

TALLER

Vol. 42. Supl. 1 Julio-Septiembre 2019
pp S294-S297

ECMO en anestesia

Dr. José Gamaliel Velazco-González,* Dra. Ariadna Zoé Méndez-Hernández**

* Anestesiólogo, Medicina Crítica, Terapia Intensiva Neurológica, Especialista en ECMO. Profesor adjunto de Anestesiología, Hospital Ángeles Lomas.

** Anestesióloga, Anestesiología Torácica, Hospital Ángeles Lomas, Hospital Central Militar.

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una modalidad de asistencia mecánica circulatoria y respiratoria de corta duración. Tiene inicio en la segunda mitad del siglo XVII, con el médico Jean Baptiste Denys, quien realizó la primera transfusión de un animal a un ser humano con fines terapéuticos, cuyos malos resultados llevaron a la prescripción de esta práctica. En 1818m, James Blandwell realiza la primera transfusión humano a humano y en 1860, casi 50 años después, Sir Benjamin Ward Richardson realiza el primer modelo de un oxigenador. Es hasta 1875 que Johann Jacobi logra oxigenar sangre a través de una infusión directa de aire. Pasarían varias décadas hasta que Robert H Bartlett, considerado el padre de la ECMO, utilizara con éxito esta técnica en un paciente neonato con falla respiratoria secundaria a la aspiración meconial en 1975. Éste fue el inicio de estudios con resultados promisorios, que lograron que se multiplicaran los hospitales y centros con programas de ECMO, convirtiendo este soporte en una alternativa viable para la falla respiratoria. Este avance logró conformar una alianza de centros que conforman la actual ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*).

Sin embargo, la historia de la ECMO en el adulto es algo diferente, se realizó el primer estudio multicéntrico hasta 1979 en pacientes con insuficiencia respiratoria, donde se observó que la sobrevida de los pacientes manejados con ECMO era cercana al 10%, sin diferencia significativa para el grupo con tratamiento convencional (ventilación de protección pulmonar). Y fue hasta 2009 que se publicó el estudio CESAR (*conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for Severe Adult Respiratory failure*), que incluyó 180 pacientes aleatorizados, un grupo con manejo convencional y otro grupo bajo ECMO; se encontró que había una sobrevida mayor en el grupo bajo terapia con ECMO. Dentro de las conclusiones se consideró que era mejor trasladar al paciente con ciertas características y SDRA a un centro de ECMO a tratarlos de manera convencional, lo que

coincidió ese mismo año con la pandemia de H1N1, lo que aumentó su uso y el número de centros.

CLASIFICACIÓN

Existen dos tipos de asistencia, ésta varía de acuerdo con su canulación y la medida de soporte que proporciona: la ECMO veno-venoso, que proporciona soporte respiratorio únicamente, y la ECMO veno-arterial, que proporciona soporte cardiopulmonar. Dentro de estos dos grupos existen variantes de acuerdo con su canulación.

Canulación.	
Tipo de ECMO	Abordaje
Veno-venoso	Doble lumen, cánula simple
Veno-arterial	Arteria subclavia y vena yugular
	Femoral (arterial y venosa)
	Canulación central
Veno-venoso con septostomía o defecto de la pared auricular	Cánula de doble lumen
Veno-venoso arterial	Arteria subclavia a vena yugular
Canulación directa de arteria pulmonar a aurícula	Doble lumen (VV) + subclavia
	Canulación central

Indicaciones

Es utilizado en pacientes con falla cardiopulmonar reversible con etiología cardíaca o pulmonar; es importante subrayar que estos pacientes deben tener una patología que pueda ser tratada con trasplante o reposo pulmonar (potencialmente reversible).

La falla respiratoria es la causa de uso más alta. De los pacientes tratados hasta el día de hoy, el 80% son recién nacidos y de éstos el 50% tiene un problema respiratorio.

En el paciente neonatológico, la causa más frecuente de uso de ECMO es falla respiratoria aguda por aspiración de

meconio, y son los que mejor pronóstico de vida tienen. En el paciente pediátrico la falla respiratoria por neumonías virales es lo más frecuente. De causa cardíaca, la mayoría de los pacientes atendidos tiene alguna cardiopatía congénita cianótica compleja, el 20% son pacientes postoperados de cardiectomía por canal AV completo que no toleran salir del *bypass*, 17% de ellos son pacientes con ventrículo único y el 14% tienen

tetralogía de Fallot. Actualmente, se ha observado un efecto promisorio en el adulto con paro cardiorrespiratorio que no responde a las maniobras de reanimación ya establecidas.

Criterios cardiovasculares para ECMO VA.

Anormalidades fisiológicas	ECMO	Indicaciones	Insuficiencia cardíaca	Shock cardiogénico postcardiotomía
Hipercapnia sin hipoxemia	Veno-venoso	IC	< 2 L/min/m ²	
Hipoxemia sin HAP	Arterio-venoso F/F	PAS	< 75 mmHg	
Hipoxemia con HAP ligera	Veno-venoso	PCP	> 20 mmHg	
Hipoxemia con HAP moderada o severa	Veno-venoso, considerar veno-arterial	Inotrópicos	2 o más	
	Veno-arterial	Medidas	Balón de contra pulsación	Sin respuesta a inotrópicos y a balón de contrapulsación
	Vena yugular-arteria subclavia	Medidas	Paro cardíaco sin respuesta a RCP	
	Vena femoral-arteria femoral + vena yugular (veno-arterial-venoso)	Medidas	Riesgo inminente de arritmia ventricular maligna recurrente	
	Veno-venoso dual cuando hay defectos de la pared atrial o septostomía			

HAP = Hipertensión arterial pulmonar.

IC = Índice cardíaco, PAS = Presión arterial sistémica, PCP = Presión capilar pulmonar.

Criterios para ECMO VV en falla respiratoria.

Referencia	ELSO	ECMO	CESAR	EOLIA
Indicaciones	Riesgo de mortalidad > 80% P/F < 80 con FiO ₂ > 0.90 Escala de Murray 3-4	IO > 30 P/F < 70 con PEEP > 15 pH < 7.25 x 2 h con inestabilidad hemodinámica	Falla respiratoria potencialmente reversible Murray > 3.0 pH < 7.20 a pesar de tratamiento convencional adecuado Murray > 2.5	P/F < 50 con FiO ₂ > 0.8 x > 3 h P/F < 80 con FiO ₂ > 0.8 x 6 h pH < 7.25 por 6 h con FR 35/min y VM con Pplat < 32 cmH ₂ O
Consideraciones para ECMO	Riesgo de mortalidad > 50% P/F < 150 con FiO ₂ > 0.90 Murray 2-3	P/F < 100 con PEEP > 10 cmH ₂ O en pacientes que esperan ser transferidos a centro de ECMO		

P/F = PaO₂/FiO₂, IO = Índice de oxigenación, PEEP = Presión positiva al final de la espiración, FR = Frecuencia respiratoria, VM = Ventilación mecánica, Pplat = Presión *plateau*.

Criterios de Murray.

Escala de Murray	0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos	4 puntos
Placa de tórax (cuadrantes con consolidación)	n.0	n.1	n.2	n.3	n.4
Hipoxemia (PaO ₂ /FiO ₂)	> 300*	225 - 299	175 - 224	101 - 174	< 100*
PEEP (cmH ₂ O)	< 5	6 - 8	9 - 11	12 - 14	> 15
Compliance (mL/cmH ₂ O)	> 80	60 - 79	40 - 59	20 - 39	< 19

El resultado es dividido en cuatro.

Contraindicaciones

No existen contraindicaciones absolutas, dentro de las relativas se considera a los pacientes con insuficiencia aórtica grave (en caso de ECMO V-A), paro cardiorrespiratorio no presenciado, enfermedad terminal o crónica (cirrosis hepática, cáncer, insuficiencia renal), falla orgánica múltiple, daño neurológico irreversible. Estas contraindicaciones varían de acuerdo al centro y al consenso de los expertos debido a la falta de estudios controlados aleatorizados que avalen la información.

Beneficios

Inicio rápido de la asistencia mediante canulación periférica, lo que la hace una técnica poco agresiva y, por tanto, mejor tolerada por los pacientes críticos. Al no necesitar toracotomía, permite continuar con las medidas de resucitación cardiopulmonar en los pacientes con paro cardiorrespiratorio, además de ser una forma de proporcionar soporte pulmonar y asistencia univentricular o biventricular de larga duración, o ser inclusive un puente al trasplante pulmonar o cardíaco. Éste, además, es más económico que otros dispositivos de asistencia ventricular.

FISIOLOGÍA BÁSICA DE LA ECMO

El sistema cuenta con un circuito con los siguientes elementos: cánula de drenaje venoso, línea venosa, bomba centrífuga, oxigenador, línea arterial y una segunda cánula de retorno arterial y venoso. De forma muy general la cánula venosa transporta la sangre desoxigenada desde la línea hasta la bomba centrífuga y de ésta al oxigenador. La línea arterial transporta la sangre oxigenada hasta la segunda línea venosa o arterial, según sea el caso. Los oxigenadores se componen de una fase gaseosa y una fase sanguínea separadas por una membrana. La ley de Fick describe la velocidad a la que los gases se difunden a través de líquidos y sólidos. Esta ley, como sabemos, está basada en la velocidad de difusión de los gases que es proporcional a la presión parcial de cada gas de cada lado de la membrana. Como ya lo mencionamos, la asistencia variará de acuerdo al tipo de soporte requerido. En general, el sistema cuenta con una bomba centrífuga interpuesta entre la cánula y el drenaje. El propulsor gira generando una presión negativa succionando la sangre desde la línea venosa, para pasar al oxigenador y a la cánula de retorno. Las bombas son precarga y postcarga dependientes, por lo que estos equipos deberán tener además un sensor de flujo. Se reconocen tres sectores, uno prebomba: que es la cánula conectada a la vía venosa y ésta no deberá llevar una presión más de negativa de -70 mmHg. El sector postbomba o preoxigenador, que es el de presión positiva, que se encuentra previo a la membrana,

aquí se puede manipular con menor riesgo de generar burbujas de aire ya que previamente pasará por la membrana que se considera un filtro. Y por último, un sector postoxigenador: esta zona es una zona de presión positiva, que se encuentra posterior a la membrana, en esta zona se cuidan las presiones, ya que si éstas suben a más de 600 mmHg, existe el riesgo de ruptura del circuito. La idea básica de este sistema es generar una difusión de gases a través de un gradiente y mantener el DO_2 (disponibilidad de oxígeno) y el VO_2 (consumo de oxígeno) en rangos normales, tomando en cuenta todos los factores que influyen, como la cantidad de oxígeno, la hemoglobina y el intercambio.

COMPLICACIONES

Las complicaciones durante ECMO son frecuentes, por lo que es importante el reconocimiento y tratamiento precoz de las mismas. Los fenómenos hemorrágicos son frecuentes por el trastorno de coagulación provocado por la administración de heparina y el contacto de los componentes sanguíneos con los tubos de polivinil-penteno, que causa disfunción plaquetaria y un estado inflamatorio que se perpetúa durante la duración del soporte. La formación de trombos en el circuito es infrecuente, pero altamente peligrosa. Por ello, estos circuitos permanecen heparinizados, con el objetivo de mantener un ACT entre 160-180 s, del cual se lleva un seguimiento individualizado y continuo (cada dos horas).

La infección es una de las complicaciones más frecuentes y de ahí la importancia de la profilaxis antibiótica, ya que los pacientes pueden presentar falla orgánica múltiple, lo que entorpece y empeora el manejo del paciente. Hipoxia cerebral y de las arterias coronarias, por pobre retorno a estas zonas de sangre oxigenada: esta complicación se da cuando la canulación arterial queda en la extremidad inferior y la parte superior queda con flujos pobres de sangre oxigenada; por esto, siempre deberá estar monitorizada la saturación arterial de oxihemoglobina para ajustar los parámetros ventilatorios, o bien aumentar los flujos del sistema.

En cuanto a las complicaciones inherentes al procedimiento encontramos: perforación de la arteria o fibrilación ventricular, disección de la arteria femoral, isquemia de la extremidad inferior y trombosis venosa profunda por obstrucción del retorno venoso.

CONCLUSIONES

Los resultados con ECMO son promisorios y demuestran que es un medio eficaz de soporte cardiopulmonar cuando el tratamiento convencional fracasa, la ventaja de esta medida es que es fácil de realizar y rápida, lo que nos podría servir durante situaciones de paro cardiorrespiratorio transanestésico, donde las medidas de reanimación no funcionan; así como su uso

durante el quirúrgico para pacientes que son altamente recuperables, pero se encuentran en una situación como las antes mencionadas y que se pueden ver beneficiados de esta técnica de soporte. Todo esto la convierte en una herramienta

que puede impactar positivamente en la sobrevivencia y, por lo tanto, el conocer su manejo debe ser en un futuro una habilidad más en aquellos anestesiólogos que se enfrenten a estas situaciones en el quirófano.

REFERENCIAS

1. Barlett RH. Extracorporeal life support: gibbon fulfilled. *J Am Coll Surg*. 2014;218:317-327.
2. Lillehei CW. History of the development of extracorporeal circulation. In: Arensman RM, Cornish JD, eds. *Extracorporeal life support in critical care*. Boston: Blackwell Publications; 1993.
3. Bartlett RH. Extracorporeal life support in the management of severe respiratory failure. *Clin Chest Med*. 2000;21:555-561.
4. Combes A, Hajage D, Capellier G, et al; EOLIA Trial Group, REVA, and ECMONet. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2018;378:1965-1975. doi: 10.1056/NEJMoa1800385.
5. Noah MA, Peek GJ, Finney SJ, et al. Referral to an extracorporeal membrane oxygenation center and mortality among patients with severe 2009 influenza A(H1N1). *JAMA*. 2011;306:1659-1668. doi: 10.1001/jama.2011.1471.
6. Anich G, Lynch W, MacLaren G, Wilson J, Bartlett R. *ECMO extracorporeal life support in critical care*. 4th ed. Michigan, USA: ELISO; 2012.
7. Sangalli F, Patroniti N, Pesenti A, editors. *ECMO extracorporeal life support in adults*. Italia: Springer Verlag; 2014.
8. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;374:1351-1363.