



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**



**PROGRESO  
para  
todos**  
GOBIERNO DE AGUASCALIENTES  
**Centenario  
HOSPITAL  
MIGUEL HIDALGO**

**CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO  
CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD  
TESIS**

**BANDAJE DE ARTERIA PULMONAR. ANÁLISIS DE LA  
EXPERIENCIA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO.**

**PRESENTA:**

**Juan Carlos Moreno Salas**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN PEDIATRÍA**

**ASESORA:**

**Dra. Julieta González Palacios**

**AGUASCALIENTES, AGS. 15 ENERO 2013**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

JUAN CARLOS MORENO SALAS  
ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA  
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que su trabajo de tesis titulado:

**“BANDAJE DE ARTERIA PULMONAR. ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA EN EL CENTENARIO HOSPITAL MIGUEL HIDALGO.”**

Ha sido revisado y aprobado por su tutor y consejo académico, se autoriza continuar con los trámites de titulación para obtener el grado de:  
**Especialista en Pediatría**

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo.

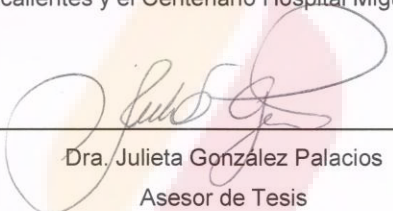
**A T E N T A M E N T E**  
**“SE LUMEN PROFERRE”**  
Aguascalientes, Ags., 15 de Enero de 2013.


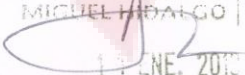
**DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN**  
**DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD**

c.c.p. C. P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar  
c.c.p. Archivo

### AUTORIZACIÓN PARA IMPRESIÓN DE TESIS

He participado con el Dr. Juan Carlos Moreno en la elaboración de este trabajo de Tesis, y le autorizo para su impresión y presentación ante la Universidad Autónoma de Aguascalientes y el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.

  
Dra. Julieta González Palacios  
Asesor de Tesis

Centenario  
HOSPITAL  
MIGUEL HIDALGO   
  
14 ENE. 2013

Dr. Carlos Alberto Domínguez Reyes  
Jefe de Investigación

Centenario  
HOSPITAL  
MIGUEL HIDALGO   
14 ENE. 2013  
**RECIBIDO**  
SUBCOMITE DE INVESTIGACION



AUTORIZACIONES

**DR. FELIPE DE JESÚS FLORES PARKMAN SEVILLA**  
Jefe del Departamento de Enseñanza e Investigación del Centenario Hospital Miguel Hidalgo

**DRA. LUCILA MARTINEZ MEDINA**  
Jefe del Departamento de Pediatría

**DRA. OFELIA TORRES CORONADO**  
Jefa de enseñanza del Departamento de Pediatría



[www.aguascalientes.gob.mx/HospitalHidalgo/](http://www.aguascalientes.gob.mx/HospitalHidalgo/)  
C. Galeana Sur 465, Colonia Obraje | Aguascalientes, Ags. | C.P. 20230  
Tel: 01 (449) 994 67 20 | Fax: 01 (449) 994 67 48

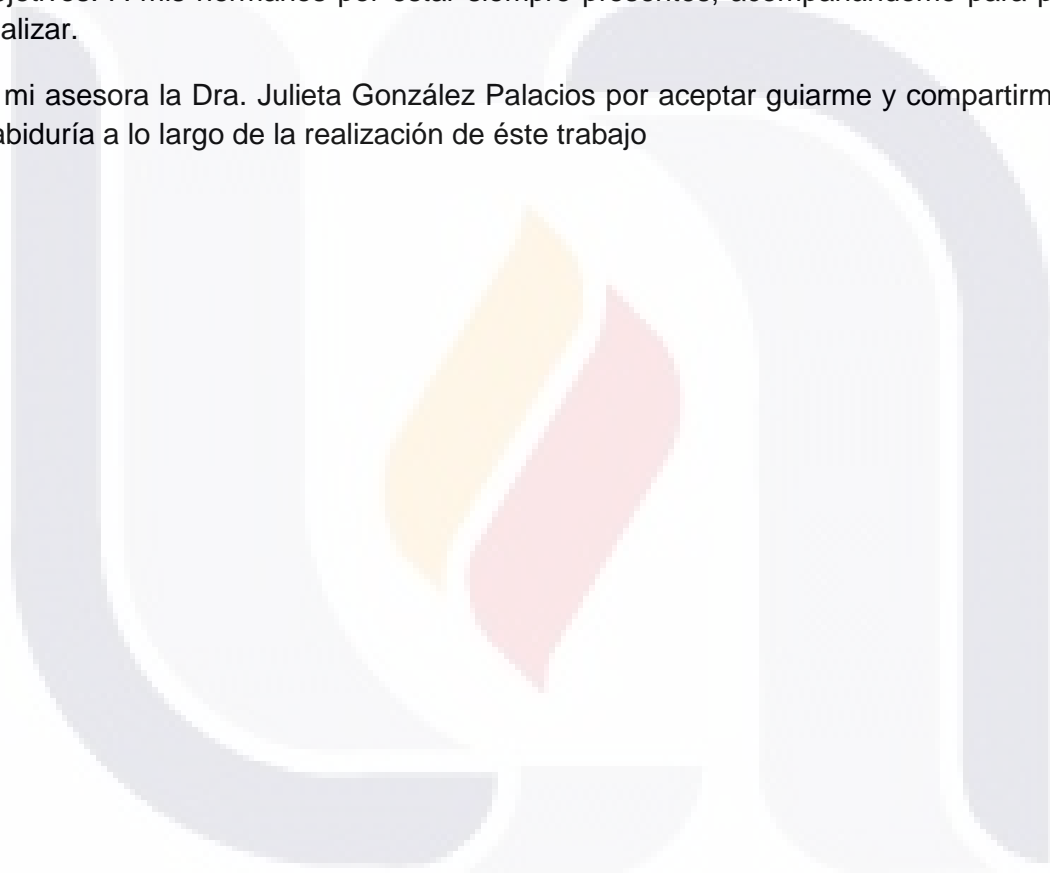


## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mi asesora la Dra. Julieta González Palacios por aceptar guiarme y compartirme de su sabiduría a lo largo de la realización de éste trabajo

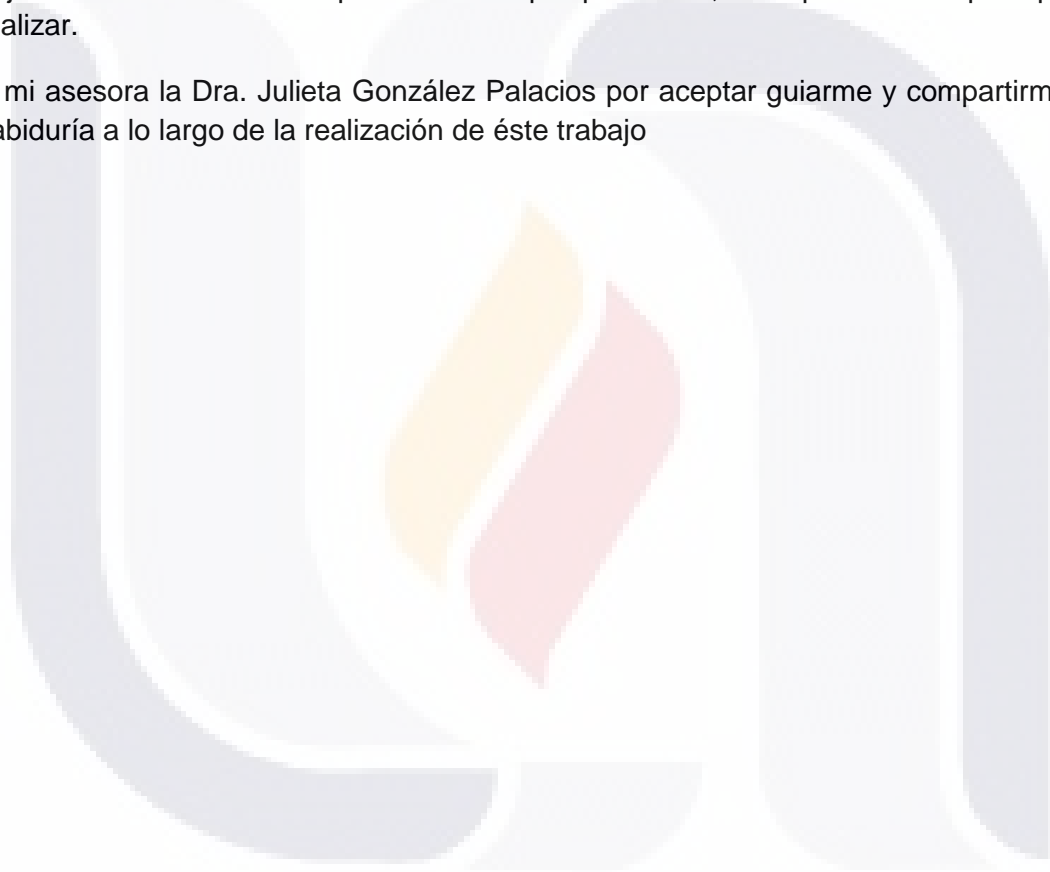


## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

A mi asesora la Dra. Julieta González Palacios por aceptar guiarme y compartirme de su sabiduría a lo largo de la realización de éste trabajo

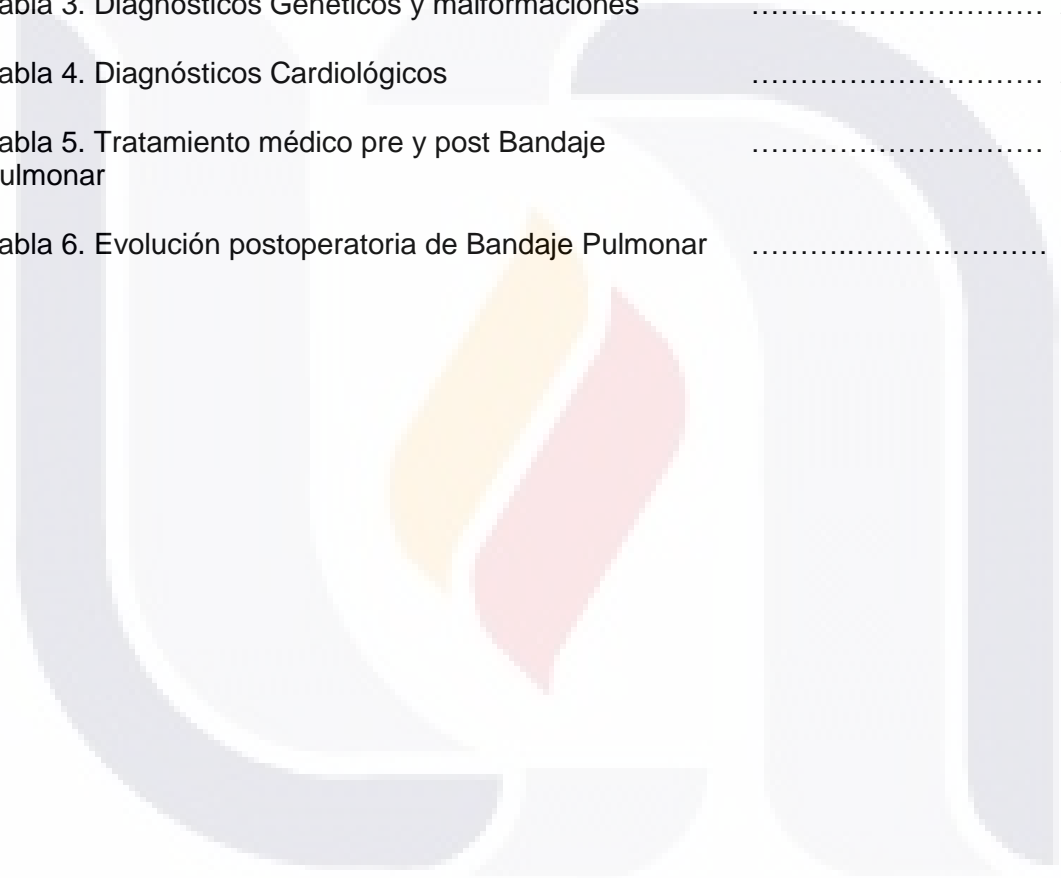


## ÍNDICE GENERAL

Índice de tablas .....	2
Acrónimos .....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Marco teórico .....	6
Definición del problema .....	17
Justificación .....	18
Objetivos .....	19
Metodología .....	20
• Material y métodos	
• Tipo de Estudio	
• Diseño del estudio	
• Definición del Universo	
• Criterios de inclusión	
Criterios de exclusión .....	21
• Método de selección de la muestra	
• Variables independientes	
Variables dependientes .....	22
Análisis estadístico .....	22
Resultados .....	23
Discusión .....	28
Conclusiones .....	29
Bibliografía .....	30

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Distribución demográfica de 91 pacientes sometidos a Bandaje Pulmonar .....	23.
Tabla 2. Distribución según estado nutricional a la fecha del diagnóstico y del Bandaje Pulmonar .....	24
Tabla 3. Diagnósticos Genéticos y malformaciones .....	24
Tabla 4. Diagnósticos Cardiológicos .....	25
Tabla 5. Tratamiento médico pre y post Bandaje Pulmonar .....	26
Tabla 6. Evolución postoperatoria de Bandaje Pulmonar .....	26





**ACRÓNIMOS**

BP	Bandaje Pulonar
AP	Arteria Pulmonar
Ao	Aórtia
CIA	Comunicación interatrial
CIV	Comunicación interventricular
PCA	Persistencia de Conducto Arterioso
HAP	Hipertensión arterial Pulmonar
Canal AV	Canal Aurículo Ventricular
CoAo	Coartación Aórtia
CC	Cardiopatía COMpleja
AT	Atresia Tricuspídea
TGA	Transposición de Grandes Arterias
VU	Ventrículo único

## RESÚMEN

### **Bandaje de Arteria Pulmonar. Análisis de la experiencia en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo.**

El bandaje pulmonar es una técnica paliativa para el tratamiento de diversas cardiopatías congénitas. A pesar de la mejoría en las técnicas para su colocación, y a la aparición de diversos dispositivos para un mejor control del flujo pulmonar postquirúrgico, esta técnica continúa asociándose a una elevada morbi-mortalidad. Se revisaron los expedientes de los pacientes sometidos a bandaje de la arteria pulmonar, en el periodo comprendido entre Julio de 1991 y Julio de 2012. Se analizaron los diagnósticos preoperatorios, así como características clínicas de los pacientes (sexo, edad, estado de nutrición, anomalías asociadas). Se realizó un análisis de las complicaciones presentadas durante el procedimiento, así como de la evolución clínica del paciente en el periodo postoperatorio inmediato y tardío. Se analizaron también, en los casos en los que se haya realizado, los procedimientos de corrección de la cardiopatía de base, el retiro del bandaje, y las complicaciones asociadas a estos procedimientos. Los pacientes sometidos a bandaje Pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo fueron en su mayoría mujeres (relación 2 a 1 con los hombres), en etapa neonatal, de lactante y preescolar. La incidencia de factores negativos para la evolución de estos pacientes fue alta. Más de dos terceras partes de los pacientes tenían desnutrición, la cual se mantuvo a pesar del tratamiento hasta el momento del bandaje pulmonar. Cuarenta por ciento de los pacientes tenían alteraciones genéticas o malformaciones asociadas a la cardiopatía. El 34% tenían síndrome de Down. Casi la mitad de los pacientes (45%) tenían una comunicación interventricular asociada en algunos casos a comunicación interatrial o conducto arterioso y el resto se trató de cardiopatías complejas con gran repercusión hemodinámica y que requerían de manejo médico intensivo. La elevada incidencia de ventilación mecánica prolongada, así como la estancia en terapia intensiva prolongada reflejan la difícil evolución postoperatoria y esto se asoció además a la alta mortalidad y morbilidad postoperatorias. Apenas poco más de la mitad de los pacientes lograron ser sometidos a la cirugía correctiva. La mortalidad posterior al bandaje pulmonar fue mayor que la mortalidad posterior a la corrección quirúrgica.

## **ABSTRACT**

### **Pulmonary artery banding. Analysis of the experience in the Centenario Hospital Miguel Hidalgo.**

The pulmonary banding is a technique for the palliative treatment of various heart defects. Although the improvement in techniques for placement, and the emergence of various devices for better control of postoperative pulmonary flow, this technique continues to be associated with high morbidity and mortality. We reviewed the records of patients who underwent pulmonary artery banding, in the period between July 1991 and July 2012. We analyzed the preoperative diagnosis and clinical characteristics of the patients (sex, age, nutritional status, associated anomalies). An analysis of the complications during the procedure and the patient's clinical course in the immediate and late postoperative period. Were also analyzed, in cases that have been performed, the correction procedures heart base, removal of banding, and the complications associated with these procedures. Patients undergoing pulmonary banding in the Centenario Hospital Miguel Hidalgo were mostly women (ratio 2-1 with men), neonates, of infant and preschool. The incidence of negative factors for the evolution of these patients was high. More than two-thirds of patients had malnutrition, which remained despite treatment so far of tread lung. Forty percent of patients had genetic alterations or malformations associated with heart disease. 34% had Down syndrome. Almost half of the patients (45%) had a ventricular septal defect in some cases ductus arteriosus or atrial septal defect and other complex heart disease treated with great hemodynamic and required intensive medical management. The high incidence of prolonged mechanical ventilation and stay in intensive prolonged postoperative reflect the difficult and this is also associated with high mortality and morbidity. Just over half of the patients were able to undergo corrective surgery. The mortality after banding was higher than mortality after surgical correction.

# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## MARCO TEÓRICO

### INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de realizar el bandaje de la arteria pulmonar es reducir el flujo sanguíneo pulmonar excesivo y proteger la vasculatura pulmonar de la hipertrofia e hipertensión pulmonar irreversible. Más recientemente, el bandaje de la arteria pulmonar ha jugado un papel en la preparación y la "formación" del ventrículo izquierdo en pacientes con dextrotransposición de grandes arterias que son paliados para un procedimiento de corrección posterior. Se ha encontrado un papel similar el entrenamiento del ventrículo izquierdo en pacientes con levotransposición de grandes vasos que también pueden ser candidatos para un procedimiento de intercambio posterior<sup>(1)</sup>.

El bandaje de la arteria pulmonar puede no ser tolerado en los pacientes que tienen defectos cardíacos que dependen de la mezcla de la sangre venosa sistémica y pulmonar para mantener adecuadas saturaciones de oxígeno sistémico. Esto es particularmente cierto si una comunicación restrictiva está presente entre las dos aurículas. Por lo tanto, es importante asegurar que estos pacientes tienen una comunicación interauricular sin restricciones para permitir una mezcla adecuada a nivel auricular antes de proceder con el bandaje. Esto se puede lograr con una septostomía auricular con balón o un septectomía auricular al momento del bandaje de la arteria pulmonar<sup>(1)</sup>.

El bandaje de la arteria pulmonar fue introducido en 1952 como un procedimiento paliativo para los pacientes con cardiopatías congénitas caracterizadas por el aumento del flujo sanguíneo y presiones pulmonares, en un período en que la reparación quirúrgica de defectos congénitos del corazón aún no estaba disponible. Desde entonces, gracias a numerosos avances en las técnicas quirúrgicas, anestésicas, y de terapia intensiva, los índices de morbi-mortalidad han mostrado una importante reducción. Aun así, es importante para la mejoría en la sobrevida de los pacientes, que se realicen evaluaciones periódicas a fin de evaluar el desempeño de los servicios y lograr así el establecimiento de estrategias terapéuticas adecuadas a las capacidades de los hospitales donde se realice este procedimiento<sup>(2)</sup>.

## ANTECEDENTES HISTORICOS

La primera descripción de bandaje de la arteria pulmonar en la literatura fue un informe de Muller y Dammann en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA) en 1951. En este informe, describen la paliación de una cardiopatía de flujo alto por medio de una "creación de una estenosis pulmonar" en un infante de 5 meses de edad en el que había una gran comunicación interventricular e hiperflujo pulmonar. Tras este informe, se publicaron múltiples estudios que demostraron la eficacia de esta técnica en niños con insuficiencia cardiaca congestiva causada por las comunicaciones interventriculares grandes, lesiones complejas (por ejemplo, el canal auriculoventricular) y la atresia tricuspídea<sup>(1)</sup>

El seguimiento del concepto original fue presentado ante la Southern Surgical Association el 8 de diciembre de 1955. Se habían realizado 28 operaciones en 25 pacientes entre 1951 y 1955. Hubo nueve muertes operatorias y una muerte tardía debido al estrechamiento excesivo de la arteria pulmonar. Cinco de estas muertes ocurrieron en la sala de operaciones antes que la arteria pulmonar pudiera ser reducida, y se debió a la condición frágil de los pacientes y las técnicas de anestesia de esa época. Los autores definen: "El procedimiento es paliativo, y debe ser utilizado sólo en aquellos casos en los que no se puede efectuar un procedimiento cardiaco abierto con reparación definitiva de los defectos intracardiacos". En una revisión del Centro Médico de la Universidad de Virginia se describen los resultados de 170 niños que tenían bandaje de la arteria pulmonar, entre 1955 y 1988. Ciento un pacientes fueron anillados entre 1958 y 1970, se colocó un menor número de bandas en los últimos años debido a que la corrección total temprana fue posible en ciertas condiciones. Cuando se analizaron por diagnósticos preoperatorios, los datos revelan que los niños con un ventrículo único sometido a bandaje tenían una tasa de mortalidad significativamente menor a 30 días del 12% en comparación con otros diagnósticos preoperatorios, incluyendo canal auriculoventricular, tronco arterioso y defectos del septum ventricular con 30% ( $p < 0,05$ ). En general la mortalidad tardía para todos los pacientes fue de aproximadamente el 10%, una tasa de deserción de 1% por año. El bandaje de la arteria pulmonar sigue teniendo un papel importante en el tratamiento de los pacientes con cardiopatías congénitas, sobre todo para los niños con un solo ventrículo. La supervivencia a los 10 años para los pacientes con estas condiciones es del 92%.<sup>(3)</sup>

Debido a los múltiples efectos nocivos secundarios a la aplicación de las primeras maquinas de corazón y pulmón, combinados con la ausencia de una técnica apropiada de anestesia y cuidados intensivos para niños pequeños, la reparación de la mayoría de los defectos congénitos intracardiacos se pudo convertir en un enfoque estándar sólo hasta unas décadas más tarde. El bandaje de la arteria pulmonar continuó siendo la paliación preferida para retrasar la reparación definitiva hasta una edad y un peso corporal adecuado para las técnicas disponibles <sup>(2)</sup> En las décadas posteriores el desarrollo de un manejo perioperatorio de los niños con defectos congénitos del corazón, incluido el perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas y de derivación cardiopulmonar, hizo posible la reparación quirúrgica en la infancia de la mayoría de los defectos intracardiacos. Hoy en día el bandaje de la arteria pulmonar se sigue utilizando como un procedimiento quirúrgico paliativo para los defectos congénitos del corazón. Recientes informes clínicos consideran al bandaje de la arteria pulmonar no sólo para las indicaciones clásicas como corazones funcionalmente univentriculares, sino también para situaciones más controvertidas como múltiples defectos del septo ventricular. <sup>(3)</sup>

## **FISIOPATOLOGÍA**

Las cardiopatías congénitas con cortocircuito de izquierda a derecha y de flujo libre de sangre pulmonar, debido a una caída en la resistencia vascular pulmonar, terminan en un proceso patológico de hipercirculación pulmonar. En la fase aguda, esto conduce a un edema pulmonar e insuficiencia cardiaca en el recién nacido. En el primer año de vida, este flujo sin restricciones y la presión ejercida puede conducir a la hipertrofia medial de las arteriolas pulmonares y a hipertensión pulmonar permanente. El bandaje de la arteria pulmonar crea una estenosis de la arteria pulmonar que disminuye el flujo sanguíneo a la rama de las arterias pulmonares y reduce la presión arterial pulmonar. En los pacientes con defectos cardíacos que producen cortocircuito de izquierda a derecha, esta restricción de flujo pulmonar reduce el volumen de derivación y, en consecuencia mejora la presión sistémica y el gasto cardíaco. Una reducción del flujo pulmonar también disminuye el volumen sanguíneo total que regresa al ventrículo izquierdo y con frecuencia mejora la función ventricular. <sup>(1)</sup>



## TÉCNICA DE BANDAJE

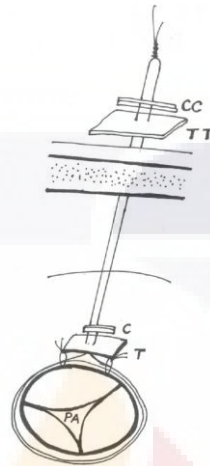
En la actualidad, se llevan a la práctica tres abordajes quirúrgicos estándar para el bandaje de la arteria pulmonar, en función de la necesidad de realizar procedimientos adicionales en el momento de la colocación de la banda. Como un procedimiento aislado, el bandaje de la arteria pulmonar se puede realizar a través de una toracotomía anterior izquierda en el segundo o tercer espacio intercostal. Si se realiza en conjunto con una coartectomía o reparación de interrupción del arco aórtico, se utiliza una toracotomía lateral izquierda y se accede al pecho a través del tercer espacio intercostal o cuarto. En ambos enfoques, el pericardio se incide por delante del nervio frénico izquierdo y el timo es retraído para exponer la arteria pulmonar. Un tercer enfoque es a través de una esternotomía mediana para las condiciones en que los procedimientos intracardiacos que requieren bypass cardiopulmonar están indicados. También se puede utilizar una esternotomía media en pacientes con mala posición o transposición de grandes vasos en los que se limita el acceso directo a la arteria pulmonar por la posición de la aorta a través de una toracotomía izquierda.<sup>(1)</sup>

Los pacientes pueden beneficiarse de la colocación de una banda que puede ser apretada o aflojada fácil y rápidamente, tanto en el procedimiento inicial y durante las intervenciones posteriores. La capacidad de reajustar la banda es particularmente útil en pacientes que presentan cambios dinámicos en el gasto cardíaco, resistencia vascular pulmonar y aumento en la resistencia vascular sistémica. Además, puede beneficiar a los pacientes con enfermedad pulmonar significativa (por ejemplo, edema pulmonar, atelectasia, neumonía). Estos pacientes desarrollan una desaturación severa de oxígeno arterial con el bandaje, pero puede tolerar la compresión en el aumento gradual de la banda cuando se resuelve el proceso pulmonar.<sup>(1)</sup>

Las bandas ajustables también son útiles en pacientes con regurgitación de la válvula auriculoventricular, defectos auriculoventriculares (particularmente en el canal AV complejo). El aumento agudo de la postcarga que acompaña a los bandajes puede exacerbar la insuficiencia de la válvula auriculoventricular. La disminución gradual en la luz de la banda es generalmente bien tolerado y permite la mejora en la insuficiencia disminuyendo la sobrecarga de volumen ventricular. Dadas las ventajas de la banda ajustable, esta técnica se utiliza rutinariamente en múltiples centros internacionales.<sup>(1)</sup>

Las dificultades para el ajuste apropiado del tamaño de la banda también llevó a la creación de bandas modificables, ambos contribuyen a una mayor morbilidad y

reintervenciones posteriores. Varios métodos de bandaje pulmonar ajustable se propone para eliminar estos problemas, pero ninguno de estos métodos se hizo popular debido a la complejidad y la implicación de costos. Se ha desarrollado un método sencillo, barato y eficaz de bandaje pulmonar ajustable.<sup>(8)</sup>



La sutura de ethibond es doblemente enrollado alrededor de la arteria pulmonar (PA), pasa a través de una almohadilla (T) de politetrafluoroetileno (PTFE), y se aplica un clip (C) a los hilos a ras de la almohadilla. Se pasa entonces a través del pericardio, el esternón, tejido subcutáneo y la piel y a través de otra almohadilla (TT) de politetrafluoroetileno (PTFE) , y otro clip (CC) se aplica sobre la almohadilla (TT) antes de ser unidos para formar un bucle. El ajuste subsecuente se realiza mediante la colocación de clips adicionales entre el clip externo (CC) y la almohadilla (TT).<sup>(8)</sup>

Todos los pacientes sobrevivieron a la operación. La mediana de duración de ventilación mecánica fue de 6 horas (rango, 2 horas a 20 días). No se requirió inotrópicos. Hubo 2 muertes, una causada por meningitis y otras causadas por neumonía por aspiración. Se lograron gradientes satisfactorios de la banda entre 3 y 10 días ( $7.2 \pm 2.6$  días), y la banda fue interiorizada entre los 7 y 20 días (mediana, 10 días). El seguimiento medio fue de  $7.5 \pm 3.8$  meses (1-16 meses). Un paciente requirió reoperación por un gradiente de banda insatisfactoria 2 semanas después del alta. En el momento de la reoperación, se encontró que la banda se había aflojado por el deslizamiento de los clips de anclaje de los 2 hilos en el plano subcutáneo. Esto se atribuyó a un error técnico que conduce a la fijación de la banda de forma inadecuada. No hubo muertes tardías. El seguimiento fue con angiograma computado (n "4), demostró la colocación adecuada de la banda y descartó



la distorsión de la arteria pulmonar. Los gradientes de banda incrementaron de 2 mm Hg hasta 12 sin cambios hemodinámicos. Cuatro pacientes fueron sometidos a las operaciones definitivas después de un intervalo de 7 a 13 meses. En 2 pacientes sometidos a una derivación Glenn bidireccional en la reintervención, la arteria pulmonar principal se dividió y fue reparada con glutaraldehído autólogo fijo al pericardio. Esta técnica de bandaje pulmonar percutáneamente ajustable es simple, barato, y permite un fácil ajuste de la banda sin la necesidad de múltiples reintervenciones. (8)

## **INDICACIONES DE BANDAJE PULMONAR**

En la actualidad, hay tres indicaciones principales para la realización del bandaje:

- Cardiopatías con hiperflujo pulmonar y aumento del desequilibrio en la fisiología ya de por sí desequilibrada, cuya cirugía definitiva en determinado sería de alto riesgo, y que requiere corrección por etapas;
- Cardiopatías con hiperflujo pulmonar con fisiología univentricular, como un paliativo para protección de las presiones del sistema pulmonar como para las presiones principales, hasta que el niño pueda someterse a los pasos quirúrgicos de la conexión cavo-pulmonar, y
- para la preparación del ventrículo subpulmonar en condiciones hipotróficas debido a la transposición de las grandes arterias para un procedimiento de Jatene futuro. <sup>(3)</sup>

Las indicaciones del bandaje de la arteria pulmonar aún se encuentra limitado por varios factores:

- A. La dificultad en determinar la rigidez óptima de la banda. Dado que las pérdidas tanto turbulentas y viscosa son altamente dependientes de la radio del vaso, incluso pequeños cambios en el diámetro de la arteria pulmonar tienen gran impacto sobre el flujo sanguíneo y el gradiente de presión a través del sitio de bandaje.
- B. La influencia de diversas variables perioperatorias con interferencia mutua, relacionados con la anestesia general con ventilación con presión positiva y la apertura del tórax, particularmente con la toracotomía. Los cambios sustanciales de la frecuencia cardíaca y la contractilidad, los valores de PO<sub>2</sub> y PCO<sub>2</sub> arterial, estado ácido-base, hematocrito, y equilibrio entre la resistencia vascular sistémica y pulmonar, se producen por todas estas variables con interferencia mutua, sobre todo

en las primeras horas o días después de la operación. Como consecuencia de ello, es muy difícil predecir la eficacia del bandaje de la arteria pulmonar de forma instantánea, y sólo con algunos de los parámetros anteriores (la presión arterial sistémica y pulmonar, saturación sistémica de oxígeno, CO<sub>2</sub> expirado), unos pocos minutos después de la fijación de la banda, y antes del cierre del tórax.

- C. La variabilidad de la respuesta ventricular adaptativa relacionada con la edad. Esto es evidente particularmente en los niños con el corazón univentricular "funcional" o la transposición de las grandes arterias que requieren readaptación a una presión baja del ventrículo izquierdo al final de la operación del switch arterial, y donde son requeridos procedimientos quirúrgicos simultáneos asociados, como coartectomía aórtica, la reconstrucción del arco aórtico, septectomía auricular, conexión cavo-pulmonar.
- D. Las dificultades para apretar suficientemente las bandas en los niños mayores con hipertensión pulmonar. En estas circunstancias, la reparación en un mismo tiempo quirúrgico se acompaña de morbilidad y mortalidad más alta que el abordaje en dos etapas, donde la reparación se da después de un periodo de disminución de la presión arterial pulmonar logrado con el bandaje. La situación clínica debida a la presencia de resistencia de la arteria pulmonar severamente elevada no permite alcanzar inmediatamente el nivel bajo deseado de la presión de la arteria pulmonar, y por lo tanto un endurecimiento progresivo de la banda durante un período de tiempo necesario.
- E. El ajuste de flujo en los niños con defectos cardíacos congénitos con flujo sanguíneo pulmonar muy alto, con o sin cianosis. En estos pacientes el bandaje de la arteria pulmonar frecuentemente es con lo que se logra controlar la presión distal de la arteria pulmonar, pero puede persistir rebosamiento, acompañada de una tolerancia clínica muy pobre debido a la insuficiencia cardíaca congestiva.
- F. Frecuentemente se requieren repetidos procedimientos quirúrgicos para ajustar el perímetro banda. Esto ocurre no sólo en el post-operatorio inmediato, sino también semanas o meses después de la cirugía, incluyendo niños que rebasan las bandas, que se ajustan demasiado rápido, cuando la reparación completa aún no está indicada
- G. Los períodos largos con terapia respiratoria y / o intervenciones farmacológicas para controlar el flujo sanguíneo pulmonar. La mortalidad y la morbilidad sustancial dependen de la estancia larga en la Unidad de Cuidados Intensivos y en el hospital,

particularmente cuando la ventilación mecánica es prolongada debido al flujo excesivo de sangre pulmonar total.

- H. La necesidad frecuente de una reconstrucción de la arteria pulmonar en el momento de bandaje con reparación intracardiaca. Con un bandaje convencional la reconstrucción de la arteria pulmonar, se estrecha y distorciona por fibrosis extensa de la pared arterial alrededor de la banda, es la regla al momento del bandaje convencional para la reparación quirúrgica, con la extensión de la duración de la cirugía y el riesgo<sup>(3)</sup>

## **COMPLICACIONES**

**Complicaciones por el procedimiento** Durante una operación de bandaje de la arteria pulmonar, el grado óptimo de constricción no siempre se puede lograr, por lo tanto, es un procedimiento asociado con una significativa morbilidad y mortalidad postoperatorias. Esto ha llevado al desarrollo de varios dispositivos ajustables. Sin embargo, ninguno de estos dispositivos han ganado uso clínico generalizado, ya que los equipos especiales son costosos, poco confiables y existe aun falta de reproducibilidad de los ajustes. Por otra parte, han sido reportadas complicaciones raras pero graves. Estos incluyen la erosión y necrosis de la arteria pulmonar, y la formación de pseudoaneurisma del tronco pulmonar. Además, las limitaciones se describen incluyen tamaño del paciente y la relación anatómica de las grandes arterias.<sup>(4)</sup>

Esta constricción arterial pulmonar se complica aún más por el hecho de que durante el bandaje de la arteria pulmonar, el paciente está en ventilación mecánica en anestesia general con el pecho abierto. En las primeras horas o días después de la operación, hay alteraciones significativas en la frecuencia cardiaca y la contractilidad, la presión parcial de oxígeno y dióxido de carbono, el estado ácido-base, hematocrito, y el equilibrio entre la resistencia vascular sistémica y pulmonar, y estos factores agravan el efecto del bandaje. Sin embargo, en un esfuerzo por evaluar el grado de bandaje de la arteria pulmonar de los lactantes con insuficiencia cardíaca congestiva grave, se ha informado que la saturación arterial de oxígeno determina el grado de constricción de la arteria pulmonar. Por otra parte, la saturación de oxígeno sistémica y el gradiente trans-banda son evaluados como puntos finales de ajuste en el procedimiento.<sup>(5)</sup>

**Complicaciones tardías.** El uso de una banda pulmonar en pacientes con un ventrículo único funcional y flujo pulmonar excesivo puede ser complicado por la presencia de

estenosia subaórtica. Freedom y cols. observaron el desarrollo de la estenosis subaórtica en el 72% de los pacientes con un ventrículo único tratados con una banda pulmonar. <sup>(6)</sup>

Sin embargo, en algunas circunstancias, el bandaje de la arteria pulmonar sigue siendo un procedimiento necesario, no sólo como protección para el aumento de la resistencia vascular pulmonar en la enfermedad de un solo ventrículo del corazón, sino también como tratamiento paliativo en pacientes con enfermedad cardíaca biventricular de hiperflujo pulmonar llegar a centros especializados en el desfavorables condiciones para una corrección total en el momento. <sup>(2)</sup>

El desarrollo o la persistencia de la estenosis subaórtica por el bandaje de la arteria pulmonar puede afectar negativamente a los resultados de los futuros procedimientos de Fontan mediante el desarrollo de hipertrofia ventricular y la isquemia subendocárdica consecuente. De hecho, la duración del bandaje de la arteria pulmonar puede ser un factor de riesgo independiente para una procedimiento de Fontan posterior.

El propósito de cualquier intervención quirúrgica paliativa es mantener en equilibrio el flujo sanguíneo pulmonar - sistémico (cociente de derivación) y facilitar la intervención quirúrgica futura. Sin embargo, la determinación de la tensión óptima de la banda es a menudo difícil, ya que incluso pequeños cambios en el diámetro de la arteria pulmonar tienen un gran impacto en el flujo sanguíneo pulmonar y el gradiente a través del bandaje de la arteria pulmonar. Un método simplificado para el bandaje de la arteria pulmonar que fue publicada es la fórmula de Trusler. El método se basa en dos principios, el flujo sanguíneo creado a través de la constricción del tronco de la pulmonar, y el flujo sanguíneo requerido de acuerdo con el peso del bebé. Las principales dificultades para el bandaje de la arteria pulmonar es la colocación óptima intraoperatoria y el ajuste adecuado de la banda. Pequeños cambios en el diámetro de la arteria pulmonar tienen un gran efecto sobre la resistencia y el flujo (relación de Poiseuille). Además, los efectos del bandaje sobre la presión de la arterial pulmonar y el flujo se ven influidos por variables clínicas con interferencia mutua: la frecuencia cardíaca y la contractilidad, la ventilación mecánica, estado ácido-base, hematocrito, y el equilibrio entre la resistencia sistémica y pulmonar. Estas variables se reflejan en la magnitud del flujo sanguíneo sistémico – pulmonar, que puede calcularse por medio de oximetría. En vista del hecho que un método fisiológico puede ser utilizado para estimar el flujo sanguíneo sistémico pulmonar, la relación del shunt intraoperatorio ( $Q_p / Q_s$ ) se aplicó en este estudio para evaluar la

fórmula de Trusler para el grado de bandaje de la arteria pulmonar de los niños con flujo sanguíneo pulmonar aumentado destinado a cualquiera de las rutas quirúrgicas univentricular o biventricular.<sup>(7)</sup>

Un objetivo Qp / Qs se utilizó para determinar el grado de constricción intraoperatoria del tronco de la pulmonar proporcionado una saturación de oxígeno aceptable y mantenida.

La fórmula de Trusler (20 mm + 1 mm por cada kg de peso corporal) se utiliza para establecer el tamaño inicial de la banda y el ajuste subsecuente se basa en la variabilidad fisiológica individual calculado Qp / Qs proporcionado estabilidad hemodinámica y saturación de oxígeno sistémica aceptable. El cociente Qp / Qs se determinó en base a las saturaciones oximétricas (O2%) utilizando la siguiente fórmula:

$$\frac{Qp}{Qs} = \frac{O2\% \text{ aórtico} - O2\% \text{ vena cava superior}}{O2\% \text{ vena pulmonar} - O2\% \text{ arteria pulmonar}}$$

*Usando el cálculo intraoperatorio Qp / Qs, la circunferencia de la banda estaba de acuerdo con la fórmula de Trusler para el grupo de reparación biventricular, sin embargo, un tamaño más estrecho de banda se recomienda para el grupo paliativo univentricular.<sup>(7)</sup>*

#### **PERSPECTIVAS:**

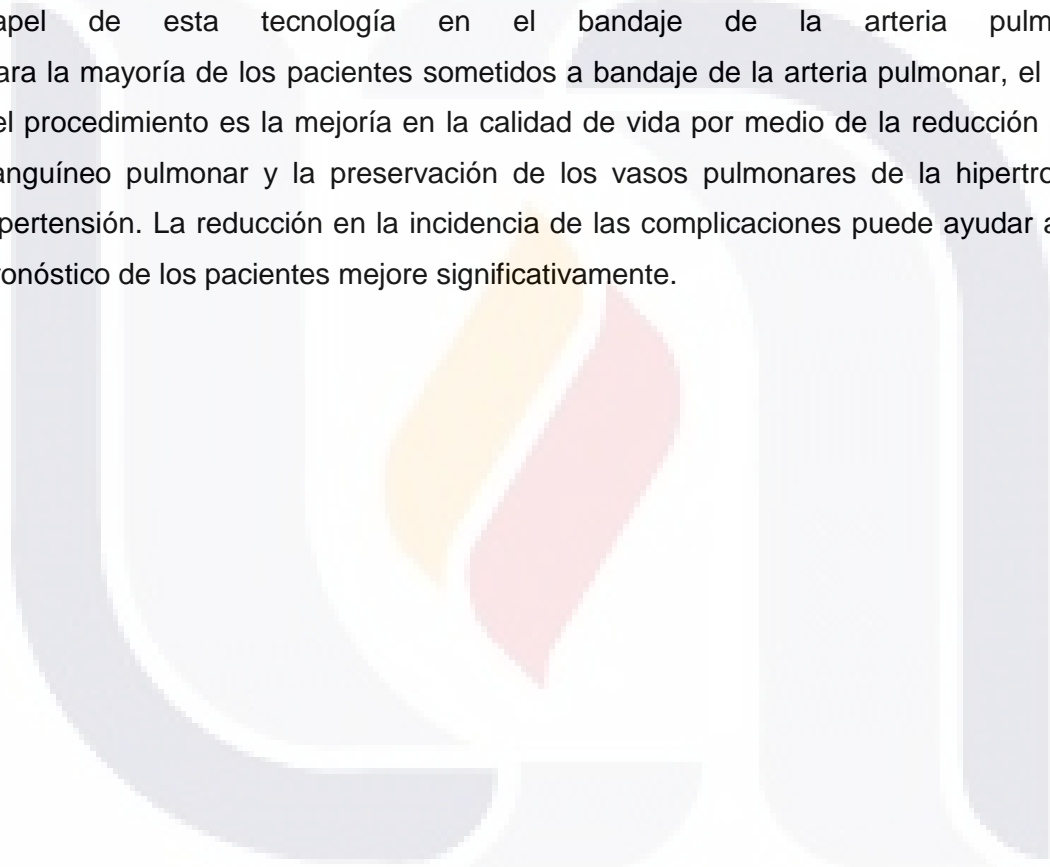
A casi medio siglo desde la introducción del bandaje de la arteria pulmonar por Muller y Dammann, este procedimiento aún tiene un papel definido en el tratamiento de los niños que no son candidatos para la reparación definitiva de inmediato. En particular, puede ser útil en pacientes con un ventrículo único funcional sin posibilidad de reparación temprana y en los que está previsto un procedimiento de Fontan futuro. También puede beneficiar a pacientes con un flujo excesivo de sangre pulmonar que se consideran demasiado enfermos para someterse a una reparación completa de su defecto cardíaco.<sup>(1)</sup>

La técnica de la banda ajustable ha demostrado ser útil y segura para la mayoría de los pacientes. El interés ha sido demostrado para el desarrollo de una técnica intraluminal de arteria pulmonar con bandas de manchas circulares de material fenestrado. Esto requiere un bypass cardiopulmonar para llevar a cabo y por lo tanto está limitado en su aplicación a la mayoría de los pacientes. Las investigaciones en curso para desarrollar una implante vía percutánea ajustable.

Además, se lleva a cabo investigación en animales para desarrollar una arteria pulmonar hidráulica (MPA) como un bandaje de la arteria pulmonar ajustable. De este tipo de dispositivos se beneficiarían los pacientes que requieren múltiples ajustes de bandaje para el ventrículo izquierdo con deformación.<sup>(9)</sup>

Un dispositivo implantable para la arteria pulmonar con bandas de control de telemetría, FloWatch-R-BAP (SA Endoart, Lausana, Suiza) está siendo utilizado en diversos centros en todo el mundo <sup>(8)</sup>. Los primeros resultados clínicos han demostrado la eficacia y la fiabilidad del dispositivo, pero más datos y experiencia son necesarias para definir el papel de esta tecnología en el bandaje de la arteria pulmonar.<sup>(10)</sup>

Para la mayoría de los pacientes sometidos a bandaje de la arteria pulmonar, el objetivo del procedimiento es la mejoría en la calidad de vida por medio de la reducción del flujo sanguíneo pulmonar y la preservación de los vasos pulmonares de la hipertrofia y la hipertensión. La reducción en la incidencia de las complicaciones puede ayudar a que el pronóstico de los pacientes mejore significativamente.



## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El bandaje pulmonar es una técnica paliativa para el tratamiento de diversas cardiopatías congénitas. A pesar de la mejoría en las técnicas para su colocación, y a la aparición de diversos dispositivos para un mejor control del flujo pulmonar postquirúrgico, esta técnica continua asociandose a una elevada morbi-mortalidad.



## **JUSTIFICACIÓN**

El análisis de los factores asociados a la mortalidad y complicaciones relacionadas a la colocación de bandaje pulmonar permitirá establecer acciones preventivas y estrategias de manejo a fin de disminuir la morbi-mortalidad relacionada al procedimiento.





## **OBJETIVOS**

Describir los resultados del Bandaje de Arteria Pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo, y analizar los factores asociados a la morbi-mortalidad de los pacientes



# TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## **METODOLOGÍA**

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se revisaron los expedientes de los pacientes sometidos a Bandaje de la arteria pulmonar, en el periodo comprendido entre Julio de 1991 y Julio de 2012.

Se analizaron los diagnósticos preoperatorios, así como características clínicas de los pacientes (sexo, edad, estado de nutrición, anomalías asociadas).

Se realizó un análisis de las complicaciones presentadas durante el procedimiento, así como de la evolución clínica del paciente en el periodo postoperatorio inmediato y tardío.

Se analizaron también, en los casos en los que se haya realizado, los procedimientos de corrección de la cardiopatía de base, el retiro del bandaje, y las complicaciones asociadas a estos procedimientos.

### **TIPO DE ESTUDIO**

- Ambispectivo
- Descriptivo
- Longitudinal

### **DISEÑO**

Ambispectivo, Longitudinal

### **DEFINICIÓN DEL UNIVERSO.**

Pacientes menores de 16 años, atendidos por el servicio de Cardiología Pediátrica que hayan sido sometidos a la realización de un bandaje de la Arteria Pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo durante el periodo comprendido entre Julio de 1991 y Julio de 2012.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN.**

Pacientes menores de 16 años edad, de ambos sexos, que hayan sido sometidos a la realización de un bandaje de la arteria pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo durante el periodo comprendido entre Julio de 1991 y Julio de 2012.

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.**

Todo paciente que no cumpla con los requisitos anteriores, o cuando no se cuente con la confirmación completa para su análisis.

## **MÉTODOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA.**

Se identificará a todos los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión mediante una búsqueda en el registro del servicio de Cardiología Pediátrica y en el Archivo Clínico de este hospital, se cotejará con el registro de pacientes de las terapias pediátricas y del quirófano de Cardiología.

## **VARIABLES INDEPENDIENTES.**

1. Edad: Al momento del diagnóstico y al momento de la realización del bandaje.
2. Sexo
3. Peso: Al momento del diagnóstico y al momento de la realización del bandaje.
4. Estado nutricional: Al momento del diagnóstico y al momento de la realización del bandaje. Llamamos desnutrición de primer grado a toda pérdida de peso que no pase del 25% del peso que el paciente debería tener, para su edad; llamamos desnutrición de segundo grado cuando la pérdida de peso fluctúa entre el 25 y el 40%, y, finalmente llamamos desnutrición de tercer grado, a la pérdida de peso del organismo más allá del 40%. *Dr. Federico Gómez. Salud pública de México / vol.45, suplemento 4 de 2003*
5. Diagnóstico cardiológico: Malformaciones cardiacas detectadas mediante estudio ecocardiográfico y hallazgos quirúrgicos,
6. Otras enfermedades o alteraciones: otros diagnósticos asociados al padecimiento base: enfermedades respiratorias, sepsis, metabólicas, genopatías, etc.
7. Tratamiento médico: Previo al bandaje de la arteria pulmonar y posterior al mismo
8. Datos Ecocardiográfico: Presión de la Arteria Pulonar, Relación entre la arteria pulmonar y la aorta

## **VARIABLES DEPENDIENTES:**

Evolución del paciente

1. Complicaciones durante la intervención quirúrgica
2. Complicaciones en el postquirúrgico inmediato: 24 horas
3. Complicaciones en el postquirúrgico mediato: 24-72 horas
4. Complicaciones en el postquirúrgico tardío: 72 horas hasta el egreso hospitalario.
5. Complicaciones tardías (controles de consulta externa, servicio de urgencias y hospitalizaciones posteriores.
6. Necesidad de reintervención para la realización de corrección de bandaje.
7. Mortalidad: Causas, edad y tiempo desde la realización del bandaje.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó estadística descriptiva para registrar las diferentes variables estudiadas. Se expresan como porcentaje la frecuencia de las variables categóricas, y como promedio y desviación estándar las variables continuas.

Para establecer la fuerza de asociación entre las cardiopatías congénitas graves y las diferentes categorías de saturación de oxígeno se utilizó la razón de momios (RM).

Para conocer los valores predictivos de los diferentes valores de la saturación de oxígeno se determinaron la sensibilidad, la especificidad, el valor predictivo positivo y el valor predictivo negativo de los diferentes puntos de corte.

La significancia estadística se consideró cuando el valor de p fue menor a 0.05

## RESULTADOS

Se revisaron los expedientes de 116 niños menores a 16 años sometidos a Bandaje Pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo de Julio de 1991, a Julio del 2012. De estos pacientes se excluyeron a 25 por no contar con la información completa para su análisis. Todos los pacientes excluidos fueron sometidos al Bandaje Pulmonar antes del año 2000, solo se pudieron incluir 3 pacientes operados antes del 2000, los otros 88 pacientes fueron operados en los últimos 12 años.

Todos los pacientes incluidos fueron evaluados clínicamente por cardiología pediátrica y con ecocardiografía bidimensional. Ochenta y ocho pacientes fueron operados en nuestro hospital y a 3 se les realizó el bandaje pulmonar en otras instituciones y el seguimiento y corrección quirúrgica en nuestro hospital.

**TABLA 1. Distribución demográfica de 91 pacientes sometidos a Bandaje Pulmonar**

Sexo (femenino/masculino)	60/32
Edad: meses	4.3 (3 días – 4 años)
Peso (kg)	4.17 (1.3 - 12)

De los 91 pacientes incluidos, 60 (65.2%) fueron mujeres y 32 (34.7%) hombres, con un promedio de edad de 4.3 meses (3 días a 4 años), un peso promedio de 4.17 kg (1.3 a 12 kg). (Tabla 1). No encontramos registro de la talla del paciente en 70% de los expedientes. por lo que se excluyó este parámetro del análisis. Más de la mitad de los pacientes tenían algún grado de desnutrición al momento del diagnóstico, en 10% de los pacientes la desnutrición era severa, en más de una cuarta parte era moderada y en 17% era ligera, y 4.31% de los pacientes eran recién nacidos con peso bajo para su edad gestacional (tabla 2).

**Tabla 2. Distribución según estado nutricional a la fecha del diagnóstico y del Bandaje Pulmonar**

ESTADO NUTRICIONAL	Diagnóstico No. Pacientes (%)	Bandaje Pulmonar No. Pacientes (%)
Peso no registrado	15 (16.48)	11 (12.08)
Eutrófico	28 (30.76%)	15 (16.48%)
Ligera	26 (28.57%)	20 (21.97%)
Moderada	13 (14.28%)	31 (34.06%)
Severa	9 (9.89%)	14 (15.38%)

Casi la mitad de los pacientes tenían un alteración genética o malformación asociada (Tabla 3).

**Tabla 3. Diagnósticos Genéticos y malformaciones**

DIAGNÓSTICOS GENÉTICOS	No. (%)
Síndrome de Down	31 (34)
Síndrome de Edwards	1
Artrogriposis múltiple	1
Cutis Laxa	1
VACTERL	1
Malformación anorectal	1
Hipoplasia renal + ambigüedad	1
Micrope congénito	1
Hipospadias	1
Hipotonía	1
Hemiparesia Facial	1

Todos los pacientes fueron llevados a la cirugía paliativa con diagnóstico confirmado mediante ecocardiografía. Ninguno fue sometido a cateterismo cardiaco antes de esta cirugía. En la Tabla 3 se enumeran los diagnósticos cardiológicos. Solo en 20 pacientes se logró cuantificar la presión pulmonar preoperatoria mediante ecocardiografía, encontrando hipertensión pulmonar moderada en 6 de ellos y severa en 8 de ellos.

**Tabla 4. Diagnósticos Cardiológicos**

DIAGNÓSTICO CARDIOPATÍA	No. (%)
<b>CIV</b>	15 (16)
<b>CIV + CIA</b>	17 (18)
<b>CIV + PCA</b>	9 (10)
<b>Canal Atrioventricular</b>	25 (27)
<b>Comunicación Interauricular</b>	1 (20)
<b>Cardiopatía Compleja</b>	16 (17)
<b>Coartación Aórtica</b>	8 (9)
<b>CIA + PCA</b>	1

Ochenta y cuatro pacientes (92.3%) requirieron tratamiento para insuficiencia cardiaca con digoxina y/o diuréticos antes de ser sometidos al bandaje pulmonar y 55 pacientes (60%) recibieron además captopril. Además 3 pacientes (3.2%) requirieron de hipertensión pulmonar severa con sildenafil. Solo el 2.1% (2 pacientes) requirió manejo con dobutamina preoperatoria.

**Tabla 5.**  
**Tratamiento médico pre y post Bandaje Pulmonar**

MEDICAMENTO	PREVIO BANDAJE	POSTERIOR BANDAJE
	No (%)	No (%)
Ninguno	7 (7.6)	0
Digoxina + Diuréticos	78 (85)	66 (91)
Diuréticos	3 (3.3)	6 (8.3)
Captopril	55 (60)	52 (72)
Sildenafil	3 (3.3)	2 (2.7)
Dobutamina	2 (2.1)	0
Prostaglandinas	1 (1)	0
Propranolol	1 (1)	0

Cuarenta y seis de 82 pacientes (56%) requirieron de ventilación mecánica. Once de ellos (13.4%) requirieron mas de 3 días de ventilación asistida. El promedio de estancia en la terapia intensiva fue de menos de 6 días

**Tabla 6. Evolución postoperatoria de Bandaje Pulmonar**

Evolución Terapia Intensiva	Promedio (rangos)
Terapia Intensiva (días)	5.8 (0-56)
Ventilación Mecánica (horas)	68 (0-1344)
Complicaciones tempranas No px (%)	31 (37.8)
Complicaciones tardías No px (%)	49 (59.7)



Veintidós pacientes (24%) fallecieron, 2 durante el procedimiento quirúrgico, 4 (4.3%) en el postoperatorio inmediato y 9 (9.8%) en el postoperatorio tardío. Uno más falleció al corregir una coartación aórtica no identificada previamente al bandaje y otro posterior a un cateterismo previo a la corrección

Cincuenta y tres pacientes (58.24%) fueron sometidos a corrección quirúrgica, de los cuales siete (13.2%) fallecieron, tres durante el procedimiento quirúrgico, 3 de 1 a 14 días después del procedimiento y uno, 8 años después por disfunción de la válvula mitral.



## DISCUSIÓN

Los pacientes sometidos a Bandaje Pulmonar en el Centenario Hospital Miguel Hidalgo fueron en su mayoría mujeres (relación 2 a 1 con los hombres), en etapa neonatal, de lactante y preescolar,

La incidencia de factores negativos para la evolución de estos pacientes fue alta. Mas de dos terceras partes de los pacientes tenían desnutrición, la cual se mantuvo a pesar del tratamiento hasta el momento del bandaje pulmonar. Cuarenta por ciento de los pacientes tenían alteraciones genéticas o malformaciones asociadas a la cardiopatía. El 34% tenían síndrome de Down.

Casi la mitad de los pacientes (45%) tenían una comunicación interventricular asociada en algunos casos a comunicación interatrial o conducto arterioso y el resto se trató de cardiopatías complejas con gran repercusión hemodinámica y que requerían de manejo médico intensivo.

La elevada incidencia de ventilación mecánica prolongada, así como la estancia en terapia intensiva prolongada reflejan la difícil evolución postoperatoria y esto se asoció además a la alta mortalidad y morbilidad postoperatorias.

Apenas poco más de la mitad de los pacientes lograron ser sometidos a la cirugía correctiva. La mortalidad posterior al bandaje pulmonar fue mayor que la mortalidad posterior a la corrección quirúrgica.

## CONCLUSIONES

El Bandaje Pulmonar continúa siendo un procedimiento necesario en el manejo de algunos pacientes graves con cardiopatía congénita y con alto riesgo quirúrgico.

Aunque este procedimiento quirúrgico parece simple, la mortalidad de estos pacientes es alta por lo que este procedimiento debe reservarse para pacientes que no puedan ser sometidos a corrección quirúrgica, y modificar los factores de riesgo asociados a la mala evolución de estos pacientes.



**BIBLIOGRAFIA**

1. Shabir Bhimji, MD, PhD, Pulmonary Artery Banding. Pulmonary Artery Banding: eMedicine Pediatrics: Cardiac Disease and Critical Care Medicine..Locum Cardiothoracic and Vascular Surgeon, Saudi Arabia and Middle East Hospitals. Updated: Jul 21, 2010. <http://emedicine.medscape.com/article/905353-overview>
2. Corno, Antonio F. 2005. Pulmonary artery banding. Swiss medical weekly : official journal of the Swiss Society of Infectious Diseases, the Swiss Society of Internal Medicine, the Swiss Society of Pneumology 135, no. 35-36 (October): 515-9.
3. Irving L. Kron, M.D., Stanton P. Nolan, M.D., Terry L. Flangan. Pulmonary Artery Banding Revisited. Departments of Surgery and Pediatrics,\* University of Virginia Health Sciences Center, Charlottesville, Virginia 22908
4. Valente, Acrisio Sales, Fernando Mesquita, Juan Alberto Cosquillo Mejia, Isabel Cristina Leite Maia, Márcia Souto Maior, Klébia Castelo Branco, Valdester Cavalcante Pinto, and Waldemiro Carvalho. 2009. Pulmonary artery banding: a simple procedure? A critical analysis at a tertiary center. Revista brasileira de cirurgia cardiovascular : órgão oficial da Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular 24, no. 3 (October): 327-33.
5. Baslaim, Ghassan. 2009. Modification of Trusler's formula for the pulmonary artery banding. Heart, lung & circulation 18, no. 5 (October): 353-7. doi:10.1016/j.hlc.2009.02.003. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19410514>.
6. Bradley, Scott M, Janet M Simsic, Andrew M Atz, and B Hugh Dorman. 2002. Strategy of pulmonary artery division and shunt The Infant With Single Ventricle and Excessive Pulmonary Blood Flow : Results of a Strategy of Pulmonary Artery Division and Shunt. Annals of Thoracic Surgery, The: 805-810.
7. Ghassan Baslaim, MD. Modification of Trusler's Formula for the Pulmonary Artery Banding. Heart, Lung and Circulation 2009;18:353–357)

8. Shiv Kumar Choudhary, MCh, Sachin Talwar, MCh, Balram Airan, MCh, Raghunath Mohapatra, MS, Rajnish Juneja, DM, Shyam Sunder Kothari, DM, Anita Saxena, DM, and Panangipalli Venugopal, A new technique of percutaneously adjustable pulmonary artery banding. *MCh J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131:621-624
9. Talwar, Sachin, Shiv Kumar Choudhary, Ankit Mathur, Balram Airan, Rajvir Singh, Rajnish Juneja, Shyam Sunder Kothari, and Anita Saxena. 2008. Changing outcomes of pulmonary artery banding with the percutaneously adjustable pulmonary artery band. *The Annals of thoracic surgery* 85, no. 2 (March): 593-8. doi:10.1016/j.athoracsur.2007.07.057. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18222271>
10. Talwar, Sachin, Shiv Kumar Choudhary, Ankit Mathur, Balram Airan, Rajvir Singh, Rajnish Juneja, Shyam Sunder Kothari, and Anita Saxena. 2008. Changing outcomes of pulmonary artery banding with the percutaneously adjustable pulmonary artery band. *The Annals of thoracic surgery* 85, no. 2 (March): 593-8. doi:10.1016/j.athoracsur.2007.07.057. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18222271>.
11. Baliga R, Pitt B, Narula J. Therapeutic options in heart failure. *Med Clin N Am* 2003;87(2):15-16. Baslaim G. 2009. Modification of Trusler's formula for the pulmonary artery banding. *Heart, lung & circulation* 18, no. 5 (October): 353-7.
12. Bret E, Lupoglazoff JM, Borenstein N, Fromont G, Laborde F, Bachet J, Vouhé P. 2005. Cardiac "Fitness" Training : An Experimental Comparative Study of Three Methods of Pulmonary Artery Banding for Ventricular Training. *Ann Thorac Surg* 2005;79:198-203
13. Shiv Kumar C, Talwar S, Airan B, Mohapatra R, Juneja R, Sunder S, Saxena A, Venugopal P. 2006. A new technique of percutaneously adjustable pulmonary artery banding. *The J. of Thorac and cardiovascular surg* 131, no. 3 (March): 621-4.
14. Daenen W, Eyskens B, Meyns B, and Gewillig M. 2000. Neonatal pulmonary artery banding does not compromise the short-term function of a Damus-Kaye-Stansel connection. *Eur J. of cardio-Thorac surg : official J. of the Eur Assfor Cardio-Thorac Surg* 17, no. 6 (July): 655-7.

15. Dittrich, S, Kurschat K, Dähnertl, Vogel M, Müller C, Alexi-Meskishvili V, Lange P. 2000. Renal function after cardiopulmonary bypass surgery in cyanotic congenital heart disease. International J. of cardiology 73, no. 2 (April): 173-9.

