

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Terapia medico nutricional en pacientes que reciben terapia de oxigenación por membrana extracorpórea: conocimiento en progreso

Medical nutrition therapy in patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: knowledge in progress

Miguel Robledo-Valdez¹, Lucrecia Carrera-Quintanar², Miguel Morante-Ruiz³, Andrea Pérez-de-Acha-Chávez⁴, Gabino Cervantes-Guevara^{5,6}, Guillermo A. Cervantes-Cardona⁷, Blanca M. Torres-Mendoza⁷, Sol Ramírez-Ochoa⁸, Gabino Cervantes-Pérez⁸, Alejandro González-Ojeda⁹, Clotilde Fuentes-Orozco⁹ y Enrique Cervantes-Pérez^{8*}

¹Posgrado en Ciencias de la Nutrición Traslacional, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México; ²Laboratorio de Ciencias de los Alimentos, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Jal., México; ³Servicio de Medicina Interna, Hospital Universitario Fundación Jiménez-Díaz, Madrid, España; ⁴Departamento de Geriatría, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México; ⁵Departamento de Bienestar y Desarrollo Sustentable, Centro Universitario del Norte, Universidad de Guadalajara, Colotlán, Jal., México; ⁶Departamento de Gastroenterología, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jal., México; ⁷Departamento de Disciplinas Filosófico, Metodológicas e Instrumentales, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México; ⁸Departamento de Medicina Interna, Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jal., México; ⁹Unidad de Investigación Biomédica 2, Hospital de Especialidades, UMAE, CMNO, Instituto Mexicano del Seguro Social, Guadalajara, Jal., México

Resumen

El soporte nutricional (SN) en pacientes adultos que reciben terapia de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, extracorporeal membrane oxygenation) es controvertido. Si bien existen guías para el SN en pacientes pediátricos con ECMO, en adultos no se cuenta con estos lineamientos para el uso, tipo, ruta y momento de la terapia nutricional. En pacientes críticamente enfermos es bien sabido que la nutrición enteral (NE) temprana es beneficiosa, no obstante existe la posibilidad de que en pacientes con ECMO la NE temprana condicione complicaciones gastrointestinales. Asimismo, no se han establecido metas calóricas, proteicas y dosis o tipos de micronutrientos que usar para esta población en específico, siendo un reto para el clínico encargado de brindar el SN. Aunado a esto los pacientes con ECMO son algunos de los más gravemente enfermos en las unidades de cuidados intensivos, donde la desnutrición se asocia con una mayor morbilidad y mortalidad. En cuanto al uso de nutrición parenteral (NP), no se tiene descrito si implica riesgo de falla en el circuito al momento de introducir lípidos al oxigenador. Por lo anterior es imperativa una correcta evaluación e intervención nutricional específica, realizada por expertos en el tema para mejorar el pronóstico y la calidad de vida en esta población, siendo un objetivo primordial en los cuidados de los pacientes adultos que reciben terapia de ECMO.

Palabras clave: Soporte nutricional. Oxigenación por membrana extracorpórea. Nutrición enteral. Nutrición en pacientes críticamente enfermos.

***Correspondencia:**

Enrique Cervantes-Pérez

E-mail: enrique.cervantes@academico.udg.mx

1405-9940 / © 2022 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Permanyer. Este es un artículo *open access* bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Fecha de recepción: 30-03-2022

Fecha de aceptación: 14-07-2022

DOI: 10.24875/ACM.22000109

Disponible en internet: 26-07-2023

Arch Cardiol Mex. 2023;93(3):348-354

www.archivoscardiologia.com

Abstract

Nutritional support in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) therapy is controversial. Although there are guidelines for the NS (Nutritional support) in pediatric patients with ECMO, in adults these guidelines are not available for the use, type, route and timing of nutritional therapy. In critically ill patients it is well known that early enteral nutrition is beneficial, however there is the possibility that in patients with ECMO early enteral nutrition leads to gastrointestinal complications. Likewise, there have not been established caloric targets, proteins and doses or types of micronutrients to use for this specific population being a challenge for the clinician. In addition, patients with ECMO are some of the most seriously ill in intensive care units, where malnutrition is associated with increased morbidity and mortality. Regarding the use of parenteral nutrition (NP) it has not been described if it implies a risk of circuit failure at the time of introducing lipids to the oxygenator. Therefore, a correct evaluation and specific nutritional intervention by experts in the field is imperative to improve the prognosis and quality of life in this population, which is a primary goal in the care of adult patients receiving extracorporeal membrane oxygen.

Keywords: Nutrition support. Extracorporeal membrane oxygenation. Enteral nutrition. Nutrition in critically ill patients.

Introducción

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, *extracorporeal membrane oxygenation*) se define como el uso de un circuito de derivación cardiopulmonar para el soporte vital temporal de pacientes con insuficiencia cardíaca y/o respiratoria potencialmente reversible que no responden al tratamiento convencional. Establecida (gracias a las mejoras en biotecnología) para muchos aspectos relacionados no solo del síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), sino también para su uso en fases previas y posteriores a los trasplantes de órganos. Asimismo se puede utilizar como terapia de rescate para evitar los efectos nocivos de la ventilación mecánica y para rescatar alteraciones gasométricas extremas¹.

Actualmente existen los circuitos ECMO veno-arterial (ECMO-VA) y ECMO veno-venoso (ECMO-VV), este último se puede utilizar en pacientes con un amplio espectro de patologías subyacentes que conducen a SDRA refractario. Las nuevas tecnologías con equipos y procedimientos más fáciles y confiables han permitido la expansión de ECMO-VV a muchas unidades de cuidados intensivos (UCI) alrededor del mundo. No obstante, aún hace falta una estimación adecuada de los efectos del uso de ECMO-VV en la tasa de complicaciones y el resultado de los pacientes sometidos a esta terapia junto con una evaluación de riesgo-beneficio con su uso². Asimismo, la provisión del soporte nutricional (SN) adecuado puede ser un desafío en cualquier paciente que se someta a ECMO^{1,3}.

Como antecedente, Lukas et al.⁴ realizaron un estudio retrospectivo de enero de 2005 a diciembre de 2007 para describir el uso, métodos y adecuación del SN en 48 pacientes que recibieron ECMO con duración

media de ocho días, encontrando que en el periodo inicial de ECMO se entregaron cantidades bajas de nutrición (con el 18% de los requerimientos totales durante los primeros dos días, el 30% durante los primeros tres días y el 55% durante todo el periodo de soporte). No existieron diferencias significativas en cuanto a la adecuación nutricional entre los sobrevivientes y no sobrevivientes (52 frente a 61%; $p = 0.345$). Por lo tanto, este grupo de pacientes permanece sin cumplir sus objetivos calórico-proteicos, incurriendo así en desnutrición.

Las dos barreras más comunes para la entrega de nutrición enteral (NE) en pacientes con ECMO que Ridley et al. encontraron en 2015 en un estudio observacional, prospectivo y multicéntrico fueron el ayuno por procedimiento terapéutico y/o de diagnóstico y por altos volúmenes gástricos residuales. Dejando a los participantes con una media de ocho horas sin SN⁵.

Sin embargo la guía de la Sociedad Europea de Nutrición Enteral y Parenteral (ESPEN) en la unidad de cuidados intensivos de 2019 recomienda el uso de NE temprana en pacientes que reciben terapia ECMO con grado de recomendación B, consenso de expertos fuerte (95.65% de acuerdo), como primera opción de tratamiento⁶.

Riesgo nutricional y ECMO

En general los pacientes sometidos a ECMO tienen una estancia hospitalaria prolongada e inflamación sistémica significativa, esto en conjunto contribuye al desarrollo de desnutrición intrahospitalaria con resultados clínicos desfavorables, aumentando la mortalidad, empeorando la calidad de vida, mayor probabilidad de reingreso hospitalario después del alta, mayor fragilidad,

Tabla 1. Criterios fenotípicos y etiológicos para el diagnóstico de desnutrición

Criterios fenotípicos*			Criterios etiológicos*	
Pérdida de peso (%)	Índice de masa corporal	Masa muscular reducida [†]	Ingesta o asimilación de alimentos disminuida ^{‡§}	Inflamación ^{¶**††}
> 5% en los últimos 6 meses, o > 10% más en 6 meses	< 20 si < 70 años, o < 22 si > 70 años Asia: < 18.5 si < 70 años, o < 20 si > 70 años	Reducido por técnicas validadas de medición de la composición corporal [†]	< 50% de los RE > 1 semana, o cualquier reducción durante > 2 semanas, o cualquier condición GI crónica que afecte negativamente la asimilación o absorción de alimentos ^{‡§}	Enfermedad aguda/lesión ^{¶**††} o enfermedad crónica ^{***††}

*Requiere al menos 1 criterio fenotípico y 1 criterio etiológico para el diagnóstico de desnutrición.

[†]Índice de masa libre de grasa (kg/m^2) mediante absorciometría de energía dual o estándares correspondientes utilizando otros métodos de composición corporal, como análisis de impedancia bioeléctrica, tomografía computarizada o resonancia magnética. Cuando no esté disponible o por preferencia regional, se puede utilizar el examen físico o las medidas antropométricas estándar, como la circunferencia del músculo del medio brazo o la pantorrilla. Los umbrales para la reducción de la masa muscular deben adaptarse a la raza (Asia). Las evaluaciones funcionales como la fuerza de agarre de la mano pueden considerarse como una medida de apoyo.

[‡]Considere los síntomas gastrointestinales como indicadores de apoyo que pueden afectar la ingesta o absorción de alimentos (p. ej., disfagia, náuseas, vómitos, diarrea, estreñimiento o dolor abdominal). Use el juicio clínico para discernir la gravedad según el grado en que se deteriora la ingesta o la absorción. Se debe tener en cuenta la intensidad, frecuencia y duración de los síntomas.

[§]La asimilación reducida de alimentos/nutrientes se asocia con trastornos de mala absorción, como el síndrome del intestino corto, la insuficiencia pancreática y después de la cirugía bariátrica. También se asocia con trastornos como estenosis esofágica, gastroparesia y pseudoobstrucción intestinal. La malabsorción es un diagnóstico clínico que se manifiesta como diarrea crónica o estatorrea. La malabsorción en aquellos con ostomías se evidencia por volúmenes elevados de producción. Use el juicio clínico o una evaluación adicional para discernir la gravedad en función de la frecuencia, la duración y la cuantificación de la grasa fecal y/o el volumen de pérdidas.

[¶]Enfermedad aguda/relacionada con lesiones. Es probable que la inflamación severa se asocie con una infección importante, quemaduras, traumatismo o traumatismo craneal cerrado. Es probable que otras afecciones agudas relacionadas con enfermedades/lesiones estén asociadas con inflamación leve a moderada.

^{**}Relacionado con enfermedades crónicas. La inflamación severa generalmente no se asocia con enfermedades crónicas. Es probable que la inflamación leve o moderada crónica o recurrente se asocie con enfermedad maligna, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia cardiaca congestiva, enfermedad renal crónica o cualquier enfermedad con inflamación crónica o recurrente. Tenga en cuenta que la inflamación transitoria de grado leve no alcanza el umbral para este criterio etiológico.

^{††}La proteína C reactiva puede usarse como una medida de laboratorio de apoyo.

RE: requerimientos energéticos; GI: gastrointestinal.

Adaptada de Jensen et al. 2019⁸.

riesgo de sarcopenia o debilidad adquirida y un mayor riesgo de adquirir infecciones agregadas⁷⁻⁹. Podemos definir e identificar la desnutrición usando los criterios propuestos por Gordon et al. (2019)⁸ en la Iniciativa de Liderazgo Global sobre Desnutrición (GLIM) (Tabla 1).

Evaluación nutricional en pacientes con ECMO

Actualmente no existe una herramienta de tamizaje nutricional específica para esta clase de pacientes, sin embargo debido al contexto clínico y al ambiente hospitalario podríamos seleccionar herramientas ya establecidas y validadas para pacientes en UCI. El tamizaje de riesgo nutricional (NRS-2002)¹⁰ es una herramienta utilizada frecuentemente en el ámbito intrahospitalario; sin embargo, su uso generalizado clasificaría a la mayoría de los pacientes críticos como «en riesgo» según los tres puntos de gravedad de la enfermedad por APACHE II mayor a 10. Por lo tanto, no proporciona ninguna selección significativa para los pacientes en UCI con riesgo nutricional¹¹.

Heyland et al. en 2011, introdujeron la primera herramienta de evaluación de riesgo nutricional desarrollada y validada específicamente para pacientes de UCI,

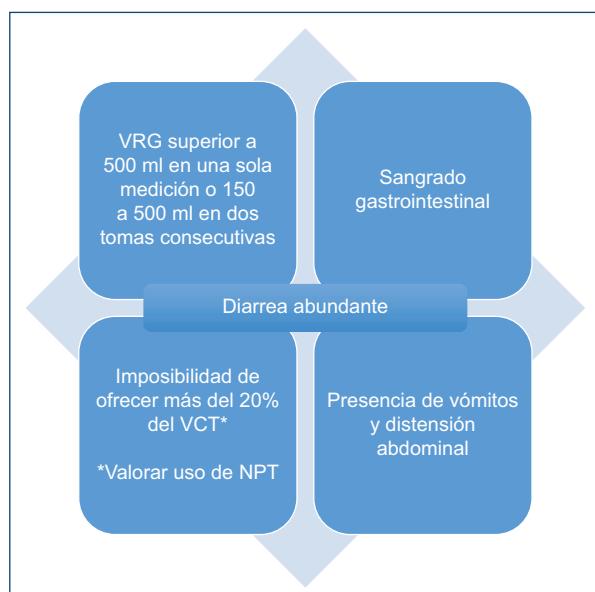


Figura 1. Problemas gastrointestinales comúnmente presentados en pacientes críticos (adaptada de Simões Covello et al. 2020¹⁵).

VRG: volumen residual gástrico; VCT: valor calórico total; NPT; nutrición parenteral total.

llamada NUTRIC score (*Nutrition Risk In Critically Ill score*), la cual utiliza un método de puntuación único

para identificar a los pacientes que se benefician en mayor medida del apoyo nutricional agresivo dentro de las primeras 24-48 horas en la UCI o bien del ayuno¹². No obstante, Coltman et al. sugieren que dicha herramienta puede tener una aplicación clínica limitada, ya que no incluye marcadores tradicionales de riesgo nutricional como índice de masa corporal (IMC), cambios en peso, ingesta oral o la evaluación física¹³.

Sin embargo, se ha asociado que un aumento en el NUTRIC score incrementa significativamente la mortalidad a 90 días en pacientes que reciben ECMO-VA¹⁴.

Nutrición enteral y ECMO

Como ya se mencionó, la ESPEN recomienda el uso de NE temprana en estos pacientes⁶. No obstante, ¿cuál es la razón por la que no se cumplen los requerimientos calóricos? Una revisión publicada en 2020 por Simões Covello et al.¹⁵ demostró que una de estas razones es la inestabilidad hemodinámica en general de los pacientes críticos que requieren aminas vasoactivas para el mantenimiento de la tensión arterial, causando así suspensión de la NE, ya que si bien no hay literatura disponible para establecer dosis seguras de estos fármacos y su relación con la NE, los autores destacan la existencia de una gran cantidad de controversias. En este sentido los signos clínicos (Fig. 1) siguen siendo los parámetros más importantes en la evaluación de la tolerancia a la NE en el paciente crítico.

NUTRIREA-2, el ensayo clínico más grande publicado en 2018, evaluó específicamente el uso de NE a 2,410 pacientes con ventilación mecánica y vasopresores (62% con choque séptico) para recibir NE temprana o nutrición parenteral (NP). De los 1,202 asignados al azar a NE, 19 (2%) desarrollaron isquemia mesentérica no oclusiva, en comparación con cinco de 1,208 (< 1%) asignados al azar al grupo de NP ($p = 0.007$). El grupo NE también presentó más vómitos, diarrea y pseudobstrucción colónica aguda, en comparación con el grupo de NP. Los pacientes asignados de forma aleatoria a NE recibieron 17.8 kcal/kg/día mientras recibían norepinefrina a una dosis media de 0.56 µg/kg/min, lo que sugiere que la introducción de NE «completa» durante dosis altas de norepinefrina puede aumentar progresivamente el riesgo de isquemia mesentérica, no obstante no es un hallazgo que pueda ser generalizable a volúmenes más bajos de NE y/o cantidades más bajas de vasopresores¹⁶.

Por lo anterior los intensivistas se muestran con temor y negación a iniciar NE temprana en choque circulatorio. Sin embargo, también se ha demostrado que

Tabla 2. Características clínicas de los estados más comunes de deficiencia aguda de micronutrientos que pueden manifestarse durante la atención en la unidad de cuidados intensivos

Micronutriamento	Signos clínicos/enfermedad
Tiamina o vitamina B1	Insuficiencia cardiaca congestiva, acidosis láctica
Ácido ascórbico o vitamina C	Escorbuto, choque séptico
Cobre	Arritmias, alteraciones inmunitarias
Selenio	Cardiomiopatía aguda
Zinc	Infecciones, retraso en la cicatrización de heridas

Adaptada de Singer et al. 2009²².

Tabla 3. Recomendaciones calórico-proteicas para pacientes adultos que reciben terapia de oxigenación con membrana extracorpórea

	Recomendación	Comentario
Calorías	Uso de CI o ecuación de Schofield x 1.1-1.2 o 25-30 kcal/kg/día	IMC > 30: 11-14 kcal/kg peso actual/día
Proteínas	1.5-2.0 g/kg/día (mínimo 1.2 g)	IMC > 30: ≥ 2.0g/kg peso ideal/día
Sodio	≤ 2,000 mg/día	Basarse en el estado de hidratación del paciente

IMC: índice de masa corporal; CI: calorimetría indirecta.

Adaptada de Ulerich, 2014¹ y Bea, et al. 2018¹⁹.

existe tolerancia gastrointestinal en estados de choque y que el uso de la vía enteral tiene múltiples beneficios, entre ellos mantener la barrera de los enterocitos, disminuyendo la translocación bacteriana (disbiosis) y estimulando la inmunidad¹⁷. Se sugiere la evaluación clínica específica antes, durante y después de la terapia nutricional enteral, con un inicio de esta a dosis bajas (tróficas) para disminuir el riesgo de complicaciones y mejorar los resultados clínicos. Es importante destacar que no se recomienda la suspensión de la NE cuando los pacientes se encuentran en posición prono¹⁸.

Nutrición parenteral y ECMO

El uso informado de NP, ya sea sola o en combinación con NE, varía del 4 al 30% de los pacientes que reciben ECMO. Esta terapia ha sido tema de controversia, ya que

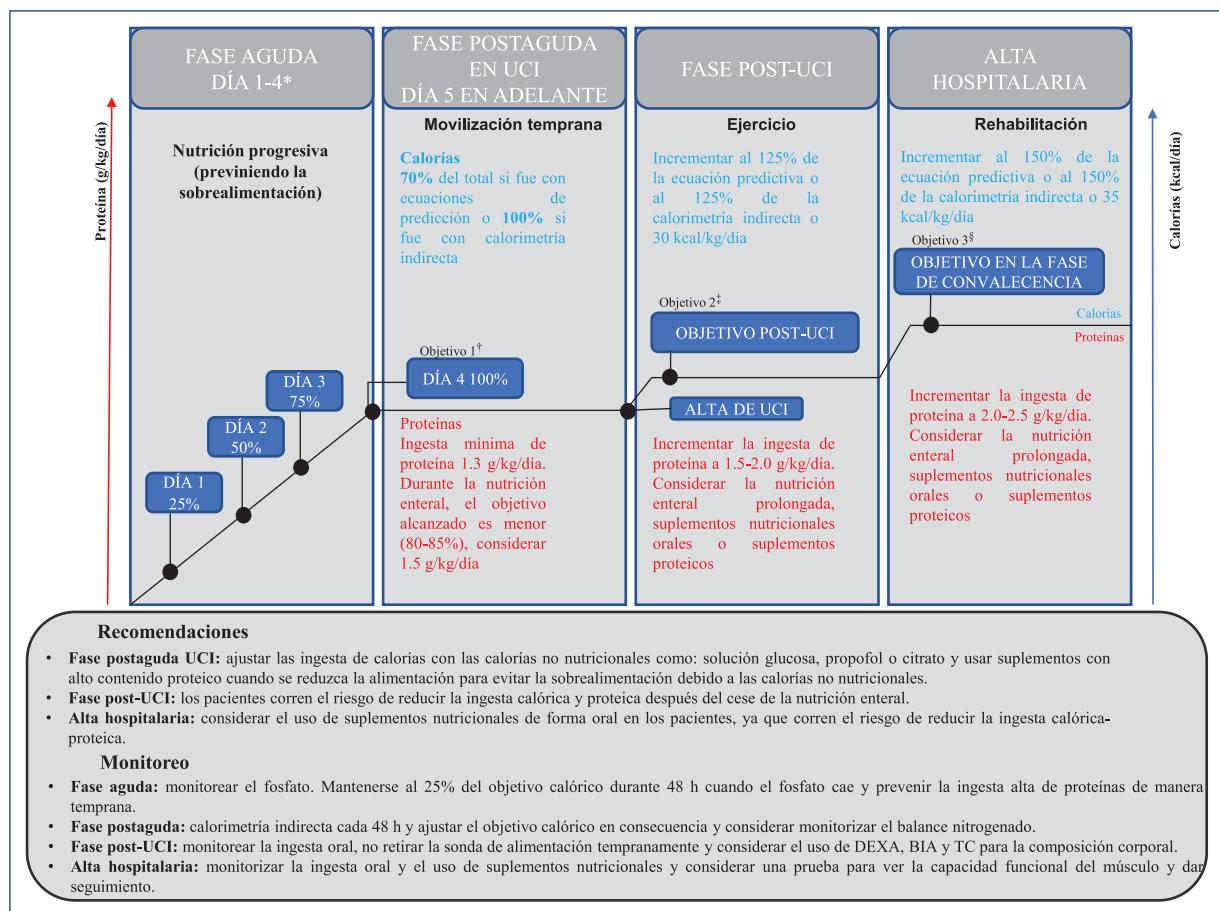


Figura 2. Enfoque práctico para proporcionar calorías y proteínas durante las fases de enfermedad crítica y convalecencia (adaptada de van Zanten et al. 2019²⁷).

*Durante los primeros 3 días, las calorías y las proteínas progresan gradualmente para alcanzar el objetivo 1 en el día 4, por pasos, con un aumento diario del 25%.

†El objetivo 1 es 1.3 g/kg/día de proteínas y para un 70% de los objetivos calóricos calculados o el 100% del objetivo cuando se mide por calorimetria indirecta.

‡El objetivo 2 debe cumplirse durante la enfermedad crítica crónica y después del alta de UCI en salas generales, para el objetivo 2, las calorías se incrementan al 125% de las ecuaciones predictivas o la calorimetria indirecta o 30 kcal/kg/día y para las proteínas 1.5-2.0 g/kg/día.

§Después del alta hospitalaria, el objetivo 3 recomienda un aumento calórico más alto (150% de las ecuaciones predictivas o 35 kcal/kg/día) y una mayor ingesta de proteínas, de 2.0-2.5 g/kg/día.

BIA: análisis de impedancia bioeléctrica; DEXA: absorciometría de rayos X de energía dual; TC: tomografía computarizada; UCI: unidad de cuidados intensivos.

existe la posibilidad de que la infiltración de lípidos en el oxigenador del ECMO provoque una falla de este¹⁹. No obstante, las membranas de nueva generación utilizadas en el circuito podrían anular este riesgo. Un ensayo *in vivo* publicado por Lindberg et al. en 2020 encontró que no existe diferencia significativa en cuanto a la acumulación de sustratos en el circuito de ECMO cuando se usan rutas parenterales para la administración de medicamentos y nutrición comparado con el control, por lo que el uso de NP en estos pacientes es cada vez más viable y seguro²⁰. Debido a esto, si se considera que la

NP es la única forma de nutrir al paciente según el contexto clínico, valdría la pena asegurarse de que se lleve a cabo una estrecha vigilancia del circuito cuando los pacientes reciben esta terapia, especialmente si se usan concomitantemente otros medicamentos que contienen lípidos²¹. El control regular de los triglicéridos también puede ayudar a determinar el riesgo y el punto en el que puede justificarse la NP sin lípidos. Se recomienda que para todos los pacientes con ECMO y NP se monitoree el oxigenador al menos una vez al día, evaluar los niveles de triglicéridos séricos para valorar si se requiere el

uso de emulsiones lipídicas en la NP (> 400 mg/dl, suspender) y en caso de que se requiera dicha suspensión, considerar utilizar NP libre de lípidos con administración semanal de estos y vitaminas liposolubles diarias para prevenir deficiencias²¹.

En cuanto al uso de multivitamínicos y elementos traza en la NP, se recomienda administrar la ingesta diaria recomendada (IDR) de cada uno a no ser que se identifique la deficiencia de algún micronutriente en específico para considerar administrar más de la IDR, o bien, teniendo en cuenta el estado metabólico agudo y la disfunción mitocondrial²² que existe en estos pacientes, se puede agregar algún micronutriente en específico como terapia coadyuvante y con base en la clínica²³ (Tabla 2).

Requerimientos calórico-proteicos en pacientes con ECMO

No existe una recomendación sobre calorías y proteínas en particular para esta clase de pacientes²¹. Sin embargo, valdrá la pena considerar las guías ESPEN para pacientes críticamente enfermos en la toma de decisiones para la estimación del requerimiento calórico-proteico⁶. La entrega adecuada de energía y proteínas es posible en esta población, no obstante la subalimentación es común, especialmente en aquellos que están gravemente enfermos o tienen disfunción orgánica más severa²⁴ (Tabla 3).

Energía y proteína

De manera inicial la NE debe preferirse sobre la NP⁶. Aunado a esto, para estimar la energía que se administrará se prefiere el uso de calorimetría indirecta, no obstante el uso de esta técnica es muy limitado y no está disponible en todos los centros hospitalarios. Sin embargo se pueden realizar cálculos para la estimación con la fórmula de Schofield, o bien estimar el cálculo en 25-30 kcal/kg/día^{1,6,9}.

En cuanto al requerimiento proteico, la *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* (ASPEN) recomienda la administración mínima de 1.2 g/kg/día de proteína contemplando el peso actual del paciente con IMC en rangos normales y con dosis máximas de 2.0 g/kg/día (Tabla 3), todo con base en la evaluación clínica y el contexto actual del paciente, pudiendo iniciar con dosis mínimas e incrementar paulatinamente el requerimiento con base en las necesidades^{25,26}.

Durante y después de la estancia en la UCI la terapia nutricional es esencial para minimizar la probabilidad

de debilidad adquirida en UCI. Con frecuencia los objetivos nutricionales no se alcanzan en ninguna fase, por lo que debe prescribirse y controlarse la terapia nutricional personalizada, respetando los objetivos propuestos por el clínico encargado y según el contexto del paciente²⁷ (Fig. 2).

Conclusión

En la actualidad, el uso del SN en pacientes con ECMO es controvertido. No obstante, se ha observado buena tolerancia con el uso de NE en dosis tróficas para mantener la barrera intestinal, evitando disbiosis y translocación bacteriana. Asimismo, el uso de NP continúa en constante debate, no solo su utilidad, sino también los riesgos que implica su incorporación debido a los cuidados del circuito. El SN durante y después de la estancia en UCI es de gran importancia, ya que existe un incremento de los requerimientos calóricos hasta del 150% (Fig. 2), por lo que el uso de suplementos nutricionales es de gran ayuda para este grupo poblacional. Sin embargo, debido a la escasez de información (ensayos clínicos y/o metaanálisis) no es posible emitir recomendaciones en cuanto a su uso en pacientes con ECMO. Todo dependerá del contexto clínico, el estado hemodinámico, siempre tomando como base las guías ESPEN/ASPEN para la práctica clínica diaria.

Financiamiento

Ninguno.

Conflictos de intereses

Ninguno.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Bibliografía

- Ulerich L. Nutrition implications and challenges of the transplant patient undergoing extracorporeal membrane oxygenation therapy. *Nutr Clin Pract*. 2014;29(2):201-6.

2. Combes A, Brodie D, Chen YS, Fan E, Henriques JPS, Hodgson C, et al. The ICM research agenda on extracorporeal life support. *Intensive Care Med.* 2017;43(9):1306-18.
3. Vaquer S, de Haro C, Peruga P, Oliva JC, Artigas A. Systematic review and meta-analysis of complications and mortality of veno-venous extracorporeal membrane oxygenation for refractory acute respiratory distress syndrome. *Ann Intensive Care.* 2017;7(1):1-13.
4. Lukas G, Davies A, Hilton AK, Pellegrino AV, Scheinkestel CDRE. Nutritional support in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Resusc.* 2010;12(4):230-4.
5. Ridley EJ, Davies AR, Robins EJ, Lukas G, Bailey MJ, Fraser JF. Nutrition therapy in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation: A prospective, multicentre, observational study. *Crit Care Resusc.* 2015;17(3):183-9.
6. Singer P, Blaser AR, Berger MM, Alhazzani W, Calder PC, Casaer MP, et al. ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit. *Clin Nutr.* 2019;38(1):48-79.
7. Davis RC, Durham LA, Kiraly L, Patel JJ. Safety, tolerability, and outcomes of enteral nutrition in extracorporeal membrane oxygenation. *Nutr Clin Pract.* 2021;36(1):98-104.
8. Jensen GL, Cederholm T, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM Criteria for the diagnosis of malnutrition: A consensus report from the Global Clinical Nutrition Community. *J Parenter Enter Nutr.* 2019;43(1):32-40.
9. Singer P. Preserving the quality of life: nutrition in the ICU. *Crit Care.* 2019;23(Suppl 1):139.
10. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg OLE, Stanga Z, Ad AN, Espen HOC, et al. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *2003;22:321-36.*
11. Hiesmayr M. Nutrition risk assessment in the ICU. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2012;15(2):174-80.
12. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care.* 2011;15(6):R268.
13. Coltman A, Peterson S, Roehl K, Roosevelt H, Sowa D. Use of 3 tools to assess nutrition risk in the intensive care unit. *J Parenter Enter Nutr.* 2015;39(1):28-33.
14. Park J, Heo E, Song IA, Cho J, Namgung H, Lee E, et al. Nutritional support and clinical outcomes in critically ill patients supported with veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Nutr.* 2020;39(8):2617-23.
15. Simões Covello LH, Gava-Brandolis MG, Castro MG, Dos Santos Netos MF, Manzanares W, Toledo DO. Vasopressors and nutrition therapy: Safe dose for the outset of enteral nutrition? *Crit Care Res Pract.* 2020;2020:1095693.
16. Reignier J, Boisramé-Helms J, Brisard L, Lascarrou JB, Ait Hssain A, Anguel N, et al. Enteral versus parenteral early nutrition in ventilated adults with shock: a randomised, controlled, multicentre, open-label, parallel-group study (NUTRIREA-2). *Lancet.* 2018;391(10116):133-43.
17. Patel JJ, Rice T, Heyland DK. Safety and outcomes of early enteral nutrition in circulatory shock. *J Parenter Enter Nutr.* 2020;44(5):779-84.
18. Reintam Blaser A, Starkopf J, Alhazzani W, Berger MM, Casaer MP, Deane AM, et al. Early enteral nutrition in critically ill patients: ESICM clinical practice guidelines. *Intensive Care Med.* 2017;43(3):380-98.
19. Buck ML, Ksenich RA, Wooldridge P. Effect of infusing fat emulsion into extracorporeal membrane oxygenation circuits. *Pharmacotherapy.* 1997;17(6):1292-5.
20. Lindberg BR, Videm V, Dahl T, Sørensen G, Fiane AE, Thiara AS. Influence of the ECMO circuit on the concentration of nutritional supplements. *Sci Rep.* 2020;10(1):19275.
21. Bear DE, Smith E, Barrett NA. Nutrition support in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation. *Nutr Clin Pract.* 2018;33(6):738-46.
22. McClave SA, Wischmeyer PE, Miller KR, van Zanten ARH. Mitochondrial dysfunction in critical illness: Implications for nutritional therapy. *Curr Nutr Rep.* 2019;8(4):363-73.
23. Singer P, Berger MM, van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, et al.; ESPEN. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: intensive care. *Clin Nutr.* 2009;28(4):387-400.
24. MacGowan L, Smith E, Elliott-Hammond C, Sanderson B, Ong D, Daly K, et al. Adequacy of nutrition support during extracorporeal membrane oxygenation. *Clin Nutr.* 2019;38(1):324-31.
25. Compher C, Bingham AL, McCall M, Patel J, Rice TW, Braunschweig C, et al. Guidelines for the provision of nutrition support therapy in the adult critically ill patient: The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition. *J Parenter Enter Nutr.* 2022;46(1):12-41.
26. McClave SA, Taylor BE, Martindale RG, Warren MM, Johnson DR, Braunschweig C, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *J Parenter Enter Nutr.* 2016;40(2):159-211.
27. van Zanten ARH, De Waele E, Wischmeyer PE. Nutrition therapy and critical illness: practical guidance for the ICU, post-ICU, and long-term convalescence phases. *Crit Care.* 2019;23(1):368.