septum Aorta Systemic artery (not aorta) Systemic vein	Pulmonary artery Pulmonary vein	Ventricular septum
Other	Myocardial biopsy	Snare foreign body Transseptal puncture	Atrial septostomy Recanalization of jailed vessel in stent Recanalization of occluded vessel	Atrial septum dilation and stent Any catheterization < 4 days after surgery Atrietic valve perforation
ASD – atrial septal defect; CB – cutting balloon; LSVC – left superior vena cava; PDA – patent ductus arteriosus; PFO – patent foramen ovale; RVOT – right ventricular outflow tract (RVOT includes right ventricle to pulmonary artery conduit or status post-RVOT surgery with no conduit); VSD – ventricular septal defect.				

Fuente: Bergersen, L., Gauvreau, K., Foerster, S. R., Marshall, A. C., McElhinney, D. B., Beekman, R. H., ... & Hellenbrand, W. E. (2011). Catheterization for congenital heart disease adjustment for risk method (CHARM). *JACC: Cardiovascular Interventions*, 4(9), 1037-1046.

TABLA 4.2. DEFINICIONES DE EFECTOS ADVERSOS SEGÚN SEVERIDAD

Table 2. Definitions for Adverse Event Severity		
Severity Level	Definition	Examples
1-None	No harm, no change in condition, may have required monitoring to assess for potential change in condition with no intervention indicated.	Balloon rupture Equipment problem
2-Minor	Transient change in condition, not life-threatening, condition returns to baseline, required monitoring, required minor intervention such as holding a medication, or obtaining laboratory test.	Groin hematoma Self-resolving arrhythmia
3-Moderate	Transient change in condition may be life-threatening if not treated, condition returns to baseline, required monitoring, required intervention such as reversal agent, additional medication, transfer to the intensive care unit for monitoring, or moderate transcatheter intervention to correct condition.	Unstable arrhythmia with preserved blood pressure requiring intervention Vascular damage not life-threatening but requiring intervention
4-Major	Change in condition, life-threatening if not treated, change in condition may be permanent, may have required an intensive care unit admission or emergent readmit to hospital, may have required invasive monitoring, required interventions such as electrical cardioversion or unanticipated intubation or required major invasive procedures or transcatheter interventions to correct condition.	Event requiring cardiopulmonary resuscitation Event leading to surgery or repeat catheterization Stroke
5-Catastrophic	Any death, and emergent surgery or heart lung bypass support (ECMO) to prevent death with failure to wean from bypass support.	Event resulting in death

Fuente: Bergersen, L., Gauvreau, K., Foerster, S. R., Marshall, A. C., McElhinney, D. B., Beekman, R. H., ... & Hellenbrand, W. E. (2011). Catheterization for congenital heart disease adjustment for risk method (CHARM). *JACC: Cardiovascular Interventions*, 4(9), 1037-1046.

El modelo CHARM sirve para ajustar la complejidad de la mezcla de casos, basado en el tipo de procedimiento, características hemodinámicas y edad. Por medio de lo cual permite una comparación equitativa de las tasas de eventos adversos entre las instituciones que realizan el cateterismo en cardiopatías congénitas.

## 5. ORGANIZACIÓN DE ESTUDIO Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 5.1. TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO.

Se trata de un estudio epidemiológico descriptivo, de carácter retrospectivo, de corte transversal, que corresponde a una serie de casos.

### 5.2. POBLACIÓN

Pacientes en edad neonatal que fueron sometidos a cateterismo cardíaco durante el periodo de tiempo de Enero 2015 a Junio 2016, en el Hospital nacional de niños Benjamín Bloom.

### 5.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

Los criterios de inclusión abarcan, que sean pacientes en edad neonatal, (definida ésta hasta los 28 días de vida), que hayan nacido con una cardiopatía congénita, a los cuales se les dio diagnóstico cardiológico de un defecto cardíaco en específico y se les sometió a tratamiento a través cateterismo cardíaco, en el Hospital nacional de niños Benjamín Bloom, en el periodo de tiempo comprendido entre Enero 2015 y Junio 2016.

### 5.4. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

No existen criterios de exclusión en esta serie de casos, pues se trata de una muestra muy pequeña, por lo que todos los pacientes serán incluidos en el estudio.

## 5.5. PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. (VER ANEXO)

Se obtuvieron los datos de paciente a través de la solicitud de expedientes clínicos y se realizó un reporte de cada uno de los casos de forma descriptiva, conglomerándolos finalmente en una base de datos, creada en la hoja de cálculo de Microsoft Excel 2010.

Se incluyó en análisis datos como:

- Identificación general:
  - Edad, sexo, peso, longitud, zona geográfica de procedencia.
- Datos previos a procedimiento:
  - Diagnóstico inicial con el que ingresa a servicio de Hospitalización.
  - Diagnóstico cardiológico y estudios complementarios que contribuyeron a llegar al diagnóstico (EKG, Ecocardiograma, Rayos X de tórax, Tomografía), ventilación mecánica, manejo aminérgico previo a procedimiento.
  - Utilización de antibióticoterapia profiláctica.
- Datos sobre procedimiento:
  - Procedimiento ejecutado, y edad de intervención.
  - Tipo de acceso vascular y técnica utilizada.
  - Variables hemodinámicas como saturación inicial y final, gasometría, lactato inicial y final.
  - Complicaciones durante el procedimiento.
- Datos posterior a procedimiento:
  - Gasometría post quirúrgica inicial, lactato postquirúrgico inicial.
  - Uso de ventilación mecánica y días de ventilación posterior a cateterismo.
  - Uso de aminas posterior a cateterismo.
  - Evolución postquirúrgica y días de estancia en cuidados intensivos.
  - Necesidad de transfusión de hemoderivados.
  - Complicaciones y mortalidad relacionada a procedimiento

## 5.6. PROCEDENCIA DE LOS SUJETOS

Se hizo la selección según el listado de egresos emitido por el departamento de epidemiología, luego se revisaron los expedientes que correspondían a pacientes con diagnóstico de cardiopatía congénita, de los cuales se seleccionaron, pacientes en edad neonatal que han sido sometidos a cateterismo cardiaco intervencionista para la resolución paliativa o definitiva del defecto cardiaco congénito.

## 5.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 5.7.1. TABLA PARA LA OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES DE ESTUDIO

TIPO DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERATIVA	CLASIFICACIÓN	VALORES DE LA VARIABLE
<b>VARIABLES DEMOGRÁFICAS</b>	Edad	Variable cuantitativa continua	Codificada en días al momento del ingreso al HNNBB
	Sexo	Variable nominal dicotómica	Codificada como: <i>Masculino 1,</i> <i>Femenino 2.</i>
	Edad de Intervención	Variable cuantitativa continua	Cuantificada en días al momento del cateterismo intervencionista
	Peso	Variable cuantitativa	Codificada en kilogramos (peso al momento de ingreso)
	Longitud	Variable cuantitativa	Codificada en centímetros (longitud al momento de ingreso)
	Zona geográfica de procedencia	Variable nominal	Codificada según el departamento de procedencia <i>Santa Ana 1,</i> <i>Sonsonate 2,</i> <i>Ahuachapán 3,</i>

			<i>Chalatenango 4,</i> <i>La Paz 5,</i> <i>San Salvador 6,</i> <i>La libertad 7,</i> <i>Cabañas 8,</i> <i>Cuscatlán 9,</i> <i>Morazán 10,</i> <i>San Vicente 11,</i> <i>San Miguel 12,</i> <i>Usulután 13,</i> <i>La Unión 14</i>
	Año de Diagnóstico	Variable nominal	Codificada según el año de diagnóstico 2015 es 1 y 2016 es 2
	Diagnóstico de Ingreso	Variable nominal	Codificada según el diagnóstico de ingreso <i>Sepsis neonatal 1,</i> <i>Neumonía Neonatal 2</i>
	Diagnóstico cardiológico	Variable nominal	Codificada según la cardiopatía congénita específica
<b>VARIABLES CLÍNICAS Y HEMODINÁMICAS</b>	Días de Ventilación Mecánica Invasiva	Variable cuantitativa continua	Codificada en base al número de días de ventilación mecánica invasiva
	Uso de aminas	Variable nominal	Codificada dependiendo de momento de uso <i>prequirúrgicas 1,</i> <i>postquirúrgicas 2,</i> <i>Ambos 3.</i>
	Saturación inicial y final	Variable cuantitativa	Codificada por el porcentaje de saturación reportado al inicio y al final de

			procedimiento
	Días de estancia en Unidad de cuidados intensivos	Variable cuantitativa continua	Codificada por el número de días de estancia en UCIN/UCIP
<b>VARIABLES DE LABORATORIO Y GABINETE</b>	Estudios complementarios que hicieron llegar a diagnóstico cardiológico	Variable nominal	Codificada según los estudios de gabinete que fueron utilizados para el diagnóstico cardiológico <i>Rx de tórax 1, Electrocardiograma 2, ECO TT 3, AngioTAC 4, RNM 5.</i>
	PaO <sub>2</sub> inicial y final	Variable cuantitativa	Codificada por la determinación gasométrica de PaO <sub>2</sub> inicial y final del procedimiento
	Lactato inicial y final	Variable cuantitativa	Codificada por el valor gasométrico de lactato al inicio y al final del procedimiento
<b>VARIABLES TERAPÉUTICAS EN RELACION AL PROCEDIMIENTO</b>	Procedimiento ejecutado	Variable nominal dicotómica	Codificada según el tipo de procedimiento realizado  <i>Cateterismo de apertura 1, Cateterismo de cierre 2</i>
	Utilización de antibiótico profiláctico	Variable nominal dicotómica	Codificada en relación a la necesidad de antibiótico profiláctico  <i>Si 1, No 2.</i>
	Tipo de acceso Vascular	Variable nominal	Codificada según el acceso vascular utilizado para el procedimiento

			<p><i>Arterial 1,</i></p> <p><i>Venoso 2.</i></p>
Técnica Utilizada para acceso vascular	Variable nominal		<p>Codificada en base a <i>técnicas percutáneas con Seldinger 1,</i></p> <p><i>Técnica de punción a cielo abierto 2.</i></p>
Complicaciones durante el procedimiento	Variable nominal		<p>Codificada con complicaciones como</p> <p><i>Hematoma1,</i></p> <p><i>Arritmias 2,</i></p> <p><i>Paro cardíaco 3.</i></p>
Evolución post intervencionista	Variable nominal dicotómica		<p>Codificada por la condición del paciente luego del catetrismo cardíaco</p> <p><i>Vivo 1,</i></p> <p><i>Muerto 2.</i></p>
Necesidad de transfusión de hemoderivados	Variable nominal dicotómica		<p>Codificado por la necesidad de transfusión de cualquier hemoderivado (GRE, Plaquetas, PFC o crioprecipitados durante su estancia intrahospitalaria</p> <p><i>Si 1,</i></p> <p><i>No 2.</i></p>
Mortalidad relacionada a procedimiento	Variable nominal dicotómica		<p>Codificada en relación a mortalidad durante el procedimiento</p> <p><i>Si 1</i></p> <p><i>No 2</i></p>

Fuente: Investigador

Una vez se haya obtenido la autorización del protocolo de investigación se procedió a la implementación del mismo siguiendo los siguientes pasos:

- *Solicitud del listado de expedientes.*

Teniendo el listado de los pacientes en edad neonatal con cardiopatía congénita, se procedió a seleccionar aquellos que durante su estancia intrahospitalaria se dio manejo percutáneo de defecto cardíaco a través de cateterismo intervencionista.

- *Implementación del protocolo.*

Se inició la recolección de datos y se aplicó el instrumento de recolección de datos a los expedientes previamente seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión.

- *Organización y recolección de datos.*

Habiendo recolectados los datos se procedió a realizar una base de datos con Microsoft office Excel 2010.

- *Ordenamiento, categorización, análisis y discusión de resultados.*

- *Elaboración del informe final del estudio de investigación.*

## 6. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Como parte importante de la investigación deben considerarse los aspectos éticos de la misma, debido a que, lo que se realizó fue una revisión de los expedientes de los pacientes en edad neonatal, a quienes se les dio diagnóstico de cardiopatía congénita, sometiéndose a cateterismo intervencionista.

Se salvaguardó la identidad de los pacientes que fueron sujetos de estudio ya que no se utilizaron sus nombres; se creó una base de datos confidencial identificándoseles únicamente por un número correlativo, además de número de registro e iniciales de nombres y apellidos, la cual fue manipulada únicamente por el investigador, asesor y estadístico.

No se sometió al paciente a ningún procedimiento que no se haya realizado durante su ingreso (rayos X de tórax, ecocardiograma, TAC, cateterismo intervencionista), por lo que no se utilizó consentimiento informado ya que los datos fueron recopilados a partir de los expedientes clínicos de cada uno de los pacientes.

La información extraída de los expedientes se utilizó únicamente con el propósito de enriquecer la investigación a realizar y al finalizar con el estudio, los resultados serán presentados públicamente en presentación de defensa de los mismos respetando la identidad de los pacientes.

Para la ejecución del presente trabajo de investigación, se solicitó la autorización de la institución involucrada (HNNBB), mediante el comité Bipartito de Investigación y del CEIC del HNNBB

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

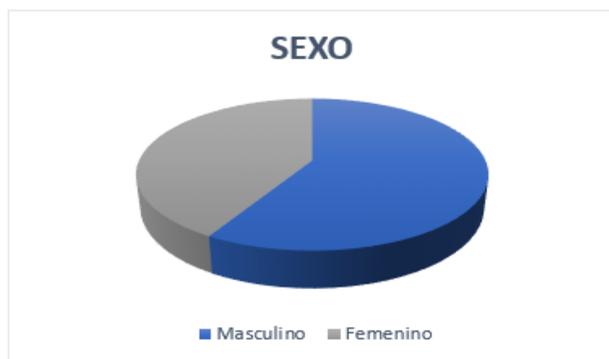
### 7.1. RESULTADOS

Se realizó la revisión de 62 expedientes clínicos en total, de neonatos con diagnóstico de cardiopatía congénita, la cual fue diagnosticada entre el período de tiempo de enero 2015 a junio 2016, de los cuales, 12 pacientes cumplen criterios de inclusión dentro de éste estudio, pues se les practicó cateterismo cardíaco en edad neonatal. De lo cual se deduce lo siguiente:

#### 7.1.1. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS

El género más frecuentemente afectado es el masculino, ya que se sometieron 7 recién nacidos masculinos, en comparación con 5 femeninos, sin embargo, no cuenta con significancia estadística por la escasa muestra en ésta pequeña serie de casos, (ver gráfico y tabla 7.1), se determina así, en base a su frecuencia, que la relación M:F es de 1.3:1. La edad promedio de intervencionismo cardíaco fue 15.8 días (DE  $\pm 10.4$ ).

Gráfico 7.1. Distribución de género del total de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco



Fuente: Investigador

Tabla 7.1. Distribución de género del total de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco

SEXO	FRECUENCIA
<b>Masculino</b>	7
<b>Femenino</b>	5
<b>Total</b>	12

Por otra parte, en cuanto a la zona geográfica de procedencia, la mayor parte de los pacientes cateterizados provienen de zona central, con 7 pacientes, siendo La Libertad el departamento más afectado, le sigue la región oriental con 3 paciente, del cual el único departamento de procedencia fue Morazán y finalmente con 2

pacientes, la zona occidental de El Salvador, en donde según el registro de datos, Santa Ana es el departamento de procedencia más frecuente.

Gráfico 7.2. Procedencia del total de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco

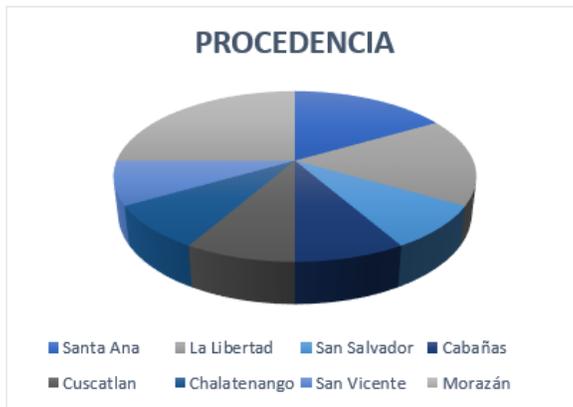


Tabla 7.2. Procedencia del total de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco

PROCEDENCIA	FRECUENCIA
<b>Morazán</b>	3
<b>Santa Ana</b>	2
<b>La Libertad</b>	2
<b>San Salvador</b>	1
<b>Cabañas</b>	1
<b>Cuscatlán</b>	1
<b>Chalatenango</b>	1
<b>San Vicente</b>	1
<b>Total</b>	12

Los dos únicos años contemplados, fueron 2015 y 2016, según los resultados de la investigación, el año en donde se realizaron más cateterismos cardíacos fue en el 2015, sin embargo, cabe rescatar, que, del año 2016, la investigación abarca únicamente los primeros 6 meses de éste. Por lo tanto, teniendo en cuenta que en su totalidad fueron 62 casos de cardiopatías congénitas detectadas en edad neonatal, en esos 18 meses, la prevalencia de cateterismo en el año 2015 es de 12% y en el año 2016 es de 6%.

Tabla 7.3. Año de diagnóstico de cardiopatías congénitas de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco



Fuente: Investigador

Tabla 7.3. Año de diagnóstico de cardiopatías congénitas de pacientes sometidos a cateterismo cardíaco

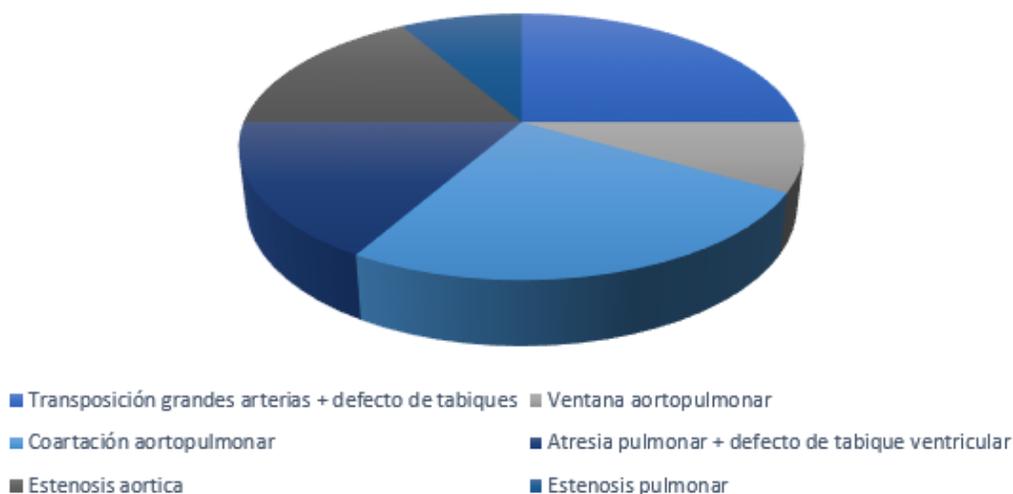
AÑO DE DX	FRECUENCIA
2015	8
2016	4
<b>Total</b>	<b>12</b>

### 7.1.2. VARIABLES CLÍNICAS Y DE LABORATORIO

Las cardiopatías más frecuentes que fueron tratadas a través de cateterismo intervencionista en ésta serie de casos, fueron Transposición de los grandes vasos y coartación aortica (3 casos respectivamente), por lo tanto, los procedimientos que se realizan con más frecuencia en cateterismo intervencionista en pacientes con cardiopatías congénitas son la atrioseptostomia con balón y la aortoplastia.

Gráfico 7.4. Frecuencia de cardiopatías complejas sometidas a cateterismo cardíaco

### CARDIOPATÍAS COMPLEJAS SOMETIDAS A CATETERISMO CARDÍACO



Fuente: Investigador

Tabla 7.4. Frecuencia de cardiopatías complejas sometidas a cateterismo cardíaco

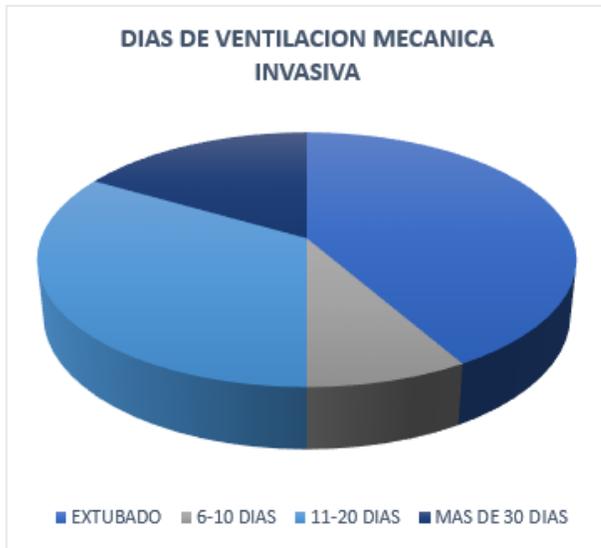
CARDIOPATIA COMPLEJA	FRECUENCIA
Transposición de las grandes arterias más defecto de tabiques ventriculares o auriculares	3
Ventana Aortopulmonar	1
Coartación aortica	3
Atresia pulmonar con defecto del tabique ventricular	2
Estenosis aortica	2
Estenosis pulmonar	1
Total	12

Los 12 pacientes sometidos a los diferentes procedimientos, contaban con estudios auxiliares para el diagnóstico como EKG y ecocardiografía previa a la intervención, sólo uno no contaba con Radiografía de tórax, 4 de todos los pacientes con coartación aortica contaban con tomografía computarizada como ayuda diagnostica.

#### 7.1.3. VARIABLES TERAPÉUTICAS

En esta serie de casos, 11 de los pacientes sometidos a cateterismo cardíaco requirieron de soporte aminérgico en su manejo post intervencionismo inmediato; por otro lado, de los 12 pacientes en estudio, 5 no requirieron ventilación mecánica invasiva, sin embargo, la mediana de días con soporte ventilatorio fue de 10.5 días. En cuanto a su permanencia en UCI, se reporta que la mediana de días de estancia en Cuidados intensivos fue de 14.5 días. Todos los pacientes tuvieron antibioticoterapia endovenosa profiláctica.

Gráfico 7.5. Días de ventilación mecánica invasiva que se requirió en el post intervencionismo



Fuente: Investigador

Tabla 7.5. Días de ventilación mecánica invasiva que se requirió en el post intervencionismo

DIAS DE VM	FRECUENCIA
Extubado	5
6-10 días	1
11-20 días	4
Mas de 30 días	2
<b>Total</b>	<b>12</b>

En cuanto a resultados de gasometría como presión parcial de oxígeno y lactato, además de saturación de oxígeno por oximetría de pulso, tanto dato inicial, es decir, previo al procedimiento, y dato final, es decir, posterior a éste, hay sesgo de información, ya que los cateterismos se realizan en hospital privado por la necesidad de contar con una sala adecuada de cateterismo cardiaco que tenga el equipo y el personal necesario para su realización, por tanto, no se deja constancia en el expediente clínico del Hospital nacional de niños Benjamin Bloom, dicha información. Sin embargo, se reúnen los datos siguientes:

Tres de los pacientes presentaban saturación de oxígeno, medida por medio de oximetría de pulso, menor o por debajo del 50%, dos de los cuales presentan transposición de los grandes vasos y el tercer caso, estenosis de la arteria pulmonar crítica; 3 pacientes presentan saturaciones iniciales entre 51-65% correspondientes a 2 atresias pulmonares y una coartación aortica, 2 pacientes presentan saturaciones iniciales entre 66 -75%, y finalmente solo 2 pacientes obtuvieron saturaciones por encima de 75% previo a la realización del cateterismo. Dos pacientes no cuentan con datos en el expediente.

En relación a la saturación final, luego de la realización del cateterismo cardiaco, 7 de los pacientes sometidos a los diferentes procedimientos de acuerdo al tipo de cardiopatía obtienen saturaciones de oxígeno, a través de oximetría de pulso por encima de 86%, uno entre 66-75%, y 2 pacientes no modifican su saturación pese al procedimiento, pues permanecen con saturaciones por debajo de 50%, éstos últimos con transposición de los grandes vasos y estenosis de la arteria pulmonar crítica. Éste registro de datos se muestra en la tabla 7.6.

**Tabla 7.6. Tipo de cardiopatías complejas con sus respectivos valores de Saturación de oxígeno, presión arterial de oxígeno y lactato, iniciales y finales**

PROCEDIMIENTO	SAT O2 INICIAL	SAT O2 FINAL	PaO2 INICIAL	Pao2 FINAL	LACTATO INICIAL	LACTATO FINAL
1,2	1	5	ND	ND	ND	ND
1,2	3	3	35	33	4.5	3.6
1,3	1	1	18	34	5.3	11.4
4	3	5	68	141	0.8	0.9
2,5,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2,6	2	5	35	90	ND	ND
5	4	5	ND	ND	ND	ND
2,6,8	2	5	ND	ND	ND	ND
7	5	5	200	138	1.1	1.2
9	1	1	11	16	7.2	2.3
5	2	5	35	152	1.6	3.6
7	ND	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Investigador. En la tabla 7.6 se muestra el tipo de cardiopatía congénita, correlacionada con valores de gasometría (PaO2 y Lactato) además de saturación de oxígeno, medida a través de dispositivo de oximetría de pulso. Se encuentran representados por números, los cuales se codifican de la siguiente manera: TIPO DE CARDIOPATIA: 1 TGA, 2 CIV, 3 CIA, 4 VENTANA AORTO PULMONAR, 5 COARTACION AORTICA, 6 ATRESIA PULMONAR, 7 ESTENOSIS AORTICA, 8 PCA, 9 ESTENOSIS PULMONAR. SATURACIONES DE OXIGENO MEDIDAS POR OXIMETRIA DE PULSO, RANGOS TANTO INICIALES COMO FINALES: 1 ≤50%, 2 51-65%, 3 66-75%, 4 76-85%, 5 86-100% ND No datos.

Por otra parte, los procedimientos realizados son los siguientes: Atrioseptostomia con balón, Cateterismos diagnósticos, Aortoplastías con balón, Angioplastías con stent en PCA y valvuloplastías pulmonares. De los cuales, el más frecuente fue la aortoplastía con 5 pacientes, seguida por la atrioseptostomia de Rashkind con 3 pacientes, la angioplastia con stent en 2 pacientes y el cateterismo diagnostico junto con la valvuloplastía pulmonar en uno (ver tabla y grafico 7.7).

Gráfico 7.7 Procedimientos de cateterismo Intervencionista realizados



Tabla 7.7 Procedimientos de cateterismo Intervencionista realizados

PROCEDIMIENTO REALIZADO	FRECUENCIA
<u>Aortoplastia</u>	5
<u>Atrioseptostomia de Rashkind</u>	3
<u>Angioplastia con Stent en PCA</u>	2
<u>Cateterismo diagnóstico</u>	1
<u>Valvuloplastia pulmonar</u>	1
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>

Se reporta que la vía de acceso vascular más frecuentemente utilizado fue el arterial en 7 pacientes, seguido del venoso en 5 pacientes; el sitio anatómico de acceso de todos los pacientes fue a través de un vaso femoral, por técnica Seldinger; todos tuvieron una evolución favorable y sólo en 5 pacientes hubo la necesidad de transfusión de hemoderivados, principalmente paquete globular

empacado en todos los casos al igual que plasma fresco congelado y sólo 2 de los pacientes que necesitaron transfusiones, tuvieron la necesidad de plaquetas.

#### 7.1.4. COMPLICACIONES Y MORTALIDAD

No se reporta complicaciones en ésta serie de casos, relacionadas al procedimiento, ni tampoco mortalidad asociada.

## 7.2. DISCUSIÓN

Como se ha mencionado a lo largo de éste trabajo de investigación, la mortalidad debida a las cardiopatías congénitas es mayor en el primer mes de vida, aproximadamente alrededor de un tercio de los infantes nacidos vivos con cardiopatías complejas fallecen en ése tiempo. Y se estima que la mitad de ese tercio de pacientes mueren en la primera semana. Luego de ese momento crítico, la tasa de mortalidad desciende lentamente, así que cualquier esfuerzo para mejorar la supervivencia de enfermedades cardiacas congénitas debe combinar aspectos diagnósticos y terapéuticos dirigidos a éste grupo en particular.<sup>111</sup>

Es donde recobra importancia el abordaje de diversas cardiopatías congénitas a través de técnicas de cateterismo intervencionista. La historia del cateterismo intervencionista en los niños se remonta al año 1966, cuando se inició con éxito en los Estados Unidos el tratamiento paliativo en neonatos de la transposición de las grandes arterias mediante la septostomía auricular con balón, realizado por *Rashkind* y *Millar*,<sup>112</sup> a diferencia de la literatura internacional, en el Hospital Nacional de niños Benjamín Bloom, de El Salvador, único centro de referencia de tercer nivel del país, se inicia la era del cateterismo intervencionista pediátrico 49 años después, siendo ésta serie de casos, el primer relato descriptivo de los cateterismos cardiacos neonatales realizados a partir del año 2015.

---

<sup>111</sup> P.J. Varghese, M.B., J. Celermajer, M.B., T. Izukawa, M.D. Cardiac catheterization in the newborn: Experience with 100 cases. *Pediatrics* 1969; 44; 24.

<sup>112</sup> Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. *JAMA*. 1966;166:991-2.

En esta serie de casos, se reporta con falta de valor estadístico por la poca muestra, que el género mayormente afectado en la población de estudio, es el masculino, en contraste con casuísticas revisadas, cuyas muestras son más extensas, en donde se observa siempre el predominio del sexo masculino.

La edad promedio de intervencionismo cardíaco fue 15.8 días (DE  $\pm 10.4$ ), sin embargo, a nivel mundial la corrección total o paliativa de los defectos cardíacos por cateterismo se realiza usualmente en las primeras horas de vida, dependiendo del tipo de cardiopatía y su compatibilidad con la vida. Según la sociedad cubana de pediatría, se estima que el abordaje en general de las cardiopatías a través de cateterismo intervencionista, oscila con un promedio de edad 4,7 días (DE $\pm 4,4$ ).<sup>113</sup>

Las cardiopatías más frecuentes que fueron tratadas a través de cateterismo intervencionista en ésta serie de casos, fueron Transposición de los grandes vasos y coartación aortica (3 casos respectivamente), dato que permanece constante comparado con la literatura revisada<sup>114</sup>.

En contraste con casuísticas revisadas, donde la indicación del cateterismo fue terapéutica en 77% de los casos y diagnóstica en sólo 23% con una muestra total de 95 recién nacidos.<sup>115</sup><sup>116</sup>, en ésta serie de casos, de los 12 cateterismos realizados como experiencia inicial, sólo un cateterismo fue diagnóstico y 11 fueron terapéuticos, para ofrecer correcciones ya sea definitivas o paliativas, en la mayoría de los casos, según el tipo de cardiopatía congénita que se presenta.

---

<sup>113</sup> MSc. Eliobert Díaz Bertot, MSc. Francisco Javier Ozores Suárez, MSc. Hiram Tápanes Daumy, Dra. Lysmara Senra Reyes. Cateterismo intervencionista de urgencia en niños menores de un año. Revista Cubana de Pediatría. 2014;86(3):308-314

<sup>114</sup> Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. JAMA. 1966;166:991-2.

<sup>115</sup> McMahon C, Price J, Salerno J, El-Said H, Taylor M, Vargo T, et al. Cardiac catheterization in infants weighing less than 2 500 grams. Cardiol Young. 2003; 13: 117-22.

<sup>116</sup> Luis Alexis Arévalo-Salas, Liborio Solano-Fiesco, Begoña Segura-Stanford, Alfredo Vizcaíno-Alarcón. Outcomes and complications of cardiac catheterization in neonates. Bol Med Hosp Infant Mex. Vol. 65, marzo-abril 2008

Se reporta, en la presente serie de casos, que la vía de acceso vascular más frecuentemente utilizada fue el arterial en 7 pacientes, seguido del venoso en 5 pacientes; el cateterismo cardíaco, en general, se puede llevar a cabo en el recién nacido por diferentes vías. La más usada según la literatura revisada, es el abordaje por la vena femoral o safena derecha. Se sabe por la experiencia de algunos autores, que usando la venodisección, se producen más complicaciones que si se hace percutáneo.<sup>117</sup>

Finalmente, en cuanto a complicaciones, en general se sabe que las más frecuentes son locales, como sangrado o hematoma del sitio de punción, sin embargo, no se reporta complicaciones en ésta serie de casos, relacionadas al procedimiento, ni tampoco mortalidad asociada, según *el Journal de pediatria en el estudio de Cardiac catheterization in the neonate*, la mortalidad asociada en procedimientos de cateterismo cardiaco varía entre el 5 al 13.8%<sup>118</sup>

---

<sup>117</sup> Porter CJ, Gillcttc PC, Mullins Ch, McNamara DG. Cardiac catheterization in the neonate. J Pediatr 93: 97, 1978.

<sup>118</sup> Yarghese PJ, Celermajer J, Isukawa T, HaBer JA, Rowe RD. Cardiac catheterization in the newborn: experience with 100 cases. Pediatrics 44: 24, 1969.

## 8. CONCLUSIONES

1. Cada vez es más frecuente el abordaje percutáneo, por medio de cateterismo cardiaco, de las diferentes enfermedades congénitas del corazón, no sólo para dar una solución al problema, ya sea de forma definitiva o de forma transitoria para que el paciente pueda llegar a la cirugía cardíaca que le permita la corrección total de su defecto cardíaco, sino también por que brinda el contar con posibilidades diagnósticas, en aquellos casos en donde es difícil el estudio por medio de otros métodos diagnósticos de imágenes. Hay 49 años de diferencia entre la primera experiencia de cateterismo neonatal documentada, y ésta serie de datos, lo que brinda vital importancia a la descripción de la experiencia inicial de cateterismo cardiaco neonatal en El Salvador.
2. La prevalencia de pacientes cardiopatas, en edad neonatal, que recibieron un manejo por medio de cateterismo cardiaco percutáneo es del 12% en el 2015 y 6% en el 2016, cabe rescatar que dicha prevalencia se encuentra en acenso, ya que, para la realización de éste estudio, sólo se incluyeron los primeros 6 meses del año 2016.
3. El género más frecuentemente afectado es el masculino, ya que se sometieron 7 recién nacidos masculinos, en comparación con 5 femeninos, a cateterismo cardíaco, sin embargo, no se considera estadísticamente significativo, debido a la escasa muestra con la que se cuenta. Se identifica una relación M:F de 1.3:1. La edad promedio de intervencionismo cardíaco fue 15.8 días. (DE  $\pm$  10.4)
4. Las cardiopatías congénitas a las que se les dio manejo con cateterismo intervencionista fueron: Transposición de las grandes arterias, que se acompañan de comunicaciones interventriculares o interauriculares, además de persistencias del conducto arterioso, coartaciones aorticas, estenosis aorticas o pulmonares y atresias pulmonares. De todos éstos diagnósticos cardiológicos iniciales, al que se le dio abordaje por medio de cateterismo percutáneo más frecuente fue la transposición de las grandes arterias, 3 pacientes con defectos de tabique ventricular o auricular al igual

que 3 pacientes con coartación aortica, lo que es similar en comparación a literatura revisada.

5. Los procedimientos realizados fueron los siguientes: Atrioseptostomia de Rashkind, Cateterismos diagnósticos, Aortoplastías con balón, Angioplastías con stent en PCA y valvuloplastías pulmonares. De los cuales, el más frecuente fue la aortoplastía con 5 pacientes, seguida por la atrioseptostomia de Rashkind con 3 pacientes.
6. La mayoría de los pacientes cateterizados provienen de zona central, con 7 pacientes, siendo La Libertad el departamento más afectado, le sigue la región oriental con 3 pacientes, del cual el único departamento de procedencia fue Morazán y finalmente con 2 pacientes, la zona occidental de El Salvador, en donde según el registro de datos, Santa Ana es el departamento de procedencia más frecuente.
7. Todos los pacientes a los que se les realizó cateterismo cardíaco intervencionista, ingresaron a los diferentes servicios del Hospital Nacional de niños Benjamín Bloom, con sospecha de cardiopatía congénita o con diagnóstico específico de ésta, lo que permitió se le realizara el procedimiento sin retrasos en el diagnóstico, obteniendo un resultado de 12 cateterismos cardíacos, sin ninguna complicación y una buena evolución posterior al procedimiento.
8. La totalidad de los pacientes posterior a los diversos procedimientos pasan a unidad de cuidados críticos, la mediana de días de estancia en Cuidados intensivos fue de 14.5 días, el estudio refleja que, de todos ellos, 11 pacientes, requirieron de soporte aminérgico en su manejo post intervencionismo inmediato; en cuanto al soporte ventilatorio invasivo, la mayoría de éstos (5 de los pacientes) no lo requirió; la mediana de días con soporte ventilatorio fue de 10.5 días.
9. No hubo complicaciones relacionadas al procedimiento en ninguno de éstos realizados ni fallecidos durante los procedimientos de cateterismo percutáneo.

## 9. RECOMENDACIONES

1. Es necesario el continuar los estudios de pacientes con cateterismo cardíaco, dando un enfoque a largo plazo y recopilando datos, no solo en edad neonatal, para poder seguir estudiando tanto aspectos descriptivos como frecuencias, complicaciones, evolución y prevalencias de las mismas, para ello, ya que no se cuenta con base de datos de pacientes que se han sometido a cateterismo cardíaco, se sugiere la realización de ésta, acompañada de una herramienta que se anexe al expediente clínico, para que sea más fácil su estudio y además permita contar con datos más específicos que arrojen información relevante sobre evolución y pronóstico.
2. Se sugiere además se continúe la realización de convenios y alianzas, que fortalezcan económicamente los programas de cardiología, permitiendo se continúe la realización de los diversos procedimientos percutáneos y se cuente con las instalaciones óptimas para su desarrollo y su manejo en el post intervencionismo inmediato, lo que beneficiará a todos los pacientes que necesiten de cateterismo cardíaco para una evolución favorable.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. P.J. Varghese, M.B., J. Celermajer, M.B., T. Izukawa, M.D. Cardiac catheterization in the newborn: Experience with 100 cases. *Pediatrics* 1969; 44; 24.
2. Charles E. Mullin. *Ballon Atrial Septostomy*. Blackwell Publisging. Cardiac Catheterization in congenital heart desiese. 2006. Massachusetts, USA.
3. Kim JJ, Hijazi ZM. Clinical outcomes and costs of Amplatzer transcatheter closure as compared with surgical closure of ostium secundum atrial septal defects. *Med Sci Monit*. 2006;8(12):787-91.
4. Oho S, Ishizawa A, Akagi T, Dodo H, Kato H. Transcatheter closure of atrial septal defects with the Amplatzer septal occluder-a Japanese clinical trial. *Circ J*. 2008;66(9):791-4.
5. Villacorta MA, César Reguera CC, Perrotta AA, Piccoli FH. Comunicación interauricular en niños. *Revista de postgrado de la VI Cátedra de Medicina*. 2005; 146:1-5.
6. Massie B, Granger C. Atrial septal defect & patent foramen ovale. *Current Medical Diagnosis & Treatment*. 2005;10:314-6.
7. NELSON Tratado de Pediatría. 18° edición. Behrman, Kliegman, Jenson. Saunders/Elsevier,2009
8. Martínez Avelar L. Realizan Primera Cirugía De Transposición De Arterias. *La Prensa Gráfica*. 2013, Marzo 20; Sec. Social.
9. Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation*. 1971;43:323-32.
10. Maria T. Subirana. Cardiopatías congénitas: presente y futuro. *Rev Esp Cardiol*. 2005;58(12):1381-4

## 11. GLOSARIO DE ESQUEMA CONCEPTUAL<sup>119</sup>

- **CATETERISMO CARDIACO:** introducción de un catéter hasta las cavidades cardiacas con el objetivo de realizar una intervención o definir medidas angiográficas o hemodinámicas.
- **CARDIOPATIA CONGENITA:** Evidente anomalía estructural del corazón o de los grandes vasos intratorácicos con una repercusión funcional real o potencial.
- **VALVULOPLASTIA:** Dilatación de válvulas estenóticas, fundamentalmente pulmonar y aortica, raramente mitral y excepcionalmente tricuspídea.
- **ANGIOPLASTIA:** Dilatación de vasos o conductos postquirúrgicos estenóticos. Se denomina primaria cuando es la primera intervención sobre la lesión, puede realizarse solo con un catéter balón o asociándolo al implante de una prótesis metálica denominada stent.
- **ATRIOSEPTOSTOMIA:** Denominada también Rashkind. Consiste en la apertura del tabique interauricular. En algunas patologías es necesario complementarla con el implante de un stent.
- **PERFORACIÓN:** Apertura de una lesión o válvula atrética. El sistema de perforación más utilizado es la radiofrecuencia y se indica en la atresia valvular pulmonar, recanalización de las interrupciones vasculares y en algunos casos en los que es necesario perforar el septo interatrial (acceso transeptal).

---

<sup>119</sup> Rueda Nuñez, Fernando. Avila Alvarez, Alejandro. Cateterismo Cardiaco en cardiología infantil. Conceptos, aplicaciones y complicaciones ambulatorias. Cardiología pediátrica en atención primaria. ELSEVIER. 2009. P. 255.

## 12. ANEXOS

### ANEXO 1. FORMULARIO DE RECOLECCION DE DATOS

TIPO DE VARIABLES	VARIABLE							
<b>VARIABLES DEMOGRÁFICAS</b>	Edad (días)							
	Sexo	M <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/>						
	Edad de Intervención							
	Peso (kg)							
	Longitud (cm)							
	Superficie Corporal (m <sup>2</sup> )							
	Zona geográfica de procedencia (Departamento)	1	2	3	4	5	6	7
		8	9	10	11	12	13	14
	Año de Dx	2015			2016			
	Diagnóstico de Ingreso							
Diagnóstico cardiológico								
<b>VARIABLES CLÍNICAS Y HEMODINÁMICAS</b>	Días de Ventilación Mecánica Invasiva							
	Uso de aminas							
	Saturación inicial y final							
	Días de estancia en Unidad de cuidados intensivos							
<b>VARIABLES DE LABORATORIO Y GABINETE</b>	Estudios auxiliares para diagnóstico	Rx	EKG	ECO TT	TAC	RNM		
	PaO <sub>2</sub> inicial y final							
	Lactato inicial y final							

<b>VARIABLES TERAPÉUTICAS EN RELACION AL PROCEDIMIENTO</b>	Procedimiento ejecutado				
	Utilización de antibiótico profiláctico	SI	NO		
	Tipo de acceso Vascular	ARTERIA		VENA	
	Localización de acceso	CAROTIDEO		FEMORAL	
	Técnica Utilizada para acceso vascular	SELDINGER		DISECCIÓN	
	Complicaciones durante el procedimiento	HEMATOMA	ARRITMIA	PARO CARDIACO	
	Evolución postintervencionismo	FAVORABLE		NO FAVORABLE	
	Necesidad de transfusión de hemoderivados	SI		NO	
	Hemoderivado transfundido	GRE	PLAQUETAS	PFC	CRIOPRECIPITADO
	Mortalidad relacionada a procedimiento	SI		NO	