

Actualidades en el tratamiento quirúrgico de las cardiopatías congénitas

(Today surgical management of congenital cardiac disease)

Carlos Riera-Kinkel*

RESUMEN

Con objeto de entender el tratamiento quirúrgico de los niños con cardiopatías congénitas, el médico debe responder, de una manera secuencial las siguientes preguntas: ¿Es una cardiopatía con o sin cianosis? ¿Involucra uno o los dos ventrículos? ¿El niño tiene pulsos normales en las extremidades? Después, la radiografía de tórax, el ecocardiograma (en sus diferentes modalidades) y los otros estudios de diagnóstico de mayor complejidad ¿son normales? Es en este sentido que se hace una revisión actualizada del diagnóstico y manejo quirúrgico que se recomienda en las cardiopatías congénitas comunes en los neonatos, lactantes o en primera infancia.

Palabras clave: Cardiopatías congénitas, manejo quirúrgico, niñez temprana, niñez tardía.

SUMMARY

In order to understand current surgical treatment of congenital heart diseases doctors in a sequential way should answer the following questions: is a congenital heart defect with or without cyanosis? Is a congenital heart defect with one or two ventricles? Is the patient pulses adequate in all the extremities? After an X-ray of chest, echocardiogram, in its different forms and other studies used for more sophisticated diagnostic. A review of surgical management of congenital heart diseases in the newborn, infant, early childhood and in the adult was made.

Key words: Congenital heart disease, surgical management, early childhood, second childhood.

La corrección quirúrgica de las cardiopatías congénitas (CC) emerge de los hallazgos clínicos que permiten reconocer los defectos y de la naturaleza de las anomalías para así plantear la corrección parcial o completa, para corregir los defectos que es posible hacer en cada paciente; es así como, a partir de un acucioso estudio en contexto clínico, es donde surge la posibilidad de corregir los defectos cardíacos. Por eso es importante hacer un cuidadoso diagnóstico, que a su vez depende que el médico encuentre las respuestas acertadas a las siguientes preguntas:

a) Se trata de un paciente con cardiopatía congénita y ¿con o sin cianosis? La respuesta va a depender de la eficiencia del flujo pulmonar (**Qp**); pues,

como cabe recordar, el flujo pulmonar depende de:
1. La continuidad del flujo ventrículo-pulmonar, **2.** Depende de que el conducto arterioso esté permeable o de que haya colaterales aortopulmonares.

b) ¿Es una cardiopatía congénita con uno, o con dos ventrículos? Esta pregunta responde a la terminología que se usa para clasificar estas enfermedades ya que puede ser *uni*, *biventricular*, *ventrículo uno y medio*. El hallazgo de una comunicación interventricular (CIV) es determinante para esta clasificación, ya que puede haber un amplio espectro de desarrollo ventricular dependiendo de la presencia de ésta.

c) ¿Tiene el paciente pulsos adecuados en todas sus extremidades? En esto se pretende buscar que se trate de una coartación, interrupción del arco aórtico o bien hipoplasia del ventrículo izquierdo.¹

* Cirujano Cardiovascular, Director del Instituto Cardio-Infantil de México, S.C.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rmp>

Una vez que el clínico tiene la respuesta a estas preguntas, recurre a la radiografía de tórax: para determinar el *situs visceral* (localización de la aurícula derecha), además

del *situs bronquial*, para identificar la posibilidad de transposición de grandes vasos o bien de transposición corregida de los grandes vasos (*Figura 1*). Luego el estudio ecocardiográfico le permitirá identificar el *situs visceral*, las concordancias auriculoventriculares y las ventriculoarteriales del paciente, además de la morfología de los ventrículos y el grado de desarrollo de éstos² (*Figura 2*).

I. PRIMERA ETAPA DEL TRATAMIENTO DE LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

I. El flujo pulmonar. En sus inicios la posibilidad del tratamiento quirúrgico de las CC se hizo con el pro-



Figura 1. Radiografía tele de tórax en PA.

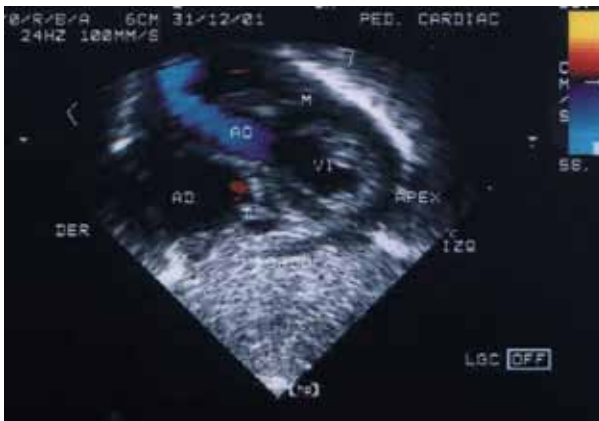


Figura 2. Ecocardiograma en modo B y Doppler color, toma subcostal eje largo, en donde se aprecia el *situs visceroastral normal*.

pósito de aumentar o regular la magnitud del flujo pulmonar. La primera intervención sugerida fue el cierre del conducto arterioso, propuesto por primera vez por Robert Edward Gross en 1938: el cual fue muy útil para evitar la hipertensión arterial pulmonar en estos pacientes.³ Por eso, la Dra. Helen Brooke Taussing, del Hospital de Baltimore, acudió a Boston con Gross para proponerle hacer una fístula vascular, como tratamiento quirúrgico a los pacientes con bajo flujo pulmonar y cianosis. Gross no aceptó su sugerencia, pues acababa de publicar un trabajo sobre el cierre quirúrgico del conducto arterioso, por lo que tal procedimiento le parecería paradójico.

La Dra. Taussing no desistió de su idea para el tratamiento a estos pacientes, por lo que acudió al Dr. Alfred Blalock, cirujano quien laboraba en el laboratorio de cirugía experimental con el también cirujano Vivien Thomas (afroamericano de oficio carpintero), quien tenía cualidades quirúrgicas excepcionales, quien había estudiado en perros la manera de controlar la hipertensión arterial pulmonar; este último pronto se dio cuenta que era posible lograr la anastomosis de la arteria subclavia a la arteria pulmonar y la que aplicó con éxito, logrando después el tratamiento paliativo en estos pacientes.⁴ Este procedimiento, tiempo después se modificó mediante la interposición de un injerto de Goretex®, para regular el volumen del flujo pulmonar. En este mismo lapso, continuó el desarrollo de la cirugía cardiovascular con el «bandaje» de la arteria pulmonar propuesto por Trusler para evitar el exceso de flujo que conducía a hipertensión pulmonar en estos pacientes.⁵

II. SEGUNDA ETAPA DEL TRATAMIENTO DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

La segunda etapa de esta cirugía se inició con derivación cardiopulmonar. Primero hubo intentos de hacer cirugía cardíaca sin empleo de derivación cardiopulmonar: como lo publicado por Gross, que suturaba una pequeña «tina» a la aurícula derecha y con el suministro de agua, (como si fuera una vulcanizadora) suturaba una comunicación interauricular.

Tal vez una de las aportaciones más importantes a la cirugía cardíaca, fue la hecha por el Dr. Lillehei y sus colaboradores,⁶ quienes propusieron la circulación cruzada; para este propósito se colocaba a la madre conectada a su hijo, con objeto de que la madre (de mayor peso) sirviera de corazón y pulmón por unos minutos. Con esta técnica fue posible por primera vez el cierre de las comunicaciones interventriculares.

Cabe hacer notar que los primeros intentos de hacer la derivación cardiopulmonar, fueron hechos por Alexis

Carrell y Lindbergh, quienes desarrollaron un sistema primitivo para la perfusión de órganos.

De tal forma que, por un lado estaba la idea de la perfusión o intercambio gaseoso y por el otro la asistencia mecánica a la circulación.¹ Sin embargo, uno de los principios lógicos de la asistencia mecánica circulatoria fue el logrado por JH Gibbons: quien, si bien al principio no tuvo éxito al tratar de corregir la comunicación interauricular en cuatro pacientes, inspirado en un sistema de ordeña de vacas, finalmente daría al mundo su ingeniosa máquina de circulación extracorpórea: una de las grandes aportaciones a la medicina moderna.^{7,8} El empleo de la derivación cardiopulmonar, permitió a los cirujanos a aventurarse cada vez más a la corrección de las CC, que se revisan a continuación.

Tratamiento de la comunicación interauricular y de drenaje anómalo de venas pulmonares

Hay tres estructuras importantes en la nominación de la aurícula derecha: La *cresta terminalis*, «el limbo» y el «ligamento de Todaro». A todas las comunicaciones interauriculares (CIA) que se encuentran entre la *cresta terminalis* y el margen externo del limbo se les denomina como porción sinusoidal, de tal forma que se clasifica como CIA superior e inferior y éstas están con frecuencia asociadas a drenajes pulmonares venosos anómalos parciales.⁹ Cuando la CIA se encuentra entre las dos ramas del limbo se considera que puede ser: Foramen oval, *ostium secundum* y CIA fenestrada o cribada. Y cuando CIA se encuentra por abajo del ligamento de Todaro se le trata como una CIA de tipo seno coronario, cuando el defecto se haya localizado hacia el triángulo anterior, se trata de una CIA de tipo *ostium primum*, y son éstas las que se encuentran asociadas al canal AV, sea éste parcial o total. En las CIA hay un flujo pulmonar (Qp) aumentado, con un cortocircuito izquierda-derecha: que genera un aumento de la resistencia en las pulmonares (RP): la que se mide en unidades Wood que son las unidades de resistencias pulmonares (URP). El flujo sistémico (Qs) se mantiene normal, de tal forma que la relación Qp:Qs debe ser 1.5:1: para la indicación quirúrgica del cierre de esta anomalía.¹⁰

Actualmente muchos de los casos de CIA se cierran mediante dispositivos percutáneos de varios tipos, que logran el cierre con suficiente tejido para sostenerse (*septum secundum* y *primum*), lo que permite clasificar la CIA por uno de estos dos tipos: siendo la ausencia del septum interauricular, lo que se define como aurícula única. El más raro defecto es el denominado como Gerboden: cuando comunica al ventrículo izquierdo con la aurícula derecha, usualmente en el territorio del *septum secundum*.

Cuando hay una CIA sin hipertensión pulmonar, se recomienda el cierre del defecto usando un parche de pericardio autólogo (preservado con glutaraldehído al 20%) o bien por aplicar un parche sintético de Dacron.

Si hay hipertensión arterial pulmonar (HAP) los pacientes tienen un flujo sanguíneo a través de la CIA que es bidireccional, por lo que el tratamiento consistirá en realizar el cierre con un parche con flujo unidireccional de derecha a izquierda para evitar el colapso cardiovascular durante un evento de HAP. La complicación más frecuente al cierre de las CIA son los trastornos del ritmo.^{11,12}

Drenaje anómalo parcial

En este tipo de drenaje hay múltiples variantes, donde una a tres de las venas pulmonares drenan la sangre a la aurícula derecha, a las venas cavas o al seno coronario.² Lo que se observa con mayor frecuencia es el drenaje anómalo parcial a la vena cava superior y éste se asocia a una CIA tipo seno venoso superior. En este caso, el procedimiento consiste en colocar un parche con cierto abombamiento para redireccionar el flujo hacia la aurícula izquierda, por lo que hay que aumentar el diámetro anteroposterior de la vena cava superior mediante una ampliación del «domo».¹³

El mismo principio se aplica a la vena cava inferior donde el drenaje se asocia a hipoplasia del lóbulo inferior del pulmón derecho, dextrocardia e hipoplasia de la arteria pulmonar derecha, que se describe como síndrome de la cimitarra:¹⁴ pues el sistema venoso pulmonar tiene la apariencia de una espada conocida como «cimitarra». En ocasiones este drenaje se extiende hasta el ducto-venoso o bien hasta las venas suprahepáticas, a nivel subdiafragmático, por lo que el tratamiento consiste en la implantación de esta vena a la aurícula izquierda.

Drenaje venoso anómalo total

Hay cuatro opciones para este drenaje: supracardiaco, infracardiaco, cardiaco y mixto, con los siguientes principios: los drenajes supra e infracardiacos tienen una vena vertical y un sistema colector, por lo que la cirugía consiste en anastomosar el sistema colector a la aurícula izquierda y ligar la vena vertical.

En el drenaje intracardiaco, el sistema colector está en íntima relación con el seno coronario y el tratamiento consiste en ampliar el drenaje del colector hacia el seno coronario, eliminando el tejido que existe entre ellos y colocando un parche que cierre tanto al colector como al seno coronario, haciendo un solo techo. En esta técnica el drenaje del seno coronario derivará hacia la aurícula

izquierda, por lo que produce una leve desaturación sin provocar un problema mayor.¹⁵ Las complicaciones que pueden ocurrir con la corrección del drenaje anómalo parcial o total son también los trastornos del ritmo o la obstrucción al flujo pulmonar; por otra parte, como complicación a largo plazo puede ocurrir la estenosis de las venas pulmonares, sobre todo cuando la corrección que se hace es de las variedades infra o supra-cardíaco.¹⁶

Canal auriculoventricular

En el canal auriculoventricular (CAV), donde se hace el análisis a partir de observar dónde se encuentran los entrecruces del tratamiento de las CC, es necesario dar respuesta a las siguientes preguntas:

- 1) **¿Tienen dos buenos ventrículos?:** Para lo que deberá juzgar si los ventrículos por sí solos pueden sostener la presión sistólica.
- 2) **¿Cuál es el grado de flujo pulmonar?:** Generalmente estos pacientes tienen el flujo pulmonar aumentado (razón por la que no se recomienda su corrección en la etapa neonatal) por lo que es necesario se haga un cerclaje de la arteria pulmonar, para reducir el flujo y con ello evitar lesionar la pulmonar. En ocasiones, cuando el CAV se asocia a tetralogía de Fallot y tiene otras alteraciones troncoconales con estenosis de la arteria pulmonar, en estos casos el paciente tiene un cerclaje natural. Otra de las cardiopatías asociadas es la persistencia del conducto arterioso (PCA) que puede cerrarse al mismo tiempo que se hace el cerclaje pulmonar.
- 3) **Presencia de coartación.** En 10% de los casos está presente por lo que su corrección debe hacerse al mismo tiempo que el cerclaje y el cierre de la PCA.

Corrección biventricular. El CAV consiste en un defecto de la formación del cojinete endocárdico, que da origen al *septum primum* y a la porción membranosa del septum interventricular, es por esto que en CAV ocurre la presencia de CIA y de una CIV. El CAV parcial es cuando existe justamente una CIA tipo *septum primum* con hendidura en la valva anterior de la mitral, en ausencia de una CIV. Su tratamiento consiste en unir los extremos de la hendidura y el cierre de la CIA.¹⁷

En la CAV total hay tres tipos de variantes que dependen de la extensión de la valva superior derecha extendiéndose a la izquierda y de la implantación del aparato subvalvular. Estas variantes se apegan a la clasificación de Rastelli, quien considera el tipo A cuando la valva superior derecha no sobrepasa el septum interventricular, en tal caso el tratamiento consiste solamente en la aproxi-

mación de las valvas superiores e inferiores, derechas e izquierdas, hacia la línea media, fijándolas a un parche previamente implantado para cerrar la CIV. En los casos tipo B y C de Rastelli, donde la valva superior derecha sobrepasa al septum interventricular pero su aparato subvalvular se encuentra situado a la derecha, y es posible al colocar el parche de la CIV sin entorpecer el mecanismo del aparato subvalvular. Por tal motivo se tiene que cortar la valva superior derecha para que ésta forme parte en su extremo izquierdo del nuevo aparato valvular, uniéndolo a la hendidura de la valva superior izquierda.¹⁸

Corrección del «ventrículo uno y medio». Cuando el ventrículo derecho es pequeño y no puede generar la suficiente fuerza de contracción para garantizar parte del flujo pulmonar, es posible hacer una derivación cavo-pulmonar Tipo Glenn: siempre y cuando cumpla con los criterios de Fontan.¹⁹

Comunicación interventricular

Como en las CIA, se clasifica por la localización del septum interventricular y son divididas en cuatro segmentos, con relación a la p:

- a) La porción membranosa (subaórtica)
- b) La vía de entrada (subpulmonar)
- c) La vía de salida (tipo canal AV) y
- d) La porción apical o trabecular

La CIV membranosa se encuentra en una posición subaórtica, por lo que puede presentar una extensión: sea a la vía de entrada o a la de salida; está delimitada por las ramas superior e inferior de la trabécula septo-marginal.

La corrección de la CIV consiste en cerrar con un «parche» de pericardio tratado o con un parche sintético. En el cierre de la CIV (en los trastornos troncoconales), éste debe ser hecho «en hamaca», con objeto de re-direccionar el flujo del ventrículo izquierdo a la aorta.^{20,21} Cuando hay hipertensión arterial con URP altas, se puede hacer el cierre de la CIV usando un parche fenestrado con flujo unidireccional de Noviack® que ha mostrado ser útil.²²

Otras cardiopatías con flujo pulmonar aumentado

Se trata de cardiopatías donde el flujo pulmonar está elevado, debido a un cortocircuito de izquierda-derecha.

La historia natural en estas anomalías se caracteriza por hipertensión arterial, debido al incremento en la resistencia de las pulmonares y posteriormente al flujo por el defecto intracardiaco (CIV, CIA, etc.) o extra-

cardiaco (PCA, colaterales aortopulmonares, ventana aortopulmonar y ruptura del seno de Valsalva a cámaras derechas).

- A) Ventana aortopulmonar.** Se caracteriza por la comunicación entre la aorta y la pulmonar, pero con dos pisos valvulares (de la aorta y de la pulmonar). El tratamiento consiste en la separación de la aorta y la pulmonar, mediante un parche y se asocia con otra cardiopatía en 50% de los casos.²³
- B) Colaterales aortopulmonares.** Usualmente la atresia pulmonar se asocia con comunicación interventricular, por lo que después se discute en las cardiopatías troncoconales.
- C) Fístula coronaria.** Corresponde a una comunicación entre el sistema coronario y las cavidades derechas; su tratamiento se hace mediante cardiología intervencionista o bien colocando un parche al sitio de drenaje de la fístula a las cámaras derechas.
- D) Ruptura del seno de Valsalva a cámaras derechas.** Ésta puede abrirse a la aurícula derecha o al ventrículo derecho; la ruptura es usualmente súbita y da lugar a insuficiencia cardiaca congestiva derecha, por lo que debe ser tratada con urgencia. El tratamiento consiste en el cierre del defecto con un parche, sea esto por vía auricular, ventricular o a través de la aorta.²⁴

Persistencia del conducto arterioso

El conducto arterioso es un vaso que se extiende desde la bifurcación de la arteria pulmonar hasta la aorta y es distal a la arteria subclavia izquierda. Este conducto vascular se encuentra usualmente abierto en el feto pero se cierra después del nacimiento. El flujo por este conducto depende de la relación entre presión y resistencia en la circulación general y pulmonar y del área transversal y la longitud del conducto.²⁵

Frecuencia epidemiológica. En México se estima que ocurre un caso por cada 1,500 nacimientos, lo que representa entre 5-10% del total de las CC. Es la CC que con frecuencia es atendida por el neonatólogo. En el Hospital de Cardiología Luis Méndez del Centro Médico Nacional Siglo XXI la PCA en los adultos operados ocupa el tercer lugar, con alrededor del 7% de pacientes,²⁶ aunque se observa cada vez con menor frecuencia, pues en una revisión reciente se atienden mediante cierre quirúrgico abierto, un promedio de 12 casos al año.²⁷

Ecocardiograma. La imagen anatómica se observa en el eje corto paraesternal y subcostal y en el supraesternal los ejes corto y largo. Se aprecia dilatación de la aurícula izquierda; relación de aurícula izquierda/aorta mayor de 1.2/1. Sobrecarga diastólica del ventrículo iz-

quierdo con un movimiento exagerado de la pared libre del septum interventricular. El defecto se observa directamente donde el Doppler, además del mosaico de colores, se puede valorar con la relación entre la presión pulmonar y aórtica. El ecocardiograma es útil también en el seguimiento.

Las presiones pulmonares de la mayoría de los adultos con esta anomalía son normales y persiste un gradiente y un cortocircuito aortopulmonar a lo largo del ciclo cardiaco, produciendo un frémito característico y un soplo en «máquina de vapor» continuo, con acentuación sistólica tardía en el borde esternal superior izquierdo. Entre los adultos que hacen gran cortocircuito a través del conducto arterioso, suele haber obstrucción vascular pulmonar (síndrome de Eisenmenger) con hipertensión pulmonar, cortocircuito de derecha a izquierda y cianosis. La enfermedad vascular pulmonar grave causa una inversión del flujo a través del conducto, fluyendo la sangre no oxigenada por la aorta descendente y produciendo cianosis en los dedos de los pies, pero no de las manos; este signo se conoce como cianosis diferencial.^{28,29}

Tratamiento. En ausencia de vasculopatía pulmonar acentuada y derivación predominante de izquierda a derecha, la PCA se somete a ligadura o sección quirúrgica.

Indicaciones de intervención. Hay varias indicaciones clínicas para la intervención en los pacientes adultos con PCA entre los que se incluyen: cortocircuito de izquierda a derecha significativo con sobrecarga de volumen de la aurícula y ventrículo izquierdos (sin hipertensión pulmonar); los síntomas clínicos en el caso anterior, o una historia de endoarteritis en la PCA o estructuras adyacentes.

Cabe mencionar que la primera cirugía a corazón abierto fue el cierre quirúrgico de la PCA que Gross y sus colaboradores hicieron en 1938³ pero en la última década este procedimiento correctivo se ha sustituido por el cateterismo y uso de dispositivos de cierre en niños y adultos.²⁹ El cierre quirúrgico de la PCA en los adultos siempre implica un riesgo mayor por la presencia de calcificaciones. El abordaje habitual se hace mediante toracotomía posterolateral, aunque cuando hay calcificación o endocarditis bacteriana se recomienda hacer una esternotomía media longitudinal con circulación extracorpórea, flujos bajos e hipotermia profunda, lo que permite seccionar el extremo pulmonar del conducto, de tal manera que el cierre del extremo aórtico se puede hacer con mayor seguridad, mediante puntos de sutura apoyados en perlas de pericardio o fieltro de teflón, luego el cierre del cabo pulmonar que está más accesible y seguro.

Pronóstico. La PCA aislada puede manifestarse con insuficiencia cardiaca, en el transcurso de la tercera o cuarta década de la vida;²⁸ en ocasiones el conducto puede ser ya aneurismático por las características del flujo sanguíneo y en el adulto éste casi siempre se encuentra calcificado. Una derivación de izquierda a derecha, de larga evolución, puede conducir a enfermedad vascular pulmonar.

En cuanto a la tasa de mortalidad acumulada en la infancia es aproximadamente del 0.5% por año y se duplica a 1% en la segunda década de la vida para aumentar de 2 a 4% en la edad adulta. Siempre hay un riesgo de endocarditis bacteriana por la presencia de flujo anormal y los adultos con un PCA grande pueden desarrollar el síndrome de Eisenmenger, por eso es imperativo conocer la resistencia vascular pulmonar y reactividad preoperatoria. Si la resistencia es de 6 a 8 U/m², la PCA no se cierra y el paciente se puede considerar para trasplante de pulmón, o corazón y pulmón. Las causas de la muerte en los adultos con PCA son la insuficiencia cardiaca y la endocarditis bacteriana; en ocasiones, la obstrucción pulmonar grave produce dilatación aneurismática, calcificación y rotura del conducto.²⁸

Trastornos troncoconales

Se trata de un espectro de alteraciones anatómicas que incluyen desde la tetralogía de Fallot (IT) hasta el tronco común. Las características principales en este grupo de pacientes, es el cabalgamiento de la aorta sobre el septum interventricular, así como el desplazamiento anterior del septum que da lugar en la mayoría de los casos de estenosis pulmonar.

Tetralogía de Fallot

Se caracteriza por cuatro anomalías: CIV, cabalgamiento de aorta, estenosis pulmonar y la hipertrofia del ventrículo derecho. En esta compleja cardiopatía puede además haber un amplio espectro que culmina en el llamado Fallot extremo, que se describe como atresia pulmonar con comunicación interventricular, asociado con colaterales aortopulmonares.³⁰

El tratamiento quirúrgico depende, en gran parte, de la experiencia en cada institución, pues en los Estados Unidos de Norteamérica se ha propuesto que su corrección total puede hacerse desde los primeros meses y en los países en vías de desarrollo se prefiere hacer primero una fistula sistémico-pulmonar antes de la corrección, debido al bajo flujo pulmonar y al tamaño de las arterias pulmonares.

En la corrección de la atresia pulmonar con CIV se ha propuesto hacer la unifocalización además de la correc-

ción intracardiaca en un solo tiempo. La experiencia en nuestro medio no se hace en la etapa neonatal pero sí en los escolares, con buenos resultados.

En la atresia pulmonar con septum íntegro existen dos condiciones asociadas: La hipoplasia del ventrículo derecho y la presencia de sinusoides, por lo que la circulación coronaria depende de la presión sistólica del pequeño ventrículo derecho. Su tratamiento quirúrgico es usualmente la corrección univentricular.³¹

Doble vía de salida del ventrículo derecho

La doble vía de salida del ventrículo derecho (DVSVD) se refiere al cabalgamiento en más del 50% de la aorta. De esta malformación hay dos tipos con referencia a la localización del *septum infundibular* y su unión con la trabécula *septo marginalis*; si éste se inserta en la rama superior hará que la CIV se sitúe subaórtica y se trata de una DVSVD con infundíbulo anterior y posterior; sin embargo si la inserción del *septum infundibular* está en la rama inferior, desplaza el defecto hacia adelante ocasionando que la CIV sea subpulmonar.³²

El tratamiento quirúrgico consiste en dirigir el flujo del ventrículo izquierdo a través de la CIV hacia la aorta, pero la colocación del parche en hamaca puede obstruir el tracto de salida del ventrículo derecho, por lo que, en este caso, se usa un parche de Dacron para ampliar el tracto de salida del ventrículo derecho, aunque de todos modos tendría que haber sido modificado para corregir la estenosis pulmonar infundibular y la valvular pulmonar que habitualmente la acompaña.

En ocasiones basta con un parche transanular para corregir este defecto, sin embargo, cuando la ampliación del anillo pulmonar es mayor de 66% condicionará una insuficiencia pulmonar importante, por lo que es recomendable usar un sistema valvular protésico, sea con homoinjerto, prótesis biológica bovina o yugular bovina.³³ Muchos pacientes toleran bien la insuficiencia pulmonar, pero la sobrecarga diastólica ocasiona que éstos sean reintervenidos a largo plazo.

Taussing bing

Es un defecto del troncoconal que es, en cierta forma, el extremo de las anteriores anomalías: En ésta la salida de la aorta es a partir del ventrículo derecho y la arteria pulmonar cabalga sobre el septum interventricular. El principio quirúrgico en esta enfermedad es el mismo que para la DVSVD, pero si no es posible se debe hacer el switch arterial, si éste fuese necesario o bien a la corrección univentricular, siempre y cuando el switch arterial no sea posible, por eso en muchas ocasiones se

elige el cerclaje pulmonar, para evitar el incremento de las resistencias pulmonares.³⁴

Tronco común

A diferencia de la ventana aortopulmonar en el tronco común se encuentra un solo piso valvular, formado por seis a ocho valvas rudimentarias, que pueden o no tener insuficiencia. En el TC de tipo I hay un segmento de arteria pulmonar que se origina en el tronco, y conforme avanza la clasificación las arterias pueden salir una o las dos, directamente de la aorta ascendente o descendente. La corrección corresponde a la separación de los flujos pulmonar o sistémico, con el cierre de la comunicación interventricular. Usualmente es necesario colocar un elemento protésico valvular entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar (Rastelli).³⁵ Hay otra técnica propuesta por Barbero-Marcial que consiste en «separar» los dos elementos del tronco y colocar un parche transanular para unir el ventrículo derecho con la arteria pulmonar, misma que debe hacer en los primeros tres meses de vida.³⁶

Transposición de grandes vasos

En esta cardiopatía hay una discordancia ventriculoarterial, pues en lugar de haber continuidad mitroaórtica ésta es mitropulmonar.

El procedimiento quirúrgico, durante muchos años, fue el «switch» auricular, invirtiendo los flujos en las aurículas para lograr una corrección fisiológica de la transposición de grandes vasos (TGV). Al colocar un parche de pericardio, para dirigir el flujo de las cavas hacia la aurícula izquierda, esta técnica provoca una alta incidencia de arritmias auriculares, es por ello que Senning³⁷ propone una técnica en la que utiliza el mismo tejido auricular para lograr la inversión de los flujos y evitar las arritmias.

En la década de los ochenta del siglo pasado se propuso una corrección anatómica que consiste en el «switch» arterial o cirugía de Jatene,³⁸ con desinserción de las arterias coronarias formando una *neopulmonar* y una *neoaorta*, con el cierre de la CIV. Cuando no existe CIV en la TGV, provoca que el ventrículo que va a ser sistémico tenga menor masa ventricular, por lo que se usa, como primer tiempo de la cirugía, el «bandaje» o cerclaje de la arteria pulmonar, colocando además una fístula modificada de Blalock-Taussing, que incrementa el flujo y da lugar a una sobrecarga sistólica, lo que hace que el ventrículo izquierdo se hipertrofie y se capacite para lograr la corrección anatómica.^{39,40}

Transposición corregida de los grandes vasos

De esta manera se hace referencia a la discordancia, tanto auriculoventricular como ventriculoarterial; lo que en sentido fisiológico corrige el problema pero esto a largo plazo hace que exista una falla ventricular derecha. Es por eso que se han propuesto para su corrección dos técnicas: 1) La clásica, en la que sólo se hace el cierre de la CIV y la corrección de la estenosis pulmonar, que ordinariamente llega a estar asociada. 2) Hacer el doble *switch*: auricular y arterial, lo cual corrige el desorden fisiológico y anatómico, y tiene mejor pronóstico a largo plazo. Cuando esta corrección «clásica» no es posible el doble *switch* y no hay URP altas, se puede hacer una corrección univentricular o bien de ventrículo uno y medio.⁴¹

Cirugía cavopulmonar

Este tipo de intervención fue propuesto por primera vez como una alternativa paliativa que mejora el flujo pulmonar sin generar una sobrecarga diastólica del ventrículo común, lo que provoca la fístula de Blalock-Taussing.⁴² La técnica consiste en la anastomosis termino-lateral de la vena cava superior y la rama derecha de la pulmonar, lo que se denomina anastomosis de Glenn.⁴³

Para dirigir el flujo de la vena cava inferior hay varias alternativas: sea mediante un túnel lateral intraauricular o bien por la interposición de un injerto de Dacron (o Gorétex) entre la cava inferior y la rama derecha de la arteria pulmonar, lo que se conoce como cirugía de Fontan.⁴⁴

En caso de que existan circunstancias de riesgo que puedan aumentar la presión en el lecho vascular pulmonar, se coloca una fenestración para unir este túnel (o tubo), a la aurícula común; si bien es cierto esta intervención permite desaturar al paciente, evita el colapso cardiovascular por el incremento súbito de la presión pulmonar.

Sin embargo, la mayoría de las veces se prefiere hacer la derivación cavopulmonar en dos tiempos, pues ésta dependerá de lo siguiente:

- 1) Inicialmente se utiliza una fístula sistémico pulmonar (FSP) para evitar la hipoplasia pulmonar, pues ésta depende del flujo pulsátil dotado por la FSP, y ésta se debe utilizar al menos en los primeros seis meses; después se hace la cirugía de Glenn, ya descrita, para así evitar la sobrecarga diastólica.
- 2) La cirugía cavopulmonar se acostumbra hacer en dos tiempos, debido a que la distribución corporal de los niños es mayor en la porción superior, por lo cual es suficiente el flujo hasta alrededor de los cuatro años,

después la corrección quirúrgica se debe completar con la cirugía de Fontan.

Hay cardiopatías en las que hay un amplio desarrollo ventricular, por lo que, en algunas de éstas el cirujano prefiere perder un ventrículo que perder al paciente; tal es el caso de la intervención quirúrgica propuesta por Damus-Kaye-Stansel:⁴⁵⁻⁴⁷ que consiste en la unión de la aorta con la arteria pulmonar; por otra parte, generalmente hay hipoplasia del arco aórtico, por lo que se le hace plastia con tejido pulmonar, y se le coloca una fístula sistémico pulmonar, con objeto de garantizar el flujo pulmonar en los primeros seis a 12 meses, después se hace la cirugía de Glenn y más tarde Fontan.

Esta misma estrategia se aplica en la hipoplasia del ventrículo izquierdo, donde el ventrículo derecho es el único que sostiene la presión sistémica. En cambio la hipoplasia del ventrículo izquierdo tiene una amplia gama de posibilidades para el desarrollo de la porción ascendente y arco de la aorta, ya que puede tener coartación o interrupción del arco aórtico, siendo éste el elemento más significativo en el flujo sistémico del conducto arterioso; tal procedimiento se le conoce como cirugía de Norwood.⁴⁸ A partir de esta intervención han surgido otras propuestas quirúrgicas que siguen el mismo concepto de Norwood, como la descrita por Sano,⁴⁹ quien en el primer tiempo de la cirugía propone colocar un ducto entre el ventrículo derecho y la arteria pulmonar, en lugar de hacer una fístula sistémico-pulmonar. Como es de suponer, los resultados en torno a estas experiencias quirúrgicas dependen de cada centro hospitalario pues aún no hay suficiente información para decidir por cuál de las dos intervenciones es mejor.

A este respecto los resultados de la cirugía de Norwood varían en el mundo, por lo que se han ideado abordajes híbridos, que consisten en la colocación de un *stent* en el conducto y «bandaje» de las arterias pulmonares. Luego, en un segundo tiempo, se retira el *stent* y el cerclaje de las pulmonares y se hace plastia de éstas y la primera fase del Norwood original; pasando luego a la tercera y cuarta fases en que se hace lo sugerido por Glenn y Fontan respectivamente.¹

Trastornos de la aorta y de los troncos supraaórticos

Interrupción del arco aórtico. En esta doble anomalía, una es dependiente del conducto arterioso, por lo que se observa variación en la saturación de oxígeno en la porción superior del cuerpo con respecto a la porción inferior. En la interrupción aórtica tipo A la lesión se ubica en la porción yuxtaductal, en la tipo B, por arriba de

la subclavia izquierda, y la de tipo C sólo incluye al tronco braquiocefálico por arriba de la interrupción.

Es por eso que la localización de la interrupción es indispensable para decidir el abordaje quirúrgico que se debe hacer, ya que cuando es un tipo A es posible corregirlo por toracotomía posterolateral izquierda; en cambio, comúnmente las interrupciones tipo B y C se asocian a otras cardiopatías, por lo que, en ocasiones es necesario hacer la corrección por vía anterior con asistencia circulatoria e hipotermia profunda.⁵⁰

Coartación de aorta. La coartación o estrechez de aorta: que permite el flujo, la obstrucción puede ser preductal, yuxtaductal y postductal. Así, la corrección de este defecto consiste en la resección de la coartación y anastomosis termino-terminal. En caso de haber una hipoplasia importante de estos segmentos se usa un homoinjerto o bien a la arteria subclavia para incrementar el diámetro de la aorta.⁵¹⁻⁵³

Anillos vasculares. Éstos se refieren a la presencia de un doble arco aórtico que atrapan la tráquea y el esófago, produciendo una estrechez arterial de diverso grado. El cierre de este anillo depende de la presencia del conducto arterioso o bien, cuando es incompleto, de un ligamento arterioso. De existir, el tratamiento quirúrgico consiste en la sección y sutura del conducto o corte del ligamento, con aortopexia de la aorta para evitar la compresión traqueoesofágica.

En esta anomalía puede haber además otras anomalías vasculares, como el «sling» que consiste en la presencia de una arteria aberrante que comprime el esófago, al pasar por su porción posterior. Estas malformaciones pueden también comportarse como un tipo anillo, cuando esta arteria aberrante se une por un ligamento a la arteria pulmonar. El tratamiento de ésta consiste en el corte de la arteria aberrante y su anastomosis a la aorta ascendente; en ocasiones es necesario hacer la corrección de la estenosis traqueal mediante resección y anastomosis termino-terminal.⁵⁴

Origen anómalo de la arteria coronaria izquierda. La fisiopatología en esta anomalía corresponde a estos dos problemas anatómicos: por un lado la isquemia miocárdica y por el otro, el cortocircuito izquierda-derecha por el flujo coronario de la coronaria derecha. De tal forma que estos pacientes pueden tener una muerte súbita, por infarto del miocardio e hipertensión arterial pulmonar. De tener esta última da lugar a una mejoría temporal de la perfusión miocárdica del paciente. El tratamiento se plantea de acuerdo a tres opciones:

- I) Cirugía de Takeuchi: que consiste en hacer una ventana aortopulmonar y un túnel intrapulmonar para alcanzar el *ostium* de la arteria coronaria.⁵⁵

- 2) Otra opción consiste en la ligadura de la arteria coronaria izquierda y la construcción de puentes aorto-coronarios.
- 3) La última es la mejor opción: consiste en la resección e implante directo de la arteria coronaria izquierda a la aorta. Este procedimiento es el más frecuentemente usado, gracias a la experiencia que se ha tenido con la cirugía de Jatene.¹

III. TERCERA ETAPA DEL TRATAMIENTO DE LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

El desarrollo tecnológico de sistemas complejos para la monitorización y la derivación cardiopulmonar, fueron la base para vislumbrar los conceptos que pueden conducir en tratamiento a la frontera de lo imaginable. Tales avances se han centrado en tres áreas:

- a) **Cirugía toracoscópica.** Aplicando el principio del mínimo abordaje, no sólo con fines estéticos sino para reducir el trauma quirúrgico. De esta manera se han ideado procedimientos quirúrgicos para el cierre del conducto arterioso, la corrección de anillos vasculares y otros.⁵⁶
- b) **Abordaje mínimo.** Con el objetivo de disminuir el trauma, y asociado al diseño de sistemas de circulación extracorpórea, que permita el drenaje venoso por succión activa permite que los dispositivos sean cada vez más pequeños y con ello se puede colocar al paciente en derivación cardiopulmonar, con incisiones más pequeñas.^{57,58}
- c) **Cirugía robótica.** Une los conceptos anteriores, otorgando al cirujano más precisión en la cirugía.⁵⁹
- d) **Cirugía híbrida.** Este concepto ha cobrado cada vez mayor brío, ya que es posible hacer correcciones quirúrgicas de manera simultánea y cardiología intervencionista, pues es posible resolver problemas de difícil acceso para el cirujano, para reducir los tiempos quirúrgicos o la magnitud de la invasión. Con este fin se han desarrollado técnicas como: el implante de prótesis pulmonares por vía percutánea y la colocación de *stents* para la coartación de la aorta en niños cada vez más pequeños, la cirugía endoscópica transoperatoria, (para la colocación de *stents* perioperatorios), el Norwood híbrido (colocación de *stents* en conducto arterioso), el «bandaje» de ambas ramas de la pulmonar, lo que permite el crecimiento de los niños intervenidos y mejorar el índice de sobrevida de pacientes con hipoplasia del ventrículo izquierdo.⁶⁰
- e) **Cirugía fetal.** Se refiere a la intervención de niños con malformaciones cardíacas (y no cardíacas) en los

que mejora su sobrevida una vez que nacen. Mediante el ecocardiograma fetal es posible identificar *in utero* cardiopatías congénitas, como la hipoplasia del ventrículo izquierdo.⁶¹ Esto permite actuar en la etapa fetal, mediante punción guiada con el ultrasonido, para introducir un balón al miocardio del feto para dilatar la vía de salida del ventrículo izquierdo. También es posible actuar ante la hipoplasia pulmonar cuando el feto tiene una hernia de Bochdalek, para que el feto pueda desarrollar normalmente su pulmón evitando la hipertensión.⁶²

Referencias

1. Jonas RA. *Comprehensive surgical management of congenital heart disease*. London: Arnold; 2004.
2. Criterios de tratamiento de las cardiopatías congénitas más frecuentes. *Rev Med IMSS (Mex)* 1989; 27: 339-45.
3. Gross RE. Surgical ligation of a patent ductus arteriosus. Report of first successful case. *JAMA* 1939; 112: 729-31.
4. Blalock A, Taussig HB. The surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA* 1945; 128: 189-202.
5. Muller WH, Dammann JF. The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow: A preliminary report. *Surg Gynecol Obstet* 1952; 95: 213.
6. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE et al. The results of direct vision closure of ventricular septal defects in eight patients by means of controlled cross circulation. *Surg Gynecol Obstet* 1955; 101: 446-52.
7. Marino BS, Wernovsky G. Preoperative and postoperative care of the infant with critical congenital heart disease. In: Avery GB, Fletcher MA, MacDonald MG, editors. *Neonatology. Pathophysiology and management of the newborns*. 5a. ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2005 647-98.
8. Gibbons JH. Application of mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med* 1954; 33: 171-85.
9. Lewis FJ, Taufic M. Closure of atrial septal defects with the aid of hypothermia: Experimental accomplishments and the report of the one successful case. *Surgery* 1953; 33: 52-9.
10. Warden HE, Cohen M, Read RC, Lillehei CW. Controlled cross circulation for open intracardiac surgery. *J Thorac Surg* 1954; 28: 331.
11. Barratt-Boyes BG, Neutze JM, Harris EA. *Heart disease in infancy*. Edinburg: Churchill Livingstone, 1973.
12. Steele PM, Fuster V, Cohen M, Ritter DG, McGoon DC. Isolated atrial septal defect with pulmonary vascular obstructive disease—long term follow-up and prediction of outcome after surgical correction. *Circulation* 1987; 76: 1037-42.
13. Warden HE, Gustafson RA, Tarnay TJ, Neal WA. An alternative method for repair of partial anomalous pulmonary venous connection to the superior vena cava. *Ann Thorac Surg* 1984; 38: 601-5.
14. Gao YA, Burrows PE, Benson LJ, Ravinovich M, Freedom RM. Scimitar syndrome in infancy. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 873-82.
15. Delisle G, Ando M, Calder AL. Total anomalous pulmonary venous connection: Report of 93 autopsied cases with emphasis on diagnostic and surgical considerations. *Am Heart J* 1976; 91: 99-122.
16. Burroughs JT, Edwards JE. Total anomalous pulmonary venous connection. *Am Heart J* 1960; 59: 913-8.
17. Van Mierop LHS, Alley RD, Kausel HW, Stranahan A. The anatomy and embryology of endocardial cushion defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1962; 43: 71-83.

18. Haworth SG. Pulmonary vascular bed in children with complete atrioventricular septal defects: Relation between structural and hemodynamic abnormalities. *Am J Cardiol* 1986; 57: 833-9.
19. Boening A, Scheewe J, Heine K et al. Long-term results after surgical correction of atrioventricular septal defects. *Eur J Cardiovasc Surg* 2002; 22: 167-73.
20. Van Praagh R, Geva T, Kreutzer J. Ventricular septal defects: How shall we describe, name and classify them. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1298-9.
21. Soto B, Ceballos R, Kirklin JW. Ventricular septal defects. A surgical viewpoint. *J Am Coll Cardiol* 1989; 14: 1291-7.
22. Castaneda AR, Jonas RA, Mayer JE, Hanley FL. *Cardiac surgery of the neonate and infant*. Philadelphia: WB Saunders Company, 1994: 8-18.
23. Richardson JV, Doty DB, Rossi NP, Ehrenhaft JL. The spectrum of anomalies of aortopulmonary septation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 21-77.
24. Azakie A, David TE, Peniston CM, Rao V, Williams WG. Ruptured sinus of Valsalva aneurysm: early recurrence and fate of the aortic valve. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1466-70.
25. Hermes-De Santis ER, Clyman RI. Patent ductus arteriosus: pathophysiology and management. *J Perinatol* 2006; 26: S14-8.
26. Alva-Espinosa C. Ante el adulto con cardiopatía congénita. *Rev Mex Cardiol* 2006; 17(3): 155-8.
27. Attie F. Aspectos de interés en las cardiopatías congénitas del adulto. *Arch Cardiol Mex* 2004; 74 (Supl. 2): S410-7.
28. Coggin CJ, Parker KR, Keith JD. Natural history of isolated patent ductus arteriosus and the effect of surgical correction: twenty years' experience at the Hospital for Sick Children, Toronto. *Can Med Assoc J* 1970; 102: 718-20.
29. Campbell M. Natural history of persistent ductus arteriosus. *Br Heart J* 1968; 30: 4-7.
30. Pigula FA, Khalil PN, Mayer JE, del Nido PJ, Jonas RA. Repair of tetralogy of Fallot in neonates and young infants. *Circulation* 1999; 100: 157-61.
31. Zuberbuhler JR, Anderson RH. Morphologic variations in pulmonary atresia with intact ventricular septum. *Br Heart J* 1979; 41: 281-8.
32. Lev M, Bharati S, Meng CC, Libberthson RR, Paul MH, Idriss F. A concept of double outlet right ventricle. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972; 64: 271-81.
33. Stewart RW, Kirklin JW, Pacifico AD, Blackstone EH, Bargeron LM. Repair of double outlet right ventricle: an analysis of 62 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 502-14.
34. Taussig HB, Bing RJ. Complete transposition of the aorta and a levoposition of the pulmonary artery. Clinical, physiological and pathological findings. *Am Heart J* 1949; 37: 551-9.
35. McGoon DC, Rastelli GC, Ongley PA. An operation for the correction of truncus arteriosus. *JAMA* 1968; 205: 69-73.
36. Castaneda AR, Lamberti J, Sade RM, Williams RG, Nadas AS. Open-heart surgery in the first three months of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1974; 68: 719-31.
37. Senning A. Surgical correction of transposition of great vessels. *Surgery* 1959; 45: 966-1004.
38. Jatene AD, Fontes VF, Paulista PP et al. Anatomic correction of transposition of great vessels. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976; 72: 364-70.
39. Castaneda AR, Norwood WI, Jonas RA, Colan SD, Sanders SP, Lang P. Transposition of the great arteries and intact ventricular septum: Anatomical repair in the neonate. *Ann Thorac Surg* 1984; 5: 438-43.
40. Norwood WI, Dobell AR, Freed MD, Kirklin JW, Blackstone EH. Intermediate results of the arterial switch repair. A 20-institution study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; 96: 854-63.
41. Reddy VM, McElhinney DB, Silverman NH, Hanley FL. The double switch procedure for anatomical repair of congenital corrected transposition of the great arteries in infants and children. *Eur Heart J* 1997; 18: 1470-7.
42. de Leval MR, McKay R, Jones M, Stark J, MacCartney FJ. Modified Blalock-Taussig shunt. Use of subclavian artery orifice as flow regulator in prosthetic systemic-pulmonary artery shunts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81: 112-9.
43. Glenn WWL. Circulatory bypass of the right heart. IV. Shunt between superior vena cava and distal right pulmonary artery-report of clinical application. *N Engl J Med* 1958; 259: 117-22.
44. Fontan F, Baudet E. Surgical repair of tricuspid atresia. *Thorax* 1971; 26: 40-8.
45. Damus PS. A proposed operation for transposition of great vessels. *Ann Thorac Surg* 1975; 20: 724.
46. Stansel HC. A new operation for d-loop transposition of the great vessels. *Ann Thorac Surg* 1975; 19: 565-7.
47. Kaye MP. Anatomic correction of transposition of the great arteries. *Mayo Clin Proc* 1975; 50: 638-40.
48. Norwood WI, Lang P, Hansen DD. Physiologic repair of aortic atresia-hypoplastic left heart syndrome. *N Engl J Med* 1983; 208: 23-6.
49. Sano S, Kawada M, Yoshida H et al. Norwood procedure to hypoplastic left heart syndrome. *Jpn J Thorac Cardiovasc Surg* 1998; 46: 1311-6.
50. Ho SY, Wilcox BR, Anderson RH, Lincoln JC. Interrupted aortic arch. Anatomic features of surgical significance. *Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 31: 199-205.
51. Crafoord C, Nykub G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. *J Thorac Surg* 1945; 14: 347-61.
52. Gross RE. Surgical correction for coarctation of the aorta. *Surgery* 1945; 18: 673-8.
53. Toro-Salazar OH, Stinberger J, Thomas W, Rocchini AP, Carpenter B, Moller JH. Long-term follow-up of patients after coarctation of the aorta repair. *Am J Cardiol* 2002; 89: 541-7.
54. Castaneda AR. Pulmonary artery sling. *Ann Thorac Surg* 1979; 28: 210-1.
55. Takeuchi S, Imamura H, Katsumoto K. New surgical method for repair of anomalous left coronary artery from pulmonary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78: 7-11.
56. Burke RP, Jacobs JP, Cheng W, Trento A, Fontana GP. Video-assisted thoracoscopic surgery for patent ductus arteriosus in low birth weight neonate and infants. *Pediatrics*. 1999; 104 (2Pt 1):227-30.
57. Mazzera E, Brancaccio G, Feltri C, Michielon G, Di Donato R. Minimally invasive surgical closure of patent ductus arteriosus in premature infants: a novel approach. *J Card Surg* 2002; 17(4): 292-6.
58. Nicholson IA, Bichell DP, Bacha EA, del Nido PJ. Minimal sternotomy approach for congenital heart operations. *Ann Thorac Surg* 2001; 71(2): 469-72.
59. Meehan JJ, Sandler A. Pediatric robotic surgery: A single-institutional review of the first 100 consecutive cases. *Surg Endosc* 2008; 22(1): 177-82.
60. Chen Q, Parry AJ. The current role of hybrid procedures in the stage I palliation of patients with hypoplastic left heart syndrome. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36: 77-83.
61. Chetham JP. Intervention in the critically ill neonate and infant with hypoplastic left heart syndrome and intact atrial septum. *J Interv Cardiol* 2001; 14(3): 357-66.
62. Kurzel RB, Naunheim KS, Schwartz RA. Repair of symptomatic diaphragmatic hernia during pregnancy. *Obstet Gynecol* 1988; 71(6 Pt 1): 869-71.

Correspondencia:

Dr. Carlos Riera Kinkel,
6° Piso Hospital Star Médica Infantil Privado,
Viaducto Río Becerra Núm. 97,
Col. Nápoles, Deleg. Benito Juárez,
03810, México, D.F., México,
Teléfono: 56 82 50 00
Correo electrónico: rierac7@gmail.com