



Guías ELSO para Transporte y Recuperación de pacientes Adultos y Pediátricos soportados en ECMO.

AHMED LABIB, ERIN AUGUST, CARA AGERSTRAND, BJORN FRENCKNER, DE'ANN LAUFENBERG, GERALD LAVANDOSKY, CHRISTIAN FAJARDO, JASON A. GLUCK, AND DANIEL BRODIE

Revisores: THOMAS MULLER, CHRIS HARVEY, GILES PEEK, PETA ALEXANDER, PHILLIP MASON Y ROBERT BARTLETT

Traducción al español: María Luisa Pilan, Revisores: Rene D. Gomez, Barbara Cardenas. Julio 2022

Descargo de responsabilidad:

Estas guías de la ELSO (Organización de Soporte Vital extracorpóreo) describen la preparación y realización del transporte de pacientes en oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO).

La guía describe una práctica útil y segura elaborada por un equipo multidisciplinario internacional de profesionales con amplia experiencia en el campo de ECMO y transporte en ECMO.

Estas guías no pretenden definir la prestación de atención ni sustituir el buen juicio clínico.

Estas guías están sujetas a revisión periódica a medida que se disponga de nueva evidencia científica.

Introducción:

A medida que las indicaciones para la oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) se expanden exponencialmente, el transporte de pacientes con soporte de ECMO o el rescate de pacientes en instalaciones externas con implantación de ECMO agrega un grado adicional de complejidad a la ya complicada tarea de transportar pacientes en estado crítico. ECMO móvil requiere un conjunto de habilidades únicas centradas en el cuidado de un paciente que requiere ECMO. Esta guía tiene como objetivo proporcionar a los centros ECMO una referencia práctica para proporcionar servicios ECMO móviles primarios y secundarios. Los mismos principios se aplican al transporte de pacientes con otros modos de soporte vital extracorpóreo, por ejemplo, eliminación extracorpórea de dióxido de carbono.

El transporte de pacientes ECMO requiere coordinación y consideraciones cuidadosas de los posibles riesgos y beneficios del transporte y, por lo general, se realiza *por* tierra o aire. En la mayoría de los casos, el circuito y el equipo utilizados para la ECMO móvil son los mismos componentes que se utilizan para la compatibilidad con la ECMO interna, con adaptación a los aspectos exclusivos de la atención móvil. Independientemente del modo o equipo de transporte, la seguridad del paciente, el equipo de transporte y el público es primordial durante el transporte ECMO. Hay poca evidencia que oriente el transporte de pacientes apoyados con ECMO; sin embargo, se recomienda que el transporte sea realizado por equipos bien equipados y familiarizados con el transporte móvil.¹

Varias series de casos describen el transporte seguro de pacientes con ECMO utilizando diferentes modelos y estructuras de equipo.^{4,5} Esta guía se basa predominantemente en la opinión de expertos.

Sección I: Tipos de Transporte ECMO

Hay varios tipos de transporte de ECMO definidos por el lugar desde donde se recupera al paciente, hacia donde se transporta y por cual equipo de ECMO se realiza. Esta sección contiene elementos comunes con una descripción de los criterios de definición. Esto puede ser útil para determinar la responsabilidad del equipo, la autoridad y otras políticas e implicaciones operacionales.

a. **Transporte ECMO primario.** El equipo móvil de ECMO del hospital A, inicia ECMO en un centro externo y, después de la estabilización inicial, el paciente es transferido a un centro de ECMO.

1. El paciente es un buen candidato para ECMO; determinado por el equipo ECMO de referencia y aceptación.
2. La respuesta oportuna es esencial.
3. La preparación adecuada es fundamental para evitar retrasos y optimizar los resultados de los pacientes.

b. **Transporte ECMO secundario.** un paciente actualmente soportado con ECMO, pero debe ser transferido a otro centro con soporte de ECMO.

1. El paciente puede requerir un tratamiento especializado, como trasplante o soporte circulatorio mecánico duradero.
2. El paciente puede requerir la experiencia médica de otro centro.
3. Solicitud familiar.

c. **Transporte ECMO terciario.** El Hospital A tiene un paciente con indicación de ECMO y un equipo de ECMO móvil del Hospital B va al Hospital A. El equipo de ECMO del Hospital B pone al paciente en ECMO y lo transporta al Hospital C con capacidad de ECMO.

1. En periodos de alta demanda puede haber un Hospital C sin ECMO móvil, pero con capacidad de ECMO.
2. Un hospital con capacidad de equipo ECMO móvil, pero sin capacidad para recibir a un paciente, podría realizar este transporte.
3. Se requiere preparación y coordinación entre las tres instituciones.

d. **Transferencia ECMO dentro de la instalación.** Un paciente en soporte con ECMO, pero debe ser trasladado dentro de una institución.

1. Posibles razones para el traslado dentro de la institución: el paciente puede requerir una prueba de diagnóstico (p. ej., tomografía computarizada),

puede requerir un procedimiento o ser transferido a un piso diferente.

Sección II: Consideraciones específicas de ECMO móvil

La preparación del transporte es fundamental. Es importante considerar el tipo y la urgencia del transporte ECMO que se realiza, el equipo requerido y desarrollar procesos preespecificados para comunicar y documentar la información clínica más destacada. Los procesos bien delineados pueden aumentar la eficiencia y minimizar el riesgo de transporte.

a. Comunicación y documentación.

1. La documentación de la información clínica debe realizarse de manera eficiente y oportuna.
 - i. Considere el uso de herramientas de registros médicos electrónicos y formatos estandarizados.
 - ii. Considere el uso de un formulario de referencia estandarizado (consulte la Figura 1, Contenido digital complementario 1, <https://links.lww.com/ASAIO/A775>).
 - iii. Desarrolle un proceso de derivación estandarizado que utilice un centro logístico centralizado de transferencia o atención cuando esté disponible.
 - iv. Se recomienda la reunión del equipo antes del transporte.

b. Equipo.

1. El equipo ECMO móvil debe ser autosuficiente en términos de medicamentos, equipos, dispositivos de monitoreo y diagnóstico. El equipo ECMO móvil debe completar una lista de verificación del equipo antes de la salida. (consulte la Figura 2, Contenido digital complementario 1, <https://links.lww.com/ASAIO/A775>).
2. Se recomienda la(s) preparación y comprobación de la(s) valijas(s) de ECMO previamente para la movilización rápida del equipo.
 - i. El equipo debe estar estandarizado y disponible para reabastecerse al finalizar la misión.
3. Se debe enviar una lista de verificación estandarizada al hospital de referencia que detalla el equipo y los suministros que deben tener listos antes de la llegada del equipo de transporte.
 - i. Los suministros deben ser estándar y básicos (kit de vía central, paños, batas, guantes, etc.).
 - ii. Medicamentos disponibles al lado de la cama del paciente (heparina, fluidos, presores/inotrópicos, etc.).
 - iii. Productos de sangre.

c. El equipo móvil específico de ECMO debe constar de los siguientes componentes:

1. Bomba de sangre (se recomienda centrífuga) capaz de proporcionar suficiente flujo de sangre² con las consideraciones que se enumeran a continuación:

- a. El rendimiento mejorado de las bombas centrífugas modernas con un mecanismo no oclusivo parece una opción más segura que las bombas de rodillos para ECMO móvil.
- b. Las bombas de rodillos tienen un mayor potencial de torcerse.
- c. La compresión inadvertida del tubo venoso puede provocar cavitación.

2. Oxigenador de membrana.
3. Cánulas y tubos apropiados para las conexiones.
4. Tanques de gas médico y mangueras compatibles, reguladores de presión, conectores y medidores de flujo para suministro y ajuste de gas de barrido.
5. Consola de respaldo, motor de respaldo y/o manivela (según el tipo de consola).
6. Circuito de respaldo, componentes del circuito y fluidos de cebado.
7. Pinzas adecuadas para emergencias en circuitos.
8. Capacidades de laboratorio en el punto de atención.

- a. Anticoagulación (es decir, ACT).
- b. Análisis de gases en sangre.
- c. Hemoglobina/hematocrito.
- d. Electrolitos básicos

9. Consideraciones especiales para pacientes pediátricos.

- a. Es posible que deba solicitar sangre para preparación del priming (2 unidades de concentrado de glóbulos rojos).
- b. Considere regular el flujo sanguíneo según el peso del paciente:

1. Considere traer equipo para realizar un puente si se espera que sea necesario.
2. Considere el uso de una abrazadera Hoffman para la regulación del flujo.

d. El equipo ECMO adicional que se puede considerar incluye lo siguiente:

1. Unidad calentador-enfriador (si tiene potencia suficiente para su funcionamiento).
2. Aire médico/compresor de aire portátil.
3. Blender
4. Monitorización de las presiones pre y post membrana.
5. Detector de burbujas.

e. Equipo de transporte de cuidados críticos adicional recomendado:

1. Ventilador de transporte adecuado para el tamaño del paciente y las necesidades clínicas.
2. Monitor de transporte para constantes vitales, incluido el CO₂ al final de la espiración y monitorización invasiva cuando sea posible (vías arteriales, venosas centrales/arteria pulmonar).
3. Ultrasonido portátil en el punto de atención (POCUS) capaz de obtener imágenes vasculares y ecocardiografía transtorácica.
4. Bombas de infusión para infusión de medicamentos y fluidos.
5. Es posible que se necesiten adaptadores eléctricos porque los enchufes pueden ser diferentes en el destino. El equipo de transporte de ECMO debe comprobarlo antes de partir.

f. Todo el equipo debe estar montado, amarrado, y fijado de manera segura para el transporte.

1. Estabilizar contra vibraciones, aceleración, desaceleración, turbulencia, caminos en mal estado, inclemencias del clima, etc., ya que el equipo no asegurado puede convertirse en un proyectil en caso de una aceleración/desaceleración repentina.
2. Tenga en cuenta las fuerzas en todas las direcciones.
3. Las cánulas deben estar bien aseguradas para evitar el movimiento durante los movimientos horizontales y verticales asociados con los viajes del servicio médico de emergencia (EMS).
4. La longitud de la tubería del circuito debe ser lo más corta posible para evitar la posibilidad de que se enganche y se comprima inadvertidamente.

- i. Los tubos del circuito deben ser lo suficientemente largos para permitir la carga y descarga segura del paciente.
- ii. Los tubos de circuito demasiado largos pueden aumentar el riesgo de torceduras o compresión.

5. Las líneas ECMO deben trazarse cuidadosamente antes, después y durante el movimiento para garantizar la ausencia de torceduras, compresión, peligro de atrapamiento o tirones que podrían provocar inestabilidad hemodinámica, incluido un paro cardíaco y la muerte.
6. Permita el fácil acceso a los sistemas de respaldo en caso de falla del equipo o de energía.
7. El oxigenador de membrana/bomba debe asegurarse al nivel del paciente, si es posible.

- i. Cuando está debajo del paciente, el oxigenador puede acentuar la fluctuación del flujo ECMO y las fuerzas G debido al impacto de la gravedad.
- ii. Cuando está más alto que el paciente, el oxigenador puede aumentar el riesgo de atrapamiento de aire y detención de la bomba.

g. Se debe asegurar suficiente energía y back up de respaldo para todos los equipos eléctricos (consola ECMO, bombas de infusión, ventilador, desfibrilador/monitor, etc.).

1. Considere el uso de una fuente de alimentación ininterrumpida (UPS) para equipos sensibles.
2. El equipo ECMO de transporte debe estar familiarizado con las especificaciones eléctricas de todos los equipos de transporte, especialmente durante la transferencia internacional.

h. Asegurar el suficiente gas medicinal para el transporte.

1. Se recomienda la disponibilidad del doble del gas medicinal previsto.
2. Considerar el uso de equipos de concentración de oxígeno.

i. Cualquier equipo utilizado durante el transporte aéreo debe cumplir con los requisitos de aeronavegabilidad de la Autoridad de Aviación Civil, la Administración Federal de Aviación o equivalentes según lo establecido por las agencias reguladoras estatales, nacionales o internacionales pertinentes.

1. La alta emisión de interferencias electromagnéticas (EM) o de radiofrecuencia puede afectar el rendimiento de los equipos de la aeronave.
2. La modificación del equipo ECMO móvil con blindaje EM puede ser necesaria para la seguridad del vuelo.
3. Dicho blindaje agrega peso y puede afectar la portabilidad del equipo.

j. La planificación de la preparación del equipo de transporte ECMO incluye:

1. Realice la planificación previa y la simulación de la configuración y el diseño móvil.
2. Establecer comunicación y coordinación respecto al medio de transporte óptimo tanto para la inserción como para la recuperación del equipo (pueden ser diferentes) considerando:

- i. Tamaño y peso del paciente,
- ii. Tamaño y peso de la tripulación,
- iii. Peso del equipo y
- iv. Modos de transporte disponibles (tierra, ala rotativa, ala fija, etc.).

3. Asegure la sujeción adecuada del paciente, como un arnés o correas de 5 puntos.
4. Asegúrese de que la camilla tenga la fuerza adecuada tanto para el paciente como para el equipo.
5. Asegure todos los equipos y tanques presurizados (O₂, aire).
6. Establecer una protección adecuada del punto de presión para pacientes con sobrepeso.
7. Asegure la visualización y el acceso a las líneas, tubos y catéteres.
8. Asegurar la potencia adecuada para todos los equipos.
9. Plan de atención adecuada y mitigación para el manejo de la temperatura del paciente.

- i. Considere el uso de calentador-enfriador,
- ii. Considere el uso de mantas, y.
- iii. Considere el uso de un recinto térmico.

Sección III: Estructura y responsabilidades del equipo ECMO móvil

La composición de los equipos es variable, pero debe estar compuesta por no menos de: líder del equipo; proveedor de canulación (para misiones ECMO primarias, puede ser la misma persona que 1) especialista en ECMO; y equipo de transporte médico/EMS. Las definiciones para cada miembro del equipo son las siguientes:

a. jefe de equipo.

1. Responsable de la planificación, ejecución y supervisión general de la misión.
2. A menudo, también desempeña uno de los otros roles del equipo, además del liderazgo del equipo.

b. Proveedor de canulación (para misiones ECMO primarias).

1. Debe ser un experto con amplia experiencia en canulación.
2. Debe sentirse cómodo con POCUS (tanto vascular como ecocardiográfico).
3. Responsable de la colocación/conexión segura y adecuada de la(s) cánula(s) de ECMO.

4. A menudo trabaja en colaboración con un equipo médico en el lugar.
 5. Garantizar un entorno adecuado para el implante de ECMO (al lado de la cama, traslado al quirófano, laboratorio intervencionista, etc.).
- c. Proveedor ECMO.
1. Puede ser el mismo que el proveedor de canulación.
 2. Debe ser un médico experimentado en ECMO.
 3. Debe sentirse cómodo con POCUS (tanto vascular como ecocardiográfico).
 4. Al llegar al lado de la cama, debe evaluar/reevaluar al paciente y los datos pertinentes, confirmar la candidatura y ayudar con la estabilización médica.
 5. El estado clínico del paciente puede haber cambiado entre la aceptación y la llegada.
 - i. Algunos pacientes pueden ser transportados sin un implante ECMO.
 - ii. Algunos pacientes pueden no ser aptos para ECMO después de una revisión adicional y es mejor dejarlos al cuidado del equipo de tratamiento local.
 - iii. Proporcionar actualización clínica al paciente/familia mientras se establecen las expectativas de ECMO y el proceso de ECMO.
 6. Obtener el consentimiento informado.
 7. Asume la supervisión médica directa del paciente una vez canulado y durante el transporte.
- d. Especialista en ECMO.
1. Puede ser perfusionista, enfermero, terapeuta respiratorio o proveedor médico.
 2. Debe ser un practicante experimentado de ECMO.
 3. Responsable de la instalación y cebado del circuito ECMO.
 4. Responsable de la gestión del circuito ECMO desde el implante hasta la llegada al centro de destino.
- e. Equipo de transporte médico.
1. Paramédico o nivel de atención equivalente para complementar el equipo de implantes.
 2. Puede incluir enfermeras o terapeutas respiratorios.
 3. Responsable de:
 - i. Movimiento y manejo del paciente,
 - ii. Coordinación y comunicación con centro de mando/despacho,
 - iii. Carga y descarga de pacientes de los vehículos de transporte, y
 - iv. Supervisión y aseguramiento de equipos médicos móviles.
 4. Se recomienda la formación cruzada (enfermera/paramédico de cuidados intensivos, terapeuta respiratorio/paramédico de cuidados intensivos, etc.).
 5. Si el equipo de transporte médico no puede realizar tareas críticas como el manejo del ventilador, se recomienda complementar el equipo con personal médico adecuado para garantizar un transporte seguro.
- f. Los equipos de transporte y recuperación de ECMO deben tener las habilidades y competencias para realizar

- la evaluación del paciente, la canulación, el inicio/mantenimiento del soporte de ECMO y el transporte seguro.
- g. Se recomienda el entrenamiento de equipos médicos con simulación en las siguientes áreas específicas de dispositivos móviles:
1. Llamadas simuladas para probar el sistema de comunicación.
 2. Simulación de equipo en los entornos de transporte comunes que el equipo espera utilizar para los transportes (ambulancia terrestre, ambulancia aérea de ala giratoria, ambulancia aérea de ala fija); y.
 3. Simulación de alta fidelidad de eventos de baja frecuencia comunes y de alto riesgo, tales como:
 - i. Traslado de un paciente de camilla de hospital a camilla de ambulancia,
 - ii. eventos de succión,
 - iii. Sangrado,
 - iv. hipotensión,
 - v. Arritmia,
 - vi. Falla catastrófica del sistema ECMO/falla de energía,
 - vii. Decanulación,
 - viii. Mal funcionamiento de la ambulancia, y
 - ix. Entrada de aire.

Sección IV: Directrices específicas para misiones móviles

Los centros ECMO deben colaborar con EMS y establecer procedimientos operativos estándar (SOP) para la activación, priorización y movilización del equipo móvil de transporte ECMO. Las fases específicas del transporte ECMO se identifican a continuación con las consideraciones apropiadas para cada fase.

a. Activación y movilización.

1. Solicitud de ECMO. Comunicación entre los miembros del equipo ECMO: el centro ECMO móvil debe establecer un método estándar para activar y comunicarse dentro del equipo ECMO.
 - i. Se recomienda el uso de un formulario de información clínica (ya sea electrónico o en papel) que el equipo ECMO pueda compartir fácilmente para una transferencia eficiente de información crítica del solicitante al equipo.
 - ii. La información que debe incluirse en este formulario incluye:
 1. Datos demográficos del centro de solicitud/proveedor,
 2. Datos demográficos del paciente,
 3. Identificación de la persona que toma las decisiones médicas (paciente o familia) e indicación si el paciente o la familia conocen la consideración de ECMO,
 4. Historia clínica básica,
 5. Lista de medicamentos actual,
 6. Signos vitales recientes y configuraciones de ventilación si actualmente está intubado,
 7. Revisión de laboratorio reciente básica y relevante,
 8. Revisión de estudios de imágenes relevantes, y
 9. Líneas actuales y accesos.

2. Comunicación entre los miembros del equipo ECMO: el centro ECMO móvil debe establecer un método estándar para activar y comunicarse dentro del equipo ECMO.
 3. Debe establecerse un sistema estándar para comunicar la información pertinente al centro solicitante. La información documentada incluye:
 - i. Aceptación o aplazamiento de la activación del equipo ECMO,
 - ii. Nombres y credenciales del equipo de respuesta,
 - iii. Recomendaciones específicas para el paciente,
 - iv. Instrucciones de preparación del paciente y del personal para la llegada del equipo ECMO, y
 - v. Hora estimada de llegada.
 4. Se prefiere un centro de despacho/comunicación centralizado para la documentación y el control del tiempo.
- b. Movilización del equipo ECMO.
1. Utilizando las herramientas mencionadas anteriormente, se debe realizar una sesión informativa del equipo multidisciplinario para la identificación e inicio de elementos específicos de la misión.
 - i. Identificar y asegurar el transporte, y
 - ii. Debe identificarse el lugar de montaje tanto para el personal como para el equipo.
 2. El seguimiento de datos/indicadores clave de rendimiento (KPI) debe registrarse y usarse para mejorar la calidad.
 - i. Se debe establecer y almacenar un depósito de registro estandarizado de datos clave para la investigación clínica y la mejora de la calidad.
 - ii. Los KPI deben incluir indicadores tanto clínicos (resultados, morbilidad, mortalidad, etc.) como de desempeño (tiempo desde la derivación hasta la movilización del equipo ECMO, tiempo desde el montaje hasta el contacto con el paciente, etc.).
 3. Preparación.
 - i. Se recomienda el uso de maletas móviles estandarizadas, chequeadas y facturadas.
 - ii. Se recomienda el uso de una lista de verificación para garantizar la contabilidad de todos los equipos y suministros necesarios.
- c. Post.canulacion.
1. La estabilización del paciente por parte del equipo de ECMO posterior al implante debe realizarse teniendo en cuenta las necesidades de transporte.
 - i. Se recomiendan cambios graduales y no bruscos en el soporte clínico (hemodinámico, ventilatorio, etc.) para evitar la sobre corrección, especialmente durante el transporte.
 - ii. Minimice los medicamentos no esenciales.
 - iii. Asegurar una hemodinámica adecuada para el transporte.
 - iv. Garantizar el suministro adecuado de medicamentos para el transporte.
 - v. Garantizar la disponibilidad de hemoderivados según sea necesario para el transporte.
 - vi. Optimice el ECMO y la configuración del ventilador según corresponda desde el punto de vista clínico.
 - vii. El conocimiento de los cambios clínicos que pueden ocurrir durante el transporte es importante en la planificación de las intervenciones necesarias en el camino al centro de destino (laboratorios de punto de atención, etc.).
2. El traslado a la camilla de transporte incluye:
- i. Paciente seguro,
 - ii. equipo seguro y
 - iii. Asegúrese de que no se deje ningún equipo.
3. Se debe completar una lista de verificación de transporte previamente estandarizada antes de abandonar la instalación de envío.
- d. Selección del modo de transporte: el modo de transporte ideal debe evaluarse caso por caso.
1. Consideraciones generales:
 - i. Factores geográficos y distancia.
 - ii. Condiciones del tráfico.
 - iii. Urgencia.
 - iv. Condición climática.
 - v. Experiencia.
 - vi. Disponibilidad y costo.
 - vii. Peso del paciente, tripulación y equipo.
 2. Consideraciones específicas del paciente.
 - i. Tipo de ECMO.
 - ii. Estado clínico del paciente.
 - iii. Altura y peso del paciente.
 3. Consideraciones de transporte generales/no específicas del modo:
 - i. Capacidad de peso de la camilla adecuada para el paciente y el equipo.
 - ii. Una zona antideslizante para carga y descarga según disponibilidad.
 - iii. Capacidad para cargar/descargar a la altura del piso de la ambulancia (plataforma elevadora eléctrica si está disponible).
 - iv. Inversor eléctrico comprobado antes de cada misión.
 - v. Oxígeno adecuado.
 - vi. Iluminación adecuada.
 - vii. Regulación adecuada de la temperatura.
 - viii. Método de comunicación de información crítica al centro receptor: requerimos dos métodos de comunicación para evitar problemas, por lo que recomendamos la redundancia y la planificación del transporte.
 4. Consideraciones específicas del modo:
 - i. Tierra (Figura 1a , b , y c).
 1. Más comunes y disponibles.
 2. Múltiples tamaños: las áreas de atención al paciente más grandes (preferiblemente con acceso de 360 grados al paciente). Son preferibles cuando estén disponibles.

3. Puede acomodar equipos más grandes.

ii. Transporte aéreo, en general:

1. Se debe considerar el tiempo de vuelo del piloto, ya que el tiempo a menudo está regulado y puede afectar las opciones de transporte.
2. El clima y las aeronaves se coordinarán con las agencias reguladoras de viajes aéreos, lo que puede impactar en el tiempo del transporte.

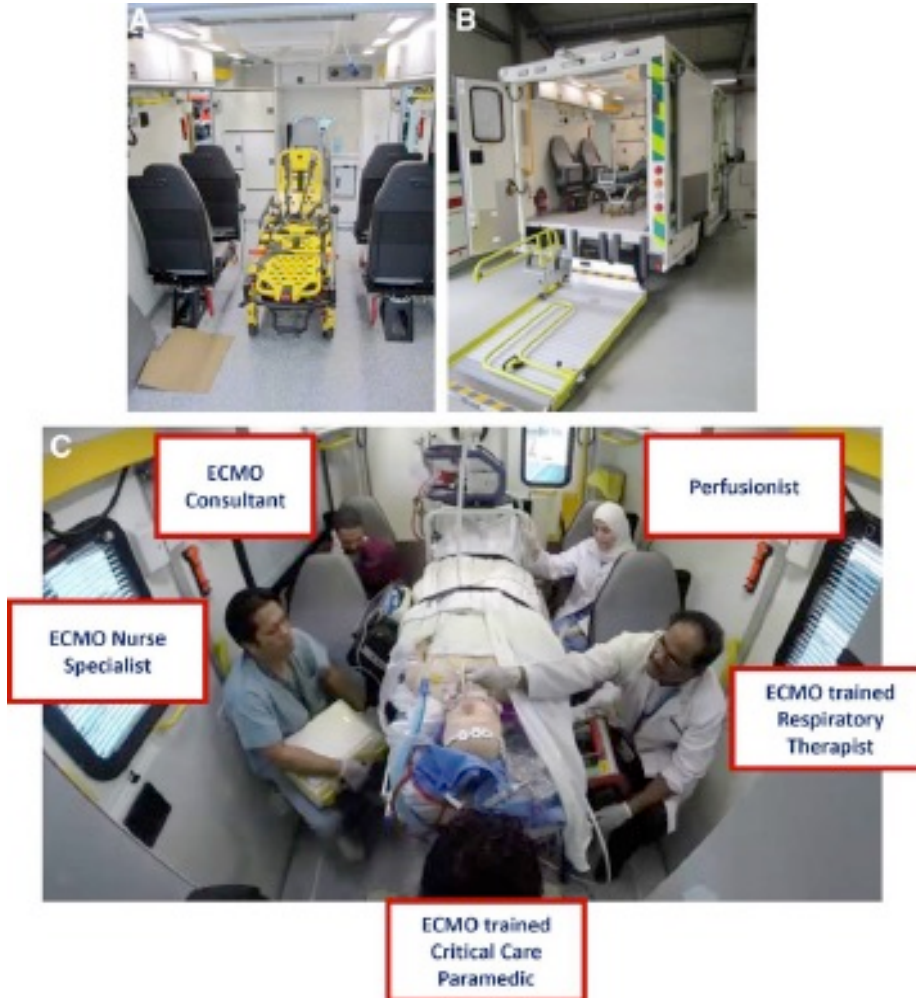


Figura 1.: (A, B y C). Amplia ambulancia de UCI con acceso de 360° al paciente. Asientos para personal médico (5). Tenga en cuenta el gabinete y el piso sellados para facilitar la limpieza y el control de infecciones.

iii. Ala de rotor (helicóptero) (Figura 2).

1. El espacio de cabina más pequeño tiene una capacidad de tripulación limitada.
2. Más dependientes del clima que las unidades terrestres.
3. Lugares de aterrizaje y despegue flexibles con capacidad de aprobación vertical.
4. Hay helipuertos disponibles en muchos centros médicos.
5. No afectado por el tráfico rodado.
6. Necesidad de considerar la altitud dentro del plan de tratamiento.
7. A menudo, se usa oxígeno líquido que puede tener un flujo variable a diferentes temperaturas.
8. Debe tener en cuenta la mitigación de vibraciones y ruidos para el paciente, la

tripulación y el equipo. Las alarmas pueden ser difíciles de escuchar.

9. Se recomienda un sistema de comunicación en vuelo para permitir la comunicación con la tripulación de vuelo y el piloto.

iv. Ala fija (avión) (Figura 3a , b , y c).

1. Capaz de largas distancias de transporte.
2. Requiere múltiples traslados del paciente:
 - a. Cama de hospital para camilla de transporte,
 - b. Camilla de transporte a camilla de avión,
 - c. Camilla de avión para camilla de transporte, y

- d. Camilla de transporte a la cama del hospital.
3. Considere la altitud dentro del plan de tratamiento.
- a. La gran altitud proporciona un vuelo más corto, menos turbulencia y menos consumo de combustible.

- b. A una presión barométrica baja (altitudes más altas), se debe tener especial cuidado para evitar la hiperoxigenación del circuito, ya que el oxígeno puede salir burbujeando de la solución a una pO_2 más baja (raro en cabinas presurizadas).
- c. Efecto de la presión barométrica en el manguito del tubo endotraqueal.



Figura 2.: Disposición del helicóptero. Tenga en cuenta el espacio limitado y el acceso al paciente y al equipo.

- 4. Oxígeno líquido que puede tener un flujo variable a diferentes temperaturas.
 - 5. Sistemas UPS para energía cuando estén disponibles.
 - 6. Debe tener en cuenta la mitigación de la vibración y el ruido para el paciente, la tripulación y el equipo. Las alarmas pueden ser difíciles de escuchar.
 - 7. El sistema de comunicación en vuelo debe permitir la comunicación con la tripulación de vuelo y el piloto.
 - 8. Asegúrese de que todo el equipo esté aprobado para uso en aeronaves por el órgano rector correspondiente.
 - 9. Considere la posición adecuada de los bebés/recién nacidos para reducir la presión intracraneal durante el despegue y el aterrizaje, si es posible.
- e. Consideraciones para el transporte de pacientes con enfermedades transmisibles:
- 1. Siga las recomendaciones locales e internacionales.
 - 2. Debe cumplir con las pautas de control de infecciones y el uso de equipo de protección personal.

- 3. Evite los procedimientos que generen aerosoles cuando sea posible.
 - 4. Se puede agregar el uso de filtros absorbentes de partículas de alta eficiencia a la rama espiratoria del ventilador.
 - 5. Se requiere la descontaminación del vehículo antes de volver al estado de servicio.
 - 6. Las intervenciones diagnósticas y terapéuticas esenciales justifican una planificación y coordinación cuidadosas para proteger a otros pacientes, al personal médico y al público.
- f. Consideraciones posteriores al transporte:
- 1. Debe ocurrir el respaldo formal y el traspaso al equipo receptor.
 - 2. Paciente trasladado a la cama del hospital.
 - 3. El equipo debe limpiarse y reabastecerse para su uso inmediato.
 - 4. Se debe realizar un informe del equipo para cada caso; los centros de transporte de gran volumen pueden crear criterios de informe más estrictos.
 - 5. Deben realizarse sesiones educativas periódicas que incorporen eventos significativos e informes sobre el estrés de incidentes críticos.



Figura 3.: (A, B y C). Un ejemplo de ambulancia aérea. Nótese el mecanismo especial de elevación del paciente y de difícil acceso.

Sección V: Gobernanza Clínica y Gestión de Riesgos

Los proveedores deben establecer una política para garantizar que se mantengan los estándares locales y nacionales para el transporte y la recuperación de pacientes asistidos por ECMO. Dichas políticas deben incluir el uso de auditorías, informes de incidentes y comentarios de pacientes y familiares sobre su experiencia.

- a. El proceso de mejora de la calidad debe ser estándar.
 1. Utilice KPI predeterminados como métricas de calidad (p. ej., paro cardíaco, embolia gaseosa, hemorragia).
 2. Realizar un seguimiento de las métricas del proceso (p. ej., cumplimiento de las listas de verificación, plazos y fallas/mal funcionamiento del equipo).
 3. Revisar cualquier incidente crítico de manera integral, señalando las oportunidades de mejora, si las hubiera, con elementos procesables. Las revisiones deben incluir:
 - i. Accidentes o incidentes que afecten al equipo de transporte,
 - ii. Utilización o desperdicio de productos sanguíneos durante la transferencia, y
 - iii. Oportunidades educativas para referencias inapropiadas o prevenibles.
 4. La información sobre el estrés del incidente crítico está disponible para las tripulaciones.
- b. La formación y el desarrollo de competencias incluye:
 1. Formación formal en medicina del transporte y ECMO móvil para todos los miembros del equipo.
 - i. El curso debe incluir educación formal específica para el transporte de pacientes ECMO (tanto primaria como secundaria); y
 - ii. Si es posible, la simulación debe incorporarse al curso para la capacitación del equipo.
 2. Debe utilizarse simulación de alta y baja fidelidad para facilitar y mantener la competencia técnica y práctica.
 3. Se recomienda un proceso de validación clínica programado periódicamente.
- c. La licencia y la indemnización deben determinarse antes de la movilización del equipo de transporte ECMO.
 1. Se recomienda la acreditación de emergencia para el transporte ECMO primario.
 - i. El gobierno local, regional y nacional debe considerar la necesidad de privilegios de emergencia para permitir el acceso universal a la terapia ECMO.
 - ii. Cada sistema debe desarrollar un flujo de trabajo estándar para obtener privilegios de emergencia para el equipo principal de ECMO.

- iii. El líder del equipo es responsable de garantizar que la acreditación esté en su lugar para el equipo ECMO móvil en el hospital solicitante.
- iv. Al interactuar con el personal de un hospital solicitante, el equipo de ECMO debe utilizar la experiencia del hospital de referencia para comprender mejor cómo obtener privilegios de emergencia.

2. La seguridad y el bienestar del equipo de transporte y recuperación de ECMO es la máxima prioridad. Las organizaciones deben garantizar una indemnización y un seguro apropiados para el equipo ECMO móvil.
 - i. Discusiones a priori con la administración, gestión de riesgos y, según sea necesario, cobertura de seguros para garantizar una cobertura adecuada para el equipo ECMO móvil.
3. Para los equipos que están volando, se deben tomar las consideraciones apropiadas para las implicaciones del viaje aéreo para el seguro, etc.

d. Finanzas:

1. Es necesaria una estrecha colaboración con los equipos de documentación, codificación y facturación para garantizar una documentación adecuada y completa desde el punto de vista médico y fiscal.
2. Revisión de casos móviles por un equipo multidisciplinario para garantizar que se recomiende la codificación y la documentación adecuadas para optimizar las prácticas de facturación.
3. Si bien las responsabilidades fiduciarias son importantes, no deben influir en la candidatura de un paciente para la terapia ECMO.

Resumen

El transporte primario y secundario de pacientes con apoyo de ECMO es desafiante y gratificante y debe ser realizado por un equipo multidisciplinario especializado y bien capacitado de practicantes de ECMO experimentados. El equipo debe ser autosuficiente y fácilmente disponible. La ECMO móvil puede ser realizada por centros regionales o de alto volumen, ya que esto se asocia con mejores resultados para los pacientes y reducción de costos.^{3,3} Las listas de verificación, la práctica regular que incluye simulación de alta fidelidad y la coordinación efectiva de los roles del equipo son elementos clave para proporcionar un transporte ECMO seguro y eficiente.

Reconocimiento

Los autores desean agradecer a las siguientes personas por sus contribuciones y apoyo para completar esta guía: Christine Stead, MHS (CEO de ELSO), Peter Rycus, MPH (Director ejecutivo de ELSO), Elaine Cooley MSN, BSN, RRT (ELSO Clinical Program Manager), la Junta Directiva de ELSO, así como miembros del Grupo de Trabajo de Transporte: Pranay Oza, MD, Bishoy Zakhary, MD, Lakshmi Raman, MD, Bradley Kuch, MHA, RRT-NPS, Ozzie Jahadi, CCP, Camilla Lambert Rodrigues, CCP, Bernadette Elliott, RN, Ethan Kurtzman, MBA, RRT-NPS.

Referencias

1. Guidelines for ECMO Transport Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), Ann Arbor MI. Available at: [https://www.else.org/Portals/0/Files/ELSO%20GUIDELINES%20FOR%20ECMO%20TRANSPORT May2015.pdf](https://www.else.org/Portals/0/Files/ELSO%20GUIDELINES%20FOR%20ECMO%20TRANSPORT%20MAY%202015.pdf) Accessed August, 2019.
2. Abrams D, Garan AR, Abdelbary A, et al; International ECMO Network (ECMONet) and The Extracorporeal Life Support Organization (ELSO): Position paper for the organization of ECMO programs for cardiac failure in adults. *Intensive Care Med* 44: 717–729, 2018.
3. Combes A, Brodie D, Bartlett R, et al; International ECMO Network (ECMONet): Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. *Am J Respir Crit Care Med* 190: 488–496, 2014.
4. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al; CESAR trial collaboration: Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 374: 1351–1363, 2009.
5. Broman LM, Holzgraefe B, Palmér K, Frenckner B: The Stockholm experience: interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care* 19: 278, 2015.
6. Bryner B, Cooley E, Copenhagen W, et al: Two decades' experience with interfacility transport on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg* 98: 1363–1370, 2014.
7. Biscotti M, Agerstrand C, Abrams D, et al: One hundred transports on extracorporeal support to an extracorporeal membrane oxygenation center. *Ann Thorac Surg* 100: 34–9; discussion 39, 2015.
8. Clement KC, Fiser RT, Fiser WP, et al: Single-institution experience with interhospital extracorporeal membrane oxygenation transport: a descriptive study. *Pediatr Crit Care Med* 11: 509–513, 2010.
9. Broman LM, Frenckner B: Transportation of critically ill patients on extracorporeal membrane oxygenation. *Front Pediatr* 4: 63, 2016. Copyright © Extracorporeal Life Support Organization. Unauthorized reproduction of this article is prohibited. ELSO GUIDELINE FOR ECMO TRANSPORT 9
10. Fletcher-Sandersjö A, Frenckner B, Broman M: A single-center experience of 900 interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg* 107: 119–127, 2019.
11. Ehrentraut SF, Schroll B, Lenkeit S, et al. Interprofessional two-man team approach for interhospital transport of ARDS-patients under extracorporeal membrane oxygenation: a 10 years retrospective observational cohort study. *BMC Anesthesiol* 19:19, 2019.
12. Sherren PB, Shepherd SJ, Glover GW, et al. Capabilities of a mobile extracorporeal membrane oxygenation service for severe respiratory failure delivered by intensive care specialists. *Anaesthesia* 70:707–714, 2015.
13. Broman LM, Dimberger DR, Malferteiner MV, et al: International survey on extracorporeal membrane oxygenation transport. *ASAIO J* 66: 214–225, 2020.
14. Shekar K, Badulak J, Peek G, et al; ELSO Guideline Working Group: Extracorporeal life support organization coronavirus disease 2019 interim guidelines: a Consensus Document from an International Group of Interdisciplinary Extracorporeal Membrane Oxygenation Providers. *ASAIO J* 66: 707–721, 2020.
15. Ramanathan K, Antognini D, Combes A, et al: Planning and provision of ECMO services for severe ARDS during the COVID-19 pandemic and other outbreaks of emerging infectious diseases. *Lancet Respir Med* 8: 518–526, 2020.
16. ELSO Guidelines for Training and Continuing Education of ECMO Specialists Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), Ann Arbor MI. Available online at: <https://www.else.org/Portals/0/IGD/Archive/FileManager/97000963d6cusersshydocumentselsoguidelinesfortrainingandcontinuingeducationofecmospecialists.pdf>. Accessed June, 2019.
17. Zakhary BM, Kam LM, Kaufman BS, Felner KJ: The utility of high-fidelity simulation for training critical care fellows in the management of extracorporeal membrane oxygenation emergencies: a Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med* 45: 1367–1373, 2017.
18. Fehr JJ, Shepard M, McBride ME, et al: Simulation-based assessment of ECMO clinical specialists. *Simul Healthc* 11: 194–199, 2016.
19. Alinier G, Hassan IF, Alsalemi A, et al: Addressing the challenges of ECMO simulation. *Perfusion* 33: 568–576, 2018.
20. Labib A, Alinier G: Transport and Retrieval on Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO): setup and activities of an immersive transport and retrieval on ECMO Workshop. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 35: 1603–1610, 2021