

Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). Indicaciones y guías para el contacto con una unidad de ECMO

M. Sánchez Luna^a, A. Valls i Soler^b y J. Moreno Hernando^c

^aHospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. ^bHospital de Cruces. Barakaldo. Bilbao.

^cHospital Sant Joan de Déu. Barcelona. España.

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una técnica de soporte vital de alta complejidad que se utiliza en nuestro país desde el año 1997 y que se realiza en la actualidad en tres centros.

Este documento tiene el objetivo de dar a conocer las indicaciones de ECMO neonatal y pediátrico en patología respiratoria y cardíaca. También se describen las recomendaciones para contactar con un centro que dispone de la técnica ECMO ante un posible candidato.

Palabras clave:

Oxigenación por membrana extracorpórea. Recién nacido. Pediatría.

EXTRACORPOREAL MEMBRANE OXYGENATION: INDICATIONS AND RECOMMENDATIONS ON WHEN TO REFER PATIENTS TO A SPECIALIZED UNIT

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) is a highly complex technique of extracorporeal support that has been available in Spain since 1997 and is now provided by three centres.

This article aims to detail the guidelines and indications for neonatal and pediatric ECMO in severe cardiorespiratory failure and to provide information on when to contact the referral centres when treating patients who may need this treatment.

Key words:

Extracorporeal membrane oxygenation. Newborn. Pediatric.

INTRODUCCIÓN

La oxigenación por membrana extracorpórea, conocida tradicionalmente con las siglas ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation*), es una forma de asistencia vital extracorpórea o ECLS (*extracorporeal life support*) deriva-

da de los primeros sistemas de pulmón y corazón artificiales descritos por Gibbon¹ y empleados por primera vez en cirugía cardiovascular en 1956. Sin embargo, a finales de 1969 fue cuando estos sistemas se modificaron para poder mantener de forma prolongada las funciones vitales.

A diferencia de la circulación extracorpórea clásica empleada durante la cirugía cardiovascular, la mayor duración del procedimiento (de días y no horas) obligó a diseñar oxigenadores sanguíneos especiales para este fin, además de refinar las técnicas de anticoagulación prolongada, mantenimiento de normotermia y ausencia de hemodilución. En general, la conexión del circuito al paciente se realiza con cánulas arteriales y venosas localizadas en los vasos del cuello, por lo tanto se emplea canulación extratorácica, manteniendo el paciente en condiciones de actividad metabólica próximas a la situación de normalidad.

Hill et al² en 1971 aplicaron por primera vez la ECMO a un adulto, y Bartlett et al³ comunicaron en mayo de 1975 el primer recién nacido que sobrevivió gracias al uso de ECMO. Inicialmente las indicaciones se limitaban a la patología respiratoria grave en la edad neonatal, hasta que a mediados de 1980 se adaptaron los sistemas para su aplicación en pacientes pediátricos y, finalmente, en la década de 1990 en adultos.

Así, se entiende por ECMO una forma de soporte prolongado, pero temporal, de las funciones cardiorrespiratorias en pacientes con enfermedad respiratoria o cardiorrespiratoria reversible. Está especialmente indicada en recién nacidos en los cuales el tratamiento convencional es insuficiente y el riesgo de fallecer por hipoxia o ventilación inadecuada es elevado.

La indicación de ECMO puede ser como asistencia respiratoria exclusiva o cardiorrespiratoria, según la enfermedad. De precisarse asistir hemodinámicamente al pa-

Correspondencia: Dr. M. Sánchez Luna.
Servicio de Neonatología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón.
Dr. Esquerdo, 46. 28009 Madrid. España.
Correo electrónico: sanchezluna@eresmas.net

Recibido en enero de 2002.

Aceptado para su publicación en febrero de 2002.

ciente, además de sustituir la función respiratoria, es imprescindible emplear ECMO venoarterial, haciendo un cortocircuito al pulmón. La sangre venosa llega desde una cánula colocada generalmente en la aurícula derecha a través de la vena yugular interna derecha, devolviéndola al territorio arterial, una vez oxigenada por una segunda cánula situada en la arteria carótida interna del mismo lado.

Sin embargo, cuando sólo es necesario sustituir la función respiratoria, ya que el gasto cardíaco queda asegurado por el propio paciente, en lugar de ECMO venoarterial puede emplearse ECMO venovenosa, concepto introducido por Gattinoni et al⁴. En esta modalidad, la sangre venosa procedente del paciente una vez oxigenada, es devuelta de nuevo al territorio venoso, en general a la aurícula derecha; evitándose así la canulación y ligadura posterior de la arteria carótida. Los sistemas venovenosos pueden funcionar mediante el empleo de una o dos cánulas. Si se emplea una sola cánula, ésta puede ser de dos luces, una para la salida de sangre y la otra para la entrada; o de luz única, en este caso el sistema alternativamente toma sangre y la devuelve al paciente mediante un sistema de clampaje alternativo. A esta última modalidad se la conoce como ECMO venovenosa con flujo *tidal* y cánula única o asistencia respiratoria extracorpórea (AREC). Esta modalidad fue inicialmente descrita por Kolobow et al⁵ y ampliamente empleada en recién nacidos por Chevalier et al⁶.

Aun cuando las ventajas de no tener que canular y ligar la arteria carótida son evidentes, no existe sin embargo evidencia de que un tipo de ECMO sea realmente superior a otra, siendo los resultados clínicos similares⁷.

En los últimos años, el fallo cardíaco aparece como una nueva indicación de ECMO, que cada vez tiene más importancia. Se trata de niños con cardiopatías congénitas graves que durante su estabilización quirúrgica, desarrollan una disfunción ventricular grave y refractaria al tratamiento médico, o que en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular bajo circulación extracorpórea resulta imposible interrumpir el soporte extracorpóreo. En algunas ocasiones es en el postoperatorio inmediato cuando por lesiones residuales o fallo ventricular se hace necesario el empleo de ECMO.

La complejidad, el coste y los riesgos de la utilización de ECMO ha contado siempre con defensores y detractores a ultranza; sin embargo, el estudio colaborativo británico⁸ demostró no sólo que es eficaz, en cuanto a la disminución de la mortalidad en recién nacidos con insuficiencia respiratoria grave frente al tratamiento médico convencional, sino que no incrementa las secuelas en los supervivientes, lo cual se ha comprobado durante el seguimiento⁹. Gran parte de la eficacia del tratamiento con ECMO se basa en la experiencia del equipo de las unidades, y ésta sólo se alcanza con un gran entrenamiento. Para ello los pacientes deben concentrarse en las

unidades sólo estrictamente necesarias, evitando la dispersión de casos, con lo que se reducen los riesgos para los niños tratados y el coste del procedimiento. Resulta también imprescindible disponer de un modelo experimental, para el buen aprendizaje de todo el personal sanitario involucrado en la técnica¹⁰.

En España, aun cuando había sido reconocida su necesidad¹¹, la ECMO es de reciente instauración^{12,13}. Hubo algunos intentos por aplicarla en adultos, pero no existían unidades de ECMO neonatal. En octubre de 1997 se creó la primera unidad de ECMO neonatal y pediátrica en el Servicio de Neonatología del Hospital Gregorio Marañón de Madrid, uniéndose a ésta en junio de 2000 la Unidad de ECMO neonatal del Hospital de Cruces en Barakaldo, Bilbao, y en diciembre del mismo año la tercera en el Hospital Sant Joan de Déu de Barcelona.

CRITERIOS PARA EL EMPLEO DE OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA

Los criterios difieren según sean pacientes neonatales o pediátricos y dependiendo de si la indicación es insuficiencia respiratoria o cardiorrespiratoria. Los criterios son siempre generales, y deben ser individualizados para cada paciente, sopesando los riesgos del inicio de ECMO con los del mantenimiento del tratamiento convencional.

CRITERIOS GENERALES DE INCLUSIÓN EN EL RECIÉN NACIDO

1. Edad gestacional mayor de 34 semanas.
2. Peso al nacimiento superior a 2.000 g.
3. Ausencia de coagulopatía intratable o complicación hemorrágica incontrolable.
4. Ausencia de hemorragia intracraneal importante.
5. Ventilación mecánica con presiones elevadas durante menos de 10-14 días.
6. Ausencia de lesiones cardíacas no corregibles.
7. Ausencia de anomalías congénitas incompatibles con la vida.
8. Ausencia de evidencia de alteración neurológica irreversible.

CRITERIOS DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA PARA RECIÉN NACIDOS

En general se aplica más de un criterio, cada caso debe individualizarse en el contexto de la gravedad de la enfermedad o la velocidad de deterioro del paciente:

1. Gradiente alveoloarterial de oxígeno (A/aDO₂): 605-620 torr durante 4-12 h.
2. Índice de oxigenación (IO) > 35-45 durante 2-4 h.
3. Presión parcial arterial de oxígeno (PaO₂) < 35-50 mmHg durante 2-12 h.
4. Acidosis y shock: pH_a < 7,25 durante 2 h o con hipotensión.
5. Deterioro agudo: PaO₂ < 30-40 mmHg.

Estos criterios se entienden tras la correcta aplicación del tratamiento médico máximo convencional disponible.

Aun cuando el A/aDO₂ es un parámetro poco usado, conviene valorarlo junto con el IO en ventilación de alta frecuencia.

Cálculo del gradiente A/aDO₂:

$$\text{Gradiente A/aDO}_2 = (\text{FiO}_2 \times \text{Presión barométrica} - 47 - \text{PaCO}_2) - \text{PaO}_2$$

Cálculo del IO:

$$\text{IO} = \text{PMA} \times \text{FiO}_2 \times 100 / \text{PaO}_2$$

donde *PMA* es la presión media en la vía aérea; *PaO₂*, la presión parcial de oxígeno posductal, y *FiO₂*, la fracción inspiratoria de oxígeno.

CRITERIOS DE INSUFICIENCIA RESPIRATORIA PARA OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA PEDIÁTRICA

No existe una definición precisa para ECMO respiratoria pediátrica. En cualquier caso, debe siempre individualizarse y analizarse los beneficios de ECMO frente sus riesgos, así como frente a los riesgos derivados del mantenimiento del tratamiento convencional. Deben cumplirse al menos las premisas siguientes:

1. Enfermedad respiratoria grave con riesgo elevado de muerte y ausencia de mejoría una vez optimizado el tratamiento convencional.

2. El proceso debe de ser reversible, bien mediante el reposo respiratorio, estabilidad gasométrica y hemodinámica o mediante corrección quirúrgica.

CRITERIOS DE OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA POR CAUSAS CARDÍACAS

No existe una definición precisa para la indicación de ECMO por causa cardíaca, al igual que en la ECMO en patología pediátrica debe siempre individualizarse y analizar los beneficios y riesgos de emplear ECMO frente a los derivados del tratamiento convencional. Deben cumplirse al menos las premisas siguientes:

1. Enfermedad cardíaca grave con riesgo elevado de muerte y ausencia de mejoría una vez optimizado el tratamiento convencional.

2. El proceso debe de ser reversible, bien mediante reposo cardíaco, estabilidad gasométrica y hemodinámica o mediante corrección quirúrgica.

RECOMENDACIONES PARA CONTACTAR CON UN CENTRO DE OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA

La disponibilidad de al menos tres centros de ECMO en nuestro medio hace que sea recomendable que ante un

paciente que pueda beneficiarse de ECMO se consulte con alguno de estos centros en las siguientes situaciones:

1. Procesos cardiopulmonares reversibles en los que el tratamiento convencional está siendo insuficiente o el riesgo de que sea insuficiente es elevado.

2. En muchos casos en los que la ECMO podría llegar a ser necesaria, el recién nacido finalmente no la precisa. Sin embargo, una demora en la decisión de traslado puede limitar las posibilidades de realizar un traslado adecuado al centro de ECMO.

3. La consulta debe realizarse siempre antes de que el niño alcance criterios de insuficiencia respiratoria grave, y por lo tanto, antes de que esté indicada la ECMO.

4. Cuando el manejo respiratorio obliga a instaurar la ventilación mecánica de alta frecuencia, el deterioro puede limitar el transporte, ya que este tipo de ventilación puede no estar disponible durante el traslado. Por ello, debe valorarse el traslado cuando todavía es posible cambiar la ventilación de alta frecuencia a convencional.

5. Debería también contactar con un centro de ECMO:

a) Si se necesita una presión pico inspiratoria (PIP) > 35 cmH₂O para mantener una PaO₂ de 50-60 mmHg con FiO₂ de 1,0 en ventilación mecánica convencional.

b) Un IO > 25 tras 4-6 h en ventilación de alta frecuencia oscilatoria.

c) Cuando sea necesario el uso de óxido nítrico inhalado en el tratamiento de síndrome de hipertensión pulmonar persistente del recién nacido, ante la falta de respuesta a tratamientos previos.

6. Cualquier paciente que no presente contraindicaciones de ECMO y no pueda ser ventilado con los medios propios del centro, debería ser valorado para su traslado a un centro con ECMO.

PRUEBAS COMPLEMENTARIAS, DETERMINACIONES Y DOCUMENTOS RECOMENDABLES PREVIOS AL TRANSPORTE DE UN PACIENTE A UN CENTRO DE OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA

1. Ecocardiografía para descartar cardiopatía estructural como causa de hipoxemia.

2. Ecografía cerebral para descartar la presencia de hemorragia intracraneal grave.

3. Estudio de coagulación que incluya tiempo de protrombina, tiempo de tromboplastina parcial activada, fibrinógeno y cifra de plaquetas.

4. Hemograma, calcio, sodio y potasio séricos.

5. Grupo sanguíneo, Rh del recién nacido y de su madre.

6. Correcta identificación del recién nacido.

7. Consentimiento informado firmado por padres o responsables del paciente para el traslado y la realiza-

ción de ECMO, incluyendo la canalización de vasos centrales, así como la administración de sangre y sus derivados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gibbon JH Jr. Application of a mechanical Heart and Lung apparatus in cardiac surgery. *Minn Med* 1954;37:171.
2. Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, Dontigny L, Bramson ML, Osborn JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson Membrane Lung. *N Engl J Med* 1972;286:629-34.
3. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies MR. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1976;22:80-93.
4. Gattinoni L, Agostoni A, Pensenti A, Pelizzola A, Rossi GP, Langer M, et al. Treatment of acute respiratory failure with low-frequency positive-pressure ventilation and extracorporeal removal of CO₂. *Lancet* 1980;2:292-4.
5. Kolobow T, Borelli M, Spatola R, Tsuno K, Prato P. Single catheter veno-venous membrane lung bypass in the treatment of experimental ARDS. *ASAIO Trans* 1988;34:35-8.
6. Chevalier JY, Durandy Y, Batisse A, Mathe JC, Costil J. Preliminary report: Extracorporeal lung support for neonatal acute respiratory failure. *Lancet* 1990;335:1364-6.
7. Estrada MD. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) en neonatos y edad pediátrica. Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud. Ed. Ministerio de Sanidad y Consumo. Agencia d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques. Barcelona, 2000.
8. UK Collaborative ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) Trial Group. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *Lancet* 1996;348:75-82.
9. Bennett CC, Johnson A, Field DJ, Elbourne D. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation: Follow-up to age 4 years. *Lancet* 2001;357:1094-6.
10. Valls i Soler A, Álvarez Díaz FJ, Gastiasoro Cuesta E, Arnáiz Renedo A, Fernández-Ruanova B, Alfonso Sánchez LF. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). II. Desarrollo de un modelo experimental en corderos recién nacidos. *An Esp Pediatr* 1997;46:266-71.
11. Valls i Soler A, López Herrera MC, López de Heredia y Goya J, Román Echevarría L, Fernández-Ruanova B. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) neonatal. I. ¿Es realmente necesaria en nuestro país? *An Esp Pediatr* 1997;46:261-5.
12. Sánchez Luna M, Vázquez J, Blanco D, Greco R, Arias B, Cerda J, et al. Asistencia respiratoria extracorpórea (AREC): Primeras experiencias en España. *Cir Pediatr* 1999;12:113-8.
13. Sánchez Luna, Vázquez Estévez J, Blanco Bravo D, Arias Novas B, Caballero Martín S, Serrano Madrid ML, et al. Oxigenación por membrana extracorpórea, ECMO. Experiencia de los primeros 22 casos. *An Esp Pediatr* 1999;51:677-83.