

Oxigenación por membrana extracorpórea, ECMO. Experiencia de los primeros 22 casos

M. Sánchez Luna¹, J. Vázquez Estévez², D. Blanco Bravo¹, B. Arias Novas¹, S. Caballero Martín¹,
M.L. Serrano Madrid¹, M.L. Franco Fernández¹, V. Pérez Sheriff¹, R. Greco Martínez³, E. Maroto Alvaro⁴

Resumen. Objetivo: La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una alternativa a las situaciones de insuficiencia respiratoria o cardiorrespiratoria cuando los tratamientos convencionales han fracasado. Presentamos los primeros 22 pacientes tratados con ECMO en el Servicio de Neonatología del Hospital Gregorio Marañón.

Pacientes y método: Desde octubre de 1997 hasta septiembre de 1999 se han tratado 22 pacientes en ECMO. En 8 se ha realizado ECMO por insuficiencia respiratoria con falta de respuesta al tratamiento convencional (ECMO-r) empleándose un sistema veno-venoso de flujo tidal, y en 14 ECMO cardíaca (ECMO-c) en los que se ha empleado asistencia veno-arterial y la indicación ha sido fallo ventricular severo tras circulación extracorpórea durante cirugía cardiovascular.

Resultados: Los 8 pacientes del grupo ECMO-r presentaron un índice de oxigenación previo: $89 \pm 36,6$ (50-150), duración de ECMO: $7,8 \pm 6,5$ (1-16) días y edad de inicio entre 1y 151 días. La causa fue hernia diafragmática congénita (HDC) en 3 casos, síndrome de aspiración meconial en 2 casos, shock séptico, hipertensión pulmonar idiopática y fuga aérea en 1 caso. Se consiguió decanular por mejoría a 5/8 pacientes, sobreviviendo 3/8. Los 14 pacientes en los que se empleó ECMO-c precisaron ECMO veno-arterial por fallo ventricular severo. Se pudo decanular por mejoría 8/14, desarrollaron fallo multiorgánico o tuvieron mal pronóstico neurológico falleciendo en ECMO 5/14 y no se consiguió decanular por insuficiencia cardíaca 1/14. La edad de inicio de ECMO fue: 54 (3-178) días, el peso medio: 3.209 ± 739 (2.700-5.000) g y la duración: 6 (1-15) días.

Conclusiones: La ECMO es eficaz en rescatar a pacientes críticos cuando han fracasado los tratamientos convencionales. El síndrome de aspiración meconial es la patología con mejor pronóstico en ECMO-r. La ECMO-c representa un grupo complejo, siendo la ECMO la única alternativa terapéutica, pudiendo recuperar al 40%.

An Esp Pediatr 1999; 51:677-683.

Palabras clave: ECMO. Recién nacido. Cardiopatía congénita. Insuficiencia respiratoria.

EXTRACORPORAL MEMBRANE OXYGENATION (ECMO): EXPERIENCE WITH OUR FIRST 22 CASES

Abstract. Objective: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is an alternative to cases of respiratory or cardiopulmonary insufficiency when conventional therapy has failed. We present the first 22 patients treated with ECMO at the neonatology unit of the "Gregorio Marañón" Hospital.

¹Servicio de Neonatología. ²Servicio de Cirugía Pediátrica. ³Sección de Cirugía Cardiovascular Pediátrica. ⁴Sección de Cardiología Pediátrica.

Correspondencia: Dr. M. Sánchez Luna. Servicio de Neonatología. Dpto. de Pediatría. H.G.U. Gregorio Marañón. Dr. Esquerdo 46. 28009 Madrid.

Recibido: Septiembre 1999
Aceptado: Noviembre 1999

Patients and methods: From October 1997 until September 1999, 22 patients were treated with ECMO. In 8 of them ECMO was necessary because of respiratory insufficiency without response to conventional treatment (r-ECMO) and a veno-venous tidal flow system was used. In 14 patients, cardiac ECMO was necessary in the veno-arterial modality because of ventricular failure after extracorporeal circulatory assistance during cardiovascular surgery.

Results: The 8 patients of the respiratory ECMO group had a mean previous oxygenation index of 89 ± 36.6 (50-150). The mean duration of ECMO was 7.8 ± 6.5 (1-16) days and the age at the beginning of ECMO ranged between 1 and 151 days. The most frequent indications in this group were congenital diaphragmatic hernia in three cases, meconium aspiration syndrome in 2 cases and 1 case each of septic shock, idiopathic pulmonary hypertension and air leak. The cannula was removed in 5/8 patients due to recovery and 5/8 survived. The 14 patients of the cardiac ECMO group needed veno-arterial ECMO because of severe ventricular failure. Eight out of fourteen were decannulated after improvement. In 5/14 there was multiorgan failure or bad neurological prognosis resulting in death while on ECMO. In 1 out of 14 patients removal of the cannula was impossible because of cardiac insufficiency. The mean age at the beginning of ECMO was 54 (3-178) days. The mean weight at ECMO was 3209 ± 739 (2700-5000) gr and the mean duration of ECMO was 6 (1-15) days.

Conclusions: ECMO is an effective treatment in rescuing critical patients when conventional treatment fails. Meconium aspiration syndrome is the pathology with the best prognosis on ECMO. Cardiac ECMO represents a complex group of patients in which ECMO is the only treatment and which may result in recovery in 40% of the patients.

Key words: ECMO. Newborn. Congenital cardiac disease. Respiratory insufficiency.

Introducción

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una técnica de reciente aplicación en España. Su uso está indicado en aquellas situaciones en las que existe insuficiencia respiratoria grave o insuficiencia cardiorrespiratoria con falta de respuesta a los tratamientos convencionales.

Desde la década de los años ochenta, es una alternativa terapéutica en la mayoría de los hospitales terciarios de Estados Unidos y Europa; sin embargo, hasta la actualidad no se había notificado su empleo en nuestro país, salvo en algún caso esporádico y durante tiempo muy limitado en forma de circulación extracorpórea prolongada⁽¹⁾.

Tras una fase inicial experimental, en octubre de 1997 se inició el programa de ECMO neonatal en el Servicio de Neonatología

del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid, habiéndose tratado hasta la actualidad a 22 recién nacidos y lactantes tanto con ECMO veno-arterial como veno-venoso.

El objetivo del presente trabajo es exponer los resultados del tratamiento con ECMO en los primeros 22 pacientes tratados en nuestra unidad.

Pacientes y métodos

Desde octubre de 1997 hasta la actualidad han sido tratados 22 pacientes con ECMO.

En 8 casos, la patología que hizo necesario el empleo de ECMO fue de origen respiratorio (ECMO-r) y en 14 casos de origen cardiaco (ECMO-c).

En todos los casos se ha empleado una bomba no oclusiva con reservorio de elevada distensibilidad adaptado a los rodillos de la bomba y que por esta distensibilidad autorregula el flujo según la volemia, precarga y postcarga a igualdad de vueltas del rotor (06 GN Hospal, Collin-Cardio, Arcueil, Francia)⁽²⁻⁵⁾. El circuito empleado dispone de doble sistema de circulación para calentamiento de la sangre con un volumen de purgado sin la membrana de 150 ml (AREC Nouveau Ne, TK 0077, Tuyaux Chauffants, Francia). Se han empleado oxigenadores de placas siliconadas de 0,8 m² (Diffusion Membrane Oxygenator, M8-E, Jostra®, Alemania) inicialmente y de membrana en la actualidad (AVECOR Cardiovascular Inc. Minneapolis, EE.UU.). La medición del flujo se ha realizado mediante sensor ultrasonográfico de alta precisión (Transonic Systems Inc. T 110, Ithaca, New York, USA). Se mantuvo la medición de CO₂ y O₂ a la salida de la membrana de oxigenación mediante capnografía de flujo continuo.

En los 8 pacientes en los que se ha realizado ECMO-r se ha empleado un sistema veno-venoso de flujo tidal, según técnica descrita por Chevalier y cols.⁽²⁻⁵⁾ (AREC) con cánula única de 12 french (AREC Cánula, M 108, Jostra®, Alemania) introduciéndola 6 centímetros mediante incisión supraclavicular para colocar la punta de la misma en la aurícula derecha (Fig. 1) desde la vena yugular interna derecha, intercalándose un sistema de clampaje alternativo de las ramas del circuito arterial y del venoso (IFC 05, AK 10 System, Gambro Instrumenta AB, Lund, Sweden) (Fig. 2). En los casos de ECMO-r la indicación ha sido insuficiencia respiratoria grave con falta de respuesta al tratamiento convencional.

En los casos de ECMO-c se ha empleado asistencia veno-arterial (Fig. 3) y la indicación ha sido fallo ventricular severo tras circulación extracorpórea en cirugía cardiovascular; en dos casos el ECMO veno-arterial se transformó en AREC como paso intermedio a la decanulación. La canulación empleada ha sido en la mayoría de los casos mixta (intratorácica y extratorácica), de la arteria carótida desde el cuello (bien izquierda o derecha) y de la aurícula derecha con la misma cánula de la circulación extracorpórea.

En todos los casos se realizó monitorización intraarterial en tiempo real mediante catéter de fibra óptica (Paratrend 7 fl, Diametrics Medical Inc. Minnesota, EE.UU.) colocado en la ar-



Figura 1. Disposición de la cánula de AREC en la aurícula derecha. ECMO venoso con cánula única de flujo tidal.

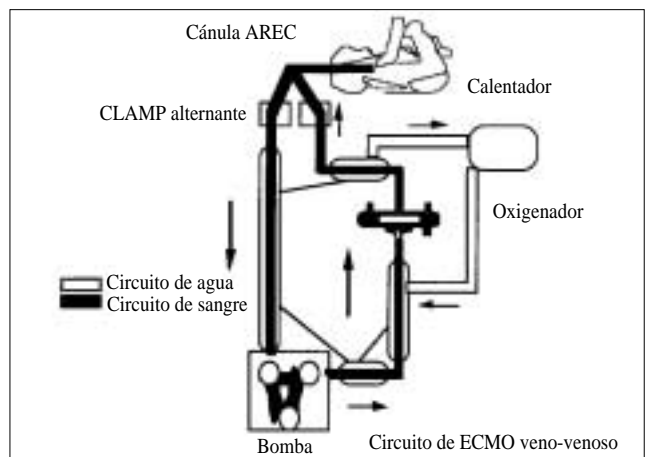


Figura 2. Esquema del circuito de ECMO veno-venoso con flujo tidal y clamp alternate con cánula única (AREC).

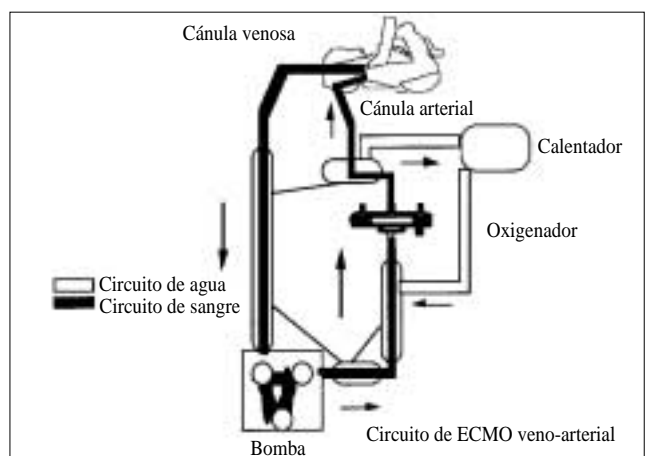


Figura 3. Esquema del circuito de ECMO veno-arterial.

Tabla I

Paciente	Diagnóstico	Peso al nacimiento	Edad inicio ECMO (gramos)	Duración (días)	IO previo (días)	Motivo retirada ECMO
1	HDC	3200	1	14	109	Mejoría
2	HDC	2900	1	10	112	Mejoría
3	Shock séptico	2685	1	1	82	FMO
4	SAM	2600	1	3	70	Mejoría
5	HDC	3000	1	16	150	FMO
6	SHPPN	2700	3	15	50	Otro
7	Fuga Aérea	3000	150	1		Mejoría
8	SAM	3300	2	3	51	Mejoría

IO : índice de oxigenación postductal. HDC: hernia diafragmática congénita. SAM: síndrome de aspiración meconial. SHPPN: síndrome de hipertensión pulmonar persistente neonatal. FMO : fallo multiorgánico.

teria femoral. Se monitorizaron la temperatura central intraarterial y la vesical de manera continua.

En todos los pacientes se realizaron estudios de función pulmonar y medición del espacio muerto fisiológico mediante análisis del CO₂ espirado pulmonar, en espiración única, según técnica descrita por Arnold y cols.^(6,7) empleándose la estación de análisis VenTrak (VenTrak®, Novamatrix, Wallingfor, EE.UU.).

La monitorización cerebral se realizó mediante ecografía cerebral junto con estudios de flujo cerebral y electroencefalografía. En todos los casos se intentó mantener el nivel de conciencia suficiente como para permitir una adecuada exploración neurológica como mejor forma de monitorización cerebral, manteniéndose suficiente nivel de analgesia y sedación y sin emplear bloqueantes neuromusculares.

Las características de los pacientes, el diagnóstico principal y la evolución se exponen en la tabla I en los casos en los que se empleó ECMO veno-venoso y en la tabla II en los que se empleó ECMO venoarterial.

La indicación de ECMO fue en todos los casos por alguno de los siguientes criterios:

1- Índice de oxigenación (IO) postductal > 40 en 3 de 5 muestras sanguíneas tomadas con al menos 30 minutos de diferencia pero menos de 60 minutos entre ellas. (Cálculo del índice de oxigenación donde PMA es la presión media en la vía aérea, IO = $PMA \times FiO_2 \times 100 / PaO_2$ postductal.)

2- (Diferencia alveolo-arterial de oxígeno) AaDO₂ ≥ 610 durante 8 horas (80% de mortalidad) ó ≥ 600 durante 12 horas (100% de mortalidad).

3- Descompensación aguda y refractaria respiratoria (PaO₂ < 40 mmHg) durante dos horas sin respuesta al tratamiento convencional máximo.

4- Disfunción ventricular con shock cardiogénico refractario al tratamiento médico.

Resultados

El diagnóstico de los pacientes tratados con ECMO veno-venoso fue: hernia diafragmática congénita (HDC) en tres casos, shock séptico un caso, síndrome de aspiración meconial

(SAM) en dos casos, síndrome de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido idiopática (SHPPN) en un caso y fuga aérea por rotura traqueal tras dilatación de estenosis congénita en un caso.

De los 8 pacientes que precisaron ECMO por insuficiencia respiratoria (ECMO-r), 5 pudieron ser decanulados por mejoría tras un tiempo medio de ECMO de 6 días, siendo la duración

Tabla II

Paciente	Diagnóstico	Peso al nacimiento (gramos)	Edad inicio ECMO	Duración (días)	Motivo retirada ECMO
1	Corrección Cardiopatía compleja	3200	178	5	Mal Pronóstico
2	Corrección interrupción arco aórtico tipo B	2730	32	6	Mal
3	Norwood*	2420	12	1	Otro
4	Trasplante	3100	169	1	FMO
5	Corrección	2930	3	4	Mejoría
6	Norwood*	2940	17	6	Mejoría
7	Norwood*	2190	39	6	Mejoría
8	Norwood*	2610	28	14	Mal pronóstico
9	Norwood*	3140	11	3	Mejoría
10	Norwood*	2670	55	5	Mal pronóstico
11	Norwood*	2930	14	5	Mejoría
12	Norwood*	3320	10	4	Mejoría
13	Norwood*	3700	8	15	Mal pronóstico
14	Corrección anatómica TGA	3540	15	9	Mejoría

FMO : fallo multiorgánico. *Corrección tipo Norwood. TGA : transposición de grandes arterias.

media de ECMO en los restantes de 11,5 días. Finalmente sobrevivieron al alta hospitalaria 3/8, siendo la duración media de ECMO de los tres supervivientes de 2 días y de 11 de los que no sobrevivieron.

Los tres pacientes con hernia diafragmática congénita (dos izquierdas y una derecha) procedían de otros centros hospitalarios. En un caso se inició ECMO, tras la corrección de su hernia diafragmática en su hospital de origen el primer día de vida, y en los dos restantes la corrección se realizó en durante ECMO a los 4 y 12 días de ECMO respectivamente. En dos casos se pudo decanular por mejoría de la función respiratoria, pero fallecieron posteriormente por hemorragia intracraneal y hemorragia pulmonar tras salida de ECMO. El tercer paciente falleció tras corrección quirúrgica confirmándose el diagnóstico de hipoplasia pulmonar severa. Este paciente presentó shock hipovolémico por sangrado postquirúrgico.

El paciente afecto de shock séptico falleció en las primeras 24 horas del inicio de ECMO por fallo multisistémico y acidosis metabólica severa.

Los dos pacientes con síndrome de aspiración meconial evolucionaron favorablemente tras tres días de ECMO en ambos casos, siendo su evolución posterior normal y sin secuelas.

En el recién nacido afecto de hipertensión pulmonar idiopática no fue posible el destete de la asistencia extracorpórea, falleciendo tras 16 días de soporte y confirmándose por histología pulmonar una extensión anormal de la capa muscular de las arteriolas pulmonares.

El lactante con fuga aérea secundaria a rotura traqueal fue trasladado a nuestra Unidad en insuficiencia respiratoria grave con ventilación manual y con una fuga superior al 90%. Tras el inicio de ECMO se consiguió su normalización gasométrica inmediata y se procedió al cierre del defecto traqueal durante ECMO, pudiéndose decanular sin incidencias 24 horas después.

Los 14 pacientes en los que se ha realizado ECMO veno-arterial han sido pacientes afectados de cardiopatía congénita estructural en los cuales tras corrección del defecto bajo circulación extracorpórea presentaban signos de disfunción ventricular severa. En todos los casos se indicó ECMO como tratamiento de rescate ante la imposibilidad de destete de la circulación extracorpórea.

En 8/14 se pudo decanular por mejoría hemodinámica, falleciendo un paciente tras la decanulación por taquicardia ventricular y parada cardiaca. Otros dos pacientes fallecieron en relación con su cardiopatía de base a los 5 y los 10 días de la retirada del ECMO. Los tres eran pacientes afectados de síndrome de corazón izquierdo hipoplásico y se les había realizado cirugía paliativa tipo Norwood. La supervivencia final es de 5/14.

El tiempo medio de ECMO de los pacientes en los que se pudo decanular por mejoría fue de 4,7 días y de 8,3 días en los que no presentaron fallo multisistémico en las primeras horas de inicio de ECMO. Comparando los niños que finalmente sobrevivieron tras el alta hospitalaria, la duración media de ECMO en éstos fue de 3,8 días frente a 5,8 días los que fallecieron (se incluyen los 2 niños que fallecieron en las primeras 24 horas de EC-

Tabla III

Modalidad ECMO (ml/k/min)	Flujo medio 4 horas (ml/k/min)	Flujo medio 12 horas (ml/k/min)	Flujo medio 24 horas
vv	97,4	102	103
va	119	127	128,5

ECMOvv: ECMO veno-venoso, ECMOva: ECMO venoarterial.

Tabla IV

Patología	% Incidencia	% Supervivencia
HIC	9	0
Convulsiones	18	25
Hemofiltro	60	38
Oxigenador	23	40
Aire en circuito	14	25
Coágulos	36	50

HIC: hemorragia intracraneal, hemofiltro: mal funcionamiento del hemofiltro, Oxigenador: mal funcionamiento del oxigenador, Coágulos: presencia de coágulos en el circuito.

MO).

Los tres pacientes restantes tenían 178, 32 y 169 días de vida y fallecieron por fallo multisistémico, siendo sus cardiopatías: síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, indicándose ECMO tras trasplante cardiaco, síndrome de Ivemark con cardiopatía compleja y, en el último caso, atresia pulmonar con comunicación interventricular.

El flujo medio necesario en las primeras 4 -12 y 24 horas se expone en la tabla III, tanto en los casos de ECMO veno-venoso, como en ECMO veno-arterial.

Las complicaciones presentadas durante ECMO en todos los pacientes se resumen en la tabla IV.

Discusión

Aun con la mejoría de las técnicas de ventilación mecánica como es el empleo de ventilación mecánica oscilatoria de alta frecuencia y la administración de óxido nítrico inhalado, en ocasiones es preciso realizar soporte extracorpóreo respiratorio o cardiorrespiratorio para dar tiempo a que situaciones críticas, pero reversibles, mejoren. Es evidente que sigue existiendo un grupo de recién nacidos que, afectados de cuadros severos de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido, no van a responder a los tratamientos convencionales, pudiéndose beneficiar del empleo de ECMO⁽⁸⁾.

En nuestro país no existían unidades de ECMO hasta la actualidad, aun cuando su necesidad había sido reseñada por diferentes autores⁽⁹⁾. En la mayoría de las situaciones de fallo respiratorio o cardiorrespiratorio el tratamiento convencional va a ser eficaz; sin embargo, aún es posible rescatar a un número importante de recién nacidos en los cuales este tratamiento con-

vencional puede ser insuficiente. Como el estudio colaborativo británico ha demostrado⁽⁸⁾, el tratamiento con ECMO es útil no sólo por el descenso de la mortalidad que produce en el grupo de pacientes con insuficiencia respiratoria severa ($IO \geq 40$) sino por no incrementar las secuelas en aquellos niños tratados con ECMO frente a los tratados con tratamiento convencional⁽¹⁰⁾. Se ha justificado la necesidad de disponer de alguna unidad de ECMO por diferentes autores en nuestro medio y es por ello que tras una fase de aprendizaje de todo el equipo de ECMO en el campo experimental desde 1994, en octubre de 1997 se ha iniciado la fase clínica en el servicio de Neonatología del Hospital Gregorio Marañón, habiéndose notificado los primeros resultados en pacientes tratados en nuestra Unidad recientemente^(11,12).

Desde su comienzo, nuestra Unidad trabaja tanto con sistema de ECMO veno-arterial como con sistemas veno-venosos, siendo las características de cada situación y la patología del paciente las que condicionan el empleo de un sistema u otro⁽¹³⁾. De entre los sistemas de ECMO veno-venoso, empleamos el sistema conocido como AREC. Este sistema de AREC, descrito por Chevalier y cols⁽²⁻⁵⁾, como todas las técnicas de ECMO veno-venoso, supone un menor riesgo para los pacientes frente a los sistemas veno-arteriales, siendo éste uno de los motivos para su empleo cada vez más extendido⁽¹⁴⁾. Sus ventajas se basan en no tener que ligar la arteria carótida y respetar el flujo pulsátil; sin embargo es preciso que el gasto cardiaco lo mantenga el propio paciente (Fig. 4). En la mayoría de los casos en los que se ha empleado ECMO en hernias diafrágicas congénitas se ha utilizado soporte venoarterial, aun cuando en diferentes estudios se ha comprobado cómo la asistencia veno venosa puede ser suficiente para el manejo de estos pacientes⁽¹⁵⁾. En los tres pacientes que hemos tratado con ECMO veno-venoso y afectados de hernia diafrágica congénita hemos comprobado cómo se ha producido una mejoría inmediata de la oxigenación y la ventilación y aún más, cómo se ha normalizado la situación hemodinámica sin el empleo de drogas vasoactivas. En los casos de ECMO veno-venoso el flujo medio ha sido de 101 ml/k/min; y se han empleado relaciones de ventilación perfusión próximas a 2-4:1. Se ha mantenido una mínima asistencia respiratoria en ventilación de alta frecuencia con parámetros que son insuficientes para mantener la ventilación pero que sí lo son para mantener una oxigenación pulmonar suficiente empleando FiO_2 medias del 30%. El objetivo es mantener el pulmón aireado y suficientemente expandido para prevenir fenómenos de fuga vascular relacionados con ECMO y además emplear la oxigenación del pulmón del paciente para incrementar la saturación de oxígeno. Los sistemas veno-venosos clásicos tienen el inconveniente de mantener saturaciones de oxígeno arteriales más bajas que los sistemas veno-arteriales, al ser la oxigenación arterial el resultado de la mezcla de la sangre venosa sistémica más la sangre oxigenada procedente del circuito de circulación extracorpórea. Cuando el pulmón es capaz de contribuir en alguna medida a la oxigenación, el mantenimiento de la difusión molecular de oxígeno estando el pulmón en apnea permite mantener mejor



Figura 4. Detalle de la cánula venosa de luz única de ECMO veno-venoso con flujo tidal (AREC).

oxigenación y lavar el CO_2 mediante la membrana extracorpórea^(16,17). Las ventajas son, por lo tanto, evidentes al ser una de las indicaciones más frecuentes de ECMO las situaciones de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido, en los que la perfusión de sangre oxigenada al pulmón puede mejorar el cuadro. La perfusión coronaria con sangre más oxigenada puede ser también una explicación para la mejoría hemodinámica de estos pacientes en ECMO veno-venoso⁽¹⁸⁾.

En los pacientes en los que se aplicó ECMO veno-arterial, se empleó un sistema de ECMO portátil para el traslado desde el quirófano de cirugía cardiovascular hasta la unidad de cuidado intensivos neonatal. Para el soporte veno-arterial se empleó el mismo circuito retirándose el dispositivo de clampaje alternativo⁽¹⁹⁾ (Fig. 4). La zona del cuerpo de la bomba de alta distensibilidad ejerce a la vez la función de reservorio de sangre y el empleo de una bomba no oclusiva hace que el sistema sea sencillo y seguro. A un número constante de vueltas del rotor de la bomba, el flujo depende de la pre carga y la pos carga del circuito, lo que hace a este sistema diferente en su manejo de los clásicos oclusivos⁽²⁰⁾. En este grupo de pacientes, la recuperación de la curva de presión arterial invasiva, la posibilidad de descender el flujo de la bomba y la mejoría ecocardiográfica de la contractilidad miocárdica han sido los factores que han establecido mejor la recuperación de la función ventricular. En general, aquellos pacientes que han evolucionado bien, han presentado mejoría de estos parámetros en las primeras 48 horas de ECMO. Aquellos que al 4º día de ECMO no habían mejorado en estos parámetros, o no se les ha podido retirar la ECMO o han fallecido. Es evidente que cada vez son más los pacientes que se benefician del empleo de sistemas de soporte cardiovascular por fallo ventricular tras cirugía cardiovascular, siendo el ECMO uno de los más empleados en la población pediátrica y, fundamentalmente, neonatal⁽²¹⁾. Sigue siendo complicado, sin embargo, conocer cuáles son los factores pronósticos que van a seleccionar a aquellos pacientes que evolucionarán bien con ECMO.

La extrema gravedad de los pacientes tratados hace inicialmente complejo establecer los resultados de nuestros primeros casos. Tanto el grupo de pacientes en que se indicó ECMO por patología respiratoria como el grupo de ECMO cardíaco han sido pacientes en los que se indicó ECMO en situación crítica. Este hecho influye en las complicaciones que pueden aparecer y en el pronóstico final de los mismos⁽⁸⁾.

Las complicaciones aparecidas han sido las mismas de las referidas por otros grupos de ECMO^(14,22) y en general han sido la entrada de aire en el circuito en dos ocasiones, acodamiento de la cánula de AREC en una ocasión, rotura del cuerpo de bomba en dos ocasiones, hematoma de la pared abdominal postquirúrgica en la primera hernia diafrágica intervenida en ECMO y hemorragia en el postoperatorio de la tercera hernia diafrágica congénita, igualmente intervenida en ECMO (Tabla IV). Además, en dos ocasiones ocurrió fallo mecánico de la bomba. En todos los casos las complicaciones se solucionaron por el equipo de ECMO sin incidencias. Tras el cuarto paciente no han aparecido complicaciones derivadas de problemas técnicos siendo sólo las propias de los riesgos del sangrado postquirúrgico⁽²³⁾, fundamentalmente en las primeras 48 horas de postoperatorio cardiovascular. Esto ha motivado que en varias ocasiones haya sido necesaria la limpieza de los coágulos acumulados en la zona mediastínica de estos pacientes, en los que profilácticamente se deja el tórax abierto. Todos los procedimientos se han llevado a cabo en la unidad de cuidado intensivo sin complicaciones. Las alteraciones neurológicas encontradas fueron en un 9% (2/22) hemorragia intracraneal, ambos pacientes presentaban como antecedente la necesidad de reanimación cardiopulmonar previa al inicio de ECMO y coagulopatía. Es difícil identificar los factores que con mayor importancia influyen en la aparición de secuelas neurológicas en los pacientes en ECMO, pero para la mayoría de los autores la propia patología de base podría ser en mayor medida la causante de estas complicaciones^(24,25).

No existen diferencias en el número de complicaciones neurológicas aparecidas según la técnica empleada; así, en los pacientes tratados con AREC por Chevalier y cols. el 22% presentaron convulsiones y el 29% hemorragia cerebral o isquemia cerebral^(26,27). En nuestra serie la presencia de convulsiones (18%) se dio sólo en el grupo de pacientes en ECMO veno-arterial tras cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea.

Como conclusiones pensamos que el síndrome de aspiración meconial, con hipertensión pulmonar persistente asociada, es uno de los cuadros con mejor respuesta al tratamiento con ECMO, lo que sugiere que en estos pacientes en los que el tratamiento convencional fracasa debe plantearse de manera temprana el empleo de ECMO.

El hecho de no haber podido disponer hasta la actualidad de unidades de ECMO en nuestro medio hace que aún sea difícil decidir el momento de trasladar a los pacientes para que puedan ser tratados, sobre todo en los casos de ECMO respiratorio neonatal en los que la posible respuesta al tratamiento convencional se enfrenta al riesgo evidente de un traslado de un paciente crítico. Sin embargo, el retraso en el inicio de de ECMO

puede condicionar un mayor riesgo para el paciente y reducir las posibilidades de recuperación de la patología de base con mayor riesgo de aparición de secuelas.

Es necesario buscar factores pronóstico precoces para seleccionar a aquellos pacientes que estando afectados de hernia diafrágica congénita puedan beneficiarse del tratamiento con ECMO. Es posible que la reparación de la hernia fuera de ECMO, disminuya el riesgo de complicaciones hemorrágicas.

La posibilidad de emplear ECMO en situaciones en las que tras cirugía cardiovascular compleja con circulación extracorpórea no es posible desconectar al paciente de ésta ha supuesto rescatar a un 40% de los niños que en todos los casos habrían fallecido tras la cirugía.

Agradecimientos

El inicio y el mantenimiento de la unidad de ECMO ha sido posible gracias al esfuerzo de todo el personal de enfermería del Servicio de Neonatología, médicos residentes de Neonatología, y perfusionistas de cirugía cardiovascular.

Nota

Estos resultados han sido parcialmente publicados en : Sánchez Luna M, Vázquez J, Blanco D, y cols. AREC/ECMO en España. En : Zabanela C y Quiroga E (eds). *Asistencia integral al niño con cardiopatía*. 1999. p. 81-85.

Bibliografía

- 1 Ramos A, Domínguez F, Díez-Balda JI, Martínez A, Gómez R, Bermúdez-Cañete R, Vellibre D. Extracorporeal membrane oxygenation in myocardial failure after pediatric heart surgery. *Rev Esp Anestesiología Reanimación* 1998; 436-440.
- 2 Chevalier JY, Durandy Y, Batisse A, Mathe JC, Costil J. Preliminary report: Extracorporeal lung support for neonatal acute respiratory failure. *Lancet* 1990; 335:1364-1366.
- 3 Durandy Y, Chevalier JY, Lecompte Y. Single-cannula venovenous bypass for respiratory membrane lung support. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 99:404-409.
- 4 Chevalier JY, Couprie C, Larroquet M, Renolleau S, Durandy Y, Costil J. Venovenous single lumen cannula extracorporeal lung support in neonates. A five year experience. *Asaio J* 1993; 39:M654-658.
- 5 Chevalier JY. Extracorporeal respiratory assistance for pediatric acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1993; 21:S382-383.
- 6 Arnold JH, Thompson JE, Arnold LW. Single breath CO₂ analysis: Description and validation of a method. *Crit Care Med* 1996; 24:96-102.
- 7 Arnold JH, Thomson JE, Benjamin PK. Respiratory deadspace measurements in neonates during extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Med* 1993; 21:1895-1900.
- 8 UK Collaborative ECMO Trial Group. UK collaborative randomised trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *Lancet* 1996; 348:75-82.
- 9 Valls i Soler A, López Herrera MC, López de Heredia y Goya J, Román L, Echevarría, B. Fernández-Ruano. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) neonatal. I. ¿Es realmente necesaria en nuestro país?, *An Esp Pediatr* 1997; 46:261-265.
- 10 The collaborative UK ECMO trial : follow-up to 1 year of age.

Pediatrics 1998; **101**:E1.

- 11 Sánchez Luna M, Vázquez J, Blanco D, y cols. Asistencia respiratoria extracorpórea (AREC): Primeras experiencias en España. *Cir Pediatr* 1999; **12**:113-118.
- 12 Sánchez Luna M, Vázquez J, Blanco D, y cols. AREC/ECMO en España. En: Zabanela C y Quiroga E (eds). Asistencia integral al niño con cardiopatía. 1999. p. 81-85.
- 13 Sánchez Luna M. Asistencia respiratoria extracorpórea. En: Raspall F, Demestre X (eds). Tópicos en neonatología. EASO. Barcelona. 1998. p 163-181.
- 14 ECMO Registry of the Extracorporeal Life Support Organization, Ann Arbor, Michigan, March 1997.
- 15 Heiss KF, Clark RH, Cornish JD, Stovroff M, Ricketts R, Kesser K, Stonecash M. Preferential use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation for congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 1995; **30**:416-419.
- 16 Gattioni L, Pেসenti A, Rossi GP, y cols. Treatment of acute respiratory failure with low-frequency positive-pressure ventilation and extracorporeal removal of CO₂. *Lancet* 1980; **2**:292-294.
- 17 Gattioni L, Pেসenti A, Mascheroni D, y cols. Low-frequency positive-pressure ventilation with extracorporeal CO₂ removal in severe acute respiratory failure. *JAMA* 1986; **256**:881-886.
- 18 Nakamura T, Takata M, Arai M, Nakagawa S, Miyasaka K. The effect of left-to-right shunting on coronary oxygenation during extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr Surg* 1999; **34**:981-985.
- 19 Germain JF, Casadevall I, Desplanques L, Mercier JC, Hartmen JF, Beaufils F. Doppler echocardiographic assessment of pulmonary circulation in severe respiratory failure of the neonate: an aid for extracorporeal lung support indications. *J Pediatr Surg* 1994; **29**:873-877.
- 20 Moront MG, Keszler M, Cox, y cols. The effect of variable preload on left ventricular function in single cannula system for extracorporeal membrane oxygenation. *Surg Forum* 1988; **38**:238-241.
- 21 Von Segesser LK. Cardiopulmonary support and extracorporeal membrane oxygenation for cardiac assist. *Ann Thorac Surg* 1999; **68**:672-677.
- 22 Zwischenberger JB, Nguyen TT, Upp JR, Bush PE, Cox CS, Broemling L, Extracorporeal Live Support Organization (ELSO). Complications of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**:838-849.
- 23 Kurin MS, Reynolds ER, Humes RA, Klein MD. Cardiac tamponade caused by serious pericardial effusion in patients on extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr Surg* 1999; **34**:1311-1314.
- 24 Dela Cruz TV, Stewart DL, Winston SJ, Weatherman KS, Phelps JL, Mendoza JC. Risk factors for intracranial hemorrhage in the extracorporeal membrane oxygenation patient. *J Perinatol* 1997; **17**:18-23.
- 25 Graziani LJ, Baumgart S, Desai S, Stanley C, Gringlas M, Spitzer AR. Clinical antecedents of neurologic and audiological abnormalities in survivors of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *J Child Neurol* 1997; **12**:415-422.
- 26 Claude N. Assistance respiratoire extracorporelle chez le nouveau-né: une expérience de dix ans. Thèse por le doctorat en médecine. Faculté de Médecine Necker-Enfants Malades. Académie de Paris Université René Descartes. 14 de Octubre 1997.
- 27 Collective experience from the extracorporeal life support organization. Complications of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; **107**:838-849.