

# Experiencia inicial en la cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea en recién nacidos prematuros con un peso menor de 2.500 gramos

CHRISTIAN KREUTZER<sup>1,2</sup>, DANIEL A. KLINGER<sup>1,2</sup>, SERGIO BARIERO<sup>1</sup>, GABRIEL MUSANTE<sup>3</sup>, ALEJANDRO SIABA<sup>4</sup>, THOMAS IOLSTER<sup>4</sup>, SILVIO TORRES<sup>4</sup>, JORGE L. GENTILE<sup>5</sup>, AUGUSTO GUTIÉRREZ<sup>6</sup>, ALEJANDRO PEIRONE<sup>7</sup>, MARÍA L. BERGAMINI<sup>1</sup>

Recibido: 13/10/2009

Aceptado: 13/10/2009

*Dirección para separatas:*

Dr. Christian Kreutzer  
Montevideo 1618  
(1019) Ciudad Autónoma  
de Buenos Aires

## RESUMEN

### Introducción

No obstante el progreso sostenido en cirugía cardiovascular neonatal en los últimos 30 años, los recién nacidos prematuros con cardiopatías congénitas presentan un desafío adicional al equipo multidisciplinario interviniente debido a la frecuente asociación de comorbilidades y bajo peso. A diferencia de las estrategias históricas diferidas de diferir la cirugía, desde 2007 llevamos a cabo cirugías correctoras sin importar el peso ni la edad en pacientes sintomáticos con el propósito de mejorar su estado cardíaco para que pudieran superar las comorbilidades asociadas.

### Objetivo

Comunicar la experiencia inicial en cirugía cardiovascular (CCV) con circulación extracorpórea (CEC) en neonatos de menos de 2.500 gramos.

### Material y métodos

De mayo de 2007 a mayo de 2009, 11 neonatos fueron intervenidos con CEC. La edad media fue de 24 días (4 a 90 días), la edad gestacional media fue de 34 semanas (32 a 37) y el peso medio, de 2,27 kg (1,7 a 2,5). Previa a la intervención, siete pacientes estaban con asistencia respiratoria mecánica (ARM) y nueve con inotrópicos. Los diagnósticos fueron comunicación interventricular (n = 4, uno con coartación de la aorta grave), anomalía total del retorno venoso pulmonar (n = 2), transposición de grandes arterias (n = 2), atresia pulmonar con *septum* íntegro (n = 1), atresia pulmonar con comunicación interventricular (n = 1) e hipoplasia del ventrículo izquierdo (n = 1). Se utilizó hipotermia profunda a 18 °C de temperatura rectal con paro circulatorio total intermitente (n = 8) o flujo completo a 28 °C de temperatura rectal (n = 3). En 10 pacientes se realizó cirugía correctora biventricular y en uno se efectuó cirugía de Norwood.

### Resultados

En 8 pacientes se dejó el esternón abierto, con un tiempo medio al cierre de 3,5 días (3 a 5). Tres pacientes requirieron factor VII por presentar sangrado incoercible. El tiempo medio de ARM fue de 7,5 días (2 a 20). Las complicaciones más comunes fueron sangrado (n = 5), sepsis (n = 2) y quilotórax (n = 1). No hubo mortalidad inicial y sólo un paciente falleció alejadamente debido a sepsis por *Candida albicans*. Nueve sobrevivientes se encuentran en buen estado general libres de síntomas y uno con insuficiencia cardíaca compensada.

### Conclusiones

La CCV con CEC en neonatos de bajo peso presenta resultados iniciales muy promisorios, pero con una morbilidad inicial significativa.

REV ARGENT CARDIOL 2010;78:12-16.

**Palabras clave** > Cardiopatías congénitas - Cianosis

### Abreviaturas

<b>AP</b>	Atresia pulmonar	<b>CIV</b>	Comunicación interventricular
<b>ARM</b>	Asistencia respiratoria mecánica	<b>IC</b>	Insuficiencia cardíaca
<b>ATRVP</b>	Anomalía total del retorno venoso pulmonar	<b>SI</b>	<i>Septum</i> íntegro
<b>CCV</b>	Cirugía cardiovascular	<b>TGA</b>	Transposición de grandes arterias
<b>CEC</b>	Circulación extracorpórea	<b>VI</b>	Ventrículo izquierdo

Trabajo ganador del Premio Rodolfo Kreutzer en el XXXV Congreso Argentino de Cardiología

<sup>1</sup> Sección de Cirugía Cardiovascular, Hospital Posadas

<sup>2</sup> Servicio de Cirugía Cardiovascular, Hospital Austral

<sup>3</sup> Servicio de Neonatología, Hospital Austral

<sup>4</sup> Servicio de Terapia Intensiva Pediátrica, Hospital Austral

<sup>5</sup> Sección de Cardiología Infantil, Hospital Posadas

<sup>6</sup> Servicio de Cardiología Infantil, Hospital Austral

<sup>7</sup> Servicio de Cardiología Infantil, Hospital Privado de Córdoba

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 30 años, la cirugía cardiovascular neonatal ha presentado un progreso sostenido y logra en la actualidad sobrevividas cercanas al 95% para la mayoría de las correcciones en cardiopatías congénitas neonatales. (1)

Sin embargo, los recién nacidos prematuros con cardiopatías congénitas presentan un desafío adicional al equipo multidisciplinario de obstetras, neonatólogos, cardiólogos, cirujanos cardiovasculares e intensivistas cardiovasculares debido a la frecuente asociación con comorbilidades presentes en estos pacientes. Los recién nacidos con cardiopatías congénitas tienen bajo peso en el 10-18% de los casos debido a prematuridad o déficit de crecimiento intrauterino. (1) Asimismo, se considera que en el 2,3% de los prematuros se diagnostica una cardiopatía congénita grave. (2) Para este subgrupo de pacientes históricamente se han seguido dos conductas terapéuticas: diferir la cirugía hasta que el peso superara los 3.000 gramos debido a que se consideraba que la CCV con CEC presentaría morbilidades y mortalidades prohibitivas o indicar cirugías paliativas. La primera estrategia es poco aplicable al recién nacido sintomático, el cual por presentar insuficiencia cardíaca grave no puede alimentarse adecuadamente y permanece en neonatología aguardando y aguardando un crecimiento de difícil concreción y presentando mayor morbilidad preoperatoria. (1, 3)

Asimismo, las paliaciones presentan un estado hemodinámico no ideal innegable que perjudica el crecimiento y desarrollo normal en el primer año de vida, lo que predispone a la aparición de patologías pulmo-

nares, especialmente para los recién nacidos de los sectores más carecientes de nuestra sociedad que presentan una morbimortalidad aumentada por enfermedades respiratorias.

Desde 2007, nuestro objetivo ha sido realizar cirugías correctoras sin importar el peso ni la edad en pacientes sintomáticos con el propósito de mejorar su estado cardíaco para que pudieran superar las comorbilidades asociadas, imitando exitosas estrategias comunicadas en la última década. (1, 3-7)

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Exclusiones

Los pacientes con hemorragia cerebral mayor de grado 2, los pacientes moribundos (Ac lact > 15 mmol/L) y los pacientes con trisomía 18 fueron rechazados para cirugía con circulación extracorpórea.

### Pacientes

Durante 2 años (de mayo de 2007 a mayo de 2009), 11 pacientes con un peso menor de 2.500 gramos fueron operados con circulación extracorpórea. La edad media fue de 24 días (4 a 90 días), la edad gestacional media fue de 34 semanas (32 a 37) y el peso medio fue de 2,27 kg (1,7 a 2,5). Nueve pacientes se hallaban con infusión de inotrópicos y siete se encontraban ventilados. Seis pacientes requirieron infusión de PGE1 preoperatoria. Un paciente presentaba síndrome de Down. Los índices demográficos, la técnica quirúrgica y los resultados se detallan en la Tabla 1.

### Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica se basó en la "miniaturización" de todos los elementos de la CCV infantil con uso de instrumental específico de CCV en prematuros. Todos los pacientes fueron abordados por esternotomía mediana. En todos

**Tabla 1.** Pacientes, diagnósticos, técnica quirúrgica y resultados

Paciente	Edad (días)	Peso (kg)	Diagnóstico	Técnica quirúrgica	Sobrevida alejada
1	30	2,5	CIV, CIA y Coartación de la aorta	TT extend, cierre de CIV y CIA	Sí
2	90	2,5	CIV	Cierre de CIV	Sí
3	31	2,2	CIV (síndrome de Down)	Cierre de CIV	Sí
4	20	2,49	CIV	Cierre de CIV	Sí
5	13	2,5	ATRPV infracardíaca	Correctora	Sí
6	30	1,7	ATRPV supracardíaca	Correctora	Sí
7	4	2,49	AP con CIV	Correctora con PTA	Sí
8	4	2,2	AP con SI	PTA y <i>shunt</i> de 3 mm	Sí
9	14	2,2	TGA	<i>Switch</i> arterial	Sí
10	15	2,1	TGA	<i>Switch</i> arterial	Sí
11	14	2,16	Hipoplasia del VI (AA, AM)	Norwood ( <i>shunt</i> de 3 mm)	Falleció a los 20 días del PO (sepsis por <i>Candida albicans</i> )

CIV: Comunicación interventricular. CIA: Comunicación interauricular. ATRPV: Anomalia total del retorno venoso pulmonar. AP: Atresia pulmonar. SI: *Septum* integro. TGA: Transposición de grandes arterias. AA: Atresia aórtica. AM: Atresia mitral. PO: Posoperatorio.

los casos se realizó circulación extracorpórea con circuitos de *priming* mínimo con oxigenadores neonatales con canulación aórtica con cánulas de 6 Fr y de la aurícula derecha con cánula única (14 a 16 Fr). No se utilizó canulación de cavas en ningún caso. En 8 pacientes se utilizó paro circulatorio total intermitente con un tiempo medio de 28 min (14 a 40) y en 3 pacientes, circulación extracorpórea a alto flujo 250/300 cm<sup>3</sup>/kg/min. El tiempo medio de clampeo aórtico fue de 45 min (24 a 62). En todos los casos se realizó ultrafiltración modificada pos-CEC. Ningún paciente presentó edemas posoperatorios asociados con síndromes de permeabilidad capilar aumentada.

**Cierre de comunicación interventricular (CIV):** el abordaje se realizó por auriculotomía derecha y vía transtricuspidéa, con empleo de parche de pericardio tratado con glutaraldehído al 0,6% fijado con sutura continua de polipropileno 6.0.

**Anomalía total del retorno venoso pulmonar (ATRVP):** se utilizó la técnica *sutureless* (Figura 1) para permitir una boca anastomótica lo más grande posible. El colector retrocardíaco se marsupializó a la cavidad pericárdica (Figura 1 A y B), la aurícula izquierda se abrió y se abocó al pericardio posterior (Figura 1 C).

**Transposición de grandes arterias (TGA):** se efectuó *switch* arterial con maniobra de Lecompte y transferencia de coronarias con técnica cerrada con suturas de polipropileno 8.0.

**Atresia pulmonar con septum íntegro (AP con SI) y con CIV (AP con CIV):** en ambos casos se empleó parche transanular valvulado tipo Brown-Turrentine con pericardio tratado con glutaraldehído al 0,6%

**Hipoplasia del VI:** se empleó técnica de Norwood modificada con *shunt* sistémico pulmonar de 3 mm.

Para las suturas de grandes vasos y cavidades, en todos los casos se utilizaron suturas de polipropileno 7.0.

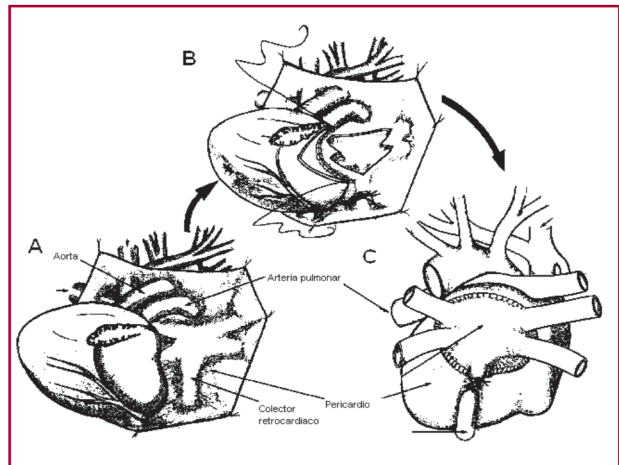
## RESULTADOS

**Morbimortalidad temprana:** todos los pacientes sobrevivieron a la operación. En 8 pacientes se dejó el esternón abierto y cubierto con malla de teflón Felt. El tiempo medio al cierre fue de 3,5 días (2 a 5). El soporte inotrópico se mantuvo en todos los casos con adrenalina o noradrenalina en dosis de 0,05 a 1 mg/kg/min, milrinona en dosis de 0,5 a 0,75 mg/kg/min y 6 pacientes recibieron levosimendán con dosis de carga de 10 mg/kg y de mantenimiento de 0,2 mg/kg/min. El tiempo medio de ARM fue de 7,5 días (2 a 20).

Las complicaciones más comunes fueron sangrado en cinco pacientes (tres de los cuales requirieron factor VII por presentar sangrado incoercible), sepsis en dos pacientes y quilotorax en uno. Ningún paciente presentó convulsiones ni otras alteraciones neurológicas.

Un paciente (atresia mitroaórtica pos-Norwood, 2.160 g) falleció a los 20 días del posoperatorio debido a sepsis por *Candida albicans*.

**Tiempo de internación:** el tiempo medio de internación fue de 58 días, con un rango de 35 a 74 días. Un paciente fue abandonado por sus familiares y permaneció con alta médica pero internado en la unidad de recuperación cardiovascular por espacio de 3 meses hasta que finalmente fue entregado en adopción a un enfermero de la sala.



**Fig. 1.** Técnica quirúrgica en la anomalía total del retorno venoso pulmonar. **A.** El corazón es luxado y el pericardio posterior expuesto. **B.** El colector retrocardíaco es marsupializado al pericardio posterior. **C.** La aurícula izquierda es abocada al pericardio posterior sin suturas en las venas pulmonares, lo que permite una boca anastomótica mayor que el tamaño del colector.

**Seguimiento alejado:** a un tiempo medio de seguimiento de 11 meses (6 meses a 2 años) no hubo mortalidad alejada. Nueve pacientes presentan crecimiento y desarrollo normales. Un paciente (AP con CIV) fue reoperado por CIV residual y aneurisma del parche transanular con estenosis de rama derecha. Se realizaron plástica de rama, colocación de homoinjerto aórtico de 10 mm de diámetro y cierre de la CIV residual. Al presente se encuentra en buena situación hemodinámica con insuficiencia cardíaca compensada en recuperación nutricional.

## DISCUSIÓN

El bajo peso y la prematuridad se han descripto como factores de riesgo para morbilidad temprana en cirugía cardiovascular infantil, especialmente para pacientes con categorías RACHS 1 de 4 a 6 y puntaje de Aristóteles superior a 17. (8, 9) Sin embargo, diferir la cirugía hasta una recuperación nutricional no ha demostrado que sea beneficioso, como lo evidencian varias series de pacientes, (1, 3, 7) en las cuales la espera prolongada de la cirugía se identificó como un factor de riesgo. En este mismo sentido, la mortalidad de los prematuros con cardiopatías congénitas complejas, especialmente CIV y/o coartación sin tratamiento quirúrgico correctivo es de alrededor del 40% durante su internación neonatal, (2) mientras que la corrección completa ofrece resultados muy superiores. (10)

El recién nacido de bajo peso y cardiopatía congénita de alto riesgo asociada presenta una problemática de difícil solución, que se manifiesta con mayor gravedad debido a que su inmadurez pulmonar produce una caída rápida de las resistencias pulmonares

al nacimiento y el gran hiperflujo pulmonar es mal tolerado, con producción de hipoflujo sistémico. En estos pacientes es frecuente observar hipoperfusión mesentérica con la consiguiente predisposición al desarrollo de enteritis necrosante, hipoflujo renal con insuficiencia renal aguda y otras alteraciones de órganos y sistemas asociadas con una perfusión disminuida. Aun en cardiopatías obstructivas derechas, la infusión de prostaglandinas puede llevar rápidamente a la IC en algunos casos, ya que la resistencia vascular pulmonar que presentan estos pacientes puede ser muy baja.

En esta población de particular vulnerabilidad, la corrección precoz y la restauración de una circulación normal se presenta como una alternativa válida para lograr una sobrevida alejada mejor. 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 prostaglandinas mantendría esta vulnerabilidad hasta el óbito o la corrección definitiva.

En los pacientes con corazón univentricular y prematuridad, la imposibilidad de una corrección por ende a una situación hemodinámica normal conspira contra una recuperación exitosa y su morbimortalidad temprana y tardía es mayor que en los pacientes con corrección biventricular. (1, 4, 5)

Todos los pacientes de este estudio estaban gravemente sintomáticos al momento de su reparación. Una terapéutica más conservadora no parecía ofrecer beneficio en relación con una cirugía correctiva precoz. La mortalidad del 9% para este difícil grupo de pacientes se compara favorablemente en relación con las mortalidades comunicadas con terapéuticas más conservadoras. (2, 3)

El límite inferior de peso para realizar una CCV es objeto de controversia. El menor peso en la presente serie fue de 1.750 g (ATRVP supracardíaca), en tanto que se han comunicado cirugías complejas como *switch* arterial en transposición de grandes vasos en prematuros de 700 g. (10, 11)

Como corolario, deseamos aclarar que no todo recién nacido prematuro o de bajo peso con cardiopatía congénita debe ser derivado a cirugía, sino que ésta debería indicarse ante la presencia de síntomas graves sólo en cardiopatías congénitas de alto riesgo.

El número limitado de pacientes y su heterogeneidad en esta experiencia inicial no permite realizar estudios estadísticos de significación.

## CONCLUSIONES

La CCV con CEC en recién nacidos de bajo peso presenta resultados iniciales e intermedios muy promisorios, pero una morbilidad inicial significativa. Se requiere mayor experiencia para aumentar la sobrevida sin secuelas para este difícil grupo de pacientes en los que la CCV parece ser la mejor alternativa de recuperación.

## SUMMARY

### Initial Experience in Cardiovascular Surgery with Cardiopulmonary Bypass in Premature Newborns Weighing Less than 2500 Grams

#### Background

Despite the sustained progress in neonatal cardiovascular surgery in the last 30 years, premature newborns with congenital heart defects pose an additional challenge to the multidisciplinary team taking part in the intervention due to the frequent association with comorbidities and low weight. Unlike historical strategies, and imitating successful approaches reported in the last decade, we have been performing corrective surgeries in symptomatic patients since 2007, irrespective of weight and age, in order to improve their cardiac status and thus overcome the associated comorbidities.

#### Objective

To report the initial experience in cardiovascular surgery (CVC) with cardiopulmonary bypass (CPB) in newborns weighing less than 2500 grams.

#### Material and Methods

From May 2007 to May 2009, 11 newborns underwent CPB surgery. Mean age was 24 days (4 to 90 days), gestational age was 34 weeks (32 to 37) and mean weight was 2.27 kg (1.7 to 2.5). Before the intervention, 7 patients were under mechanical ventilation (MV) and 9 were receiving inotropic drugs. The diagnoses were ventricular septal defect (n = 4, one with severe coarctation of the aorta), total anomalous pulmonary venous drainage (n = 2), transposition of the great arteries (n = 2), pulmonary atresia with intact ventricular septum (n = 1), pulmonary atresia with ventricular septal defect (n = 1) and hypoplastic left heart syndrome (n = 1). Patients underwent either deep hypothermic circulatory arrest with a rectal temperature of 18 °C with intermittent flow perfusion (n = 8) or continuous flow perfusion with a rectal temperature of 28 °C (n = 3). Biventricular correction was performed in 10 patients and 1 patient underwent the Norwood procedure.

#### Results

The sternotomy remained opened in 8 patients; mean time to closure was 3.5 days (3 to 5). Three patients with unremitting bleeding required therapy with factor VII. Mean duration of MV was 7.5 days (2 to 20). Bleeding (n = 5), sepsis (n = 2) and chylothorax (n = 1) were the most frequent complications. There were no early deaths and only one patient died during late follow-up of sepsis due to *Candida albicans*. Nine survivors are in good general condition free from symptoms and one patient presents compensated heart failure.

#### Conclusions

The initial outcomes of cardiovascular surgery with CPB in newborns are promising, yet the initial morbidity is high.

**Key words >** Heart Defects, Congenital - Cyanosis

## BIBLIOGRAFÍA

- Reddy VM, McElhinney DB, Sagrado T, Parry AJ, Teitel DF, Hanley FL. Results of 102 cases of complete repair of congenital heart defects in patients weighing 700 to 2500 grams. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:324-31.

2. Kecskes Z, Cartwright DW. Poor outcome of very low birth weight babies with serious congenital heart disease. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2002;87:F31-3.
3. Chang AC, Hanley FL, Lock JE, Castaneda AR, Wessel DL. Management and outcome of low birth weight neonates with congenital heart disease. *J Pediatr* 1994;124:461-6.
4. Oppido G, Napoleone CP, Formigari R, Gabbieri D, Pacini D, Frascaroli G, et al. Outcome of cardiac surgery in low birth weight and premature infants. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26:44-53.
5. Rossi AF, Seiden HS, Sadeghi AM, Nguyen KH, Quintana CS, Gross RP, et al. The outcome of cardiac operations in infants weighing two kilograms or less. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:28-35.
6. Beyens T, Biarent D, Bouton JM, Demanet H, Viart P, Dessy H, et al. Cardiac surgery with extracorporeal circulation in 23 infants weighing 2500 g or less: short and intermediate term outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;14:165-72.
7. Bové T, François K, Groote K, Suys B, De Wolf D, Verhaaren H, et al. Outcome analysis of major cardiac operations in low weight neonates. *Ann Thorac Surg* 2004;78:181-7.
8. 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;135:546-51.
9. Gaynor JW, Wernovsky G, Jarvik GP, Bernbaum J, Gerdes M, Zackai E, et al. Patient characteristics are important determinants of neurodevelopmental outcome at one year of age after neonatal and infant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133:1344-53.
10. Haas F, Golgberg CS, Ohye RG, Mosca RS, Bove EL. Primary repair of aortic arch obstruction with ventricular septal defect in preterm and low birth weight infants. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:643-7.
11. Roussin R, Belli E, Bruniaux J, Demontoux S, Touchot A, Planché C, et al. Surgery for transposition of the great arteries in neonates weighing less than 2,000 grams: a consecutive series of 25 patients. *Ann Thorac Surg* 2007;83:173-7.
12. Reddy Mohan. Comunicación personal.