

# ¿Es el bajo peso una limitación para la CEC? Experiencia con un neonato de 1,5 Kg.

Is low weight a limitation for CPB? Experience with a 1.5 kg neonate.

## RESUMEN / ABSTRACT

**Introducción:** Las cardiopatías congénitas constituyen una causa importante de mortalidad neonatal y el bajo peso neonatal se considera una variable de riesgo quirúrgico, con una mortalidad del 10-24% en los recién nacidos  $\leq 2,5$  kg. Los avances en las técnicas quirúrgicas y la optimización de la circulación extracorpórea (uso de circuitos cada vez más pequeños y con menor volumen de cebado) han hecho posible el tratamiento de los neonatos de bajo peso más allá de la simple paliación.

**Caso clínico:** Se trata de una neonata prematura de 7 días de vida, 36 semanas de gestación y peso de 1,5 kg, con diagnóstico prenatal y confirmación postnatal de atresia pulmonar con comunicación interventricular (CIV) y ramas pulmonares confluentes, con flujo pulmonar ductus dependiente.

Se realizó cateterismo cardiaco terapéutico, con intento fallido de implante de stent en el ductus arterioso; con dispositivo mal posicionado, no expandido en el interior del vaso. Después de varios intentos de recuperación percutánea del stent sin éxito, se decidió realizar cirugía cardiaca emergente en la misma sala de hemodinámica, para recuperación del stent y asegurar una fuente de flujo pulmonar.

**Discusión:** El bajo peso y la prematuridad dificultan técnicamente la reparación completa neonatal (en un solo estadio) de esta cardiopatía. El cierre de la CIV en pacientes con bajo peso ( $< 2$  Kg) es difícil y asocia una alta morbi-mortalidad. Tradicionalmente el manejo inicial está enfocado a garantizar una fuente de flujo pulmonar mediante una fístula sistémico pulmonar o un stent ductal (paliación inicial) dejando diferido para un segundo estadio la reparación completa.

No hubo ninguna complicación durante la circulación extracorpórea ni en el postoperatorio, pero hay que destacar que era una prematura de 36 semanas de gestación, lo que pudo influir en el buen comportamiento hemodinámico que presentó en todo el proceso.

**Palabras clave:** Circulación extracorpórea; neonato bajo peso; cardiopatía congénita; cirugía cardiaca.

**Introduction:** Congenital heart disease is an important cause of neonatal mortality and low neonatal weight ( $\leq 2.5$  kg) is considered a surgical risk variable, with a mortality of 10-24%. Advances in surgical techniques and optimization of extracorporeal circulation (use of increasingly smaller circuits with less priming volume) have made possible to treat low-weight newborns beyond the simple palliation.

**Clinical case:** Girl, a 7-days old (premature, 36 weeks gestation and weight of 1.5 kg), with prenatal diagnosis and postnatal confirmation of pulmonary atresia, ventricular septal defect (VSD) and confluent pulmonary branches, with ductus-dependent pulmonary flow.

Therapeutic cardiac catheterization was performed, with a failed attempt to implant a ductal stent that was left uncrimped and bad positioned in the ductus, requiring emergent cardiac surgery in the cath lab to retrieve it and ensure a source of pulmonary flow.

**Discussion:** Low weight and prematurity make complete (one-stage) neonatal repair difficult for this heart disease. The closure of VSD in infants with low weight ( $< 2$  kg) is difficult and carries high morbi-mortality. Usually, the first approach (initial palliation) tries to guarantee a stable pulmonary flow through a systemic- pulmonary fistula or a ductal stent, delaying complete repair.

There were no complications during cardiopulmonary bypass or postoperatively but probably, this good hemodynamic behavior was due to the fact that this baby was born at 36 weeks gestation.

**Keywords:** Cardiopulmonary bypass; low-weight newborn; congenital heart disease; cardiac surgery.



Rianseres García Benítez

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

María Teresa García Maellas

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Susana López Gámez

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Paloma Orozco Ibarra

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Lorena Carballo Rodríguez

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

María Fátima Martins

DUE perfusionista Servicio de Cirugía Cardíaca  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Enrique García Torres

Cirujano cardiaco infantil  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Rianseres García Benítez  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Servicio de Cirugía Cardíaca.  
Avda de Andalucía s/n. 28045. Madrid, España.  
email: rianseres.garcia@salud.madrid.org

Recibido: abril 2021  
Aceptado: mayo 2021  
<https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.3>

## INTRODUCCIÓN

El límite inferior de peso para realizar una cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea (CEC) a pesar de los avances tecnológicos es objeto de controversia.

Los recién nacidos (RN) con cardiopatías congénitas (CC) presentan bajo peso y prematuridad con más frecuencia que la población libre de cardiopatías<sup>1</sup>. A su vez las CC constituyen una causa importante de mortalidad neonatal. Y el bajo peso se considera una variable de riesgo quirúrgico; de hecho, algunos autores reportan una mortalidad del 10-24% en los RN  $\leq 2,5$  kg<sup>2</sup>.

A pesar de que la evidencia indica que la edad gestacional (EG) temprana en los lactantes con CC se asocia a peores resultados que en los nacidos después de las 39 semanas (s), hay pocos estudios sobre CC en RN con un peso inferior a 1500 gramos o con menos de 29 sem de EG. La reciente mejoría en la supervivencia de los lactantes de muy bajo peso al nacer sugiere que la mortalidad depende relativamente más de la prematuridad y de otros procesos de la enfermedad que del propio peso<sup>3,4</sup>.

La atresia pulmonar con comunicación interventricular es una CC cianótica, severa y rara, que se presenta en 1 de cada 10.000 RN vivos. Se caracteriza por la ausencia de conexión entre el ventrículo derecho y las arterias pulmonares. El flujo hacia el territorio pulmonar puede realizarse a través del ductus arterioso o de colaterales sistémico-pulmonares.

El tratamiento de esta cardiopatía es fundamentalmente quirúrgico. La utilización de prostaglandinas mantiene el conducto arterioso permeable hasta el momento de la cirugía. La hemicorrección es una buena opción en esta CC, consiste en la conexión entre ventrículo derecho (VD) y arteria pulmonar con parche, conducto sintético u homoinjerto, manteniendo abierta la comunicación interventricular (CIV), lo que proporciona un mayor crecimiento de las ramas pulmonares, procediendo a cerrar la CIV, en un segundo tiempo<sup>5</sup>.

## CASO CLÍNICO

Neonata de 7 días de vida, pretérmino de 36 sem de EG, mediante cesárea electiva por preeclampsia materna, producto de embarazo gemelar (1ª gemela), y con diagnóstico prenatal de cardiopatía conotruncal: atresia pulmonar con CIV y ramas pulmonares confluentes, con flujo sanguíneo pulmonar ductus dependiente.

Desde el nacimiento precisó asistencia respiratoria con CPAP (FiO<sub>2</sub> 21%) y perfusión de prostaglandinas (PG); por ello, en sesión médico-quirúrgica se acordó implante de stent ductal.

Dado que mantenía un ductus grande se decidió suspender las PG 24 horas previo al procedimiento, pero a las 3-4 horas presentó desaturación hasta 75%, por este motivo se reinició la perfusión (dosis 0.003  $\mu$ g/kg/min), retirándose definitivamente 10 horas antes de la intervención.

En el momento del cateterismo cardiaco terapéutico presentaba peso de 1,5 kg, talla de 43 cm, con superficie corporal de 0.13 m<sup>2</sup>, y Hb de 16.7 g/dl.

Durante el procedimiento precisó heparinización con 100 UI/kg y dopamina a 8  $\mu$ g/kg/min. Se realizó aortograma y angiografía selectiva en ductus. Al intentar implantar un stent Integrity™ 3x15 mm (Medtronic, DUB, IRL) en el extremo distal del conducto arterioso, este se expandió dentro del introductor. Posteriormente se intentó poner otro stent, pero el previo se desplazó accidentalmente al ductus, haciendo imposible su recuperación, quedando posicionado de forma estable y con adecuado flujo en ambas ramas pulmonares. Por este motivo, se reiniciaron las PG, manteniendo saturaciones de O<sub>2</sub> >80%. En vista del fracaso de la técnica percutánea, se decidió cirugía emergente para recuperación del dispositivo y corrección quirúrgica, en la misma sala de hemodinámica, previo traslado de la bomba de CEC, intercambiador de calor y todo el fungible necesario para el procedimiento.

## ESTRATEGIA QUIRÚRGICA

Para la CEC se utilizó el oxigenador Neonatal Kids D100 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), (volumen de priming 31 ml), con filtro arterial (volumen de priming 16 ml), línea de salida arterial y de retorno venoso de 3/16" y cabezal de bomba arterial de 1/4" (fig. 1). Realizando el cebado del sistema con 150 ml de sangre y 100 ml plasma, heparina 2 mg/kg, 200 mg de Ca<sup>2+</sup>, Bicarbonato 1M, 2 mEq/kg, Manitol 20% 0,5 gr/kg, según protocolo del Hospital Universitario 12 de Octubre<sup>6</sup>.

En la sala de hemodinámica se procedió a realizar una esternotomía media longitudinal, resección completa del timo y apertura longitudinal del pericardio. Se administró heparina intravenosa hasta alcanzar un tiempo de coagulación activado (TCA) >480 s. Se realizó canulación alta en aorta ascendente con cánula arterial 6 fr DLP™ y canulación venosa de aurícula derecha con cánula venosa acodada metálica 12 fr DLP™ (Medtronic, DUB, IRL).

Se estableció CEC sistémica a 200 ml/kg/min, utilizando la estrategia de gases pH-stat durante la perfusión y bajando la temperatura hasta 26°C<sup>6</sup>. Se introdujo una segunda cánula arterial para perfusión de la raíz aórtica 4 fr DLP® (Medtronic, DUB, IRL), conectada con una alargadera al luer de la cánula arterial 6 fr. Se realizó clampaje aórtico proximal en aorta ascendente (entre ambas cánulas arteriales) y distal en arco aórtico proximal (entre tronco arterial

braquiocefálico y la arteria carótida izquierda). La arteria subclavia izquierda se clampó con un torniquete y se cercaron con vessel loops ambas ramas pulmonares. Se modificó la asistencia circulatoria y se inició perfusión cerebral selectiva anterógrada (PCAS) más perfusión miocárdica al 50% de su gasto, manteniendo la oximetría cerebral no invasiva (INVOS) en rangos de normalidad (media de 95% cerebral y 62% somático) y sin alteraciones en el ECG. La presión de perfusión media fue de + 50mmHg, subiendo a  $\pm 80$  mmHg (con flujo no pulsátil durante todo el procedimiento) durante la PCAS y miocárdica.

Como hallazgos operatorios se describieron: un tronco pulmonar (TP) hipoplásico de 1,5 mm, ramas pulmonares confluentes de 2 mm de diámetro aproximado y ductus arterioso permeable de 3 mm de diámetro aproximado con stent no expandido en su interior. Válvula pulmonar (VP) atrésica con infundíbulo hipoplásico e hipertrófico (fig. 2).

La cirugía se realizó a corazón latiendo y con isquemia visceral durante 19 minutos. Durante este tiempo se realizó arteriotomía pulmonar longitudinal con extensión hacia el ductus arterioso. Se extrajo el stent ductal y se ligó el conducto arterioso con clip medio de titanio.

Se desclampó la aorta y se reinició CEC sistémica con recalentamiento progresivo hasta normotermia. En segundo tiempo quirúrgico se prolongó la incisión del TP en dirección al tracto de salida del ventrículo derecho (TSVD). Se abrió la VP realizando hemicorrección con ampliación parcial del TSVD (se dejó un diámetro de 4 mm medido con dilatador de Hegar) con un parche transanular de pericardio bovino Peri-Guard® (Synovis, St. Paul, MN), dejando abierta la CIV (fig. 3).

Una vez concluida la reparación, alcanzada la normotermia y corregidos los iones, se bajó la asistencia de la CEC de forma progresiva hasta su destete. Los tiempos de CEC y de isquemia miocárdica fueron de 142 y 0 minutos respectivamente; hubo 19 minutos de PCAS más perfusión miocárdica, coincidiendo con la parada visceral. La salida de CEC fue bien tolerada, sin incidencias. Se administró protamina y se verificó una adecuada hemostasia con normalización del TCA.

Dada la excelente hemodinámica, la ausencia de sangrado y corazón no edematoso se decidió cierre esternal de forma convencional. La paciente evolucionó satisfactoriamente permitiendo la retirada del soporte ventilatorio e inotrópico por lo cual fue trasladada a neonatología el 4 día postoperatorio (POP). Al momento de escribir este caso (10 día POP) la paciente continua en la misma Unidad porque aún precisa de CPAP por episodios de desaturación.

## DISCUSIÓN

Los avances en las técnicas quirúrgicas y la optimización de la CEC (uso de circuitos cada vez más pequeños y

con menor volumen de cebado) han hecho posible el tratamiento de los neonatos de bajo peso más allá de la simple paliación. A pesar de estas mejoras se suele aceptar la afirmación de que el bajo peso aumenta el riesgo, reportándose unas mortalidades entre el 10-24%<sup>2,7</sup>.

Con independencia del hecho de que el riesgo de la cirugía pueda ser mayor para RN por debajo de cierto peso que para neonatos de mayor peso con la misma patología, aún se desconoce si el incremento en la curva del riesgo se produce a los 2,5 kg o tal vez en un peso menor. Por ello es importante evaluar la relación costo-beneficio resultante de mantener el manejo médico de sostén y la demora consiguiente tratando de obtener un peso ideal versus el riesgo de intervenir quirúrgicamente de forma precoz. En presencia de cardiopatías con anatomía favorable, y contando con la disponibilidad del recurso quirúrgico, el bajo peso y la prematuridad por sí mismos son factores que no deberían contraindicar la corrección temprana de la malformación<sup>1</sup>.

Diferir la cirugía hasta una recuperación nutricional no ha demostrado que sea beneficioso, como lo evidencian varias series de pacientes, en las cuales la espera prolongada de la cirugía se identificó como un factor de riesgo. En esta población de particular vulnerabilidad, la corrección precoz y la restauración de una circulación normal se presentan como una alternativa válida para lograr una mejor supervivencia. Por el contrario, el mantenimiento de un estado hemodinámico anormal por medio de paliaciones (shunt sistémico pulmonar, cerclajes de la arteria pulmonar) o infusión prolongada de PG mantendría esta vulnerabilidad hasta la corrección definitiva<sup>8</sup>.

En este caso, presentando un peso de 1,5 kg, no hubo ninguna complicación durante la CEC, ni en POP, pudiéndose retirar la ventilación mecánica a las 48 horas y los drenajes a las 72 horas de la cirugía. La ecografía cerebral transfontanelar a las 48 horas del POP fue normal. Es importante destacar que era una prematura de 36 semanas de gestación (no muy prematura o casi a término), lo que pudo influir en el buen comportamiento hemodinámico que presentó en todo el proceso.

Otro aspecto importante fue la selección y realización de la técnica quirúrgica. Para un peso de 1,5 kg con ramas pulmonares pequeñas y ante la imposibilidad de poner un stent en el ductus arterioso, consideramos que la opción de una fístula sistémico-pulmonar hubiera sido compleja. Primeramente, por el calibre, un conducto (fístula) de 3 mm hubiera sido el diámetro utilizado. Se sabe que estos conductos tienen una alta incidencia de trombosis. La segunda consideración es donde se hubiera anastomosado esa fístula en el árbol pulmonar. Para evitar la distorsión de las ramas se hubiera hecho central (en el tronco pulmonar), lo cual hubiera sido técnicamente muy complejo en un TP tan hipoplásico y con ello llegamos a la tercera con-

sideración, el manejo POP complejo del hiperaflujo pulmonar en tan bajo peso.

Si bien es cierto, la hemicorrección (apertura del TSVD sin cierre de la CIV), en ocasiones puede ser complicada, por la dificultad en determinar hasta dónde se debe ampliar el TSVD sin dejarlo muy restrictivo, o muy amplio (con la consecuente insuficiencia cardiaca). Consideramos que, en nuestro paciente, esta podría ser la opción más adecuada y de mejor manejo POP como así se ha demostrado. En este caso el objetivo fue no sobrepasar el z-score del anillo pulmonar.

Finalmente, fueron de vital importancia la correcta planificación, la adecuada ejecución del acto quirúrgico, además de una perfusión adaptada en todo momento a la técnica y necesidades tanto de la neonata como quirúrgicas. La CEC transcurrió sin incidencias, ajustando en todo momento los flujos a los diferentes tiempos quirúrgicos, utilizando además técnicas de PCAS y miocárdica para la protección cerebral y evitar la isquemia miocárdica. Es de comentar que además de las dificultades para el trabajo en un entorno no preparado para ello (como es la sala de hemodinamia), donde hubo que trasladar todo el material necesario, de manera emergente, estaban las propias del caso (neonato con muy bajo peso, perfusiones selectivas, etc...), y además todo esto lo realizó una única perfusionista de guardia.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses

### IDENTIFICACIÓN ORCID

Rianseres García Benítez:  [orcid.org/0000-0001-9246-2859](https://orcid.org/0000-0001-9246-2859)

Enrique García Torres:  [orcid.org/0000-0002-3279-0882](https://orcid.org/0000-0002-3279-0882)

### BIBLIOGRAFÍA

1. Vargas FJ. Cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en recién nacidos de bajo peso. *Rev Argent Cardiol.* 2010;78(1):5-6.
2. Kalfa D, Krishnamurthy G, Duchon J, Najjar M, Levasseur S, Chai P, et al. Outcomes of cardiac surgery in patients weighing <2.5 kg: Affect of patient-dependent and -independent variables. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2014;148(6):2499-2506.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.07.031
3. Gil-Jaurena JM, Pérez-Caballero R, Pita A, Pardo C, Monzón D, Pérez R, et al. Neonatal aortic arch surgery on by-pass. *Cir Cardiovasc* [Internet]. 2021;28(1):8-13. DOI: 10.1016/j.circv.2020.10.012
4. Curzon CL, Milford-Beland S, Li JS, O'Brien SM, Jacobs JP, Jacobs ML, et al. Cardiac surgery in infants with low birth weight is associated with increased mortality: Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Database. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2008;135(3):546-51. DOI:10.1016/j.jtcvs.2007.09.068
5. Centella Hernández T, Stanescu D, Stanescu S. Atresia pulmonar con comunicación interventricular. *Cir Cardiovasc.* 2014;21(2):132-7. DOI:10.1016/j.circv.2014.02.003
6. Cerro M, Mendez MD. Protocolo de perfusión pediátrico. *Rev Española Perfus.* 2009;(47):5-27.
7. Rey J, Ramchandani BK, Gonzalez-Rocafort Á, Sánchez R, Polo L, Lamas MJ, et al. Neonatal cardiac surgery: Does weight matter? *Cir Cardiovasc* [Internet]. 2021;28(1):23-8. DOI:10.1016/j.circv.2020.12.004
8. Kreutzer C, Klinger DA, Bariero S, Musante G, Siaba A, Iolster T, et al. Experiencia inicial en la cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en recién nacidos prematuros con un peso menor de 2.500 gramos. *Rev Argent Cardiol.* 2010;78(1):12-6.

Figura 1. Oxigenador infantil



En esta Imagen en la izquierda se observa el oxigenador D101 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), utilizado en pacientes pediátricos y el oxigenador Neonatal Kids D100 Dideco™ (LivaNova, LDN, UK), utilizado en este caso (derecha).

Figura 3. Resultado postquirúrgico

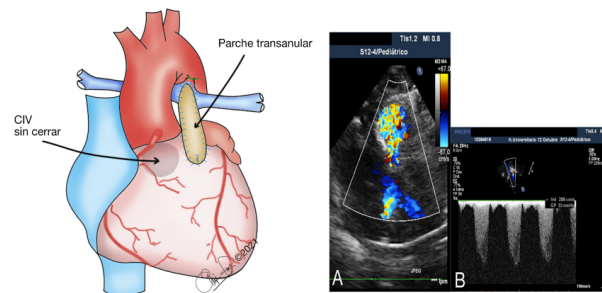


Figura 3. Esquema de la reparación realizada. Ampliación controlada (4 mm de diámetro) del tracto de salida del ventrículo derecho con parche transanular de pericardio bovino (hemicorrección), dejando la CIV abierta. Para este tipo de corrección, el TSVD debe quedar parcialmente restrictivo. Imagen 3A Ecocardiografía transtorácica con doppler color sobre el TSVD. Se observa aceleración del flujo desde el infundíbulo que se extiende hasta el tronco pulmonar (TP). Ambas ramas pulmonares presentan flujo laminar. En 3B, doppler pulsado sobre el TP donde se registra un gradiente máximo (pico) de 32 mmHg. Este gradiente es fundamental para proteger al pulmón y frenar el hiperaflujo secundario a una CIV amplia no cerrada (hemicorrección).

Figura 2. Anatomía prequirúrgica

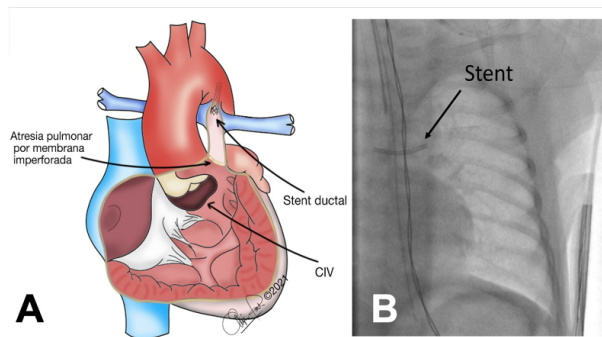


Figura 2. A Esquema de la anatomía intraoperatoria. Se objetiva una atresia valvular pulmonar por membrana imperforada sin flujo anterógrado. Hipoplasia marcada del tronco pulmonar y ramas pulmonares confluentes pequeñas. Ductus arterioso permeable con un stent coronario de 3x15 mm no expandido in situ. CIV (comunicación interventricular) perimembranosa grande. Ventrículo derecho tripartito muy hipertrofico. B. Fluoroscopia mediastínica en AP (proyección anteroposterior), donde se observa stent suelto en el interior del ductus arterioso.