

# Oxigenación por membrana extracorpórea neonatal: 9 años de experiencia

A. Pertierra Cortada<sup>1</sup>, J. Moreno Hernando<sup>1</sup>, J. Mayol Gómez<sup>2</sup>, M. Castañón García-Alix<sup>3</sup>, T. Agut Quijano<sup>1</sup>  
y Equipo de ECMO del Hospital Sant Joan de Déu\*

<sup>1</sup>Servicio de Neonatología. <sup>2</sup>Servicio de Cirugía Cardiovascular. <sup>3</sup>Servicio de Cirugía Pediátrica. Hospital Sant Joan de Déu. Barcelona

## RESUMEN

**Introducción.** La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es el último eslabón terapéutico en procesos reversibles respiratorios o cardíacos; las patologías neonatales que la precisan difieren de las halladas en otras edades.

**Objetivos.** Revisar las principales etiologías que precisaron ECMO neonatal comparando su evolución e identificar las secuelas atribuibles a la técnica.

**Métodos.** Revisión retrospectiva de los pacientes neonatales sometidos a ECMO (2001-2009).

**Resultados.** Se realizaron 45 ECMO neonatales. La causa de entrada fue insuficiencia respiratoria en 40 casos, shock cardiogénico en 2 y sepsis en 3. Veinticuatro pacientes recibieron ECMO veno-venosa inicialmente (53,3%). La media de horas de ECMO difiere según la patología de base, siendo la hernia diafragmática congénita la que requiere mayor duración. La supervivencia a la técnica fue de 38/44 (86,3%) con variaciones según etiología. Se retiró el soporte a 4 pacientes por irreversibilidad de su enfermedad y en uno por hemorragia cerebral masiva. Entre los supervivientes, no se han detectado durante el seguimiento secuelas graves atribuibles a la técnica.

**Conclusiones.** Nuestra supervivencia global es similar a lo hallado por la Organización de Soporte Vital Extracorpórea (ELSO) a pesar de utilizar asistencia veno-venosa en más de la mitad de los pacientes con variaciones según la patología de base. El porcentaje de secuelas neurocognitivas moderadas-severas es bajo.

**PALABRAS CLAVE:** ECMO; Neonato; Soporte extracorpóreo; Insuficiencia respiratoria; Hernia diafragmática congénita; Síndrome de aspiración meconial.

## NEONATAL EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION: 9 YEARS OF EXPERIENCE

### ABSTRACT

**Introduction.** Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is a rescue therapy for reversible respiratory or cardiac diseases. Neonatal pathologies requiring this technique are different from the ones found later in life.

**Objetivos.** To review the main causes requiring ECMO in the neonatal period, to compare the clinical course depending on the initial illness and to identify the sequelae attributable to this technique.

**Material and method.** A retrospective review of clinical records of all neonatal patients that received ECMO support in our centre.

**Results.** 45 neonatal ECMO were performed in our unit between January 2001 and June 2009. Forty techniques were due to respiratory failure, 2 secondary to haemodynamic shock and 3 secondary to sepsis. Veno-venous cannulation was used initially in 24 patients (53.3%). The length of technique varied depending on the underlying disease. Patients with congenital diaphragmatic hernia were in ECMO for longer periods. The overall survival to the technique was 86.3% (38/44 patients), also with differences among diseases. Extracorporeal support was withdrawn in 4 children because of a diagnosis of an irreversible pathology and one because of massive brain haemorrhage. No serious adverse outcomes attributable to the technique were found among survivors.

**Conclusions.** Survival among newborns supported with ECMO in our hospital is similar to that recorded by the ELSO in 2004, although we use veno-venous cannulation in more than a half of the patients. The percentage of moderate to severely impaired neurodevelopmental outcome among survivors after this technique was low.

**KEY WORDS:** ECMO; Neonate; Extracorporeal support; Respiratory failure; Congenital diaphragmatic hernia; Meconium aspiration.

\*Grupo de ECMO del Hospital Sant Joan de Déu: R. Jiménez González, J. Krauel Vidal, J. Moreno Hernando, M. Iriando Sanz, A. Riverola de Veciana, M. Thió Lluch, A. Alarcón Allen, A. Morillo Palomo, A. Pertierra Cortada, C. Carrasco Carrasco, M. Izquierdo Renau, R. del Río Florentino, F.J. Cambra Lasaosa, Y. Jordán García, M. Balaguer Gargallo, S. Segura Matute, J. Ortiz Rodríguez, J. Mayol Gómez, M. Castañón García-Alix, M. Padró Hernández, M.J. Troyano Martos, M. Piñol Ros, C. Baquero Fernández, M. Moreno Ruiz, M. Marco Navarro, P. Mur Paul, A. Palau Pomar, I. Luquín Fernández, C. Candial Carbonell, B. Gaya Barrau, E. Mariné Veciana, O. Balboa Ros, N. Puig Comellas, M. Sánchez Sagarra, B.M. Caussignac Querol, R.M. Segura Clarés, N. López Jiménez, M. Reguero Pilo, M. Moya Paz, M. M. Moya Guzmán, P. Romero Pacheco, A.M. Olego Boto, M. Hernández Herias, R. Cervantes Caparrós, N. Rodríguez Lambies, A. Cercós Hortelano, A. Llorens García, E. Lamónja López, E. del Río Pahissa, T. Lasiera Beltrán, R. García Sotelo, S. Rodríguez Torres, J.M. Blanco González, M. Escala Ramón, M. Santaolalla Bertolin, S. Diéguez Núñez, P. Gil Castro, M. Jardón Arola, M.J. Tovar Galán, M.J. Garijo Muelas, I. Pol del Río, S. Rodríguez Rodríguez, C. Bellido Coll, J. González Rosado, G. Pérez Acevedo, C. Fuentes Velarde.

**Correspondencia:** Dr. A. Pertierra Cortada. Passeig de Sant Joan de Déu, 2. 08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona).

E-mail: apertierra@hsjdbcn.org

Recibido: Octubre 2011

Aceptado: Noviembre 2011

## INTRODUCCIÓN

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una técnica mediante la cual se consigue mantener la función respiratoria o hemodinámica en pacientes con fracaso respiratorio y/o cardíaco. Es considerado el último eslabón terapéutico cuando las terapias convencionales no consiguen el objetivo de estabilidad deseado y permite mantener al paciente durante un periodo prolongado (de días a semanas) hasta conseguir revertir su estado “de enfermedad”.

Se deben distinguir dos sistemas de ECMO: veno-arterial (v-a) y veno-venosa (v-v). En el primer caso, se toma sangre de la circulación venosa y se retorna la sangre oxigenada por vía arterial y su indicación son aquellos pacientes en fracaso cardio-respiratorio. El sistema V-V adquiere y retorna la sangre a circulación venosa y su indicación principal son aquellos pacientes con estabilidad hemodinámica y con fracaso respiratorio “puro”.

Desde 1989 existe un registro de los pacientes que han requerido ECMO realizado por la *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO) que recoge datos de más de 30.000 pacientes en unos 115 centros en su mayor parte americanos<sup>(1)</sup>. Actualmente, según la ELSO existen unos 800 neonatos que precisan ECMO, cada año por lo que los recién nacidos son un grupo de población numeroso que requiere un análisis propio debido a las grandes diferencias fisiopatológicas que presentan respecto a los otros grupos poblacionales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza una revisión retrospectiva descriptiva de todas las historias clínicas de los neonatos sometidos a ECMO en nuestro centro desde enero de 2001 a junio de 2009 para describir datos perinatales, clínicos, características del sistema, complicaciones de la ECMO y evolución posterior. Los criterios de inclusión utilizados en la etapa neonatal se detallan en la tabla I<sup>(2)</sup>. Estos criterios se entienden tras la correcta aplicación del tratamiento médico convencional al máximo y que la patología de base debe ser una patología potencialmente reversible.

Utilizamos el sistema descrito originalmente por Gattinoni y cols.<sup>(3)</sup> para adultos, y luego aplicado en el recién nacido por Chevalier y cols.<sup>(4)</sup>. Esta técnica recibe el nombre de AREC (*Assistance Respiratoire Extracorpore*), y se lleva a cabo con una cánula de luz única, con una conexión en “Y”, para soporte veno-venoso. En el circuito se incluye un clamp alternante, que permite la salida o entrada de sangre en el paciente de acuerdo con el ciclo que nosotros programemos. La diferencia fundamental consiste en la utilización de una bomba no oclusiva, sobre cuyo rotor se aplica una parte del circuito (cuerpo de bomba) que tiene, por su composición de silicona, una elevada distensibilidad, que le permite adaptarse eficazmente a las posibles variaciones de volumen o presión que se pueden presentar. En soporte veno-arterial se utiliza la

**Tabla I. Criterios de inclusión para el inicio de ECMO en la etapa neonatal<sup>(2)</sup>**

### Generales

- Edad gestacional  $\geq 34$  SG y peso  $\geq 2.000$  g
- No presentar coagulopatía significativa ni sangrado incontrolado
- No tener hemorragia intracraneal de alto grado
- No tener asociadas otras anomalías letales
- Ventilación mecánica con presiones elevadas durante menos de 10-14 días
- Ausencia de evidencia de alteraciones neurológicas irreversibles

### Gasométricos

- IO  $> 35$  durante 2-4 horas
- Diferencia alveolo-arterial  $> 600$  durante 4-12 horas
- PaO<sub>2</sub>  $< 35-50$  mmHg durante 2-12 horas
- Acidosis y shock
- Deterioro agudo: PaO<sub>2</sub>  $< 30-40$  mmHg

cánula venosa introducida por vena yugular interna derecha y la arterial por la arteria carótida derecha.

El seguimiento se realiza dentro de un protocolo específico por un equipo multidisciplinar que consta de pediatra-neonatólogo, neurólogo y psicólogo; si el paciente presenta complicaciones o problemas de otros ámbitos es derivado al especialista indicado. Dicho programa se realiza durante los primeros 6 años de vida del paciente por lo que se han revisado todos los datos de seguimiento hasta el momento del alta de consultas externas.

En la actualidad, 4 pacientes tienen menos de 2 años, por lo que no se han incluido en el análisis de secuelas (a día de hoy, los cuatro tienen una exploración neurológica normal); en el resto de pacientes se ha podido realizar seguimiento, como mínimo, hasta los 2 años de edad.

Los datos estadísticos se han obtenido mediante el programa SPSS v.15. Los datos se muestran como la mediana (rango) excepto que se especifique de otra manera.

## RESULTADOS

Durante este periodo se han realizado 45 ECMO durante el periodo neonatal, 25 de los pacientes eran varones (55,6%). Sólo una paciente precisó ECMO en dos ocasiones durante el periodo neonatal (hernia diafragmática congénita con hipertensión pulmonar grave). En la tabla II se detallan las principales características epidemiológicas.

La patología predominante es la respiratoria, siendo ésta la causa de entrada en ECMO en 40 pacientes (88,8%). En la figura 1 se muestran las patologías de los pacientes tratados.

Respecto a la hernia diafragmática congénita (HDC), fueron tratados 13 pacientes con 14 procedimientos (1 paciente recibió dos tratamientos de ECMO); 8 (61,5%) tenían diagnóstico prenatal. El lado predominante fue el izquierdo, 11 casos (84,6%). En 9 (69,2%), la reparación quirúrgica del

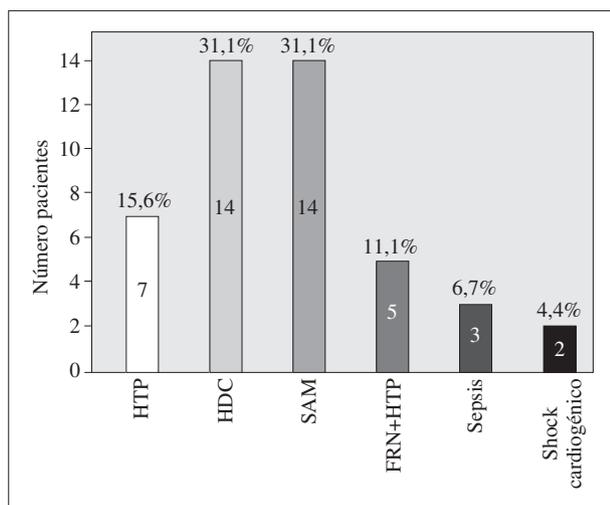
**Tabla II. Epidemiología**

Ingreso externo	29 (64,4%)
Raza caucásica	35 (77,8%)
Edad gestacional*	39 ± 2
Peso al nacimiento*	3.081,6 g ± 491,6
Parto distócico	20 (44,4%)
Apgar 1 minuto ≤4	14 (33,3%)
Apgar 5 minutos ≤7	17 (41,5%)

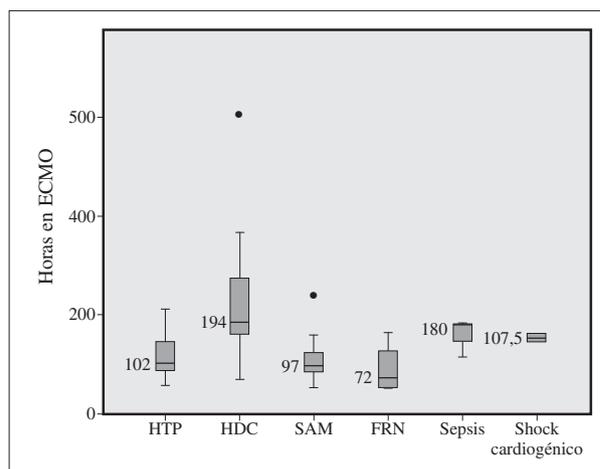
\*Los valores se muestran como media ± desviaciones estándar.

**Tabla III. Soporte pre-ECMO**

Inotrópicos	43 (95,6%)
VAFO	42 (93,3%)
ONi	41 (91,1%)
Narcóticos	41 (91,1%)
Bicarbonato	21 (46,7%)
Surfactante	20 (44,4%)
Bloqueantes musculares	3 (6,7%)
Vasodilatadores endovenosos	2 (4,4%)



**Figura 1.** Patología que motivó entrada en ECMO. HTP: hipertensión pulmonar; HDC: hernia diafragmática congénita; SAM: síndrome de aspiración meconial; FRN: fracaso respiratorio neonatal (consumo de surfactante).



**Figura 2.** Duración de la ECMO según patología de base.

defecto se realizó previamente a la entrada en ECMO; en 2 pacientes se procedió a la reparación durante la ECMO, en uno después y otro no fue tributario de cirugía por complicaciones neurológicas graves.

A su entrada en ECMO, la mediana de edad fue de 29,5 horas de vida (4-689 horas). Sólo 3 pacientes (7,3%) habían sufrido una parada cardio-respiratoria previa a la entrada en ECMO; uno de ellos entró en ECMO durante las maniobras de reanimación (postoperado de cirugía cardiovascular). En la tabla III se detalla el soporte pre-ECMO que precisaban los pacientes.

El tipo de soporte fue en 24 (53%) ECMO v-v. Sólo en 3 casos se tuvo que pasar a ECMO v-a por asistencia insuficiente. La media de horas de ECMO fue de 150,84 ± 99,66 horas (intervalo: 51-606 h). La duración según la patología de base se detalla en la figura 2.

En cuanto a las complicaciones precoces de los pacientes, en 4 se hallaron lesiones hemorrágicas o isquémicas a nivel cerebral; sólo en uno de ellos se decidió cese de la ECMO por la gravedad de la lesión cerebral. En dos pacientes se objetivó sangrado activo que condicionaba hipovolemia (uno por el

punto de inserción de la vía vascular y otro, de las heridas quirúrgicas abdominales secundarias a una fascitis necrotizante) que pudieron ser controlados sin necesidad de retirar la técnica. Otro paciente sufrió una trombosis auricular derecha secundaria a canulación, que falleció. La complicación más frecuente fue la insuficiencia renal, pero no se objetivaron repercusiones por la misma a medio plazo en los pacientes. Todas las complicaciones se detallan en la tabla IV.

En cuanto a las complicaciones mecánicas, la más frecuente fue la existencia de coágulos en el circuito (17/45), seguida del fallo en el oxigenador que obligó a cambiar la membrana a 6 pacientes. Las complicaciones mecánicas se detallan en la tabla V.

En la mayoría de los pacientes, la retirada de la ECMO fue por mejora de la patología de base (36/44). En 5 pacientes se limitó el tratamiento: 2 displasias alveolo-capilares (limitación tras conocer el diagnóstico mediante biopsia), 1 cardiopatía congénita de Ebstein con hipoplasia de ramas pulmonares y estenosis pulmonar grave irreparable, 1 necrosis intestinal masiva y 1 lesión grave del SNC por un infarto hemorrágico muy extenso.

La supervivencia a la ECMO (supervivencia a la técnica) fue de 38/44 (86,3%). La supervivencia al alta fue de 30/44 pacientes (68,2%). La supervivencia según patología se refleja en la figura 3.

**Tabla 4. Complicaciones de los pacientes**

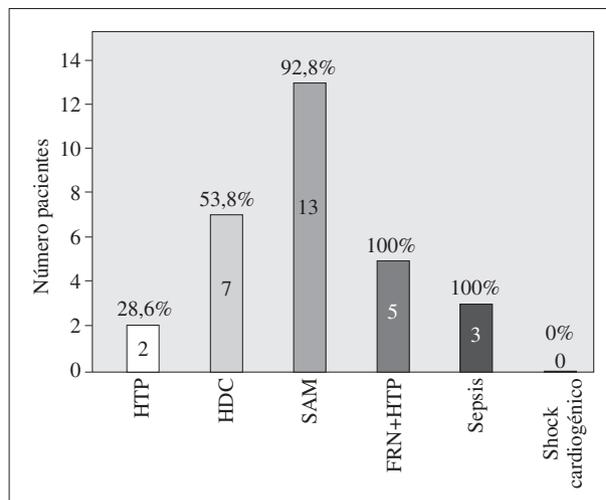
Complicaciones	N
Hemorragia	
– Cerebral	2
– Herida quirúrgica	1
– Puntos punción	1
– Taponamiento cardíaco	1
Infarto cerebral	2
Arritmia	1
Necesidad de inotrópicos	2
HTA tratada con vadoliladores	8
Necesidad de hemofiltro	17
Necesidad de hemodiálisis	1
Creatinina 1,5-3 mg/dl	4
Colestasis	2
Neumotórax	1

HTA: hipertensión arterial.

**Tabla V. Complicaciones mecánicas**

Complicaciones	N
Coágulos	
– En el oxigenador	5
– En el puente	4
– En el hemofiltro	2
– Otras localizaciones	6
Fallo oxigenador	6
Ruptura del circuito	1
Ruptura de los conectores	1

En el seguimiento, 2 pacientes fallecieron (uno a los 15 meses por causa desconocida y otro a los 6 meses por bronquiolititis). En los restantes 24 pacientes, no se objetivaron secuelas en el 75% (18/24). Un 16,7% (4/24) presentaron trastornos neurocognitivos leves (principalmente trastornos de conducta, trastornos de aprendizaje y torpeza motriz). Existen 2 casos con afectación neurológica grave. Un paciente presenta una tetraparesia distónico-espástica; se objetivaron lesiones córtico-subcorticales en zona occipital derecha y en ganglios basales que es compatible con su historia de asfixia perinatal; su posterior evolución es congruente con los hallazgos hallados y con el insulto perinatal por lo que dicha afectación neurológica parece secundaria a la patología de base (posible infección perinatal con enfermedad hipóxico-isquémica). Una paciente presenta síndrome de West; su neurodesarrollo fue normal hasta los 4 meses de vida, con una regresión de adquisiciones y convulsiones rebeldes a partir de los 5 meses de vida, teniendo una RMN normal, por lo que no parece secundario a la técnica propiamente dicha.

**Figura 3.** Supervivencia al alta según la patología que motivó la entrada en ECMO.

## DISCUSIÓN

La ECMO es un procedimiento invasivo y muy tecnicado cuyo fin no es la curación de la patología del enfermo, sino mantener la función cardiopulmonar mientras su proceso patológico mejora mediante procedimientos médicos, quirúrgicos o trasplante cuando ha fracasado la optimización del tratamiento convencional<sup>(5,6)</sup>. Por lo tanto, una de las condiciones para iniciar una ECMO es la reversibilidad de la enfermedad pero, en los neonatos, no siempre es fácil determinar esta condición de reversibilidad previamente y, por eso, una de las causas de finalización del tratamiento en nuestra serie es el diagnóstico de una patología irreversible (5 pacientes).

Se ha visto que, en las últimas décadas, el uso de terapias respiratorias, como en óxido nítrico inhalado (NOi), el surfactante y la ventilación de alta frecuencia (VAFO) han disminuido el número de ECMO respiratorias neonatales<sup>(6)</sup> y ha variado el tipo de patología<sup>(7)</sup>, pero aún existe un grupo de recién nacidos (en torno a 800/año según la ELSO) que presentarán una insuficiencia respiratoria grave que no responderá a las terapias estándar y se beneficiarán del uso de la ECMO<sup>(8)</sup>. En la literatura se ha visto que la edad de entrada en ECMO se ha retrasado ligeramente al intentar el rescate de los pacientes con el uso de estas terapias pero, aun así, nuestra mediana de edad al inicio de la ECMO es inferior a lo publicado en otras series a pesar de que la mayoría de nuestros pacientes han sido tratados previamente con NOi y/o VAFO<sup>(7)</sup>. Otro punto a destacar es que, aunque casi dos tercios de los pacientes que han precisado ECMO son derivados de otros centros (porcentaje similar al publicado por la ELSO en el 2004, con un 77% de traslados en ECMO neonatal respiratoria)<sup>(1)</sup>, esto tampoco ha ocasionado una edad de inicio de la técnica mayor; esto puede ser debido a que las características territoriales de la zona hacen que las distancias a recorrer no sean excesivamente largas y, por lo tanto, no se retrase la entrada en ECMO de estos pacientes.

Una limitación importante durante el periodo neonatal es la edad gestacional del paciente. Champman y cols. valoraron la edad gestacional mínima para ser candidato a ECMO; objetivaron que, a pesar de las recomendaciones de la ELSO, existía un 30,8% de los centros en los que la edad gestacional límite se situaba por debajo de las 34 SG, siendo esto menos frecuente en los centros con más volumen de ECMO/año<sup>(9)</sup>. En nuestro centro, el límite actual para ser candidato a ECMO se sitúa en torno a las 34 SG (según las recomendaciones de la ELSO).

Un punto a destacar es que, a pesar de la existencia de complicaciones mecánicas de la técnica, todas pudieron ser solventadas sin consecuencias importantes para el paciente. Creemos que esto se debe a la formación específica y el entrenamiento del equipo encargado del cuidado del paciente, ya que se capacita a este grupo para resolver incidencias que pueden poner en peligro la vida del paciente de una manera coordinada y rápida, minimizando así el impacto de estas inevitables complicaciones en el paciente. Por eso, desde el año 2000 se inició el entrenamiento en el campo experimental de personal específico para el manejo de la ECMO y, posteriormente, se han ido realizando cursos de formación tanto para médicos como para enfermeras.

En nuestro centro, el fracaso respiratorio es el motivo más frecuente de necesidad de ECMO, coincidiendo con lo hallado en la literatura<sup>(10,11)</sup> pero, a diferencia de lo publicado, en nuestro centro la mayoría de pacientes fueron manejados mediante canulación veno-venosa (53,3% vs. 20%)<sup>(6)</sup>. Esto es debido a que, a no ser que exista un fracaso cardiovascular claro en nuestros pacientes, preferimos la utilización de ECMO veno-venosa debido a que el tipo de asistencia administrada es, predominantemente, respiratoria y es una técnica menos agresiva que la canulación veno-arterial<sup>(5,11,12)</sup> (se evita canular la arteria carótida, existe menos riesgo de diseminación sistémica de émbolos gaseosos, no existe reducción de flujo pulmonar, la postcarga del ventrículo izquierdo no se ve comprometido por el aumento de resistencia del flujo de la cánula arterial y la perfusión coronaria es mejor)<sup>(5)</sup>.

En cuanto al tipo de patología que precisó ECMO, concuerda con lo hallado en la literatura<sup>(1,6)</sup>. También comentar que la supervivencia global hallada en nuestra serie es similar a la que publica la ELSO<sup>(1)</sup>. Debemos tener en cuenta que cada enfermedad responde diferentemente a la ECMO, con distintos métodos de tratamiento, complicaciones y resultados. Así pues, nuestra mejor supervivencia se halla en los pacientes afectados de sepsis (poco valorable por la existencia sólo de 3 pacientes), en el síndrome de distrés respiratorio neonatal y en el síndrome de aspiración meconial (SAM). Estos resultados concuerdan con lo descrito por otros autores<sup>(1,11)</sup>. En cuanto al SAM, debemos tener en cuenta que, en el registro de la ELSO, es la patología neonatal con menor mortalidad<sup>(1,11)</sup>. En los casos más severos la ventilación, por sí misma, es incapaz de romper el círculo que se crea entre la hipoxia severa secundaria a la neumonitis por el meconio y la hipertensión pulmonar (HTP) grave asociada; esto hace que este tipo de

pacientes, sean candidatos ideales para la ECMO ya que así se consigue reposo respiratorio mientras se recupera la función pulmonar<sup>(13)</sup>. Además, son pacientes ideales para la utilización de asistencia veno-venosa<sup>(14,15)</sup>, lo que disminuye el riesgo de un flujo cerebral no pulsátil y de alteración en la reactividad vascular cerebral que se halla en la asistencia veno-arterial<sup>(13)</sup>. Es por estos resultados (buena supervivencia y bajo número de complicaciones, sobre todo en asistencia veno-venosa) que existen autores que recomiendan que los pacientes afectados de SAM deberían ser considerados como un grupo aparte dentro de las insuficiencias respiratorias neonatales con unos criterios de entrada en ECMO menos estrictos<sup>(16)</sup>.

En el otro extremo de la tasa de supervivencia, en nuestra serie hallamos la HDC y la HTP. Debemos tener en cuenta que, el uso de la ECMO en la HDC sigue siendo hoy en día un tema controvertido ya que estos pacientes presentan un fracaso respiratorio severo secundario a hipoplasia pulmonar y una HTP grave<sup>(15)</sup>. Por lo tanto, en este grupo de pacientes, la tasa de supervivencia es la más baja según lo publicado en la literatura (en torno al 52%)<sup>(1,11)</sup> y no queda claro si existe un beneficio del uso de ECMO en estos pacientes<sup>(8,17,18)</sup>; probablemente, una mejor selección de los candidatos puede mejorar los resultados<sup>(19)</sup>. Otro punto importante en este grupo de pacientes es el momento de la cirugía. En nuestra serie, la mayoría de pacientes son operados antes de entrar en ECMO, a diferencia de lo descrito en la literatura (en los datos del *CDH Study Group* del 2002 sólo un 15% de pacientes habían sido operados antes de entrar en ECMO)<sup>(17)</sup>. Esto puede ser debido a que, en nuestro centro, a pesar de no realizar la cirugía de manera rutinaria a unas horas de vida determinadas, sino cuando el paciente se encuentra en las condiciones óptimas para afrontar el abordaje quirúrgico (estabilidad respiratoria y hemodinámica con hipertensión pulmonar controlada comprobada mediante la visualización ecocardiográfica de *shunt* ductal izquierda-derecha o bidireccional), la mayor parte de los pacientes con HDC son operados en las primeras 24 horas de vida (67,1%; no se muestran datos). Este porcentaje es congruente con el de los pacientes que entran en ECMO después del acto quirúrgico. Por otro lado, el factor quirúrgico que se ha relacionado con una peor evolución en los pacientes con HDC que precisan ECMO es la cirugía durante la ECMO.

En cuanto a los pacientes con HTP, la mortalidad hallada en nuestra serie es superior a la descrita en la literatura (71,4% vs. 22%)<sup>(1)</sup>. Esto se puede explicar porque en 3 de nuestros pacientes se confirmó el diagnóstico de displasia alveolo-capilar mediante biopsia durante la ECMO por lo que se retiró el soporte, con el consiguiente fallecimiento.

Por último, las secuelas del desarrollo a los 2 años o más de vida en nuestra serie son comparables con lo hallado por algunos autores<sup>(21,22)</sup> e inferiores a lo encontrado en otros trabajos<sup>(23,24)</sup>. En lo que varias publicaciones están de acuerdo es en que, probablemente, la enfermedad de base que causó la entrada en ECMO es el factor con más influencia en la morbilidad a medio-largo plazo<sup>(4,12,21,25)</sup>. Si nos referimos a

los trastornos de conducta, de aprendizaje y de motricidad hallados en nuestros pacientes, vemos que en la literatura están ampliamente descrito cómo en los neonatos sometidos a ECMO la incidencia de estas alteraciones es superior al resto de la población<sup>(23,26)</sup>.

En conclusión, la supervivencia global de los neonatos sometidos a ECMO en nuestro Servicio es similar a lo hallado por la ELSO, con variaciones según la patología de base que motivó la entrada en ECMO. Según nuestra experiencia, la utilización de una asistencia veno-venosa en el fallo respiratorio neonatal es de elección. El porcentaje de secuelas neurocognitivas moderadas-severas en la evolución de estos pacientes es bajo y no parece atribuible a la técnica. Todo ello hace que creamos que se trata de una técnica segura en pacientes en los que el tratamiento convencional ha fracasado.

## AGRADECIMIENTOS

Al grupo de ECMO del Hospital Universitario Gregorio Marañón (Dr. Manuel Sánchez Luna) por su ayuda a desarrollar este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Dalton HJ, Rycus PT, Conrad SA. Update on extracorporeal life support 2004. *Semin Perinatol.* 2005; 29 (1): 24-33.
- Sánchez Luna M, Valls i Soler A, Moreno Hernando J. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). Indicaciones y guías para el contacto con una unidad de ECMO. *An Esp Pediatr.* 2002; 57 (1): 51-4.
- Gattinoni L, Pesenti A, Bombino M, Pelosi P, Brazzi L. Role of extracorporeal circulation in adult respiratory distress syndrome management. *New Horiz.* 1993; 1 (4): 603-12.
- 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 (3): M654-8.
- Skinner SC, Hirschl RB, Bartlett RH. Extracorporeal life support. *Semin Pediatr Surg.* 2006; 15 (4): 242-50.
- Bahrami KR, Van Meurs KP. ECMO for neonatal respiratory failure. *Semin Perinatol.* 2005; 29 (1): 15-23.
- Fliman PJ, deRegnier RA, Kinsella JP, Reynolds M, Rankin LL, Steinhorn RH. Neonatal extracorporeal life support: impact of new therapies on survival. *J Pediatr.* 2006; 148 (5): 595-9.
- Mugford M, Elbourne D, Field D. Extracorporeal membrane oxygenation for severe respiratory failure in newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; (3): CD001340.
- Chapman RL, Peterec SM, Bizzarro MJ, Mercurio MR. Patient selection for neonatal extracorporeal membrane oxygenation: beyond severity of illness. *J Perinatol.* 2009; 29 (9): 606-11.
- 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 (1): 111-6.
- Frenckner B, Radell P. Respiratory failure and extracorporeal membrane oxygenation. *Semin Pediatr Surg.* 2008; 17 (1): 34-41.
- Betit P, Craig N. Extracorporeal membrane oxygenation for neonatal respiratory failure. *Respir Care.* 2009; 54 (9): 1244-51.
- Short BL. Extracorporeal membrane oxygenation: use in meconium aspiration syndrome. *J Perinatol.* 2008; 28 Suppl 3: S79-83.
- Kugelman A, Gangitano E, Taschuk R, Garza R, Riskin A, McEvoy C, Durand M. Extracorporeal membrane oxygenation in infants with meconium aspiration syndrome: a decade of experience with venovenous ECMO. *J Pediatr Surg.* 2005; 40 (7): 1082-9.
- Singh BS, Clark RH, Powers RJ, Spitzer AR. Meconium aspiration syndrome remains a significant problem in the NICU: outcomes and treatment patterns in term neonates admitted for intensive care during a ten-year period. *J Perinatol.* 2009; 29 (7): 497-503.
- Radhakrishnan RS, Lally PA, Lally KP, Cox CS Jr. ECMO for meconium aspiration syndrome: support for relaxed entry criteria. *ASAIO J.* 2007; 53 (4): 489-91.
- Khan AM, Lally KP. The role of extracorporeal membrane oxygenation in the management of infants with congenital diaphragmatic hernia. *Semin Perinatol.* 2005; 29 (2): 118-22.
- Morini F, Goldman A, Pierro A. Extracorporeal membrane oxygenation in infants with congenital diaphragmatic hernia: a systematic review of the evidence. *Eur J Pediatr Surg.* 2006; 16 (6): 385-91.
- Rothenbach P, Lange P, Powell D. The use of extracorporeal membrane oxygenation in infants with congenital diaphragmatic hernia. *Semin Perinatol.* 2005; 29 (1): 40-4.
- Congenital Diaphragmatic Hernia Study Group, Bryner BS, West BT, Hirschl RB, Drongowski RA, Lally KP, Lally P, Mychaliska GB. Congenital diaphragmatic hernia requiring extracorporeal membrane oxygenation: does timing of repair matter? *J Pediatr Surg.* 2009; 44 (6): 1165-71.
- McNally H, Bennett CC, Elbourne D, Field DJ; UK Collaborative ECMO Trial Group. United Kingdom collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation: follow-up to age 7 years. *Pediatrics.* 2006; 117 (5): e845-54.
- Flamant C, Lorino E, Nolent P, Hallalel F, Chevalier JY, Fau S, Gold F, Renolleau S. Newborn infants supported by extracorporeal membrane oxygenation: survival and clinical outcome. *Arch Pediatr.* 2007; 14 (4): 354-61.
- Hanekamp MN, Mazer P, van der Cammen-van Zijp MH, van Kessel-Feddema BJ, Nijhuis-van der Sanden MW, Knuijt S, Zegers-Verstraeten JL, Gischler SJ, Tibboel D, Kollée LA. Follow-up of newborns treated with extracorporeal membrane oxygenation: a nationwide evaluation at 5 years of age. *Crit Care.* 2006; 10 (5): R127.
- Nijhuis-van der Sanden MW, van der Cammen-van Zijp MH, Jansen AJ, Reuser JJ, Mazer P, van Heijst AF, Gischler SJ, Tibboel D, Kollée LA. Motor performance in five-year-old extracorporeal membrane oxygenation survivors: a population-based study. *Crit Care.* 2009; 13 (2): R47.
- Rais-Bahrami K, Wagner AE, Coffman C, Glass P, Short BL. Neurodevelopmental outcome in ECMO vs near-miss ECMO patients at 5 years of age. *Clin Pediatr (Phila).* 2000; 39 (3): 145-52.
- Glass P, Wagner AE, Papero PH, Rajasingham SR, Civitello LA, Kjaer MS, Coffman CE, Getson PR, Short BL. Neurodevelopmental status at age five years of neonates treated with extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr.* 1995; 127 (3): 447-57.