

Original

¿Es necesario disponer de ECMO para reparar cardiopatías congénitas de complejidad elevada? Nuestra experiencia en los últimos 6 años



Raúl Sánchez Pérez^{a,*}, Juvenal Rey-Lois^a, Luz Polo-López^a, Álvaro González-Rocafort^a, Lina María Builes-Cardona^b, Ángela Uceda-Galiano^c, Carlos Labradero-de Lera^c, Natalia Marín-Huarte^d, Pascual Sanabria-Carretero^b, Cristina Verdú-Sánchez^e, Juan José Menéndez-Suso^e, Miguel Angel Villar-Sánchez-Real^a, Javier Segura-Escobar^a y Ángel Aroca Peinado^a

^a Servicio de Cirugía Cardíaca Infantil y Cardiopatías Congénitas, Hospital La Paz, Madrid, España

^b Servicio de Anestesia y Reanimación Infantil, Hospital La Paz, Madrid, España

^c Servicio de Cardiología Infantil, Hospital La Paz, Madrid, España

^d Servicio de Neonatología, Hospital La Paz, Madrid, España

^e Servicio Cuidados Intensivos Pediátricos, Hospital La Paz, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 12 de mayo de 2016

Aceptado el 8 de septiembre de 2016

On-line el 13 de enero de 2017

Palabras clave:

Oxigenador de membrana intercalado

Circulación extracorpórea

Asistencia ventricular

Cardiopatías congénitas

Oxigenador de membrana intercalado

poscardiotomía

R E S U M E N

Introducción y objetivos: La ECMO puede contribuir a optimizar los resultados quirúrgicos de la reparación de cardiopatías congénitas complejas. El objetivo es analizar la morbilidad asociada al procedimiento y los factores de riesgo de mortalidad en pacientes que se les implanta una ECMO poscardiotomía.

Métodos: Revisión retrospectiva de pacientes que requirieron ECMO tras reparación quirúrgica de cardiopatías congénitas entre marzo del 2010 y marzo del 2016.

Resultados: Treinta pacientes precisaron ECMO tras cirugía reparadora. Los diagnósticos más frecuentes fueron: transposición de grandes arterias, Fallot y postrasplante. La mediana de edad fue 5 meses (7 días-20 años) y la de peso 5 kg (2-92 kg). En 22 (73%) pacientes se implantó ECMO en quirófano por imposibilidad de retirar circulación extracorpórea. En 8 (26%) se implantó en la unidad de intensivos, 6 de ellos por bajo gasto cardíaco y 2 por pésima oxigenación.

En pacientes con fisiología de origen biventricular la supervivencia fue del 60% y con fisiología univentricular, del 40%. En 20 (67%) se pudo retirar la ECMO, de los cuales 16 sobrevivieron. Supervivencia global: 53%. Factores de riesgo de mortalidad: fallo renal, ECMO más de 5 días, láctico > 5 (previo ECMO), pH < 7,35 (previo ECMO) y sepsis. La reintervención por sangrado no se relacionó con mortalidad.

Tiempo medio de seguimiento: 23 meses, sin fallecimiento durante este período.

Conclusiones: Creemos que actualmente es necesario disponer de la ECMO en el postoperatorio de los pacientes intervenidos de cardiopatías congénitas, dado que parece asociarse a un beneficio en términos de supervivencia.

© 2016 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Is an ECMO necessary to repair highly complex congenital heart disease? Our experience over the last 6 years

A B S T R A C T

Introduction and objectives: The use of ECMO postcardiotomy can help optimize surgical outcomes in addressing highly complex congenital heart diseases. The objective is to analyze the morbidity rate associated with the procedure and the risk factors for mortality when an ECMO Postcardiotomy is used with patients.

Methods: Retrospective review of patients who required the use of ECMO after surgical repair of congenital heart diseases between March 2010 and March 2015.

Results: 30 patients required ECMO after reconstructive surgery. The most frequent diagnoses were: Transposition of great arteries, Fallot and post-transplant. Median age was 5 months (7 days-20 years), with an average weight of 10 kg (2-92). In 22 patients (73%), extracorporeal circulation could not be removed and the ECMO was implanted in the operating room. In 8 patients (26%), the ECMO was implanted in the intensive care unit, of these 6 due to low cardiac output and 2 due to bad oxygenation.

Keywords:

Extracorporeal membrane oxygenation

Extra corporeal membrane oxygenation

Ventricular assist device

Congenital heart diseases

Postcardiotomy extracorporeal membrane

oxygenation

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: raulcaravaca@hotmail.com (R. Sánchez Pérez).

In patients with biventricular physiology the survival rate was 60% and 40% for those with univentricular physiology. In 20 patients (67%) the ECMO could be removed, of which 16 survived afterwards. The overall survival rate of the series was 53%. Mortality risk factors: renal failure, ECMO for more than 5 days, lactate >5 (pre-ECMO), pH <7,35 (pre-ECMO) and sepsis. Re-operation due to bleeding was not related to mortality.

The mean follow-up was 23 months, without a patient death during this period.

Conclusions: Currently, ECMO is essential during the post-surgery of patients operated on due to congenital heart disease.

© 2016 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El uso de circulación extracorpórea (CEC) con oxigenador de membrana intercalado (ECMO) tras cirugía de cardiopatías congénitas ha aumentado progresivamente en los últimos años¹. El incremento de reparaciones complejas en el periodo neonatal y durante la lactancia ha potenciado su empleo como soporte circulatorio^{2,3}.

LA ECMO poscardiotomía ha contribuido a reducir significativamente la mortalidad en cardiopatías congénitas⁴, posibilitando tasas de supervivencia del 35-45%⁵.

El disponer de ECMO es importante en la toma de decisiones del cirujano cuando el paciente tiene un fallo cardiopulmonar, especialmente si ocurre al intentar desconectarlo de la CEC.

Las 2 principales indicaciones de ECMO en cardiopatías congénitas son fallo de tratamiento médico en insuficiencia cardiaca y poscardiotomía.

Centrándonos en este último grupo, objeto de nuestro estudio, son contraindicaciones relativas para el uso de ECMO poscardiotomía la asociación de prematuridad (por aumento importante de lesión neurológica), el fallo multiorgánico establecido y/o las malformaciones extracardiacas con mal pronóstico⁶.

Los factores de riesgo asociados a morbimortalidad tras el implante de ECMO poscardiotomía en cirugía cardiaca de cardiopatías congénitas no están bien definidos en la literatura^{7,8}. El objetivo de nuestro estudio es determinar esos factores a la luz de nuestra experiencia reciente.

Material y método

Se incluyó en este estudio a todos los pacientes sometidos a cirugía cardiaca congénita reparadora o paliativa entre marzo del 2010 y marzo del 2016 que precisaron ECMO para salir de CEC o durante el periodo postoperatorio. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de nuestra institución. Revisamos de manera retrospectiva las historias clínicas y recogimos los datos demográficos y de supervivencia.

En niños con un peso medio menor de 20 kg, se usó un circuito 1/4 pulgadas, en aquellos pacientes con más de 20 kg, circuito 3/8 pulgadas. Todos los circuitos utilizados fueron biocompatibles, con impregnación de bioline (Bioline Coating Circuit, Maquet®). La bomba utilizada en todos los casos fue centrífuga Rotaflow (Maquet®). Tanto en canulación central y periférica, se usaron cánulas Biomedicus DLP (Medtronic®).

La membrana de oxigenador de difusión fue Quadrox Maquet® PLS tipo infantil para menores de 20 kg y tipo adulto en mayores de 20 kg.

Se mantuvo mínima heparinización hasta control de sangrado mediastínico y posteriormente se mantuvo un tiempo de coagulación activada entre 200s-220s, controlado mediante Hemochron®, Activated Clotting Time-Low Range⁹.

En los pacientes que no se podían destetar de la CEC, el circuito del ECMO se estableció con las mismas cánulas utilizadas para la

cirugía. En estos casos los pacientes fueron reconvertidos a ECMO con un breve pinzamiento de cánulas y conexión a líneas nuevas en el campo quirúrgico. Para mejorar el retorno venoso, en los casos de canulación bicava, se cambiaron las cánulas por una cánula única flexible en aurícula derecha. El esternón se dejó abierto y cubierto con una membrana de goretex.

El paciente no fue enfriado durante el soporte de ECMO.

Los fármacos inotrópicos se mantuvieron en la mayoría de los pacientes, particularmente en aquellos en los que las cavidades izquierdas no estaban drenadas. Si no se conseguía onda de presión adecuada, se determinaba por ecocardiografía si el ventrículo izquierdo estaba dilatado y si su descompresión era necesaria. En las primeras 24 h se realizó una ecocardiografía de rutina para determinar posibles lesiones residuales.

La ventilación mecánica se mantuvo durante la ECMO, en una frecuencia respiratoria de 10 rpm, presión espiratoria positiva de 10 y una FiO₂ de 40%. En todos aquellos pacientes con ECMO se administraron relajantes neuromusculares y sedación profunda con benzodiacepinas y opiáceos.

El destete de ECMO fue acompañado de dosis óptimas de inotrópicos y ventilación mecánica adecuada, con disminución gradual de la asistencia ECMO. Cuando el soporte de ECMO constituía aproximadamente un 25-30% del soporte total, se retiró la asistencia. Durante el destete se utilizó ecocardiografía para monitorizar la función cardiaca. Las cánulas se retiraron unas horas después de quitar la asistencia de ECMO y hasta ese momento se mantuvieron con un circuito de heparina (1 UI heparina en 1 ml de suero).

Análisis estadístico

Se empleó SPSS 22.0 para Windows software program (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.). Las variables objetivo fueron: retirada de ECMO, mortalidad hospitalaria y mortalidad global. Definimos «retirada de ECMO» como la supervivencia tras la retirada de ECMO en estabilidad hemodinámica durante 24 h y «mortalidad hospitalaria» como la muerte por cualquier causa durante o después del implante y hasta el alta hospitalaria, o dentro de un periodo de 30 días después del implante si el paciente fue dado de alta. Las variables examinadas fueron edad, sexo, cardiopatía congénita de base, tiempo de CEC, tiempo de pinzamiento aórtico, fisiología univentricular o biventricular previa y posterior a la cirugía, indicación de ECMO, indicación inmediata tras CEC o diferida, datos de daño tisular previo a la indicación (láctico, pH), sepsis e insuficiencia renal perioperatoria.

Las variables cuantitativas se expresaron como media ± desviación estándar si los datos seguían una distribución normal, o como mediana y rango intercuartílico si no era el caso. Las variables discontinuas, como valor absoluto y/o porcentaje.

El análisis de las variables se realizó mediante el test de la chi al cuadrado de Pearson. Valores de p < 0,05 fueron considerados como estadísticamente significativos.

Tabla 1
Características de los pacientes con ECMO poscardiotomía

Variable	Mediana o n.º de paciente	Rango intercuartílico o %
<i>Masculino</i>	21	71
<i>Femenino</i>	9	28,5
<i>Edad (meses)</i>	5	11,5
<i>Peso (kg)</i>	5,7	5,6
<i>Variables perioperatorias</i>		
Canulación central	26	86
Tiempo de CEC (min)	239	198
Tiempo de pinzamiento aórtico (min)	136	91
Días de intubación	10	11,75
Estancia en UCI (días)	15	25
Estancia hospitalaria (días)	20	40
Fallo renal postoperatorio	17	57
<i>Datos de laboratorio pre-ECMO</i>		
pH	7,33	0,1
Láctico (mmol/l)	6,5	6,5
<i>Indicación de ECMO</i>		
Fallo de retirada de CEC	22	73
Fallo cardiaco	6	20
Hipoxia	2	7

Resultados

Entre marzo del 2010 y marzo del 2016, 30 pacientes requirieron implante de ECMO tras reparación quirúrgica de su cardiopatía congénita, representando el 3% de 1.002 procedimientos con CEC que se hicieron en ese mismo período en nuestro Servicio de Cirugía cardiaca infantil y de cardiopatías congénitas.

La media de edad fue de 22 meses (rango, 7 días-20 años) y el peso medio de 10 kg (rango, 2-92 kg). En 12 pacientes (43%), la ECMO se implantó durante el periodo neonatal. Las características preoperatorias e intraoperatorias de los pacientes están reflejadas en la [tabla 1](#).

La enfermedad de base de los niños a los que se implantó un ECMO fue: transposición de grandes arterias (TGA) 6 pacientes (20%), Fallot 4 pacientes (13,3%), trasplante 4 (13,3%), canal aurículo-ventricular 2 (6,7%) y cirugía univentricular 3 (10%).

El diagnóstico y los procedimientos quirúrgicos de los 30 pacientes que recibieron ECMO tras la cirugía cardiaca están resumidos en la [tabla 2](#). De todos ellos, la imposibilidad de salida de CEC (ECMO poscardiotomía) fue la principal indicación (73%, 22 pacientes). En el restante 27% (8 pacientes) en los que se pudo retirar la CEC tras la cirugía, en 3 se estableció la asistencia en las primeras 24 h y en los otros 5, pasado este periodo.

En un 13,3% (4 pacientes) la canulación fue cervical y en el resto fue central (86,7%, 26 pacientes).

El tiempo medio de estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos fue de 19 días, con una mediana de 15 días y el tiempo medio de estancia hospitalaria fue de 26 días, con una mediana de 20 días. El tiempo medio de intubación fue de 12 días.

El tiempo medio de CEC fue de 254 h y el de pinzamiento aórtico, de 136 min. La mediana del soporte de ECMO fue de 5 días.

Mortalidad esperada según el sistema de puntuación de Society of Thoracic Surgeons-European Association for Cardio-Thoracic Surgery del 8,9%. Láctico medio previo al implante de ECMO de 8 mmol/l.

La mortalidad hospitalaria fue del 46% y la mortalidad en ECMO del 33%. Cinco pacientes (17%) no presentaron complicaciones. En más de la mitad de los pacientes (57%, 17 pacientes) ocurrieron complicaciones hemorrágicas. Todos requirieron exploración quirúrgica del mediastino. El circuito fue reemplazado en un 7% de los casos (2 pacientes). Tres de los casos (10%) desarrollaron hemorragia cerebral y 2 (7%) fallo cardiaco persistente, falleciendo todos ellos.

Otras complicaciones observadas fueron: bajo gasto (24 pacientes, 80%), fallo de oxigenación (17%), fallo renal previo al ECMO (17 pacientes, 56%) y sepsis durante el ECMO (7 pacientes, 23%).

Veinte pacientes (66%) se pudieron destetar de la ECMO y decanular, sobreviviendo más de 24 h. Del total de la muestra, 14 pacientes fallecieron. Las causas de la defunción fueron múltiples: hemorragia cerebral, fallo pulmonar, sepsis, coagulopatía e insuficiencia cardiaca. La supervivencia hospitalaria y global fue del 53%.

El tiempo medio de seguimiento fue de 25 meses, sin evidenciarse fallecimientos durante este periodo.

La mortalidad no se correlacionó con la edad, el peso, el sexo, ni con la duración de la CEC. Las variables asociadas con mortalidad marginalmente significativas fueron la fisiología univentricular de base, la coexistencia de lesiones residuales y la reparación paliativa ($p = 0,06$).

La duración de la ECMO resultó ser un factor de riesgo de mortalidad ($p < 0,05$). Todos los pacientes que requirieron ECMO durante más de 10 días fallecieron. Otras variables que también se asociaron de forma significativa a mortalidad fueron: láctico > 5 pre-ECMO, $pH < 7,35$ pre-ECMO, fallo renal y sepsis ([tabla 3](#)).

La asociación de láctico > 5 pre-ECMO, fallo renal y sepsis pre-ECMO fueron factores determinante de muerte.

Discusión

El incremento de la complejidad de la cirugía cardiaca de las cardiopatías congénitas se ha traducido en un aumento de los pacientes que precisan ECMO. El caso más paradigmático son aquellos pacientes que no se pueden desconectar de CEC a pesar de dosis adecuadas de terapia inotrópica y reparación quirúrgica óptima¹⁰.

En nuestra institución, en la mayoría de los pacientes que no se pueden desconectar de CEC se implanta una ECMO intraoperatoriamente, manteniendo las cánulas de bypass y convirtiéndolo a un sistema cerrado. Al igual que en otros estudios⁶, en nuestra serie hemos observado una mayor mortalidad en aquellos pacientes con implante de ECMO poscardiotomía intraquirúrgico que aquellos que precisan un ECMO de forma más tardía en la unidad de cuidados postoperatorios, lo cual se debe probablemente al desarrollo de un mayor y más precoz daño del miocardio en aquellos pacientes que no se pueden destetar de CEC. Los pacientes que se salieron de CEC sin ayuda y requirieron un ECMO 24 h después de la cirugía se asociaron a una mayor supervivencia (66%).

La indicación de ECMO poscardiotomía debe estar basada en un buen juicio clínico, que requiere la demostración de fallo ventricular derecho o izquierdo, hipertensión pulmonar, acidosis sistémica, incluso inmediatamente después de la retirada de CEC¹¹.

Nuestra política es indicar una ECMO de manera precoz ante la sospecha de que pueda ser necesario, aunque no disponemos de unos parámetros objetivos para sentar la indicación. Si bien en la literatura hay descritos varios «sistemas de puntuación de predicción de ECMO», nosotros creemos más en nuestro juicio clínico que en la aplicación de estos scores a la hora de indicar el ECMO.

Ante la presencia de una evolución negativa en el postoperatorio inmediato, con aumento de la acidosis y disminución de la diuresis, debemos pensar en la posibilidad de implantar un ECMO precoz para mejorar la perfusión tisular. El momento óptimo para iniciar un ECMO es antes de que se produzca un daño orgánico irreversible. El ECMO debe ser considerado en aquellos pacientes que no salen de bomba o en los que durante el postoperatorio presenten

Tabla 2
Diagnósticos, procedimientos quirúrgicos y resultados de ECMO poscardiotomía

Diagnóstico	N	Cirugía	Indicación ECMO	Resultado
TGA	6	Switch arterial	FCEC: 6	RE: 4, S: 3
Falot	4	Reparación total	FCEC: 2, BG: 1, FO: 1	RE: 4, S: 4
Estenosis aórtica	2	Ross	FCEC: 2	RE: 1, S: 1
Trasplante cardiaco	4	Trasplante	FCEC: 2, BG: 1, FO: 1	RE: 2, S: 1
Estenosis mitral	1	Prótesis mitral	FCEC: 1	RE: 1, S: 1
APCIV	2	Unifocalización MAPCAS	FCEC: 2	S: 0
		Recambio conducto VD-AP		
Truncus	2	Reparación total	FCEC: 2	S: 0
Canal AV	2	Reparación total	FCEC: 2	RE: 1, S: 1
Drenaje venoso total	2	Reparación total	FCEC: 1, BG: 1	S: 1
Hipoplasia arco	1	Avance aórtico	FO: 1	S: 0
SHVI	3	Norwood I	FCEC: 3	S: 2
Ventrículo único	1	Fontan extracardiaco	FO: 1	S: 1

AV: aurículo-ventricular; BG: bajo gasto en postoperatorio; FCEC: fallo retirada de CEC; FO: fallo oxigenación en postoperatorio; MAPCAS: colaterales arterio-pulmonares múltiples; RE: retirada de ECMO 24 h; S: supervivencia; SHVI: síndrome de hipoplasia de ventrículo izquierdo; TGA: transposición de grandes arterias; VD-AP: ventrículo derecho-arteria pulmonar.

Tabla 3
Factores asociados a mortalidad

Variable	Supervivencia global	Mortalidad global	Odds ratio (IC del 95%)	p
<i>ECMO > 10 días</i>				
Sí	1	6	11,2 (1,1-110,5)	0,03
No	15	8		
<i>pH > 7,35</i>				
No	4	10	7,5 (1,5-37,9)	0,02
Sí	12	4		
<i>Fallo renal</i>				
Sí	5	12	13,2 (2,1-82,5)	0,005
No	11	2		
<i>Lactato > 5 (mmol/l)</i>				
Sí	8	12	6 (1,1-35,9)	0,04
No	8	2		
<i>Sepsis</i>				
Sí	2	8	9,3 (1,5-57,6)	0,01
No	14	6		

un índice cardiaco $< 2\text{l}/\text{min}/\text{m}^2$, con dosis crecientes de inotrópicos. La dosis de inotrópicos a partir de la cual se indica ECMO es de $0,3\text{-}0,5\ \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ de adrenalina, sobre todo si se acompaña de una saturación venosa mixta menor del 40%, acidosis láctica progresiva, oligoanuria ($< 1\ \text{ml}/\text{kg}/\text{h}$) y aumento de las enzimas hepáticas. En casos de vasoplejía, cuando la dosis de noradrenalina es mayor de $2\ \mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$. Una alternativa previa a la ECMO es considerar iniciar levosimendán combinado con otros fármacos vasoactivos¹².

La acidosis sistémica se define como una disminución progresiva de la diuresis hasta $1\ \text{ml}/\text{kg}/\text{h}$ a pesar de terapia inotrópica y diurética, en asociación con una mala perfusión periférica, baja saturación venosa o aumento progresivo de las presiones de llenado miocárdico. Tener claro este concepto ayuda a la hora de indicar la ECMO.

Aunque en nuestra serie no se han producido, a veces la presencia de arritmias nodales o auriculares refractarias asociadas a acidosis sistémica puede ser también indicación de ECMO.

En nuestro centro no indicamos ECMO de forma profiláctica antes de la cirugía, sino que la indicamos cuando el paciente no sale de CEC o se deteriora en las primeras horas del postoperatorio.

El nivel de pH y de ácido láctico son marcadores de perfusión tisular y ambos parámetros han sido analizados como predictores de muerte, encontrando una clara correlación entre su valor en el momento del implante de la ECMO y la mortalidad posterior². Un láctico mayor de 5 previo al implante de la ECMO se correlaciona con un mayor daño tisular irreversible. En nuestra experiencia, aquellos pacientes con un láctico previo a la ECMO menor de 5,5

sobrevivieron todos, mientras que de los que tenían un láctico mayor de 5,5 solo sobrevivieron un 61%.

La persistencia de fallo renal a pesar de 24 h de ECMO es un indicador de mortalidad¹³. En el estudio de Kumar et al.¹⁴, el sexo masculino, la canulación cervical, la oliguria tras 24 h de soporte y la politransfusión se asociaron a más mortalidad. En nuestra serie, observamos que la combinación de fallo renal con acidosis es un marcador de mortalidad, especialmente si además se asocia a sepsis. Estudios previos han encontrado la duración de la ECMO como un factor determinante de la mortalidad⁴. El aumento del tiempo de ECMO está relacionado claramente con el deterioro renal, pulmonar y del sistema inmunitario¹⁵. Otros riesgos adicionales del uso prolongado de ECMO son la sepsis y la mediastinitis. Las múltiples cánulas y catéteres centrales en pacientes con ECMO, en asociación con bajo gasto e insuficiencia renal, predisponen a la infección. Nuevas estrategias para reducir los efectos inflamatorios de la ECMO pueden atenuar estos problemas de repercusión en determinados órganos. Circuitos envueltos en heparina y albumina (bioopacificación) han reducido los efectos inflamatorios derivados de la interacción de la sangre con los componentes artificiales del circuito, aunque está por ver si esto se traduce en menores complicaciones¹⁶.

La mayoría de los pacientes que han fallecido en nuestro centro después del destete de ECMO lo han hecho por sepsis (73%). La sepsis es generalmente una complicación de aparición tardía, especialmente presente en pacientes con ECMO prolongados, en los que su presencia suele predecir un mal resultado¹⁷. En nuestro estudio, encontramos una asociación clara entre sepsis y mortalidad.

Una mención especial merece el implante de ECMO poscardiotomía para poder recuperar al paciente de una situación pre mortem y ganar tiempo antes de decidir la actitud a seguir, lo que nosotros denominamos «ECMO como puente a la decisión». Nuestra experiencia incluye, por ejemplo, el caso de un neonato de 2 días de vida trasladado de otro centro en shock cardiogénico refractario a tratamiento médico, con sospecha diagnóstica de drenaje venoso pulmonar anómalo total supracardiaco y coartación de aorta. Se intervino de forma emergente de la hipoplasia de arco aórtico y posteriormente se implantó un ECMO vía cervical (con 2 días de vida). Tras 24 h en ECMO se observó una evidente recuperación de los parámetros de acidosis tisular y hemodinámicos, por lo que se decidió realizar cateterismo diagnóstico, el cuál confirmó el drenaje venoso anómalo total supracardiaco no obstructivo y a los 4 días de vida se realizó corrección quirúrgica del mismo con éxito. En este caso, la ECMO nos permitió ganar tiempo y recuperar al paciente para poder establecer el diagnóstico y afrontar con éxito una segunda cirugía cardiaca reparadora.

En los últimos años, ha aumentado de forma importante el número de implantes de ECMO poscardiotomía en nuestro centro, lo que se ha traducido en una reducción de la mortalidad hospitalaria en determinadas patologías, como por ejemplo en el Fallot y la TGA. Si comparamos la evolución de estos pacientes operados sin y con ECMO, la reducción de la mortalidad resulta evidente. En el caso del Fallot, la mortalidad hospitalaria entre 2004 y 2009 (no ECMO) fue del 10%, mientras que entre 2010 y 2015 (4 ECMO implantados) fue del 1%. En la TGA, la mortalidad hospitalaria entre 2004 y 2009 fue del 16% (una ECMO poscardiotomía) y en 2010-2016 de un 5% (6 ECMO poscardiotomía).

Con respecto al grupo de los pacientes con fisiología univentricular, según algunos estudios, el uso de ECMO veno-arterial estándar se asocia a un aumento de la perfusión de los pulmones a través de la derivación sistémico-pulmonar¹⁸. Este incremento de flujo pulmonar puede no ser bien tolerado en un único ventrículo, sobre todo si es de morfología derecha y, a veces, si no es posible destetar al paciente del ECMO, se pueden plantear estrategias para modificar el flujo pulmonar de la fístula/Sano, aunque es una postura controvertida. Dentro de nuestra serie, tenemos 2 casos de ECMO poscirugía Norwood-Sano que han sobrevivido y en ninguno de ellos hemos realizado modificaciones en el Sano tras el implante del ECMO.

La principal complicación del ECMO poscardiotomía fue la hemorragia. En la mayoría de las series publicadas en la literatura la tasa de reintervención por sangrado está en torno al 50%¹¹. Normalmente, la exploración quirúrgica de estos pacientes se realiza en la Unidad de Cuidados Intensivos para evitar las complicaciones derivadas del transporte a quirófano, aunque en nuestra experiencia esta estrategia se asocia a un elevado riesgo de sepsis no asociado a mortalidad.

En las primeras series publicadas, la hemorragia cerebral era una de las principales causas de muerte entre los pacientes con ECMO¹⁹. Actualmente, con la mejora de la anticoagulación del circuito y el empleo de test de agregación plaquetaria y tromboelastograma para optimizar el nivel de anticoagulación, se han reducido de forma importante las embolias cerebrales y el sangrado. En nuestra serie, en un 10% se observaron complicaciones hemorrágicas que marcaron el pronóstico.

En general, en los pacientes que no sobreviven tras implante de ECMO, la causa suele ser el desarrollo de disfunción miocárdica severa persistente y/o hipertensión pulmonar y su repercusión en el resto del organismo. En nuestra experiencia, un aceptable número de pacientes (50%) sobreviven gracias a la ECMO y pueden ser dados de alta del hospital. Si bien esta cifra puede parecer baja, hay que tener en cuenta que el pronóstico de estos pacientes de otra forma es infausto.

Conclusión

Actualmente, es necesario disponer de la ECMO como una herramienta postoperatoria más a considerar en el manejo de pacientes intervenidos de cardiopatías congénitas. En nuestra experiencia, el implante de ECMO en situación poscardiotomía (pacientes que no salen de bomba) se asocia a una mayor mortalidad que cuando se implanta de forma más tardía; no obstante, aun con todo, puede asociarse a supervivencias del 50%, lo cual es relevante en pacientes con un pronóstico ominoso. La duración prolongada del soporte, la sepsis, el fallo renal y la acidosis son factores asociados a mortalidad en la ECMO poscardiotomía.

Financiación

No hemos recibido fuentes de financiación para este artículo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

A nuestras queridas perfusionistas de adultos, Esther Fernández, Teresa Madramany, María Alejandre y Ainhoa Fernández, por su ayuda, cercanía y buen hacer.

Bibliografía

- Mascio CE. The use of ventricular assist device support in children: The state of the art. *Artif Organs*. 2015;39:14-20.
- McCarthy FH, McDermott KM, Kini V, Gutsche JT, Wald JW, Xie D, et al. Trends in U.S. extracorporeal membrane oxygenation use and outcomes: 2002-2012. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2015;27:81-8.
- Ghez O, Horea F, Ughetto F, Fraisse A, Kreitmann B, Metras D. Postoperative extracorporeal life support in pediatric cardiac surgery: Recent results. *ASAIO J*. 2005;51:513-6.
- Joffe AR, Lequier L, Robertson CM. Pediatric outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for cardiac disease and for cardiac arrest: A review. *ASAIO J*. 2012;58:297-310.
- Haines NM, Rycus PT, Zwischenberger JB, Bartlett RH, Undar A. Extracorporeal Life Support Registry Report 2008: Neonatal and pediatric cardiac cases. *ASAIO J*. 2009;55:111-6.
- Bhat P, Hirsch JC, Gelehrter S, Cooley E, Donohue J, King K, et al. Outcomes of infants weighing three kilograms or less requiring extracorporeal membrane oxygenation after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg*. 2013;95:656-61.
- Balasubramanian SK, Tiruvoipati R, Amin M, Aabideen KK, Peek GJ, Sosnowski AW, et al. Factors influencing the outcome of paediatric cardiac surgical patients during extracorporeal circulatory support. *J Cardiothorac Surg*. 2007;2:4.
- Baslaim G, Bashore J, Al-Malki F, Jamjoom A. Can the outcome of pediatric extracorporeal membrane oxygenation after cardiac surgery be predicted? *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2006;12:21-7.
- Ranucci M, Baryshnikova E, Cotza M, Carboni G, Isgrò G, Carlucci C, et al. Coagulation monitoring in postcardiotomy ECMO: conventional tests, point-of-care, or both? *Minerva Anesthesiol*. 2016;82:858-66.
- Delmo EM, Stiller B, Hetzer R, Alexi-Meskishvili V, Hübler M, Böttcher W, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for perioperative cardiac support in children I: Experience at the Deutsches Herzzentrum Berlin (1987-2005). *ASAIO J*. 2007;53:246-54.
- Gupta P, Beam B, Schmitz ML. Outcomes associated with the use of renal replacement therapy in children receiving extracorporeal membrane oxygenation after heart surgery: a multi-institutional analysis. *Pediatr Nephrol*. 2015;30:1019-26.
- Gournay V, Hauet Q. Mechanical circulatory support for infants and small children. *Arch Cardiovasc Dis*. 2014;107(6-7):398-405.
- Gupta P, Beam B, Schmitz ML. Outcomes associated with the use of renal replacement therapy in children receiving extracorporeal membrane oxygenation after heart surgery: A multi-institutional analysis. *Pediatr Nephrol*. 2015;30:1019-26.
- Kumar TK, Zurakowski D, Dalton H, Talwar S, Allard-Picou A, Duebener LF. Extracorporeal membrane oxygenation in postcardiotomy patients: Factors influencing outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;140:330-6.
- Hadley JS, Wang JE, Michaels LC, Dempsey CM, Foster SJ, Thiemeermann C, et al. Alterations in inflammatory capacity and TLR expression on monocytes and neutrophils after cardiopulmonary bypass. *Shock*. 2007;27:466-73.

16. Deptula J, Glogowski K, Merrigan K, Hanson K, Felix D, Hammel J, et al. Evaluation of biocompatible cardiopulmonary bypass circuit use during pediatric open heart surgery. *J Extra Corpor Technol.* 2006;38:22–6.
17. Gupta P, Robertson MJ, Beam BW, Rettiganti M. Outcomes associated with preoperative use of extracorporeal membrane oxygenation in children undergoing heart operation for congenital heart disease: A multi-institutional analysis. *Clin Cardiol.* 2015;38:99–105.
18. Kolovos NS, Bratton SL, Moler FW, Bove EL, Ohye RG, Bartlett RH, et al. Outcome of pediatric patients treated with extracorporeal life support after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg.* 2003;76:1435–41.
19. Salvin JW, Laussen PC, Thiagarajan RR. Extracorporeal membrane oxygenation for postcardiotomy mechanical cardiovascular support in children with congenital heart disease. *Paediatr Anaesth.* 2008;18:1157–62.