

Características y desenlaces clínicos de pacientes menores de 18 años tratados con oxigenación con membrana extracorpórea posterior a cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas

Characteristics and clinical outcomes of patients under 18 years of age treated with extracorporeal membrane oxygenation after surgery for the repair or palliation of congenital heart disease

Iván A. Pinto-Martínez^{1*}, Gustavo A. Cruz-Suárez², Walter Mosquera-Álvarez¹, Valentina Mejía-Quñones³ y Daniela Burbano-Gálviz⁴

¹Departamento de Cardiología Pediátrica; ²Departamento de Anestesiología Cardiovascular; ³Centro de Investigaciones Clínicas; ⁴Departamento de Urgencias. Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia

Resumen

Objetivo: determinar las características y desenlaces clínicos de pacientes menores de 18 años tratados con oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO) posterior a cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas en un centro de referencia del suroccidente colombiano entre 2015 y 2020. **Método:** estudio descriptivo longitudinal con recolección retrospectiva de la información. **Resultados:** entre enero de 2015 y diciembre de 2020, 77 pacientes requirieron ECMO posterior a cirugía cardíaca pediátrica, con una mediana de edad de < 1 mes, mediana de peso de 4 kg, tiempo de circulación extracorpórea de 202 minutos y tiempo de pinzamiento aórtico de 95 minutos. La cardiopatía congénita más ingresada a ECMO fue el síndrome de corazón izquierdo hipoplásico (19.4%) en su posquirúrgico de Norwood (18.1%). La mediana del tiempo de ECMO fue de 111 horas. La indicación más frecuente fue la disfunción ventricular (80.5%). El 80.5% presentó complicaciones y la reintervención por sangrado fue la más frecuente (46.7%). La sobrevida a la ECMO fue del 48% y la sobrevida general al momento del alta fue de 25.97%. La edad < 1 mes ($p = 0.030$), el ácido láctico preECMO ≥ 5 mmol/l ($p = 0.014$) y el tiempo de normalización del lactato ≥ 24 horas (0.021), se asociaron a un mayor riesgo de mortalidad al egreso hospitalario. **Conclusiones:** la ECMO proporciona un soporte adecuado posterior a la cirugía cardíaca pediátrica. La edad < 1 mes, el ácido láctico preECMO ≥ 5 mmol/L y el tiempo de normalización del lactato ≥ 24 horas fueron las variables que se asociaron con un mal resultado y mortalidad hospitalaria.

Palabras clave: Oxigenación con membrana extracorpórea. Soporte vital extracorpóreo. Cardiopatía congénita. Cirugía cardíaca pediátrica.

*Correspondencia:

Iván A. Pinto-Martínez
E-mail: ivanpintom@hotmail.com

Fecha de recepción: 13-01-2022

Fecha de aceptación: 19-07-2022

DOI: 10.24875/RCCAR.22000001

Disponible en internet: 27-12-2022

Rev Colomb Cardiol. 2022;29(6):648-656

www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2022 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Abstract

Objective: to determine the characteristics and clinical outcomes of patients under 18 years of age treated with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) after surgery for the repair or palliation of congenital heart disease. **Method:** longitudinal descriptive study with retrospective data collection. **Results:** between January 2015 and December 2020, 77 patients required ECMO after pediatric cardiac surgery with a median age of < 1 month, median weight of 4 kg, ECC time 202 minutes (IQR 125-272 minutes), aortic cross-clamp time 95 minutes. 76.6% were supported with ECMO prior to their return to the ICU. The congenital heart disease most frequently admitted to ECMO was hypoplastic left heart syndrome (19.4%) in the Norwood postoperative period (18.1%). The median time of ECMO was 111 hours. The most frequent indication was ventricular dysfunction (80.5%). 80.5% presented complications and reoperation for bleeding was the most frequent of these (46.7%). ECMO survival was 48% and overall survival at discharge was 25.97%. Age < 1 month ($p = 0.030$), pre-ECMO lactic acid ≥ 5 mmol/l ($p = 0.014$), OR 0.260 and time of normalization of lactate ≥ 24 hours (0.021), OR 0.24 were associated with a higher risk of mortality at hospital discharge. **Conclusions:** ECMO provides adequate support after surgery for the repair or palliation of congenital heart disease. Age < 1-month, pre-ECMO lactic acid ≥ 5 mmol/l, and lactate normalization time ≥ 24 hours were the variables that were associated with poor outcome and hospital mortality.

Keywords: Extracorporeal membrane oxygenation. Extracorporeal life support. Congenital heart disease. Pediatric cardiac surgery.

Introducción

El soporte circulatorio mecánico se ha convertido en los últimos años en una herramienta habitual dentro del manejo de pacientes con falla cardíaca o respiratoria grave refractarias a las terapias convencionales. La oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO, por su sigla en inglés), es un sistema de soporte que permite la perfusión sistémica mientras se recupera la función ventricular o pulmonar. De acuerdo con la captación y el retorno de la sangre en el circuito, puede ser de dos tipos: 1) veno-arterial y 2) veno-venosa; el primero es el más utilizado para la asistencia cardiopulmonar en el posoperatorio de cardiopatías congénitas. Las indicaciones más comunes para el inicio de ECMO en el posquirúrgico de cirugía cardíaca pediátrica son el síndrome de bajo gasto cardíaco, la hipertensión pulmonar, el choque cardiogénico refractario a inotrópicos y la incapacidad para desconectarse del baipás cardiopulmonar¹.

En la última década, entre 400 y 500 recién nacidos por año han recibido apoyo con ECMO en los centros que dependen de la Organización de Soporte Vital Extracorpóreo (ELSO, por su sigla en inglés). Desde 1987, se han registrado más de 8.000 recién nacidos en su base de datos. La supervivencia hospitalaria está alrededor del 40% y no ha cambiado desde 1987, a pesar de una mayor experiencia, mejores equipos, educación y entrenamiento, lo que puede deberse a una constante ampliación de las indicaciones².

El objetivo de este estudio fue determinar las características y los desenlaces clínicos de pacientes menores de 18 años tratados con oxigenación con membrana

extracorpórea posterior a cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas en un centro de referencia del suroccidente colombiano entre los años 2015 y 2020.

Método

Se realizó un estudio descriptivo longitudinal con recolección retrospectiva de la información de los pacientes menores de 18 años hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos cardiovascular pediátrica de la institución, que requirieron ECMO posterior a cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas entre el 1.º de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2020. El protocolo fue aprobado por el comité de ética institucional. Con base en la normativa colombiana (Resolución 8430 de 1993), este estudio fue de riesgo menor del mínimo, por lo que se realizó exención del consentimiento informado.

Los datos se procesaron en el programa estadístico STATA v. 16.1®. El análisis estadístico descriptivo se realizó, según la naturaleza de la variable, de la siguiente manera: las variables cualitativas se resumieron con frecuencias absolutas y porcentajes, las variables cuantitativas con medidas de tendencia central y su respectiva medida de dispersión. Para aquellas en las que se verificó normalidad con la prueba de Shapiro-Wilk se utilizó la media y la desviación estándar; en caso contrario, la mediana y el rango intercuartílico. Se utilizó el análisis de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher para las diferencias en las variables categóricas. Se consideró que las diferencias eran

estadísticamente significativas cuando el valor de *p* era inferior a 0.05.

Resultados

Entre el 1.º de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2020, 77 pacientes menores de 18 años requirieron ECMO posterior a cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas. La ECMO veno-arterial con canulación central (arterial 8-10 Fr DLP Medtronic y venosa 12-16 Fr para bicava o única auricular 18-20 Fr DLP Medtronic) y tipo centrífuga se usó en el 100% de los casos, ajustando hemoglobina y flujos entre 100 – 200 ml/kg/min para una $SvO_2 > 66\%$ y una presión de pulso mayor de 10 mmHg. En la [tabla 1](#) se describen las características de los pacientes. La mediana de edad fue de < 1 mes (RIC: 0-6 meses) con peso de 4 kg (RIC: 3,2-10 kg), el tiempo de circulación extracorpórea (CEC) fue 202 minutos (RIC: 125-272 minutos) y el tiempo de pinzamiento aórtico de 95 minutos (RIC: 67-144 minutos). La mediana del tiempo de ventilación mecánica fue de 13 días (RIC: 7-21 días), la mediana del tiempo de ECMO fue de 111 horas (RIC: 67-156 horas), la mediana del pH y ácido láctico pre-ECMO fue 7.3 (RIC: 7.2-7.4) y 7 (RIC: 5-10), respectivamente. La indicación más frecuente del inicio de ECMO fue la disfunción ventricular (80.5%), seguida por choque cardiogénico (24.7%), insuficiencia respiratoria (7.8%), hipertensión pulmonar (6.5%) y choque vasopléjico (3.9%). La mediana de estancia en UCI fue de 21 días (RIC: 13-37 días) y de estancia hospitalaria total de 23 días (RIC: 13-47 días). El 80.5% de los pacientes presentó complicaciones y la reintervención por sangrado fue la más frecuente (46.7%). El 45.5% tuvo una reparación univentricular.

En las [tablas 2 y 3](#) se describen los tipos de cardiopatía e intervención quirúrgica. La cardiopatía congénita más frecuentemente ingresada a ECMO fue el síndrome de corazón izquierdo hipoplásico (19.4%) en su posquirúrgico de Norwood (18.1%).

La [tabla 4](#) describe las características de la población de acuerdo con la fisiología cardiaca. No hubo diferencias del pH preECMO en los pacientes con fisiología univentricular y biventricular, con una mediana para el primer y segundo grupo de 7.35 (RIC: 7.2-7.41) y 7.3 (RIC: 7.22-7.4), respectivamente. La mediana del ácido láctico preECMO en los pacientes con fisiología univentricular fue de 8.2 (RIC: 5-10), mientras que los pacientes con fisiología biventricular tuvieron un ácido láctico preECMO ligeramente menor, con una mediana de 6.95 (RIC: 4.6-9.8). La mediana de la presión

Tabla 1. Características de los pacientes en ECMO posterior a cardiectomía

Variable	General (n = 77)
Género, n (%)	
Masculino	29 (37.7)
Femenino	48 (62.3)
Edad (meses)**	0 (0-6)
Peso (kg)**	4 (3.2-10)
Tiempo de circulación extracorpórea (minutos)	202 (125-272)
Tiempo de pinzamiento aórtico (minutos)**	95 (67-144)
Tiempo de ventilación mecánica (días)**	13 (7-21)
Tiempo de ECMO (horas)**	111 (67-156)
pH preECMO**	7.3 (7.2-7.4)
Ácido láctico preECMO**	7 (5-10)
Tiempo de normalización del lactato**	21 (13-37)
Presión venosa central al inicio de ECMO**	10 (6-12)
Presión venosa central a las 24 horas posECMO**	10 (8-13)
Falla renal posoperatoria, n (%)	33 (42.9)
VIS_{max} 24**	20 (12-32)
Estancia en UCI (días)**	21 (13-37)
Estancia hospitalaria total (días)**	23 (13-47)
Indicación de ECMO, n (%)	
Disfunción ventricular	62 (80.5)
Disfunción multiorgánica	1 (1.3)
Choque vasopléjico	3 (3.9)
Hipertensión pulmonar	5 (6.5)
Insuficiencia respiratoria	6 (7.8)
Ventilación mecánica invasiva preECMO, n (%)	43 (55.8)
Inicio de ECMO en quirófano, n (%)	59 (76.6)
Inicio de ECMO luego del retorno a UCI, n (%)	18 (23.4)
Complicaciones, n (%)	62 (80.5)
Reintervención por sangrado	36 (58)
Infección	15 (24.2)
ACV hemorrágico	14 (22.6)
ACV isquémico	4 (6.5)
Falla mecánica	7 (11.3)
Coagulopatía	27 (43.5)
Hemorragia gastrointestinal	1 (1.6)
Fisiología univentricular, n (%)	35 (45.5)
Fisiología biventricular, n (%)	42 (54.5)

**Mediana (RIC).

venosa central (PVC) al inicio de ECMO no difirió entre ambos grupos, con una mediana de 10 mmHg. La indicación más frecuente para el inicio de la ECMO en

Tabla 2. Tipo de cardiopatía congénita

Cardiopatía congénita	n	%
ALCAPA	4	5.2
Anomalía de Ebstein	2	2.6
Atresia pulmonar con CIV	2	2.6
Atresia pulmonar con CIV + drenaje venoso pulmonar anómalo total	2	2.6
Atresia pulmonar sin CIV	1	1.3
Atresia tricúspide	1	1.3
Canal AV	1	1.3
Canal AV mal balanceado + CoAo + membrana subvalvular aórtica	1	1.3
CIA OS	1	1.3
CIV + insuficiencia mitral grave	1	1.3
CoAo crítica	1	1.3
Doble entrada y doble salida a un ventrículo único de morfología izquierda + hipoplasia del arco aórtico	1	1.3
Drenaje venoso pulmonar anómalo parcial + CoAo	1	1.3
Drenaje venoso pulmonar anómalo total	5	6.5
DTGA	6	7.8
DTGA + CIV	3	3.9
DVSVD con vasos en malposición y CIV subpulmonar	1	1.3
Estenosis aórtica grave + membrana subaórtica	1	1.3
Estenosis infundibular grave	1	1.3
Estenosis supravalvular y valvular aórtica grave	1	1.3
Hipoplasia del arco aórtico + CIV	1	1.3
Hipoplasia del arco aórtico + CoAo	3	3.9
Hipoplasia aguda del arco aórtico y Ao descendente	1	1.3
Insuficiencia mitral grave	3	3.9
Insuficiencia pulmonar abierta	1	1.3
Interrupción del arco aórtico	3	3.9
LTGA + Hipoplasia del tronco pulmonar y estenosis valvular	1	1.3
LTGA + Insuficiencia aguda de la válvula tricúspide	1	1.3
Membrana subvalvular aórtica	1	1.3
SCIH	16	20.7
TOF	3	3.9
Truncus arterioso	2	2.6
Ventrículo único + estenosis valvular pulmonar crítica	1	1.3
Ventrículo único de morfología derecha con doble vía de salida con vasos bien relacionados	1	1.3
VU indeterminado	2	2.6
Total	77	100

Tabla 3. Tipo de intervención quirúrgica

Tipo de intervención quirúrgica	n	%
Ampliación TSVD con resección infundibular	1	1.3
Cierre de CIA	1	1.3
Conexión VD-AP + cierre de CIV	1	1.3
Corrección ALCAPA	2	2.6
Corrección de canal AV	1	1.3
Corrección de CIV + plastia mitral fallida + reemplazo valvular mitral	1	1.3
Corrección de CoAo	1	1.3
Corrección de CoAo + reconstrucción del arco aórtico	1	1.3
Corrección de drenaje venoso pulmonar anómalo	5	6.5
Corrección de drenaje venoso pulmonar anómalo + corrección de CoAo	1	1.3
Corrección de drenaje venoso pulmonar anómalo + FSP	1	1.3
Corrección de interrupción del arco aórtico	2	2.6
Corrección de TOF	3	3.9
Corrección de <i>truncus</i> arterioso	2	2.6
Desmontaje de Glenn + FSP	2	2.6
DKS	5	6.5
Fontan	3	3.9
FSP	3	3.9
FSP + atrioseptostomía	1	1.3
Glenn bidireccional	2	2.6
Homoinjerto valvulado en posición pulmonar	1	1.3
Konno con reemplazo valvular aórtico	1	1.3
Norwood	14	18.1
Plastia de válvula AV única	1	1.3
Reconstrucción de arco aórtico	1	1.3
Reconstrucción de arco aórtico + cierre de CIV	1	1.3
Reemplazo valvular mitral	3	3.9
Reemplazo valvular tricúspide	1	1.3
Resección de membrana subvalvular aórtica	2	2.6
Revascularización coronaria izquierda	2	2.6
Ross-Konno	1	1.3
Starnes + FSP	1	1.3
Switch arterial	6	7.8
Switch arterial + cierre de CIV	2	2.6
Switch arterial + cierre de CIV + reanastomosis coronaria	1	1.3
Total	77	100

Tabla 4. Descripción de la población de acuerdo con la fisiología cardíaca

Variable	Univentricular (n = 35)	Biventricular (n = 42)
Edad (meses)**	0 (0-6)	1 (0-7)
Peso (kg)**	4.1 (3.2-13)	4 (3.2-10)
Tiempo de circulación extracorpórea (minutos)	204 (92-293)	202 (129-258)
Tiempo de pinzamiento aórtico (minutos)**	89 (53-126)	101.5 (74-148)
Tiempo de ventilación mecánica (días)**	13 (6-23)	13.5 (8-20)
Tiempo de ECMO (horas)**	121 (68-163)	98.5 (48-156)
pH pre-ECMO**	7.35 (7.2-7.41)	7.3 (7.22-7.4)
Ácido láctico pre-ECMO**	8.2 (5-10)	6.95 (4.6-9.8)
Tiempo de normalización del lactato (horas)**	23 (13-37)	19.5 (13.5-38)
Presión venosa central al inicio de ECMO**	10 (6-12)	10 (6-12)
Presión venosa central a las 24 horas posECMO**	11 (9-14)	10 (7-12)
Falla renal posoperatoria, n (%)	16 (45.7)	17 (40.5)
Estancia en UCI (días)**	22 (13-34)	18 (12-38)
Estancia hospitalaria total (días)**	24 (13-52)	22 (12-47)
Indicación de ECMO, n (%)		
Disfunción ventricular	28 (80)	34 (80.9)
Disfunción multiorgánica	0 (0)	1 (2.4)
Choque vasopléjico	1 (2.9)	2 (4.8)
Hipertensión pulmonar	2 (5.7)	3 (7.1)
Insuficiencia respiratoria	4 (11.4)	2 (4.8)
Ventilación mecánica invasiva pre-ECMO, n (%)	21 (60)	22 (52.4)
Inicio de ECMO en quirófano, n (%)	28 (80)	31 (73.8)
Inicio de ECMO luego del retorno a UCI, n (%)	7 (20)	10 (23.8)
VIS _{max} 24**	16 (12-30)	22.5 (12-38)
Complicaciones, n (%)		
Reintervención por sangrado	28 (80)	34 (81)
Infección	16 (45.7)	20 (47.6)
ACV hemorrágico	8 (22.9)	7 (16.7)
ACV isquémico	6 (17.1)	8 (19)
Falla mecánica	2 (5.7)	2 (4.8)
Coagulopatía	2 (5.7)	5 (11.9)
Hemorragia gastrointestinal	12 (34.3)	15 (35.7)
gastrointestinal	0 (0)	1 (2.4)
Sobrevida a la ECMO, n (%)	17 (48.6)	20 (47.6)
Sobrevida al alta hospitalaria, n (%)	8 (22.9)	12 (28.6)

**Mediana (RIC)

VIS_{max} 24: score inotrópico vasopresor máximo a las 24 horas posECMO.

ambos grupos fue la disfunción ventricular; con un 80% en los pacientes con fisiología univentricular y 80.9% en aquellos con fisiología biventricular. La reintervención por sangrado fue la complicación más frecuente en ambos grupos, con un 45.7% para los pacientes con fisiología univentricular y un 47.6% para los pacientes con fisiología biventricular. No hubo diferencias en la sobrevida a la ECMO entre ambos grupos; la sobrevida fue de 48.6% en los pacientes con fisiología univentricular y 47.6% en aquellos con fisiología biventricular.

La [tabla 5](#) describe las características clínicas y los detalles de la ECMO entre los sobrevivientes y los no sobrevivientes. La mediana de edad en el grupo de no sobrevivientes fue < 1 mes, mientras que en el grupo de sobrevivientes fue de 4 meses. El tiempo de CEC en ambos grupos fue similar, con una mediana de 202 minutos (RIC: 143-276 minutos) en el grupo de no sobrevivientes y 218 minutos (RIC: 90.5-271 minutos) en el grupo de sobrevivientes, así como el tiempo de pinzamiento aórtico, con una mediana de 96 minutos (RIC: 67-144 minutos) para el grupo de no sobrevivientes y 87 minutos (RIC: 68.5-134.5 minutos) en el grupo de sobrevivientes. El tiempo de ECMO fue menor en el grupo de sobrevivientes, con una mediana de 94.5 horas (RIC: 69-133 horas) en comparación con el grupo de no sobrevivientes, mediana de 117 horas (RIC: 64-163 horas), así como el tiempo de normalización del lactato, definido como el periodo transcurrido entre el inicio de la ECMO y la disminución del lactato por debajo de 2 mmol/l, con una mediana de 24.5 horas (RIC: 16-43 horas) en el grupo de no sobrevivientes en comparación con el grupo de sobrevivientes, con una mediana de 13 horas (RIC: 7-21 horas). No hubo diferencias en la PVC al inicio y 24 horas de ECMO entre ambos grupos. La indicación para el inicio de la ECMO en ambos grupos fue la disfunción ventricular; con un 84.2% en el grupo de no sobrevivientes y un 70% en el grupo de sobrevivientes. El score vasopresor-inotrópico máximo a las 24 horas (VIS_{max} 24: mayor score vasopresor-inotrópico durante las primeras 24 horas de corrida de la ECMO) fue menor en el grupo de sobrevivientes, con una mediana de 14 en comparación con el grupo de no sobrevivientes, con una mediana de 21. El número de complicaciones fue mayor en el grupo de no sobrevivientes, con un 86% en comparación con el grupo de sobrevivientes (65%), y de estas la más frecuente fue la reintervención por sangrado, con un 49.1% y un 40% para el grupo de no sobrevivientes y sobrevivientes, respectivamente. La sobrevida general al momento del alta fue de 25.97%.

Tabla 5. Características clínicas y detalles de la ECMO entre sobrevivientes y no sobrevivientes

Variable	No sobrevivientes (n = 57)	Sobrevivientes (n = 20)
Edad (meses)**	0 (0-4)	4 (0-8.5)
Peso (kg)**	3.7 (3.2-16)	4.95 (3.55-6.85)
Tiempo de circulación extracorpórea (minutos)	202 (143-276)	218 (90.5-271)
Tiempo de pinzamiento aórtico (minutos)**	96 (67-144)	87 (68.5-134.5)
Tiempo de ventilación mecánica (días)**	13 (6-18)	16 (11-26)
Tiempo de ECMO (horas)**	117 (64-163)	94.5 (69-133.5)
pH pre-ECMO**	7.3 (7.2-7.4)	7.325 (7.23-7.4)
Ácido láctico pre-ECMO**	7.3 (5.4-10)	5.95 (3.25-8.95)
Tiempo de normalización del lactato (horas)**	24.5 (16-43)	13 (7-21)
Presión venosa central al inicio de ECMO**	10 (6-12)	9.5 (6.5-12)
Presión venosa central a las 24 horas posECMO**	10 (8-14)	10 (8-12)
Falla renal posoperatoria, n (%)	23 (40.4)	10 (50)
Estancia en UCI (días)**	17 (11-28)	38 (21-64.5)
Estancia hospitalaria total (días)**	18 (11-28)	54.5 (32.5-96)
Indicación de ECMO, n (%)		
Disfunción ventricular	48 (84.2)	14 (70)
Disfunción multiorgánica	1 (1.8)	0 (0)
Choque vasopléjico	0 (0)	3 (15)
Hipertensión pulmonar	4 (7)	1 (5)
Insuficiencia respiratoria	4 (7.1)	2 (10)
Ventilación mecánica invasiva preECMO, n (%)	32 (56.1)	11 (55)
Inicio de ECMO en quirófano, n (%)	42 (73.7)	17 (85)
Inicio de ECMO luego del retorno a UCI, n (%)	14 (24.6)	3 (15)
VIS _{max} 24**	21 (12-34)	14 (12-31)
Complicaciones, n (%)		
Reintervención por sangrado	49 (86)	13 (65)
Infección	28 (49.1)	8 (40)
ACV hemorrágico	12 (21.1)	3 (15)
ACV isquémico	11 (19.3)	3 (15)
Falla mecánica	4 (7)	0 (0)
Coagulopatía	4 (7)	3 (15)
Hemorragia gastrointestinal	20 (35.1)	7 (35)
Hemorragia gastrointestinal	1 (1.8)	0 (0)
Fisiología univentricular, n (%)	27 (47.4)	8 (40)
Fisiología biventricular, n (%)	30 (52.6)	12 (60)

**Mediana (RIC)

VIS_{max} 24: score inotrópico vasopresor máximo a las 24 horas posECMO.

En la [tabla 6](#) se detallan los resultados del análisis bivariado de los factores de riesgo asociados a mortalidad. Se identificó que la edad < 1 mes (p = 0.030) (OR: 3.13; IC 95%: 0.95-10.26), el ácido láctico preECMO ≥ 5 mmol/L (p = 0.014) (OR: 0.260; IC 95%: 0.07-0.92) y el tiempo de normalización del lactato ≥ 24 horas (p = 0.021) (OR: 0.24; IC 95% 0.05-0.94)

se asociaron con mayor riesgo de mortalidad al egreso hospitalario.

Discusión

El aumento en la complejidad de las intervenciones quirúrgicas para la corrección o paliación de las

Tabla 6. Análisis bivariado de los factores de riesgo asociados a mortalidad al momento del egreso hospitalario

Variable	Mortalidad		OR	IC 95%	p
	No (n = 20)	Si (n = 57)			
Género					
Masculino, n (%)	12 (60)	36 (63.16)	0.87	(0.27-2.90)	0.802
Femenino, n (%)	8 (40)	21 (36.84)			
Edad					
< 1 mes	9 (45)	41 (71.93)	3.13	(0.95-10.26)	0.030
≥ 1 mes	11 (55)	16 (28.07)			
Peso					
< 3 kg	1 (5)	10 (17.54)	4.04	(0.50-184.4)	0.168
≥ 3 kg	19 (95)	47 (82.46)			
Fisiología					
Univentricular	8 (40)	27 (47.37)	1.35	(0.42-4.41)	0.569
Biventricular	12 (60)	30 (52.63)			
Ácido láctico preECMO					
< 5 mmol/l	9 (45)	10 (17.54)	0.260	(0.07-0.92)	0.014
≥ 5 mmol/l	11 (55)	47 (82.46)			
pH preECMO					
< 7.3	7 (35)	24 (42.11)	1.35	(0.42-4.62)	0.577
≥ 7.3	13 (65)	33 (57.93)			
PVC preECMO					
< 10 mmHg	10 (50)	25 (43.86)	0.78	(0.24-2.46)	0.635
≥ 10 mmHg	10 (50)	32 (56.14)			
PVC 24 horas posECMO					
SD	0	1 (1.75)	0.73	(0.23-2.37)	0.556
< 10 mmHg	9 (45)	21 (36.84)			
≥ 10 mmHg	11 (55)	35 (61.40)			
VIS _{max} 24					
< 20	13 (65)	25 (43.86)	0.42	(0.12-1.35)	0.104
≥ 20	7 (35)	32 (56.14)			
Tiempo de normalización del lactato					
SD	1 (5)	11 (19.30)	0.24	(0.05-0.94)	0.021
< 24 horas	15 (75)	22 (38.60)			
≥ 24 horas	4 (20)	24 (42.11)			
Falla renal posoperatoria					
Si	10 (50)	23 (40.35)	1.47	(0.46-4.65)	0.453
No	10 (50)	34 (59.65)			
Tiempo de ECMO					
< 120 horas	13 (65)	29 (50.88)	0.55	(0.16-1.78)	0.275
≥ 120 horas	7 (35)	28 (49.12)			
Reintervención por sangrado					
SD	7 (35)	8 (14.04)	1.2	(0.29-5.35)	0.775
Si	8 (40)	28 (49.12)			
No	5 (25)	21 (36.84)			
Infección					
SD	7 (35)	8 (14.04)	0.92	(0.14-4.46)	0.916
Si	3 (15)	12 (21.05)			
No	10 (50)	37 (64.91)			

cardiopatías congénitas conlleva la necesidad de disponer de ECMO. En la actualidad no existen criterios objetivos para predecir la necesidad de ECMO

luego de la cirugía cardíaca pediátrica. No obstante, el soporte con ECMO se destaca en niños con síndrome de bajo gasto poscardiotomía en quienes se

prevé una recuperación miocárdica al cabo de pocos días³.

La indicación más frecuente para la implementación de ECMO luego de una cirugía cardíaca pediátrica es el fracaso en el destete de la CEC por disfunción ventricular posoperatoria³⁻⁸, al igual que lo reportado en nuestro estudio.

Según el último informe de la ELSO de octubre de 2021, la sobrevida al alta luego de la ECMO cardíaca en pacientes neonatales y pediátricos es del 43 y el 53%, respectivamente. En la serie reportada por ElMahrouk et al.,³ el 37.2% sobrevivieron al alta hospitalaria. En nuestro estudio, la sobrevida a la ECMO, definida como la presencia de circulación nativa 24 horas después de la decanulación, y la sobrevida al alta fueron menores a lo informado por la ELSO, con un 48 y un 25.97%, respectivamente.

El soporte con ECMO en la población neonatal con fisiología univentricular ha crecido sustancialmente en el mundo. Después de la primera etapa quirúrgica para la paliación del síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, entre el 13 y el 20% de los recién nacidos requerirán ECMO³. Al igual que lo reportado en nuestro estudio, la cardiopatía congénita más ingresada a ECMO fue el síndrome de corazón izquierdo hipoplásico (19.4%) en su posquirúrgico de Norwood (18.1%).

En el año 2004, Ungerleider et al.⁹ recomendaron la asistencia circulatoria mecánica de rutina después de la cirugía de Norwood con el fin de mejorar la supervivencia hospitalaria. Según el Pediatric Heart Network Single Ventricle Reconstruction trial, la mayoría de los recién nacidos que recibieron ECMO después de la primera etapa quirúrgica (70%) no se separaron de la CEC y tuvieron tasas de supervivencia libre de trasplante significativamente más bajas en comparación con los recién nacidos que no recibieron ECMO después de la cirugía de Norwood¹⁰. La fisiología univentricular es un factor de riesgo reconocido en la mayoría de las series¹¹⁻¹⁴. En nuestro estudio no se encontraron diferencias significativas en la mortalidad entre los pacientes con fisiología univentricular y biventricular.

Los factores de riesgo de mortalidad asociados a la ECMO identificados por Aguilar et al.¹¹ fueron: sexo masculino, intervención en periodo neonatal, uso de cardioplejía St. Thomas, tiempo de CEC, fisiología univentricular, no drenaje de cavidades izquierdas, duración de la ECMO menor de 2 días o más de 5, y el uso de dispositivo diferente de centrífuga de segunda generación. En la serie de Pilán et al.,⁴ el peso < 5 kg y el uso de vasopresores durante la asistencia fueron los únicos factores de riesgo asociados a mortalidad.

Alsoufi et al.,⁵ identificaron que las complicaciones neurológicas, la duración prolongada de ECMO, la necesidad de una segunda corrida de ECMO, la disfunción renal y el no realizar trasplante cardíaco fueron factores significativos para la muerte hospitalaria. En nuestra cohorte, la edad < 1 mes, el ácido láctico preECMO ≥ 5 mmol/L y el tiempo de normalización del lactato ≥ 24 horas se identificaron como factores de riesgo asociados a mortalidad.

En el estudio de Gaies et al.,¹⁵ los pacientes con VIS ≥ 20 tuvieron probabilidades significativamente mayores de desenlaces pobres, incluidos un incremento en la mortalidad, tiempo hasta la primera extubación y duración de la estancia en la UCI. El VIS_{max} ≥ 20 no se asoció con un incremento en la mortalidad en nuestra cohorte.

La mayoría de nuestros pacientes (76.6%) fueron soportados con ECMO previo a su retorno a la UCI, al igual que lo informaron ElMahrouk et al.,³. La CEC se convirtió a ECMO después de múltiples intentos fallidos del destete de la misma, lo que puede explicar un tiempo de CEC prolongado (mediana 202 minutos, RIC: 125-272) y un tiempo de pinzamiento aórtico relativamente más corto (mediana 95 minutos, RIC: 67-144).

Limitaciones

La naturaleza retrospectiva del estudio y los resultados de un único centro son las limitaciones identificadas en este estudio.

Conclusiones

La ECMO proporciona un soporte adecuado luego de la cirugía para la reparación o paliación de cardiopatías congénitas, si bien las tasas de mortalidad al egreso hospitalario son altas. La edad < 1 mes, el ácido láctico preECMO ≥ 5 mmol/l y el tiempo de normalización del lactato ≥ 24 horas fueron las variables que se asociaron con un mal resultado y mortalidad hospitalaria. El entrenamiento periódico en el uso de la ECMO, de todo el personal de salud que participa en la recuperación cardiovascular de los pacientes poscirugía cardíaca pediátrica, es fundamental para impactar de manera favorable la sobrevida de aquellos sometidos a esta terapia compleja.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido fuentes de financiación para este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis y publicación de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria. El consentimiento informado de los pacientes no fue requerido por tratarse de un estudio observacional retrospectivo.

Bibliografía

1. Pérez RS, Rey-Lois J, Polo-López L, González-Rocafor Á, Builes-Cardona LM, Uceda-Galiano Á, et al. ¿Es necesario disponer de ECMO para reparar cardiopatías congénitas de complejidad elevada? Nuestra experiencia en los últimos 6 años. *Cirugía Cardiovascular*. 2017;24:8-13.
2. Roeleveld PP, Mendonca M. Neonatal Cardiac ECMO in 2019 and Beyond. *Front Pediatr*. 2019;7:327. Published 2019 Aug 21. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fped.2019.00327>.
3. ElMahrouk AF, Ismail MF, Hamouda T, Shaikh R, Mahmoud A, Shihata MS, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in postcardiotomy pediatric patients-15 years of experience outside Europe and North America. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2019;67(1):28-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.1055/s-0037-1608962>.
4. Pilán L, Moreno G, Krynski M, Ponce G, Montonati M, Lenz M, et al. Asistencia con membrana de oxigenación extracorpórea en recuperación cardiovascular pediátrica: experiencia de un centro de Argentina. 2019;117(3):157-63.
5. Alsoufi B, Al-Radi OO, Gruenwald C, Lean L, Williams WG, McCrindle BW, et al. Extra-corporeal life support following cardiac surgery in children: analysis of risk factors and survival in a single institution. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2009;35(06):1004-11, discussion 1011.
6. Aharon AS, Drinkwater DC, Churchwell KB, Quisling SV, Reddy VS, Taylor M, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in children after repair of congenital cardiac lesions. *Ann Thorac Surg*. 2001;72(6):2095-102.
7. Sperotto F, Cogo P, Amigoni A, Pettenazzo A, Thiagarajan RR, Polito A. Extracorporeal membrane oxygenation support for failure to wean from cardiopulmonary bypass after pediatric cardiac surgery: analysis of Extracorporeal Life Support Organization Registry Data. *Crit Care Explor*. 2020;2(9):e0183. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/CCE.0000000000000183>.
8. Sasaki T, Asou T, Takeda Y, Onakatomi Y, Tominaga T, Yamamoto Y. Extracorporeal life support after cardiac surgery in children: outcomes from a single institution. *Artif Organs*. 2014;38(1):34-40. DOI: 10.1111/aor.12191.
9. Ungerleider RM, Shen I, Yeh T, Schultz J, Butler R, Silberbach M, et al. Routine mechanical ventricular assist following the Norwood procedure—improved neurologic outcome and excellent hospital survival. *Ann Thorac Surg*. 2004;77(01):18-22.
10. Tabbutt S, Ghanayem N, Ravishankar C, Sleeper LA, Cooper DS, Frank DU, et al. Risk factors for hospital morbidity and mortality after the Norwood procedure: a report from the Pediatric Heart Network Single Ventricle Reconstruction trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012;144:882-95. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2012.05.019>.
11. Aguilar JM, García E, Melo M, Rojas C, Belda S, Llorente A, et al. Extracorporeal membrane oxygenation post-cardiotomy in the pediatric age: 119 patients in 20 years of experience. *Cir Cardiovasc*. 2019;26:4-10.
12. Kumer TK, Zurawski D, Dalton H, Talwar S, Allard-Picou A, Duebener, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in postcardiotomy patients: factors influencing outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;140(2):330-6.
13. Mascio CE, Austin E, Jacobs JP, Jacobs ML, Wallace AS, He X, et al. Perioperative mechanical circulatory support in children: an analysis of the Society of Thoracic Surgeons Congenital Heart Surgery Database. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2014;147(2):658-64.
14. Ford MA, Gauvreau K, McMullan M, Almodovar MC, Cooper DS, Rycus PT, et al. Factors associated with mortality in neonates requiring extracorporeal membrane oxygenation for cardiac indications: analysis of the extracorporeal life support organization registry data. *Pediatr Crit Care Med*. 2016;17(9):860-70.
15. Gaies MG, Jeffries HE, Niebler RA, Pasquali SK, Donohue JE, Yu S, et al. Vasoactive-inotropic score is associated with outcome after infant cardiac surgery: an analysis from the Pediatric Cardiac Critical Care Consortium and Virtual PICU System Registries. *Pediatr Crit Care Med*. 2014;15(6):529-37. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/PCC.0000000000000153>.