

# Complicaciones durante el ECMO: Análisis de 18 casos.

Dres. J. Vázquez, M. Sánchez Luna, R. Greco, B. Arias, J. Matute, J. Cerdá, D. Blanco, E. Molina, S. Caballero, J.C. De Agustín, M.L. Serrano, G. Barrientos, R. Romero

Departamento de Pediatría y Cirugía Pediátrica. Hospital Gregorio Marañón, Madrid.

## Resumen

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una técnica de elección empleada cuando fracasan los tratamientos convencionales de la insuficiencia respiratoria grave o en casos de falla cardio-respiratoria. El ECMO no está exento de complicaciones y su análisis es el motivo de este trabajo. Desde Octubre de 1997 hasta Mayo de 1999 hemos tratado 18 pacientes con ECMO. En 8 casos empleamos la técnica del ECMO veno-venoso y en 10 casos veno-arterial. Las indicaciones para la realización de ECMO veno-venoso fueron: hernia diafragmática (3), aspiración meconial (2), hipertensión pulmonar primaria (1), sepsis (1) y rotura traqueal (1). Las indicaciones para ECMO veno-arterial fueron: corrección de cardiopatía congénita (9) y trasplante cardíaco neonatal (1). En todos los casos hemos empleado una bomba Collin-cardio no oclusiva con reservóreo para flujo tidal y membrana de oxigenación de 0.8m<sup>2</sup>. Se produjeron complicaciones en 14 pacientes (77%): 20 episodios hemorrágicos en 11 pacientes, neurológicas en 7, mecánicas en 3, derivadas del circuito en 3 y acodamiento de la cánula en 1. Diez pacientes precisaron diferentes procedimientos quirúrgicos durante el ECMO. El 55% de los pacientes incluidos en ECMO consiguieron alcanzar la decanulación y 6 (33%) sobreviven a largo plazo. De nuestra primera experiencia se desprende que la tasa de complicaciones asociadas al ECMO es elevada y se requiere un equipo multidisciplinario para su manejo. La cirugía durante el ECMO conlleva una alta tasa de hemorragias y la revisión quirúrgica es una indicación frecuente. En nuestra experiencia la mortalidad se asoció con la realización de procedimientos quirúrgicos bajo ECMO y con los episodios de hemorragia. Superada la difícil curva de aprendizaje el ECMO puede jugar un papel importante en el tratamiento de la insuficiencia cardiorespiratoria neonatal.

**Palabras clave:** ECMO Neonatal - Cirugía pediátrica - Insuficiencia respiratoria grave.

## Summary

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is the treatment of choice when conventional methods to ventilate a patient with respiratory insufficiency or cardio-respiratory failure fails. We described our experience using ECMO. Between October 1997 and May 1999 we used ECMO in 18 children. ECMO vascular access in eight cases was veno-venous and in ten veno-arterial. Indications for veno-venous ECMO were: congenital diaphragmatic hernia (3), meconium aspiration (2), primary pulmonary hypertension (1), sepsis (1) and tracheal rupture (1). Indications for veno-arterial ECMO were correction of Congenital Heart Disease (9) and a neonatal cardiac transplant (1). In all cases we have used the non-occlusive Collin cardiac pump with reservoirs for tidal flow and a membrane oxygenator of 0.8m<sup>2</sup>. Fourteen children developed complications (77%): twenty bleeding episodes in eleven patients, neurologic events in seven and mechanic problems in three. Ten children needed further surgery during ECMO support. 55% could be weaned from ECMO and six children (33%) are long term survivors. From this initial experience with ECMO we conclude complications are high and a multidisciplinary approach is needed. Surgery during ECMO is associated with a high incidence of bleeding which is the principal cause of mortality in our series of children. ECMO plays an important role in the management of neonatal cardio-respiratory insufficiency.

**Index words:** Extracorporeal membrane oxygenation - Respiratory insufficiency.

## Resumo

A oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) é uma técnica de eleição empregada quando fracassam os tratamentos convencionais da insuficiência respiratória grave ou em casos de falência cardio-respiratória. O ECMO não está isento de complicações e sua análise é o motivo deste trabalho. De outubro de 1997 a maio de 1999 tratamos 18 pacientes com ECMO. Em 8 casos foi empregada a técnica do ECMO veno-venoso e em 10 casos veno-arterial. As indicações para a realização do ECMO veno-venoso foram: hêrnia diafragmática (3), aspiração meconial (2), hipertensão pulmonar primária (1), seps (1) e rotura traqueal (1). As indicações para a ECMO veno-arterial foram: correção de cardiopatia congênita (9) e transplante cardíaco neonatal (1). Em todos os casos empregamos uma bomba Collin-cardio não oclusiva com reservatório para fluxo tidal e membrana de oxigenação de 0,8 m<sup>2</sup>. Houve complicações em 14 pacientes (77%): 20 episódios hemorrágicos em 11 pacientes, neurológicas em 7, mecânicas em 3, derivadas do circuito em 3 e da cânula em 1. Dez pacientes necessitaram diferentes procedimentos cirúrgicos durante o ECMO. Em 55% dos pacientes obteve-se a descanulação e 6 (33%) têm sobrevivido de longo prazo. Desta nossa primeira experiência se depende que a taxa de complicações associadas a ECMO é elevada, requerendo-se equipe multidisciplinar para o seu manejo. A cirurgia durante a ECMO determina uma alta taxa de hemorragia e a revisão cirúrgica é uma indicação frequente. Em nossa experiência, a mortalidade está associada com a realização de procedimentos cirúrgicos sob ECMO e com episódios de hemorragia. Superada a difícil curva de aprendizagem, a ECMO pode desempenhar um papel importante no tratamento da insuficiência cardiorespiratória neonatal.

**Palavras chave:** ECMO Neonatal - Cirurgia pediátrica - Insuficiência respiratória grave.

## Introducción

Desde la primera experiencia en Irvine con ECMO neonatal descrita por Bartlett en 1975<sup>1</sup>, se han llevado a cabo más de 12.000 tratamientos en todo el mundo convirtiéndose en una posibilidad terapéutica para la insuficiencia respiratoria grave. Durante todo este tiempo el tratamiento con ECMO no siempre ha sido reconocido como eficaz y debido a su costo o a la necesidad de entrenar personal especializado, se ha cuestionado la generalización de su uso. Bartlett en 1985<sup>2</sup>, en un estudio prospectivo, demostró la eficacia de su uso. El estudio colaborativo Británico publicado en 1996<sup>3</sup> demostró la disminución de la mortalidad con el empleo del ECMO frente a la terapia convencional y propone la difusión de su aplicación.

Actualmente podemos asegurar que el ECMO es una de las últimas posibilidades terapéuticas de la insuficiencia respiratoria grave cuando ha fracasado la terapia convencional. Las indicaciones de esta modalidad terapéutica han ido ampliándose progresiva-

mente incluyendo entre otros a la hipertensión pulmonar persistente, el síndrome de aspiración meconial, el distress respiratorio tipo adulto, la hernia diafragmática congénita, la ruptura de la vía aérea y el síndrome de distress respiratorio neonatal.

J. Chevalier y cols.<sup>4</sup> describieron un sistema de ECMO que se ha popularizado en Europa por la simplicidad de su manejo, el uso de una cânula única de doble luz y el bajo costo de mantenimiento.

Sin embargo la asistencia con ECMO no está exenta de complicaciones que en ocasiones determinan el pronóstico y sus resultados. Los riesgos de hemorragia, acodamiento de las cánulas, entrada de aire en el circuito, rotura de los sistemas, coagulación del circuito y/o membrana y la enfermedad inflamatoria por mediadores son complicaciones que aparecen con relativa frecuencia durante el ECMO.

En este trabajo pretendemos analizar nuestra experiencia inicial en el manejo de las complicaciones y de los procedimientos quirúrgicos realizados en estos pacientes.

## Material y método

Desde Octubre de 1997 hasta Mayo de 1999 hemos utilizado tratamiento con ECMO en 18 pacientes. En ocho casos hemos empleado ECMO veno-venoso y en 10 casos veno-arterial. En todos los casos hemos empleado una bomba no oclusiva con reservorio (06 GN Hospal, Collin-cardio, Arcueil, Francia), circuito con doble sistema de circulación para calentamiento de la sangre con un volumen de purgado sin la membrana de 150ml (AREC Nouveau En, TK 0077, Tuyaux Chauffants, Francia), oxigenador de placas silicónadas de 0,8m<sup>2</sup> (Diffusion Membrane Oxygenator, M8-E, Jostra, Alemania) y medidor de flujo (Transonic Systems Inc. T 110, Ithaca, New York, USA). En los ocho pacientes que se ha aplicado el ECMO veno-venoso, hemos utilizado una cánula única de doble luz a través de la vena yugular interna derecha, el abordaje quirúrgico fue realizado por vía abierta en la propia Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales.

El calibre de la cánula fue 12 Fr (AREC Cánula, M 108, Jostra, Alemania) intercalándose un sistema de clampeo alternativo de las ramas arteriales y venosas del circuito (IFC 05, AK 10 System, Gambro Instrumenta AB, Lund, Sweden). En los 19 casos de uso de ECMO veno-arterial la cánula arterial se introdujo a través de la arteria carótida dejando en ocasiones la cánula original aórtica situada previamente durante el acto operatorio para la circulación extracorpórea. En dos pacientes reconvertimos la canulación venosa y arterial a una única canulación venosa previa a la salida de ECMO.

Los datos estudiados de cada paciente incluyen: edad de inicio del tratamiento con ECMO, diagnóstico inicial, duración del tratamiento y procedimientos quirúrgicos realizados durante la asistencia en ECMO. Analizamos las complicaciones, la supervivencia y las causas de muerte. También se analiza la relación entre las complicaciones y la morbimortalidad.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba t de Student para las variables cuantitativas, aplicando la prueba exacta de Fisher debido al pequeño tamaño de la muestra. Para las variables cualitativas se utilizó Chi cuadrado, con corrección de continuidad. Los resultados se expresan como media ± error standar de la media.

## Resultados

Se ha empleado ECMO veno-venoso en 8 pacientes con las siguientes características: edad gestacional media de 38±1.7 semanas (rango=36-40), peso al inicio del ECMO de 3123±679 gramos (rango=2600-4700), índice de oxigenación (Pam x FIO<sub>2</sub>/PaO<sub>2</sub>) previo de 89±36 (rango=50-150), duración media de asistencia en ECMO de 7.8±6.5 días (rango=1-16). Las causas de insuficiencia respiratoria fueron: hernia diafragmática congénita en 3 casos, síndrome de aspiración meconial en 2 casos, shock séptico en 1, hipertensión pulmonar primaria en 1 y rotura traqueal en 1. De este grupo 3 pacientes sobreviven a largo plazo con una situación clínica normal y sin secuelas neurológicas.

En los 10 pacientes que fueron tratados con ECMO veno-arterial, la indicación más frecuente fue el fallo ventricular severo postcirugía iniciándose el ECMO durante el acto operatorio. Las indicaciones para este grupo de pacientes fueron: síndrome de corazón izquierdo hipoplásico 6, canal aurículo-ventricular 1, interrupción del arco aórtico 1, trasposición de grandes vasos 1 y trasplante cardiaco en un paciente con corazón izquierdo hipoplásico. En todos los casos, excepto en el paciente sometido a trasplante cardiaco se observó estabilidad hemodinámica y gasométrica con el ECMO. Cinco pacientes alcanzaron la decanulación y la salida de ECMO y 3 sobrevivieron a largo plazo. La edad media de inicio del ECMO fue de 54 días (rango=3-178), el peso medio de 3209+739g (rango=2700-5000) y el tiempo de asistencia de 5 días (rango=1-14).

Se realizaron un total de 12 procedimientos quirúrgicos en 10 pacientes durante la asistencia de ECMO, los datos clínicos se muestran en la tabla 1.

Se produjeron complicaciones en 14 niños (77%), dentro de las cuales destacan las hemorrágicas y las neurológicas por su frecuencia y sus graves consecuencias. En total se presentaron 20 complicaciones hemorrágicas en 11 pacientes. Los datos clínicos se muestran en la tabla 2. Entre los 10 pacientes a los que se les realizó algún tipo de procedimiento quirúrgico, la incidencia de complicaciones fue elevada, de tal forma que sólo en dos de ellos no se produjeron complicaciones hemorrágicas. Las complicaciones neurológicas aparecieron en 6 niños sien-

Corrección hernia diafragmática congénita	2
Drenaje abdominal	1
Drenaje torácico	2
Laparotomía exploradora	1
Biopsia pulmonar	1
Cirugía traqueal	1
Revisión mediastino	3
Recolocación cánulas	1

**Tabla 1:** procedimientos quirúrgicos realizados en 10 pacientes durante la asistencia con ECMO.

Hemorragia gastrointestinal	1
Hemoperitoneo	3
Hematoma hepático	2
Hemorragia incisional	10
Sangrado peri-cánula	1
Coagulopatía	3

**Tabla 2:** complicaciones hemorrágicas en 11 pacientes durante la asistencia con ECMO.

do la más frecuente la hemorragia intracraneal (3 casos). En cuanto a las complicaciones cardio-pulmonares aparecieron en 6 pacientes, teniendo especial importancia por su frecuencia la hemorragia pulmonar en 3 pacientes y el paro cardiorrespiratorio en 1. Considerando aquellos pacientes que habían sufrido alguna complicación durante el ECMO observamos un incremento de la mortalidad con respecto a los que no sufrieron complicaciones, si bien las diferencias no han sido estadísticamente significativas.

En siete casos existieron complicaciones mecánicas relacionadas con el sistema: entrada de aire en el circuito en 2, presencia de coágulos en 3 y un fallo del rotor de la bomba en los 2 restantes.

Once pacientes lograron reunir los criterios de salida del ECMO, aunque posteriormente 5 fallecieron por morbilidad asociada. Las causas de muerte de estos pacientes fueron: muerte cerebral, hemorragia intracraneal y hemorragia pulmonar. La supervivencia global fue del 33%, los pacientes supervivientes se encuentran en el momento actual libres de secuelas.

## Discusión

La oxigenación por membrana extracorpórea es un sistema que permite la estabilización de pacientes con insuficiencia cardiorrespiratoria grave con mortalidad esperada superior al 90%.

El ECMO veno-arterial puede ser utilizado como soporte hemodinámico transitorio en aquellos pacientes con fallo ventricular tras la corrección de cardiopatías congénitas actuando como puente hasta la recuperación de una función miocárdica adecuada.

Las complicaciones asociadas al ECMO pueden ser clasificadas en dos categorías: médicas y mecánicas. Cualquier componente del sistema puede fallar, por lo que es mandatorio una monitorización continua para su detección precoz y manejo adecuado. En nuestra serie las complicaciones mecánicas aparecieron en los primeros pacientes, sin embargo tras la introducción de mínimos cambios en los componentes del circuito no hemos tenido ningún caso de complicación mecánica.

Las complicaciones médicas tienen una alta incidencia en los centros que utilizan el ECMO, las más frecuentes son las hemorragias que en general se relacionan con las áreas de abordaje quirúrgico (herida quirúrgica), los puntos de canulación o bien otras áreas del organismo que sangran debido al tratamiento anticoagulante (abdomen, tórax, pulmón, cerebro, etc). En nuestro grupo de pacientes las complicaciones hemorrágicas aparecieron en un 60% de los casos y se asociaron con una mayor mortalidad.

Es posible la realización de procedimientos quirúrgicos durante el ECMO, aunque debe tenerse en cuenta que la cirugía durante el ECMO tiene un alto riesgo de sangrado. También es posible la aparición de hemorragia masiva gastrointestinal, intratorácico, intraabdominal y retroperitoneal en pacientes en los que no se realiza ningún procedimiento quirúrgico durante el ECMO. Al igual que otros autores hemos encontrado una alta tasa de hemorragia en los pacientes intervenidos de hernia diafragmática bajo tratamiento con ECMO<sup>5</sup>. De esta experiencia se desprende la sugerencia de esperar a completar el destete del ECMO para realizar la corrección anatómica del defecto diafragmático.

En nuestra serie se produjeron dos casos de coagulopatía tras hemorragia postoperatoria masiva y otro caso de coagulopatía que no tuvo relación con

ningún procedimiento quirúrgico previo. La duración de la asistencia con ECMO también se asoció con una mayor tasa de complicaciones hemorrágicas debido al prolongado tratamiento anticoagulante.

Dentro del grupo de pacientes sometidos a cirugía, se procedió a la reparación de una rotura traqueal post-dilatación realizándose la intervención bajo ECMO. Finalizada la corrección quirúrgica fue posible la salida de ECMO, la reparación de la vena yugular interna y el paso a asistencia ventilatoria convencional. El paciente evolucionó satisfactoramente, está pendiente la corrección quirúrgica de su cardiopatía. El corto tiempo del uso del ECMO fue un factor decisivo para evitar la aparición de complicaciones.

Creemos necesario optimizar el manejo de la anticoagulación durante la realización de procedimientos mayores durante el ECMO. Algunos autores proponen el uso de antifibrinolíticos como medida preventiva<sup>5</sup>.

Las complicaciones cardiopulmonares también constituyeron un grupo importante, esto puede deberse a la mayor proporción de pacientes con cardiopatía congénita en nuestra serie. Sin embargo sólo 2 pacientes presentaron criterios de "aturdimiento" miocárdico, definido como el acortamiento de la fracción de eyección ventricular <25% con el inicio del ECMO, que fue normalizándose en las siguientes 48 horas.

Las complicaciones neurológicas tuvieron un gran impacto sobre los pacientes tratados, no solamente por su repercusión sobre la mortalidad, sino también por su influencia en el crecimiento y desarrollo de los pacientes supervivientes. En nuestro pequeño grupo de pacientes, los niños supervivientes no presentan ninguna secuela detectable, pero debe realizarse seguimiento más prolongado.

Si bien el alto nivel de complicaciones puede hacer dudar de la eficacia del tratamiento con ECMO, cabe decir que actualmente es la única alternativa para rescatar pacientes extremadamente graves. Superada la curva de aprendizaje, el empleo de un equipo entrenado multidisciplinario y una correcta selección de las indicaciones pueden asegurar un papel importante del ECMO en la insuficiencia cardiopulmonar grave.

### Bibliografía

1. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies R, et al: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. *Trans ASAIO*; 22: 80-88, 1976.
2. Bartlett RH, Roloff DW, Cornell RG, et al: Extracorporeal circulation in neonatal respiratory failure: a prospective randomized study. *Pediatrics*; 4: 479-487, 1985.
3. UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. UK Collaborative ECMO trial Group. *Lancet*; 348: 75-82, 1996.
4. Chevalier J, Durandy Y, Batisse A et al: Preliminary report: Extracorporeal lung support for neonatal acute respiratory failure. *Lancet*; 335: 1364-1366, 1990.
5. Van der Staak FH, De Haan AF, Geven WB et al: Surgical repair of congenital diaphragmatic hernia during ECMO: Hemorrhagic complications and the effect of tranexamic acid. *J Pediatr Surg*; 32: 594-599, 1997.

Trabajo presentado en el 33º Congreso Argentino de Cirugía Pediátrica, Buenos Aires, Argentina, noviembre de 1999.

Dr. Juan Vázquez Estevez  
C/Dr. Castelo, 49  
28009 Madrid  
España