



Oxigenación por membrana extracorpórea como puente para trasplante cardiaco por miocardiopatía chagásica

Víctor León-Ramírez,^a
Janaf Santiago-López^a

Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge for heart transplantation by Chagas cardiomyopathy

Background: Extracorporeal membrane oxygenation is a technique indicated in cases of severe respiratory failure or in situations where pump failure or heart failure is refractory to conventional medical treatment. The results of a patient with chronic Chagas dilated cardiomyopathy treated with extracorporeal membrane oxygenation as bridging therapy for heart transplantation are shown.

Case report: A 62-year-old male with a history of Chagas disease and severe ventricular failure who underwent veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation as bridging therapy for heart transplantation, with satisfactory clinical evolution.

Conclusion: Extracorporeal membrane oxygenation is a temporary, viable, safe and effective alternative for patients with severe heart failure refractory to treatment who will undergo transplantation.

Keywords

Chagas Disease

Heart Transplantation

Extracorporeal Membrane Oxygenation

Palabras clave

Enfermedad de Chagas

Trasplante de Corazón

Oxigenación por Membrana Extracorpórea

Recibido: 27/02/2017

Aceptado: 23/05/2017

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) es una técnica de uso reciente en México, está indicada en casos en los que existe insuficiencia respiratoria grave o en aquellas situaciones en las que el fallo de bomba o la presencia de insuficiencia cardiaca es refractaria a otras líneas de tratamiento.

El empleo de la ECMO en México ha seguido un curso de desarrollo lento y complicado, se ha mantenido confinada a unos pocos centros especializados, lastrada por su elevado coste y la necesidad de un equipo altamente especializado.

Haciendo remembranza de su uso, la primicia del desarrollo de un soporte cardiopulmonar data de 1937, cuando John H. Gibbon presentó por primera vez un prototipo de máquina corazón-pulmón, promoviendo así la emanación del concepto de derivación cardiopulmonar a principios de la década de los años 50 del siglo XX. Dicho dispositivo fue utilizado con éxito en humanos el 6 de mayo de 1953, aunque fueron excluidos del tratamiento a largo plazo, esto debido a que su rudimentaria estructura era a base de discos o burbujas oxigenadoras con un punto de contacto directo de oxígeno y sangre, determinando que la hemólisis ocurriera de manera casi inmediata. No fue sino hasta 1957 cuando se logró crear la primera membrana de interfase aire-sangre, basándose en las observaciones previas realizadas por Kolf y Berk en 1944, cuyo desarrollo y perfeccionamiento efectuado por Clones en 1965 permitió que las derivaciones cardiopulmonares prolongadas fueran una realidad. Así, entre los años 60 y los 70 del siglo pasado, fueron destacadas por el impulso del circuito extracorpóreo prolongado, por lo que en 1972, JD Hill y colaboradores reportaron el primer caso de su uso prolongado fuera de la sala de operaciones y desde hace casi 40 años, es una alternativa terapéutica en muchos de los hospitales de tercer nivel de atención de Estados Unidos de América (EUA) y de Europa; sin embargo, en la actualidad su empleo en México sigue siendo esporádico y durante tiempo muy limitado, en forma de circulación extracorpórea prolongada.^{1,2,3}

La ECMO consiste en un sistema que permite la eliminación del dióxido de carbono (CO₂) y la oxigenación de la sangre (**figura 1**). Hay dos tipos de circuitos: 1) el venoarterial, en el cual el circuito toma la sangre venosa de las cavas, el atrio derecho se oxigena y luego se la regresa al circuito mayor a través de la aorta y 2) el circuito veno-venoso, que toma la sangre venosa de la vena cava inferior y la regresa oxigenada al atrio derecho. El ECMO venoarterial se emplea en casos de falla cardiaca o cardiopulmonar, como ocurre en shock cardiogénico o después de un trasplante cardiaco, mientras que el ECMO veno-venoso se utiliza para enfermedades pulmonares que afecten en forma significativa el intercambio gaseoso a nivel alveolar.^{3,4,5,6,7,8,9}

^aInstituto Mexicano del Seguro Social, Hospital de Cardiología, Servicio de Anestesiología. Ciudad de México, México

Comunicación con: Víctor León Ramírez
Teléfono: 5627 6900, extensión 22181
Correo electrónico: viler15@hotmail.com

Introducción: la oxigenación por membrana extracorpórea es una técnica indicada en casos en los que existe insuficiencia respiratoria grave o en aquellas situaciones en las que el fallo de bomba o la presencia de insuficiencia cardíaca es refractaria al tratamiento médico convencional. Se muestran los resultados de un paciente con miocardiopatía dilatada chagásica crónica, tratado con oxigenación por membrana extracorpórea como terapia puente para trasplante cardíaco.

Caso clínico: masculino de 62 años de edad, con antecedente de enfermedad de Chagas al que se le

realizó oxigenación por membrana extracorpórea por fallo ventricular severo, empleándose un sistema venoarterial como terapia puente para trasplante cardíaco, con evolución satisfactoria.

Conclusión: la oxigenación por membrana extracorpórea es una opción temporal, viable, segura y eficaz para aquellos pacientes con insuficiencia cardíaca severa refractaria a tratamiento que van a ser sometidos a trasplante.

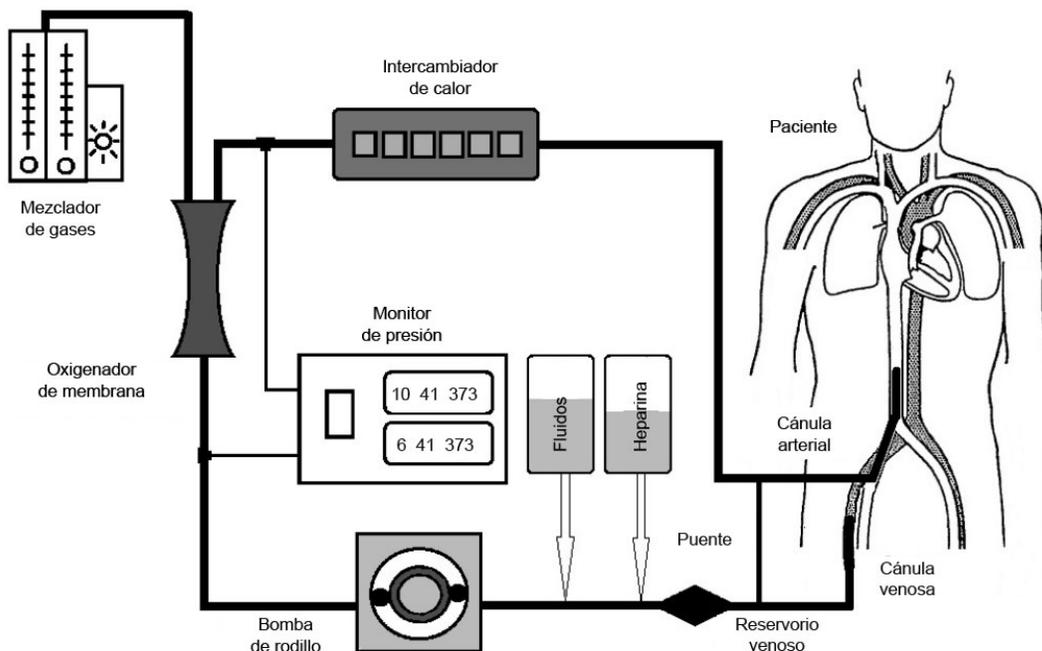
Previo autorización del paciente para publicación de algunos detalles de su expediente clínico y para ser parte de material docente de los autores, se expone su caso. Presentaba miocardiopatía dilatada chagásica crónica, tratado con oxigenación por membrana extracorpórea como terapia puente para trasplante cardíaco.

Caso clínico

Paciente del sexo masculino, de 62 años de edad, médico de profesión, originario de Cochabamba, Bolivia, residente

de un estado de México, con antecedente de tabaquismo intenso de 12 años de evolución e intolerancia al metoprolol. Inició su padecimiento en el año 2003 con la sucesión de contracciones prematuras aisladas, se le diagnosticó miocardiopatía chagásica crónica dilatada, por lo cual recibió tratamiento parasiticida, continuando con disfunción progresiva del sistema de conducción, llegando a la taquicardia ventricular. Tras un año del diagnóstico se le implantó un desfibrilador automático interno (DAI), persistiendo con desgaste paulatino de la clase funcional. Como mejor opción terapéutica en el 2005, se le inyectaron células madre por vía percutánea intracoronaria (descendente anterior, circunfleja y coronaria derecha),

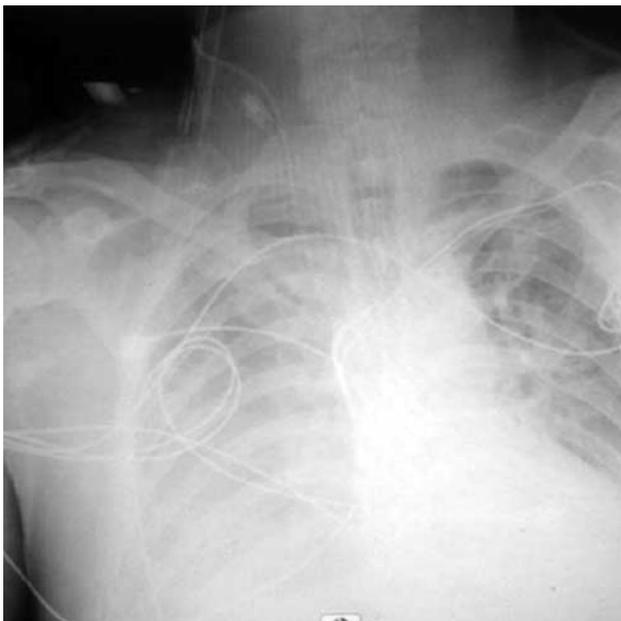
Figura 1 Componentes básicos de un circuito de oxigenación de membrana extracorpórea venoarterial vía canulación arterial y venosa femoral



permaneciendo asintomático desde entonces con una buena capacidad funcional. Fue hasta julio de 2014 que presentó astenia, disnea, oliguria y tumefacción en miembros inferiores, por lo que acudió a centro hospitalario, donde se le suministró tratamiento, 5 días después de hospitalización fue dado de alta. Por falta de mejoría acudió con facultativo, quien lo refirió a un hospital de cardiología de tercer nivel de atención el 15 de agosto. A su llegada al servicio de urgencias del hospital refirió acentuación de sintomatología previa, presentaba episodios de palpitaciones, hipotensión, taquicardia, taquipnea, aleteo nasal, retracciones supraesternales y subcostales; a la auscultación se encontraron campos pulmonares con hipoventilación basal bilateral, ruidos cardíacos rítmicos, con ápex desplazado y tercer ruido constante, soplo holosistólico en foco mitral II/IV, edema difuso de la cara cerca del área palpebral, tronco y extremidades con fovea hasta las rodillas. En la analítica se encontró leucocitosis y elevación del péptido natriuretico cerebral. La gasometría indicó hipoxemia y acidosis mixta. En el electrocardiograma se apreció taquicardia supraventricular. En la radiografía de tórax se observó un desfibrilador subclavio izquierdo, cardiomegalia con dilatación de las cuatro cámaras, así como signos de congestión venosa pulmonar, redistribución superior de la vasculatura pulmonar, aumento del tamaño del mediastino y los hilios, con disminución generalizada de la vascularización (**figura 2**).

Fue hospitalizado por descompensación de falla cardíaca e importante deterioro de su clase funcional (III-IV), se ajustó tratamiento con escasa mejoría, derivándose a la Clínica de Trasplantes para protocolo de estudio y tratamiento. Durante su estancia, evolucionó a mayor deterioro de la clase funcional, por lo que el 19 de agosto fue programado para colocación de soporte circulatorio con ECMO, como puente a trasplante cardíaco, clasificado como urgencia "0".

Figura 2 Radiografía de tórax al momento de tomar la decisión de instalar el circuito de oxigenación de membrana extracorpórea venoarterial



Se realizaron estudios de función pulmonar y medición del espacio muerto fisiológico mediante análisis del CO₂ espirado, según la técnica descrita por Arnold *et al.*, empleándose la estación de análisis VenTrak (VenTrak®, Novamatrix, Wallingfor, EUA.).

La colocación de la ECMO se realizó bajo anestesia general balanceada. A su llegada a quirófano, se conectó a un sistema ventilatorio cerrado con absorbedor de CO₂. El electrocardiograma (ECG), la pulsoximetría (SpO₂), el tren de cuatro (TOF), el índice bispectral (BIS), la presión arterial cruenta en la arteria radial (TA) y el gasto cardíaco continuo (VIGILEO) fueron monitoreados, estableciéndose así los valores basales; la anestesia fue inducida por vía intravenosa con midazolam 0.025 mg/kg⁻¹, fentanil 5 µg/kg⁻¹ y cisatracurio 0.2 mg/kg⁻¹, ministrándose profilaxis antibiótica a base de cefalotina 1 g. El mantenimiento anestésico se llevó a cabo con desflurano, fentanilo y cisatracurio para obtener valores de BIS entre 40-50 y valores de TOF 0-3. La ventilación mecánica se ajustó en función del CO₂ telespiratorio y del intercambio de gases. Durante el transanestésico hemodinámicamente recibió apoyo inotrópico y vasopresor a base de dobutamina y norepinefrina, la anticoagulación se realizó con heparina 100 UI/kg⁻¹, manteniendo un tiempo de coagulación activado > 300 segundos. Posteriormente se realizaron canulaciones para la ECMO bajo visión radioscópica, para lo cual se insertaron dos cánulas, una de 17 Fr (Maquet Cardiopulmonary AG; GmbH & Co. KG Rastatt, Alemania) en la vena iliaca común izquierda a través de la vena femoral ipsilateral (cánula de retorno), y la otra 20 Fr (Maquet Cardiopulmonary AG; GmbH & Co. KG Rastatt, Alemania) en la vena cava inferior a través de la vena femoral derecha (cánula de drenaje). Después de confirmar la colocación correcta de las cánulas, estas se conectaron al sistema de la ECMO. Se utilizó una bomba no oclusiva con reservorio de elevada distensibilidad adaptado a los rodillos, que autorregulaba el flujo según la volemia, equiparándolo al número de vueltas del rotor (06 GN Hospal, Collin-Cardio, Arcueil, Francia). Disponía de un doble sistema de circulación (AREC Nouveau Ne, TK 0077, Tuyaux Chauffants, Francia) para el calentamiento de la sangre con un volumen de purgado de 150 mL (excluyendo la membrana), con un oxigenador de membrana (AVECOR Cardiovascular Inc. Minneapolis, EUA). Los flujos se calcularon entre el 40 y 60% del gasto cardíaco estimado para el paciente, el cual fue medido mediante un sensor ultrasonográfico de alta precisión (Transonic Systems Inc. T 110, Ithaca, New York, EUA), reportándose un flujo promedio de 3.2 L/min⁻¹ para un gasto cardíaco (GC) de 5.4 L/min⁻¹ a 4200 rpm, y con una fracción de oxígeno de 1.0 y una relación ventilación/perfusión⁻¹ de 0.8-1.0 a través del oxigenador, con parámetros de ventilación de protección pulmonar (VT 3 ml/kg⁻¹ peso ideal, frecuencia respiratoria (FR) 10 rpm, presión positiva final a la expiración (PEEP) 20 cm H₂O, FiO₂ 0.5), manteniéndose un tiempo de coagulación activado (TCA) > 180 segundos. Durante el transanestésico el gasto cardíaco se mantuvo sin cambios y la oxigenación fue adecuada. Una vez concluido el evento quirúrgico y posterior a la reevaluación de la funcionalidad de la ECMO, el paciente fue trasladado a la unidad de terapia

postquirúrgica, bajo efectos de sedoanalgesia. Durante su estancia se monitoreo temperatura vesical y central intraarterial en tiempo real mediante catéter de fibra óptica (Paratrend 7 fl, Diametrics Medical Inc. Minnesota, EUA), el CO₂ mediante capnografía de flujo continuo y la función cerebral mediante un sensor para BIS. La sedoanalgesia se llevó a cabo con fentanilo para valores de BIS entre 70-80 que permitieron una adecuada exploración neurológica. Evolucionando favorablemente tras siete días de ECMO, el flujo de gas fresco se redujo gradualmente y la fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) se llevó hasta 21%, para posteriormente ser decanulado por mejoría hemodinámica una semana después, sin complicaciones, ni secuelas, siendo extubado a las 24 horas de la retirada de la ECMO. Debido a su evolución favorable, fue trasladado a piso, para ser dado de alta el 5 de septiembre; desde entonces permaneció en lista de espera hasta el día 24 de septiembre, cuando se le realizó trasplante cardiaco ortotópico bicaval de manera exitosa. Fue dado de alta el 8 de octubre, con controles subsecuentes por su servicio tratante. En la actualidad, después de dos años de postoperado, el paciente se encuentra asintomático, clase funcional I, no muestra déficits neurológicos, cardiovasculares y/o respiratorios asociados al uso prolongado de la ECMO.

Discusión

Actualmente, alrededor del mundo existen numerosos casos de pacientes sometidos a trasplante cardiaco, siendo la miocardiopatía dilatada una de las entidades clínico-quirúrgicas más frecuentes, que de no ser trasplantados podrían progresar a un desenlace fatal.^{10,11}

En la actualidad, el auge tecnológico de los dispositivos biomédicos ha tenido un gran impacto en la sobrevivencia de dichos pacientes.

En el caso del paciente, las indicaciones de ECMO fueron múltiples, una puntuación de Murray de 3.75 (infiltrados bilaterales en los cuatro cuadrantes de la radiografía de tórax, compliancia dinámica de 34 mL/cm H₂O; presión arterial de oxígeno (PaO₂) de 39 mm Hg, con FiO₂ 1.0, bajo los siguientes parámetros ventilatorios: VC 6.6 ml/kg⁻¹, FR 27 rpm, PEEP 18 cm H₂O, presión inspiratoria 32 cm H₂O, un índice de oxigenación postductal promedio de 82.05 en 4 muestras sanguíneas diferentes tomadas con al menos 30 minutos de diferencia, una diferencia alveolo-arterial de oxígeno promedio > 500 durante al menos 8 horas, hipoxemia grave sin respuesta a maniobras de reclutamiento e inestabilidad hemodinámica por disfunción ventricular con choque cardiogénico refractario al tratamiento médico. Así, según las guías de la *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO) fue necesaria la aplicación de soporte extracorpóreo cardiorrespiratorio del tipo arterio-venoso, para mejorar sus condiciones clínicas y dar tiempo al proceso de donación.¹²

A lo largo de los años, la circulación extracorpórea se ha utilizado para el apoyo hemodinámico y respiratorio. En el campo de la cardiología, la ECMO es un tratamiento establecido para los pacientes con insuficiencia cardiaca

grave y una terapia potencial para pacientes con choque cardiogénico refractario. La ECMO arterio-venosa resulta particularmente útil en aquellos pacientes con choque cardiogénico severo e insuficiencia respiratoria combinada, siendo un puente hacia la recuperación, la implantación duradera del dispositivo de asistencia ventricular percutánea, o el trasplante cardiaco.^{7,13}

En este caso, se proporcionó asistencia con la ECMO arterio-venosa debido a la inestabilidad hemodinámica del paciente candidato a trasplante. La sangre venosa se obtuvo por un catéter insertado a través de la vena femoral y que retornaba a través de otro catéter ubicado en la arteria del mismo nombre. Este sistema aportó un excelente apoyo tanto pulmonar como cardiaco, con una adecuada oxigenación con flujos bajos.¹²

Debido a que la ECMO es una técnica compleja que tiene un elevado riesgo de complicaciones, la vigilancia del paciente se llevó a cabo en la unidad de terapia postquirúrgica.¹⁴

Una vez que se inició el apoyo con la ECMO, los objetivos clínicos en el paciente incluyeron una saturación arterial de oxihemoglobina > 90% y una saturación venosa de oxihemoglobina > 70%, con adecuada perfusión tisular. La vigilancia y control del circuito fue realizada por un cardiólogo intensivista. La infusión de heparina no fraccionada se mantuvo durante la permanencia del circuito. Además, se utilizaron técnicas de ventilación mecánica protectoras hasta su destete, con controles seriados ecocardiográficos.

Considerada como terapia aislada, la ECMO es exitosa si el paciente sobrevive más de 5 días con ella, independientemente del resultado final con la vida del paciente.¹⁵ En este caso la permanencia de la ECMO fue de 7 días. La recuperación de la función ventricular estuvo determinada por cambios en la morfología de la curva de presión arterial invasiva, el descenso del flujo de la bomba y los cambios ecocardiográficos de la contractilidad miocárdica y no se presentaron complicaciones derivadas de su uso, destetándose con éxito y sobreviviendo al alta.

Sin embargo, consideramos que resulta prioritario identificar aquellos factores pronósticos para seleccionar a aquellos pacientes que puedan beneficiarse del soporte con ECMO, ya que la supervivencia global en pacientes adultos con indicación cardiaca es baja. Sin embargo, la posibilidad de emplear ECMO en situaciones críticas supone rescatar a un porcentaje de pacientes que de otra forma tienen mínima posibilidad de supervivencia.

Conclusiones

La implementación de dispositivos como la oxigenación por membrana extracorpórea es ineludible, la ECMO evolucionó la circulación extracorpórea y proporcionó apoyo cardiopulmonar prolongado fuera de la sala de operaciones, por lo que su uso debería consolidarse a nivel nacional, así como lo ha hecho a nivel internacional.

Aunque la ECMO es una medida invasiva y compleja que requiere de cuidados intensivos, puede ser una opción temporal, viable, segura y eficaz para los pacientes con insuficiencia cardiaca refractaria a tratamiento que serán

sometidos a trasplante, ya que permite mejorar la condición clínica de los mismos, frenando el deterioro súbito o progresivo, que en ocasiones supondría la suspensión en la lista de espera o su fallecimiento en la misma.

Son muchas las limitaciones para el progreso de dicha tecnología, se requiere de una mejor selección de pacientes y, por supuesto, un aumento en la experiencia de implementación y monitoreo, por lo que el esfuerzo es enorme y exige de la contribución y voluntad institucional

para impulsarla, para así, ingresar a uno de los campos más ambiciosos y prometedores de la medicina moderna.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Hessel EA. History of cardiopulmonary bypass (CPB). *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2015;29(2):99-111.
- La historia del ECMO (Internet). 2011 (Citado 07 de octubre de 2016): Disponible en: <https://www.nicklauschildrens.org/medical-services/pediatric-critical-care-medicine/extra-corporeal-membrane-oxygenation/history-of-ecmo?lang=es-CO>
- Hamid IA, Hariharan AS, Ravi Shankar NR. The advent of ECMO and pumpless extracorporeal lung assist in ARDS. *J Emerg Trauma Shock.* 2011;4(2):244-250.
- Banfi C, Pozzi M, Brunner ME, Rigamonti F, Murith N, Mugnai D, et al. Venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation: an overview of different cannulation techniques. *J Thorac Dis.* 2016;8(9):E875-E885. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5059274/>
- Banach M, Soukup J, Bucher M, Andres J. High frequency oscillation, extracorporeal membrane oxygenation and pumpless arteriovenous lung assist in the management of severe ARDS. *Anesthesiology Intensive Therapy.* 2010;4:201-205.
- Marasco SF, Lukas G, McDonald M, McMillan J, Ihle B. Review of ECMO (extra corporeal membrane oxygenation) support in critically ill adult patients. *Heart Lung Circ.* 2008;17:S41-7.
- Lawler PR, Silver DA, Scirica BM, Couper GS, Weinhouse GL, Camp PC. Extracorporeal membrane oxygenation in adults with cardiogenic shock. *Circulation.* 2015;131(7):676-80.
- Napp LC, Kühn C, Bauersachs J. ECMO in cardiac arrest and cardiogenic shock. *Herz.* 2017;42:27-44.
- Abrams D, Combes A, Brodie D. Extracorporeal membrane oxygenation in cardiopulmonary disease in adults. *J Am Coll Cardiol.* 2014;63:2769-78.
- Ruzza A, Czer LS, De Robertis M, Luthringer D, Moriguchi J, Kobashigawa J, et al. Total Artificial Heart as Bridge to Heart Transplantation in Chagas Cardiomyopathy: Case Report. *Transplant Proc.* 2016;48:279-81.
- Romano J, Dufur M, Monedero P. Oxigenación extracorpórea en un síndrome de distrés respiratorio agudo tras trasplante hepático. *Rev Esp Anesthesiol Reanim.* 2011;58:174-177.
- Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Guidelines for Adult Cardiac Failure (Internet). 2013 (Citado 23 de noviembre de 2016): Disponible en: <http://www.elseo.org/portals/0/igd/archive/filemanager/e76ef78eabcusersshydocumentselsoguidelinesforadultcardiacfailure1.3.pdf>
- Lindstrom SJ, Pellegrino VA, Butt WW. Extracorporeal membrane oxygenation. *Med J Aust.* 2009;191:178-82.
- Lozano-Kasten F, Soto-Gutiérrez M, Magallón-Gastélum M, Kasten-Monges M, Hinojosa-Alarcón F, Peregrina-Lucano AA. El trasplante cardiaco por enfermedad de Chagas en México. *Rev Biomed.* 2015;26:41-45.
- Dobles-Ramírez C, Salas-Segura DA. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO), primer caso en Costa Rica. *Acta Med Costarric.* 2014;56(4):177-9.

Cómo citar este artículo:

León-Ramírez V, Santiago-López J. Oxigenación por membrana extracorpórea como puente para trasplante cardiaco por miocardiopatía chagásica. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2018;56(4):429-33.