

## Repote de caso: Cirugía de Yasui en la interrupción de arco aórtico tipo C.

*Case report: Yasui surgery in type C aortic arch interruption.*

DANIELA PARRA QUINTERO, LEILA J. TERNERA R, SANDRA P. AVILA C., ERIKA E. RODRIGUEZ L., MARCELA LEON P., ALEXANDRA CASTAÑO V., LILIANA AVENDAÑO P., WILSON AREVALO G.

*Perfusionistas Fundación Cardioinfantil. Bogotá, Colombia.*

### RESUMEN

Se presenta el caso de una niña lactante menor de 9 meses de edad con interrupción del arco aórtico con clasificación tipo C, estenosis subaórtica severa, comunicación interventricular perimembranosa y origen anómalo de las dos subclavias, las cuales nacen de aorta descendente, buena función sistólica biventricular. Antecedente de Norwood híbrido y colocación de stent ductal al mes y medio de edad. Se programa para cirugía cardíaca tipo Yasui con circulación extracorpórea donde se busca, además, crear un conducto de ventrículo derecho a arteria pulmonar. La canulación arterial es a través de un injerto a carótida derecha. También se realiza canulación de la arteria pulmonar para dar perfusión a hemicuerpo inferior. Se lleva a hipotermia moderada 28 °C para reparación del arco aórtico, con perfusión cerebral anterógrada por 97 minutos. Se realiza liberación de cerclaje de arterias pulmonares, retiro de stent ductal, reconstrucción del tronco de las arterias pulmonares y de raíz aórtica, finalmente cierre de comunicación interventricular. La evolución postoperatoria fue óptima, sin complicaciones cardíacas o neurológicas evidentes asociadas al tiempo de circulación extracorpórea y perfusión cerebral anterógrada prolongada.

**Palabras clave:** Cirugía Yasui, circulación extracorpórea, corrección del arco aórtico.

### ABSTRACT

**Introduction and Objective:** We present the case of a nursing girl under 9 months of age with an interrupted aortic arch (classification C), severe subaortic stenosis, ventricular septal defect perimembranous, and anomalous origin of both subclavian arteries arising from the descending aorta, good biventricular systolic function. She has a history of hybrid Norwood procedure and ductal stent placement at one and a half months of age. She is scheduled for Yasui's cardiac surgery with extracorporeal circulation where it is sought to create a conduit from the right ventricle to the pulmonary artery. Arterial cannulation is through a right carotid graft. Pulmonary artery cannulation is also performed to perfuse the lower hemibody. Takes to moderate hypothermia at 28 °C to reconstruct the aortic arch with antegrade cerebral perfusion was performed for 97 minutes. Release cerclage on the pulmonary arteries, remove the ductal stent, reconstruct pulmonary artery trunk and from aortic root, finally close the ventricular septal defects. The postoperative outcome was optimal, with no evident cardiac or neurological complications associated with the extracorporeal circulation time and prolonged antegrade cerebral perfusion.

**Keywords:** Yasui, extracorporeal circulation, aortic arch correction.

ABREVIATURAS			
CEC	Circulación Extracorpórea	CIV	Comunicación Interventricular
KG	Kilogramo	CM	Centímetro
UCI	Unidad de Cuidado Intensivo	PCA	Perfusión Cerebral Anterógrada
MIN	Minuto	GR	Gramo
NIRS	Espectroscopia de Infrarrojo Cercano	MM	Milímetro
FR	French	MG	Miligramo
MEQ	Miliequivalente	UI	Unidad Internacional
MMHG	Milímetro de Mercurio	FIG	Figura
NaHCO3	Bicarbonato de Sodio	POP	Postoperatorio
IC	Índice Cardíaco	AO	Aorta
VI	Ventrículo Izquierdo	AP	Arteria Pulmonar

**INTRODUCCIÓN**

El procedimiento de Yasui descrito en 1987 se dio a conocer como opción correctiva en los casos cuando se presenta una hipoplasia grave o atresia valvular aortica con comunicación interventricular y ambos ventrículos son de tamaño adecuado, la cual es una entidad excepcional.

Yasui es una cirugía cardíaca pediátrica que se realiza para desviar el tracto de salida del ventrículo izquierdo, combinando la reparación aórtica del procedimiento de Norwood y una derivación similar a la que se usa en el procedimiento de Rastelli en una sola operación. La cirugía incluye un procedimiento de Damus-Kaye-Stansel modificado para conectar las raíces aórtica y pulmonar, permitiendo que las arterias coronarias permanezcan profundidas.

Los niños suelen tener una buena función cardíaca y supervivencia después del procedimiento de Yasui, similar a otras operaciones (Norwood+Rastelli) para las mismas afecciones, la cirugía de Yasui también se utiliza cuando el procedimiento de Ross o el procedimiento de Konno no son factibles en niños que han tenido otras cirugías para reparar coartación aortica o el arco aórtico interrumpido.

**CASO**

Paciente femenina de 9 meses de edad, peso: 7,1 kg, talla: 66,4 cm, superficie corporal de 0,36 m<sup>2</sup>, tipo de sangre O+.

Antecedentes perinatales: producto de una cesárea a las 38 semanas, segunda gestación a término, peso al nacer 2,980 kg y talla 50 cm, con adecuada adaptación neonatal espontanea.

Se le diagnostica una cardiopatía compleja congénita ductus dependiente: interrupción del arco aórtico tipo C – estenosis subaórtica severa con comunicación interventricular (CIV), aberrancia en el origen de las arterias subclavias derecha e izquierda que emergen de la aorta ascendente. Antecedente de alergia a la proteína de la leche que conllevó a una enterocolitis necrosante II A con enterorragia a los 2 meses de edad, filmarray positivo para SARS-COV2 a los 2,5 meses asociado a presencia de noxa de contagio positivo. La paciente se planifica para una cirugía de Yasui como etapa final correctiva. Tenía como antecedente la realización de un Norwood híbrido al mes y medio de vida, donde se hizo un cerclaje bilateral de las arterias pulmonares, a los dos días postoperatorio se llevó a hemodinamia intervencionista donde se realizó un cateterismo diagnóstico y terapéutico que evidenció un ductus arterioso tubular al cual, por medio de angioplastia a 12 atmosferas de presión, se le colocó un stent de 6 x 29 mm que quedó bien posicionado y con adecuado flujo. En ayudas diagnósticas previas a las intervenciones se encontró:

Rayos X Tórax: dilatación de la vasculatura pulmonar central con opacidades alveolares no confluentes. Engrosamiento del intersticio axial peribroncovascular. Faringografía y esofagograma con cine o video (estudio de la deglución): Disfagia leve. Se confirma arteria subclavia derecha aberrante la cual toma trayecto a nivel retroesofágico.

Ecocardiograma transtorácico: Ductus arterioso persistente de 5 mm de diámetro con cortocircuito preferencial de derecha a izquierda. Anillo aórtico hipoplásico (valor Z -4), CIV grande de 5,4 X 9 X 8,3 mm de tipo perimembranosa con extensión muscular y posterior, con cortocircuito bidireccional con predominio de izquierda a derecha. Figura. 1.



**Figura 1.** Ecocardiograma transtorácico eje supraesternal. Plano que evidencia la no comunicación entre aorta ascendente y aorta descendente.

AngioTAC de vasos: Interrupción del arco aórtico, tronco pulmonar 13 mm (0,69) severamente dilatado con diámetro mayor a aorta ascendente, aorta ascendente pequeña de 8 mm, ramas pulmonares de calibre normal: pulmonar derecha 6 mm (-0,55), pulmonar izquierda 6 mm (-0,70).

Cateterismo Cardíaco: Interrupción del arco aórtico de tipo C, con subclavia derecha aberrante, ventrículo izquierdo y derecho de buen tamaño: presión VI: 111/0/15, obstrucción del tracto de salida del ventrículo izquierdo por estenosis subaórtica, coartación de aorta severa con gradiente entre AP-Ao descendente de 55 mmHg por estenosis del extremo aórtico del stent ductal.

Tomografía computarizada de corazón y grandes vasos: Interrupción del arco aórtico tipo C con arteria subclavia aberrante, comunicación interventricular subaórtica amplia con disminución del calibre del tracto de salida del ventrículo izquierdo. Hipertrofia del ventrículo derecho. Marcada dilatación de la arteria pulmonar principal con buen calibre de las ramas centrales. Figura 2.

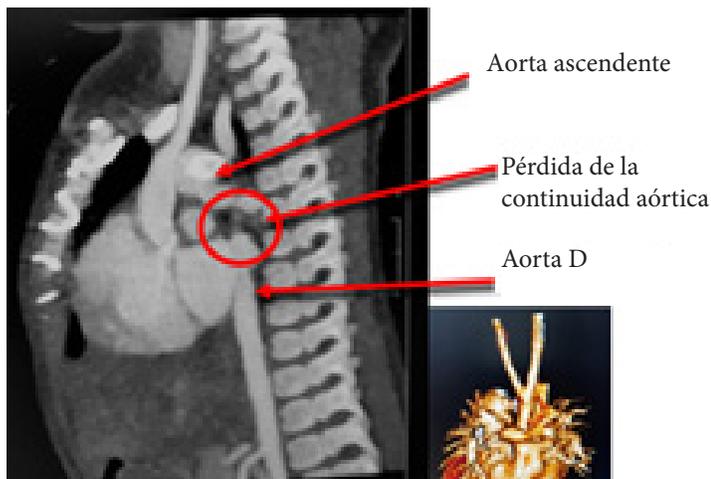


Figura 2. Tomografía computarizada de corazón y grandes vasos. Resalta la interrupción en aorta descendente. En la parte inferior de la imagen se hace una reconstrucción 3D con la disposición carotídea.

\*\*Agradecimiento especial por el acompañamiento y asesoría al Dr. Hernán Charris, anestesiólogo cardiovascular. \*\*

## CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA

### 1.CIRCUITO.

Se utilizó una máquina de circulación extracorpórea Stocker S5 (Livanova Sorin Group USA Inc.,Arvana, CO).

Para el circuito se seleccionó un oxigenador Baby FX05 (Terumo Cardiovascular Group, Ann Arbor, MI) y las tubuladuras se seleccionaron de la siguiente manera: una línea arterial, una venosa y un cabezal de bomba de ¼” de Medtronic Inc (Minneapolis, USA). Para la administración de la cardioplejia se seleccionó el kit CSC14 (Livanova Sorin Group USA Inc., Arvana, CO) el circuito incluyó un hemoconcentrador neonatal Wego (Wego Healthcare. Shenzhen, China). Para la canulación se optó por una cánula arterial 10 Fr para aorta ascendente distal, arterial 10 Fr para la carótida derecha conectada a un injerto No. 4. ( Ver Figura 3). Para la canulación venosa se selección una cánula 12 Fr DLP Pacífico para la cava superior y una venosa 18 Fr Maleable para cava inferior.

### 2.CEBADO DEL CIRCUITO.

El cebado del circuito se realizó con Plasmalyte 7,4: 300 cc, heparina sódica: 2 000 UI, glóbulos rojos empaquetados: 150 cc, bicarbonato de sodio: 10 mEq, albúmina al 20%: 30 cc, manitol 20%: 3,5 g.

### 3.MONITORIZACIÓN

Para la monitorización de los gases arteriales y venosos en línea se utilizó el dispositivo CDI 550 (Terumo Corporation. Japón), Se utilizó un monitor NIRS cerebral para supervisión de la saturación cerebral, un monitor de índice bispectral (BIS) para la profundidad anestésica, se colocó línea arterial radial para medir las presiones arteriales sistémicas, las presiones pulmonares se monitorizaron mediante un catéter de Swan – Ganz. Adicionalmente se monitorizaron la temperatura arterial y venosa del circuito, la temperatura del paciente (nasal y rectal).

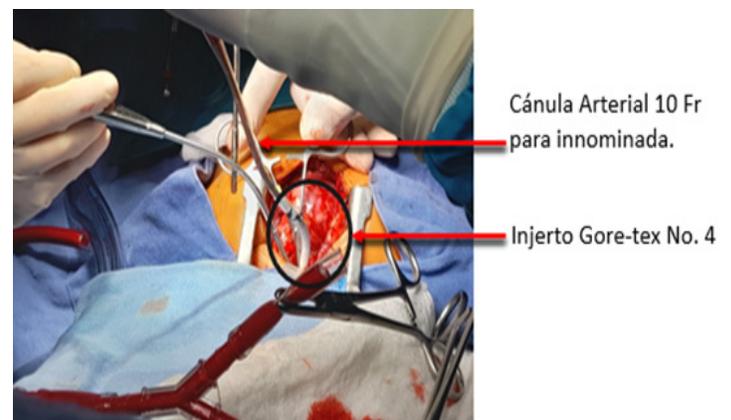


Figura 3. Canulación arterial a injerto.

4. PARÁMETROS MANEJADOS EN CEC.

El flujo arterial se mantuvo en un índice cardiaco (IC) de entre 2,6 a 3 l/min/m<sup>2</sup>. La presión en línea estuvo entre 130-150 mmHg y la presión arterial media permaneció entre 26-51 mmHg. Los gases arteriales y venosos conservaron el equilibrio ácido/base fisiológico. Para la protección miocárdica se utilizó la cardioplegia Del Nido de la siguiente forma: 1ra dosis (20 cc/kg) 150 cc en 1,33 minutos a 6,3 °C con presión máxima de 105 mmHg y a los 70 min se administró una redosificación (10 cc/kg) 75 cc. Se realizó la ultrafiltración convencional obteniendo 400 cc. Para la perfusión cerebral anterógrada se establecieron los siguientes parámetros: flujo entre 30 - 50 cc/kg/min dependiendo de la presión y el NIRS, para llevarlos cerca a los basales, se mantuvo una temperatura rectal de 28 °C. Se obtuvo una diuresis total de 38 cc durante CEC, en la ultrafiltración modificada se lograron extraer 80 cc adicionales, con lo que quedó finalmente con un balance de +520 cc.

5. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO.

Se inició la CEC con un bolo de heparina previo de 350 UI/kg de peso = 2 500 UI. Se administró como antifibrinolítico el ácido tranexámico 100 mg. En la conducción se adicionó NaHCO<sub>3</sub> 10 Meq, furosemida 5 mg, albumina al 20% 10 cc e insulina 4 UI.

En el caso reportado la interrupción del arco aórtico se clasificó como tipo C, con un diagnóstico secundario de estenosis subaórtica severa, lo que implicó una reconstrucción de este segmento arterial. La primera intervención quirúrgica permitió restablecer la continuidad de la aorta y mejorar la anatomía y el flujo circulante, por medio de las ramas pulmonares, en el segundo momento se retiró el Banding de las ramas pulmonares, se cerró la CIV y se desconectó la subclavia derecha aberrante, que se originaba de la aorta descendente para reimplantarla en la aorta ascendente.

El procedimiento realizado fue una reintervención para cirugía de Yasui (retiro de stent ductal, reparación de la interrupción del arco aórtico, reconstrucción de la raíz aortica con parte de la arteria pulmonar, reconstrucción de la arteria pulmonar con parche de Contegra, cierre de la CIV con parche Góretex, liberación del cerclaje de las arterias pulmonares, creación de conducto de ventrículo derecho a arteria pulmonar con injerto Contegra 14, (Figuras 4, 5 y 6) y empaquetamiento mediastinal.

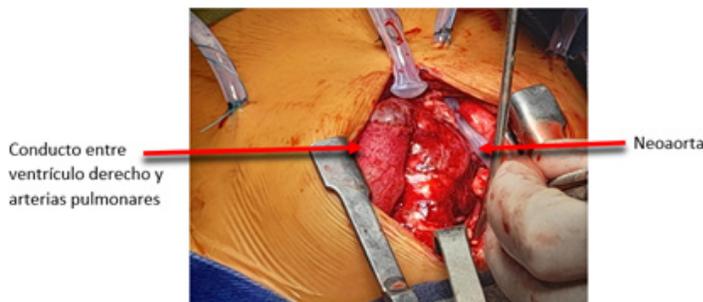


Figura 4. Ubicación final del conducto.

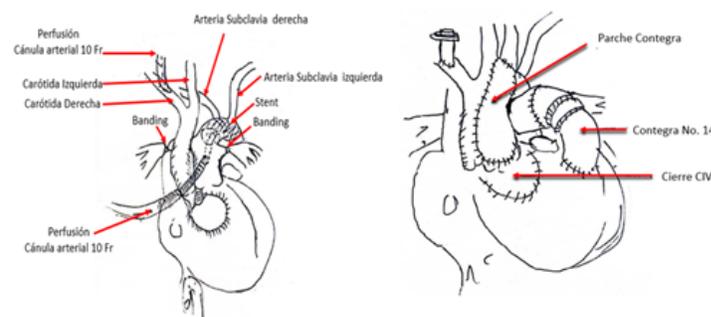


Figura 5. Cirugía de Yasui. Derecha: etapa planeación. Izquierda: Reconstrucción final de cirugía.

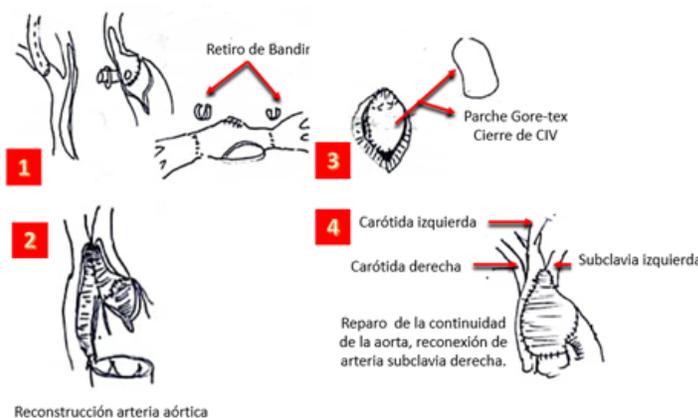


Figura 6. Paso a paso del procedimiento cirugía de Yasui.

## 6. HALLAZGOS.

Durante la cirugía se hicieron los siguientes hallazgos: Ductus Arteriosus persistente de gran tamaño 5 mm, con presencia de stent ductal en su interior de 15 cm de diámetro que se aloja en aorta descendente. Cerclaje bilateral de las ramas pulmonares. Dilatación de cavidades derechas, ventrículo derecho hipertrófico. Presencia de una CIV subaórtica de 7 - 8 mm de diámetro, con extensión perimembranosa. La anticoagulación fue difícil con un total de heparina de 6 750 UI, se requirieron 3 refuerzos de heparina calculados 100 UI/kg: 750 UI cada refuerzo.

Finalmente, la paciente egresa del quirófano con un empaquetamiento mediastinal que permite su cierre a las 24 horas del posoperatorio. Durante este tiempo tuvo una buena función sistólica biventricular, la paciente pasa de una saturación basal de oxígeno por pulsioximetría en 82% a un 90%, después del procedimiento, lo que permite pronosticar una adecuada recuperación debido a su presentación previa ductus dependiente. En el procedimiento de Norwood híbrido realizado en el 2022, en la UCI iniciaron infusión de prostaglandina 0,02 mcg/kg/min para contribuir a mantener permeable esta estructura anatómica.

La paciente fue extubada satisfactoriamente a las 30 horas de realizado el procedimiento de Yasui, quedó con suplemento de O<sub>2</sub> por cánula nasal a bajo flujo de 0,25 l/min y egresa de la institución a los 5 días de su estancia en UCI.

## DISCUSIÓN

Las interrupciones del arco aórtico se caracterizan por una separación completa de la aorta torácica en dos segmentos, generalmente se encuentra un cordón fibroso uniendo ambos segmentos. Según la localización de la interrupción se diferencian según Celora y Patton tres grupos (Figura.7):

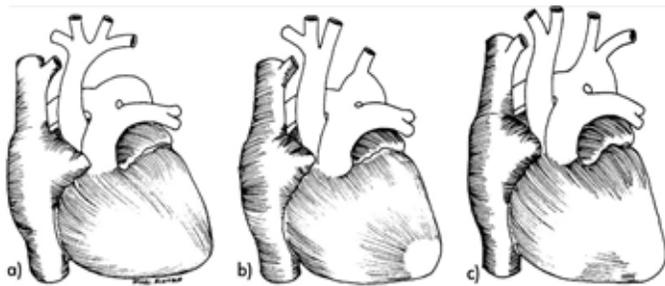


Figura 7. Clasificación tipo A, B y C de interrupción de arco aórtico.

- Tipo A: interrupción distal a la arteria subclavia izquierda y que correspondería con una forma extrema de una coartación aórtica preductal.
- Tipo B: interrupción entre la arteria carótida común izquierda y la arteria subclavia izquierda
- Tipo C: interrupción proximal a la arteria carótida común izquierda

Este reporte de caso tiene la implicación clínica de haber sido corregido por una técnica quirúrgica poco frecuente, el procedimiento de Yasui, que exige unas condiciones particulares que se deben presentar para asegurar el éxito de la cirugía, entre ellas, la más importante es contar anatómicamente con una fisiología biventricular para la creación de ese conducto que comunicará ventrículo derecho con el tronco pulmonar. Se debe resaltar además que los pacientes en este tipo de situación suelen cursar frecuentemente con una insuficiencia cardíaca global prematura debido a que su cardiopatía se acompaña de una comunicación interventricular.

La paciente del caso clínico contaba con las características que la hicieron candidata a la intervención quirúrgica tipo Yasui, pero también en la circulación extracorpórea hay intervenciones específicas en estos casos que deben ser planeadas por el perfusionista, entonces pasa de ser no solo una técnica quirúrgica, sino una serie de prácticas clínicas por parte de perfusión, que conllevan a un desenlace óptimo del procedimiento.

En cuanto a las circunstancias que competen a la circulación extracorpórea durante la cirugía, la parte más importante dependerá del manejo de la conducción en la bomba, en nuestro caso tuvimos en cuenta:

- En el manejo de la temperatura, durante el enfriamiento se conservaron los gradientes de temperatura entre la salida arterial y el retorno venoso en el oxigenador, los cuales no excedieron los 10 °C, como tampoco se excedieron los gradientes de 10 °C entre la salida del oxigenador y la temperatura del agua del intercambiador térmico; así llegamos a los 28°C propuestos. En la fase de recalentamiento mientras alcanzábamos los 30 °C, aseguramos un gradiente máximo de 10°C de temperatura entre la salida arterial y la línea venosa, después de eso mantuvimos un gradiente entre la salida arterial y el retorno venoso  $\leq 4$  °C.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. González López, M. Teresa, Atresia valvular aórtica o hipoplasia severa asociada a comunicación interventricular: ¿Es posible una corrección biventricular?. CardioTeca. 2015 [Internet]. [consultado 2023 May 8]. Disponible en: <https://www.cardioteca.com/cardiologia-clinica/146-cardiologia-clinica-cardiologia-pediatria/1455-atresia-valvular-aortica-o-hipoplasia-severa-asociada-a-comunicacion-interventricular-es-posible-una-correccion-biventricular.html>
  2. Ministerio de salud y protección social de Colombia, ciclo de vida; disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/proteccion-social/Paginas/cicloVida.aspx>.
  3. Robert M. Kliegman, Joseph St. Geme, Nathan Blum, Samir S. Shah and Robert C. Tasker. Nelson Tratado de pediatría. 20a edición. Barcelona: Elsevier;2020: p.p.: 459-61.
  4. Villalba Cn, Mouratian M, Lafuente M V., Dilascio M, Tasat L, Saad Ak, et al. Cirugía de reparación biventricular en pacientes con transposición de los grandes vasos, comunicación interventricular y estenosis pulmonar: ¿Rastelli, Nikaidoh, REV? Rev Argent Cardiol [Internet]. 2017 [consultado 2023 May 8];85(3):1-10. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-37482017000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-37482017000300010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  5. Caffarena Calvar JM, Bautista V, Serrano F. Transposiciones complejas y corazón de Taussig-Bing. Lecciones aprendidas. Cirugía Cardiovasc [Internet]. 2007 Apr 1 [consultado en 2023 May 8];14(2):111-8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-cardiovascular-358-articulo-transposiciones-complejas-corazon-taussig-bing-lecciones-S1134009607702632>
  6. Serrano Martínez F. El cirujano cardiovascular en busca de la válvula pulmonar perdida. Rev. Esp Cirugía Cardiovasc [Internet]. 2017 May 1 [consultado 2023 May 8];24(3):119-22. Disponible en : <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-cardiovascular-358-articulo-el-cirujano-cardiovascular-busca-valvula-S1134009617301006>
  7. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, Pardo C, Monzón D, Pérez R, et al. Cirugía de arco aórtico con circulación extracorpórea en período neonatal. Rev. Esp. Cirugía Cardiovasc [Internet]. 2021 Jan 1 [cited 2023 May 7];28(1):8-13. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-cardiovascular-358-articulo-cirugia-arco-aortico-con-circulacion-S1134009620302461>
  8. Kanter KR, Kirshbom PM, Kogon BE. Biventricular repair with the Yasui operation (Norwood/Rastelli) for systemic outflow tract obstruction with two adequate ventricles. Ann Thorac Surg [Internet]. 2012 Jun [cited 2023 May 8];93(6):1999-2006. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22520828/>
  9. León-Wyss JR, García-Castro E. Circulación extracorpórea en teoría y práctica. Pabst Science Publishers; 2002. p.p. 614-620.
  10. Trusler, G.A., Izukawa, T. Interrupted aortic arch and ventricular septal defect. Direct repair in a 13-dayold infant. J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]. 1975; 69(1):126-31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11110574/>
  11. Norwood WI, Lang P, Casteneda AR, Campbell DN. Experience with operations for hypoplastic left heart syndrome. J Thorac Cardiovasc Surg [Internet]. 1981;82(4):511-9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6168869/>
  12. Norwood WI, Lang P, Hansen DD. Physiologic repair of aortic atresia-hypoplastic left heart syndrome. N Engl J Med. [Internet] 1983 Jan 6;308(1):23-6. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJM198301063080106>
- Fecha de recepción: 04/06/2023  
Fecha de aceptación: 12/06/2023