

# Alternativas de Manejo a la Hipoxemia Refractaria en Paciente COVID-19: Revisión de la Literatura

## Artículo de Revisión

Luis Andrés Dulcey-Sarmiento<sup>1</sup>, Jhon Fredy Castillo-Blanco<sup>2</sup>, Juan Sebastian Theran-Leon<sup>3</sup> y Raimondo Theran-Leon<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Médico Internista, Universidad de los Andes

<sup>2</sup> Médico General, Universidad de Santander

<sup>3</sup> Médico Epidemiólogo, Universidad Autónoma de Bucaramanga

Fecha de recepción del manuscrito: 06/Noviembre/2021

Fecha de aceptación del manuscrito: 16/Marzo/2022

Fecha de publicación: 21/Abril/2022

DOI: 10.5281/zenodo.6475671

Creative Commons: Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional.

---

**Resumen— Introducción:** La pandemia por COVID-19 ha creado un desafío nunca antes visto en los sistemas de salud generando una carga que ha venido creciendo exponencialmente. **Objetivo:** El objetivo principal de esta revisión es conocer las indicaciones de dicha terapia ya que las dos principales causas de muerte en este proceso patológico son la hipoxemia que no responde asociada al distrés respiratorio y el choque con sus subsecuentes fallos multiorgánicos. **Métodos:** Se realizó una revisión de la literatura reciente sobre el soporte con membrana extracorpórea el cual se ha utilizado en pacientes con fallo ventilatorio que no responden al manejo en decúbito prono y con parámetros adecuados. **Resultados:** Es muy poca la evidencia científica disponible hasta el momento dado que son muy pocos los grupos expertos en el área de dicho soporte, sin embargo, se encontró en la revisión que existe indicación formal de dicho soporte en pacientes con COVID-19 que no respondan a las medidas de manejo tradicional. **Conclusión:** El soporte con membrana extracorpórea ha surgido como una alternativa para tener en cuenta en el escalafón de medidas terapéuticas en pacientes que no responden a manejo tradicional, estos pacientes deben ser muy rigurosamente seleccionados buscando prolongar la supervivencia. **Rev Med Clin 2022;6(1):e21042206007**

**Palabras clave—**Oxigenación, Riesgo, Soporte, Ventilación

---

### Abstract—Management Alternatives to Refractory Hypoxemia in COVID-19 Patients: Review of the Literature

**Introduction:** The COVID-19 pandemic has created a challenge never seen in health systems, generating a burden that has been growing exponentially. **Objective:** The main objective of this review is to know the indications for such therapy since the two main causes of death in this pathological process are unresponsive hypoxemia associated with respiratory distress and shock with its subsequent multi-organ failure. **Methods:** A recent literature review was conducted on extracorporeal membrane support, which has been used in patients with ventilatory failure who do not respond to prone management and with adequate parameters. **Results:** There is very little scientific evidence available to date given the limitations derived from the pandemic time as well as the technological resource to be reviewed in this publication given that there are very few expert groups in the area of such support, however it was found in the review that there is a formal indication of such support in patients with COVID 19 who do not respond to traditional management measures. **Conclusion:** The support with extracorporeal membrane has emerged as an alternative to consider in the ranking of therapeutic measures in patients who do not respond to traditional management, these patients must be very rigorously selected, and a search should be made to prolong survival. **Rev Med Clin 2022;6(1):e21042206007**

**Keywords—**Oxygenation, Risk, Support, Ventilation

---

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) causada por el nuevo síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2) surgió por primera vez en Wuhan China, en diciembre de 2019 y provocó una pandemia mundial.<sup>1</sup> Aproximadamente un 10 a 20% de los pacientes ingresados en un hospital requieren de cuidados intensivos, la mayoría de los cuales se someten a ventilación mecánica (VM) por neumonía complicada por hipoxemia grave.<sup>2</sup>

La epidemia por COVID-19 ha creado un desafío sin precedentes en el sistema de salud, generando una demanda creciente para los hospitales y las unidades de cuidados críticos. En el informe presentado por Cumming *et al.*, en pacientes críticos en Nueva York, la mortalidad encontrada fue del 39%, en pacientes añosos y comorbilidad cardíaca o pulmonar además otros marcadores de mal pronóstico la mortalidad llegó a ser mucho mayor.<sup>3</sup> Richardson *et al.* han reportado una mortalidad del 76% en los pacientes después de la sexta década de la vida.<sup>4</sup>

La terapia de membrana extracorpórea comúnmente denominada ECMO por sus siglas en inglés (extracorporeal membrane oxygenation), se ha usado en fallo respiratorio agudo que no responde a medidas de manejo convencionales en centros con profesionales especializados y su empleo se aceleró dramáticamente durante la pandemia de Influenza AH1N1 cerca del año 2009, donde se reportaron tasas de supervivencias de hasta un 70% con su uso.<sup>5</sup>

Para ese momento un estudio realizado llamado CESAR mostró que la remisión a un centro de referencia de ECMO se asociaba con descenso de la mortalidad.<sup>6,7</sup> Después de este trabajo, el uso de la ECMO ha continuado aumentando exponencialmente en el mundo. Durante la epidemia del síndrome respiratorio del Oriente Medio causado el (MERS-CoV) en el año 2012<sup>8</sup> se recurrió a dicha terapia con resultados muy satisfactorios. En el 2018, Combes *et al.* publicaron el estudio EOLIA, un ensayo clínico controlado del uso de ECMO de forma precoz en casos indicados frente a terapia convencional incluyendo uso de ECMO de rescate.<sup>9</sup>

Al analizar los estudios CESAR y EOLIA con características muy homogéneas, se observó una disminución de la mortalidad a 60 días, con una disminución absoluta del riesgo de muerte de un 13% (34% vs. 47%) y un número necesario a tratar de 7,69 al comparar terapia tradicional y soporte por ECMO. La reducción relativa de la mortalidad fue del 27% (IC 95%: 8-42%).<sup>10,11</sup>

Se ha evaluado el efecto de la terapia ECMO en pacientes con infección por COVID 19 y distrés respiratorio refractario; algunas de las experiencias relatadas por grupos expertos han ocurrido en países como Japón (ECMOnet-Japan,

2020),<sup>12</sup> Sur Corea en lo encontrado por (Jung *et al.*, 2020),<sup>13</sup> Republica Popular China descrito por (Zeng *et al.*, 2020),<sup>24</sup> en Estados Unidos de América ante lo señalado por (Jacobs *et al.*, 2020)<sup>15</sup> y Europa a través del grupo experto EUROELSO; este último es el que tiene la mayor experiencia en este tipo de terapias en infección por COVID-19 con una muestra representativa de 1.200 pacientes, y una supervivencia encontrada del 55% (Marullo *et al.*, 2020).<sup>17</sup>

En tal sentido los pacientes con SARS-CoV-2 que presenten hipoxemia o choque refractarios al manejo médico estándar deben ser evaluados por una institución con personal técnico y científico capacitado en ECMO. La terapia de oxigenación por membrana extracorpórea puede ser considerada de acuerdo con una meticulosa evaluación ante la no respuesta y riesgo de muerte de los pacientes que no responden a terapia tradicional.

Se recomienda que los pacientes con distrés moderado a grave, ingresados por COVID-19 que reciban todas las medidas tales como ventilación pulmonar con parámetros protectores de acuerdo con la estrategia del ARDS-Net, sedación adecuada, así como relajación muscular en los casos indicados, la ventilación en decúbito prono además de prevención y manejo de la sobre carga hídrica.

La VM es una intervención médica que mejora el pronóstico en el paciente con fallo ventilatoria, sin embargo, a pesar de protocolos estrictos, la ventilación también puede empeorar la lesión pulmonar a través de la lesión asociada al ventilador y provocar lo que conocemos como barotrauma, atelectrauma, volutrauma y biotrauma, por lo que puede contribuir a mayor disfunción orgánica, no sólo en pacientes con infección por COVID-19. Dentro de las estrategias que han mostrado eficacia para disminuir dichos riesgos y mejorar el pronóstico incluyendo la disminución de la mortalidad, se encuentra la ventilación mecánica con parámetros protectores.<sup>17</sup>

El manejo ventilatorio, basado en la mejor evidencia disponible, es el uso de ventilación protectora basado en los meta análisis realizados,<sup>6,8,11</sup> debiéndose realizar esta con volúmenes tidal adecuados no muy elevados de entre 4-8 ml/kg con cálculo del peso ideal para evitar la sobre distensión, presión positiva de la vía aérea (PEEP) manejada de acuerdo con la tabla de FiO<sub>2</sub> y PEEP derivados del estudio ARDS-Network, una presión meseta que no sobre pase de 30 con una frecuencia respiratoria que oscile de 8-35, así como un pH superior a 7,25 con niveles de CO<sub>2</sub> menores de 60 mm Hg.<sup>18</sup>

Igualmente, es pertinente señalar que, una estrategia de protección pulmonar adicional, es la ventilación con evaluación de la presión de conducción de la vía aérea menor de 15 cm de H<sub>2</sub>O. Esta se calcula restando la presión meseta de la PEEP (Amato *et al.*, 2015).<sup>19</sup>

En los casos donde no se ha logrado los objetivos ventilatorios y existe asincronías ventilatorias se procede al uso

de sedaciones adecuadas y relajantes musculares buscando mejorar dichos índices de oxigenación.<sup>20,21</sup>

El uso de ventilación mecánica con posición en decúbito prono debe reservarse como estrategia adicional a la ventilación mecánica para los pacientes con PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (PAFI) en valores menores de 150 mm Hg, con uso de presión positiva adecuada al menos mayor de 10 cm de H<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> mayor de 60.

El decúbito prono debe instaurarse más de 12 horas de acuerdo con lo reportado por (Munshi et al., 2017),<sup>22</sup> para que sea efectiva. Los pacientes con distrés respiratorio, asociado al SARS-CoV-2, parecen tener beneficio al ventilarse en decúbito prono como se ha visto en otras etiologías (Chang et al., 2020).<sup>23</sup> Igualmente debe prevenirse la hipervolemia (Wiedemann et al., 2006),<sup>7</sup> ya que esta ha empeorado el pronóstico a largo plazo, en los casos de hipoxemia que no responda a manejo convencional deben utilizarse las maniobras de reclutamiento alveolar, en esas circunstancias (Goligher et al., 2017).<sup>25</sup>

### **Selección de Pacientes para Terapia ECMO**

La tarea de seleccionarlos adecuadamente no es sencilla, por el momento no existe una regla o puntaje de predicción que dictamine cuáles son las variables que ayuden a definir cuál es la probabilidad de supervivencia de los pacientes con SARS-CoV-2 antes de ser conectados a la terapia ECMO.

Por ello, se hace necesario emplear los criterios de estudios previos ya señalados como los de CESAR y EOLIA (añadir referencia de los estudios), que han evaluado las posibilidades de garantizar una supervivencia a los pacientes con ECMO veno-venosa (ECMO VV) en otras enfermedades.

Se han descrito 3 escenarios para definir las prioridades para que un individuo pueda ser considerado adecuado para el empleo terapia ECMO. Uno de ellos es la escala de fragilidad clínica definida por el Charlson o Barthel e inclusive la utilización de ambas en conjunto, la cual ya ha sido evaluada previamente para pacientes en cuidados críticos. El segundo es la disponibilidad de camas de terapia intensiva, y para finalizar será necesaria la disponibilidad de unidades de ECMO en el hospital.

En cuanto al ECMO veno-arterial, este tipo de asistencia está indicado para soporte cardiorespiratorio. La cánula venosa, que se conecta a la línea venosa del circuito, se introduce habitualmente a través de la vena femoral (VF) y se avanza hasta la aurícula derecha, desde donde recoge la sangre del sistema venoso del paciente. La cánula arterial, que se conecta a la línea arterial del circuito, se introduce (habitualmente) en la arteria femoral (AF) común, por la facilidad y rapidez de su abordaje, por donde la sangre oxigenada en el circuito ECMO retorna al sistema arterial del paciente (la punta se posiciona en la arteria iliaca o en la aorta descendente).

El soporte ECMO veno-venoso Está indicada cuando se precisa exclusivamente una asistencia respiratoria, no da soporte cardíaco directamente, pero al disminuir las resistencias pulmonares mejora la función del VD. La sangre se drena y se reinfunde en el sistema venoso del paciente (por tanto, el circuito de la ECMO está conectado en serie al corazón y los pulmones, a diferencia de la ECMO Veno-Arterial, donde funciona en paralelo). Tras oxigenarse y decarboxilarse, la sangre se reinfunde en la aurícula derecha y es eyectada en la circulación pulmonar por la propia función cardíaca del paciente.

Para evaluar el pronóstico, así como las posibilidades de sobrevivir en este grupo de pacientes se toma como referencia el puntaje de supervivencia en ECMO (RESPscore) (Schmidt et al., 2014),<sup>26</sup> el cual dictamina la posibilidad de sobrevivir previamente al inicio de la terapia de los pacientes candidatos, clasificándolos a estos en 5 grupos de riesgo y de supervivencia. Esta herramienta electrónica está disponible en la dirección web <http://www.respscore.com/>. Este sistema de puntuación no se tomará como único criterio para definir la indicación o contraindicación de ECMO. Igualmente es importante definir cuál es la posibilidad y los riesgos de presentar efectos adversos en cuanto a morbilidad, duración de la hospitalización y mortalidad en función de la edad y su estado previo funcional en base a los índices como el Barthel (Juma et al., 2016).<sup>27</sup> Uno de los criterios para usar la terapia de oxigenación por membrana extracorpórea es la condición de fragilidad de los individuos y sus comorbilidades previas.

### **Exclusión de la Terapia ECMO**

En aquellos pacientes con SDRA grave -que no responda a manejo con sospecha o confirmación de COVID-19 - deben excluirse a aquellos pacientes con una muy baja probabilidad de beneficio al instaurarse.

Estos criterios incluyen algunas contraindicaciones **absolutas** como lo son: un puntaje Charlson mayor de 4, fallo multiorgánico con alto riesgo de fallecer, enfermedad cerebral con pobre pronóstico neurológico, comorbilidades pulmonares, hepáticas, renales avanzadas o vasculares y particularmente llama la atención la imposibilidad de implementar la terapia como es la contraindicación para transfusión y la anticoagulación.

Son señaladas una serie de contraindicaciones **relativas** como son la edad menor de 18 o pacientes muy añosos, un índice de masa corporal mayor de 40, inmunocomprometidos refractarios u otras.<sup>28</sup>

### **Retiro de la Terapia ECMO**

Todos los pacientes con distrés grave y refractario con sospecha o confirmación de infección COVID-19 quienes reciben terapia de oxigenación extracorpórea, deben ser reevaluados en tiempo real. Aquellas decisiones de futilidad de la terapia deben ser individualizadas y valoradas por un equipo multidisciplinario que evalúe el contexto clínico, su evolución, así como las posibilidades objetivas de recuperación

cardiopulmonar de cada paciente. Además, en casos complejos las decisiones pueden ser consultadas con el comité de ética a través de las redes regionales o nacionales de ECMO.<sup>29</sup>

## CONCLUSIONES

Los criterios para seleccionar pacientes con fallo ventilatoria aguda candidatos a recibir ECMO sin ser realizados de forma muy minuciosa y objetiva pueden asegurar índices de supervivencia más elevados. Sin embargo, hay que hacer énfasis que no en todos los pacientes con fallo respiratorio que reciban oxigenación por membrana extracorpórea podrá lograrse la extubación endotraqueal, aun si el intercambio de gases reportado en la gasometría arterial es adecuado. El panorama por evaluar sigue siendo muy complejo, sin embargo, forma parte del ejercicio profesional en atención de pacientes con COVID-19 considerar la terapia ECMO en pacientes con indicaciones de recibirla.<sup>30</sup>

## FINANCIAMIENTO

El financiamiento del trabajo fue cubierto por los autores.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores niegan presentar conflictos de interés en este trabajo

## REFERENCIAS

- [1] Roca O, Messika J, Caralt B, García-de-Acilu M, Sztymf B, Ricard JD, Masclans JR. Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *J Crit Care.* 2016 Oct;35:200-5. doi: 10.1016/j.jccr.2016.05.022. Epub 2016 May 31. PMID: 27481760
- [2] Cumming M, Baldwin M, Abrams C, Jacobson S, Meyer B, Balough E, et al. Epidemiology, clinical course, and outcomes of critically ill adults with COVID-19 in New York City: a prospective cohort study. *Lancet.* 2020;395:1763—70. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31189-2
- [3] Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City Area. *JAMA.* 2020;323:2052—9. DOI:10.1001/jama.2020.6775
- [4] Combes A, Pellegrino V. Extracorporeal membrane oxygenation for 2009 influenza A (H1N1)-associated acute respiratory distress syndrome. *Semin Respir Crit Care Med.* 2011;32:188—94.6. DOI: 10.1055/s-0031-1275531.
- [5] Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, Thalanany MM, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multi-center randomized controlled trial. *Lancet.* 2009;374:1351—63,http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61069-2.7.
- [6] Zwischenberger JB, Lynch JE. Will CESAR answer the adult ECMO debate? *Lancet.* 2009;374:1307—8,http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61630-5.8.
- [7] Alshahrani MS, Sindi A, Alshamsi F, Al-Omari A, el Tahan M, Alah-madi B, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe Middle East respiratory syndrome coronavirus. *Ann Intensive Care.* 2018;8:3, http://dx.doi.org/10.1186/s13613-017-0350-x.
- [8] Combes A, Hajage D, Capellier G, Demoule A, Lavoué S, Guervilly C, et al., EOLIA Trial Group, REVA, and ECMONet. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2018;378:1965—75. DOI: 10.1056/NEJMoa1800385
- [9] Goligher EC, Tomlinson G, Hajage D, Wijey sundera DN, Fan E, Jüni P, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome and posterior probability of mortality benefit in a post hoc Bayesian analysis of a randomized clinical trial. *JAMA.* 2018;320:2251—9. DOI: 10.1056/NEJMoa1800385
- [10] Munshi L, Walkey A, Goligher E, Pham T, Uleryk EM, Fan E. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation for acute respiratory distress syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med.* 2019;7:163—72. DOI:10.1016/S0140-6736(20)32008-0
- [11] ECMONet-Japan C-19. Japan ECMONet for COVID-19: telephone consultations for cases with severe respiratory failure caused by COVID-19. *J Intensive Care.* 2020;8:24. DOI: 10.1186/s40560-020-00440-9
- [12] Jung H, Lim J, Kang SH, Kim SG, Lee Y, Lee J, et al. Outcomes of COVID-19 among patients on in-center hemodialysis: An experience from the epicenter in South Korea. *J Clin Med.* 2020;9: E1688. DOI: 10.3390/jcm9061688.
- [13] Zeng Y, Cai Z, Xianyu Y, Yang BX, Song T, Yan Q. Prognosis when using extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) for critically ill COVID-19 patients in China: A retrospective case series. *Crit Care.* 2020;24:8—10. DOI: 10.1186/s13054-020-2840-8.
- [14] Jacobs JP, Stammers AH, St Louis J, Hayanga JWA, Firshberg MS, Mongero LB, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in the treatment of severe pulmonary and cardiac compromise in COVID-19: Experience with 32 patients. *ASAIO J.* 2020;66:722—30. DOI: 10.1097/MAT.0000000000001185
- [15] Marullo AG, Cavarretta E, Biondi Zoccai G, Mancone M, Peruzzi M, Piscioneri F, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for critically ill patients with coronavirus-associated disease 2019: an updated perspective of the European experience. *Minerva Cardio angiolo.* 2020,http://dx.doi.org/10.23736/S0026-4725.20.05328-1
- [16] Slutsky AS, Ranieri VM. Ventilator-induced lung injury. *N Engl J Med.* 2013;369:2126—36. DOI: 10.1016/j.ccm.2016.07.004
- [17] Brower RG, Matthay MA, Morris A, Schoenfeld D, Thompson BT, Wheeler A. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000;342:1301—8. DOI: 10.1056/NEJM200005043421801
- [18] Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2015;372:747—55. DOI: 10.1056/NEJMsa1410639. DOI: 10.1056/NEJM200005043421801

- [19] Alhazzani W, Alshahrani M, Jaeschke R, Forel JM, Papias L, Sevransky J, et al. Neuromuscular blocking agents in acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2013;17:R43,<http://dx.doi.org/10.1186/cc12557>.
- [20] Moss M, Huang DT, Brower RG, Ferguson ND, Ginde AA, Gong MN, et al. Early neuromuscular blockade in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2019;380:1997—2008. DOI: 10.1056/NEJMoa1901686
- [21] Munshi L, del Sorbo L, Adhikari NKJ, Hodgson CL, Wunsch H, Meade MO, et al. Prone position for acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14 Suppl. 4:S280—8. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201704-343OT
- [22] Chang T, Wu J, Chang L. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020;8:475—81. DOI: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5
- [23] Wiedemann HP, Wheeler AP, Bernard GR, Thompson BT, Hayden D, De Boisblanc B, et al. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med*. 2006;354:2564—75. DOI: 10.1056/NEJMoa062200
- [24] Goligher EC, Hodgson CL, Adhikari NKJ, Meade MO, Wunsch H, Uleryk E, et al. Lung recruitment maneuvers for adult patients with acute respiratory distress syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc*. 2017;14 Suppl.4r: S304—11.DOI: 10.1513/AnnalsATS.201704-340OT
- [25] Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2015;372:747-55.
- [26] Matthieu Schmidt, Michael Bailey, Jayne Sheldrake, Carol Hodgson, Cecile Aubron, Peter T Rycus, Carlos Scheinkestel, D Jamie Cooper, Daniel Brodie, Vincent Pellegrino, Alain Combes, David Pilcher. Predicting survival after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory failure. The Respiratory Extracorporeal Membrane Oxygenation Survival Prediction (RESP) score. DOI: 10.1164/rccm.201311-2023OC
- [27] Juma S, Taabazuing MM, Montero-Odasso M. Clinical frailty scale in an acute medicine unit: A simple tool that predicts length of stay. *Can Geriatr J*. 2016;19:34—9.35.
- [28] Prekker ME, Brunsvold ME, Bohman JK, Fischer G, Gram KL, Litell JM, et al. Regional planning for extracorporeal membrane oxygenation allocation during COVID-19. *Chest*. 2020;158:603—7,<http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.026.39>.
- [29] Haye G, Fourdrain A, Abou-Arab O, Berna P, Mahjoub Y. COVID-19 outbreak in France: Setup and activities of a mobile extra corporeal membrane oxygenation (ECMO) team during the first 3 weeks. *J Cardiothorac Vasc Anesth*.2020,<http://dx.doi.org/10.1053/j.jvca.2020.05.004>.
- [30] Prekker ME, Brunsvold ME, Bohman JK, Fischer G, Gram KL, Litell JM, et al. Regional planning for extracorporeal membrane oxygenation allocation during COVID-19. *Chest*. 2020;158:603—7,<http://dx.doi.org/10.1016/j.chest.2020.04.026>.