



DIPUTACIÓN DE PALENCIA



Universidad de Valladolid

Escuela Universitaria de Enfermería de Palencia  
"Dr. Dacio Crespo"

**GRADO EN ENFERMERÍA**  
Curso académico (2023-24)

**Trabajo Fin de Grado**

**Cuidados de Enfermería en la Oxigenación  
por Membrana Extracorpórea**

Revisión bibliográfica

Jaume Alsina i Serra

Tutor: Jairo Treceño Gaité

**Mayo, 2024**

## Índice

Resumen y palabras clave	3
Introducción	4
Justificación	7
Objetivos	7
Material y métodos	8
Resultados	10
Discusión	24
Conclusión	30
Agradecimientos	30
Bibliografía	31
Anexos	36

## Resumen y palabras clave

La ECMO (Oxigenación por Membrana Extracorpórea) ha transformado el modo en el que se tratan muchas patologías en estado crítico. En este trabajo, se ha revisado la importancia de los cuidados de Enfermería específicos para pacientes que están recibiendo una terapia de ECMO.

Los resultados que se han obtenido reflejan la importancia de los cuidados especializados a pacientes sometidos a ECMO, con lo que se logra reducir significativamente muchos de los efectos secundarios (el sangrado, las infecciones, la hemólisis o las úlceras por presión entre otros), ya que tienen una incidencia elevada.

Además de los aspectos clínicos, es de vital importancia considerar el impacto de ECMO en la calidad de vida del paciente. La atención psicosocial por parte de enfermería ayuda a mejorar el estado de ánimo del paciente y permite a la familia avanzar con él. Por lo tanto, se requiere de un enfoque integral que aborde las necesidades físicas, emocionales y sociales del paciente y su familia durante todo el proceso de atención.

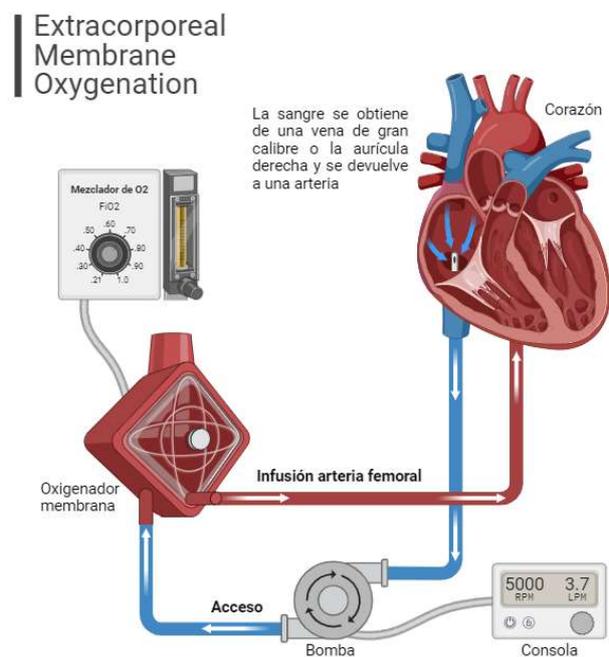
El objetivo de este proyecto es resaltar la importancia de los cuidados de enfermería desempeñan un papel fundamental en el manejo de los pacientes sometidos a ECMO. Al centrarse en la monitorización activa del paciente, la prevención de complicaciones, el apoyo emocional y la formación continuada, la Enfermería puede contribuir significativamente a la mejoría de los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes con ECMO

**Palabras clave:** extracorporeal; membrane; oxygenation; nursing; care plan;

## Introducción

La oxigenación por membrana extracorpórea (en sus siglas en inglés ECMO) se define como una asistencia extracorpórea con oxigenación de membrana, es decir, un sistema de soporte cardíaco y/o pulmonar, usado en pacientes que son incapaces de mantener una adecuada oxigenación y perfusión tisular. Su uso está indicado especialmente en síndrome de distress respiratorio, shock cardiogénico, miocarditis, insuficiencia cardíaca descompensada o tromboembolismo pulmonar entre otras patologías.

Su historia<sup>(1)</sup> se remonta a 1953 cuando un cirujano llamado John Gibbon ideó una máquina que le permitió hacer un bypass cardiopulmonar completo durante una cirugía cardíaca. Unos años más tarde, en 1965, Clones desarrolló una membrana oxigenadora que le permitía desvíos cardiopulmonares más duraderos. Ya en 1972, Hills consiguió realizar la primera operación documentada con ECMO en un joven de 24 años con distrés respiratorio y en 1975, Bartlett (fundador de Extracorporeal Life Support Organisation, ELSO) lo empleó por primera vez en un neonato.



(Figura 1): Esquema del sistema ECMO

Actualmente, según ELSO, en 2022 se realizaron en todo el mundo un total de 198.623 intervenciones con ECMO<sup>(2)</sup>. Además, se está intentando extender su uso para mantenimiento de órganos para donación y se está investigando para conseguir revertir las paradas cardiorrespiratorias en pacientes con fallo cardíaco refractario.

El circuito ECMO se compone de unas de cánulas (arteriales y venosas de inserción central o periférica) y líneas que conectan entre sí además de con el paciente (Figura 1). Entre ambas, hay una bomba centrífuga, que se encarga del bombeo de la sangre y un oxigenador de membrana, que conectado a una fuente de gases clínicos, realiza el intercambio gaseoso. Todo esto está controlado por una consola que regula las presiones y flujos de la sangre en el circuito.

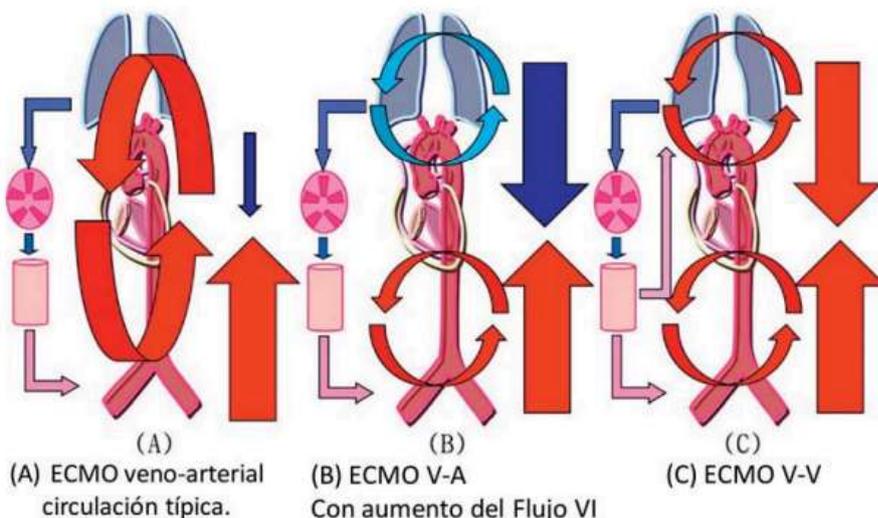
Existen dos tipos de ECMO (Figura 2):

- **ECMO Venoso-Arterial (VA):** Suele ser la opción a escoger cuando el paciente presenta fallo cardíaco o cardiorrespiratorio. La sangre sale del paciente a través de una vena de gran calibre, siendo la femoral la primera elección, ya que según Muehrcke *et al.*, 1995 presenta un menor riesgo de reintervención por hemorragia. Sin embargo, también se puede canular desde la aurícula derecha o la yugular interna. En cualquier caso, la bomba empuja la sangre hacia la membrana de oxigenación para generar el intercambio de gases sin necesidad de que los pulmones participen, infundiéndola en una arteria. El objetivo principal es proporcionar un reposo cardíaco y asegurar la perfusión de los órganos, aportando hasta el 60-80% del gasto cardíaco <sup>(3)</sup>.

Entre sus contraindicaciones <sup>(4)</sup> se encuentran la no recuperación, incluso en caso de trasplante de corazón, patologías que empeoren la esperanza de vida (neoplasias, cirrosis, tromboembolismo pulmonar masivo...), disección aórtica, daños vasculares periféricos severos (incluyendo la estenosis, calcificación..), regurgitación aórtica grave, shock séptico masivo, problemas inmunológicos, obesidad, alteraciones de la coagulación o daño neurológico irreversible entre otros.

- **ECMO Venoso-Venoso (VV):** Esta canulación se utiliza con el objetivo de proporcionar un descanso pulmonar y una mejor oxigenación, sin proporcionar un soporte hemodinámico, por lo que no se puede usar para patologías cardíacas. La sangre se drena y se vuelve a infundir en el sistema venoso del paciente.

No está indicado si el paciente no tiene posibilidad de recuperación aún con trasplante pulmonar, edad superior a 65 años, inmunosupresión grave, coagulopatías, ventilación mecánica superior a 7 días con Presión Plateau > 30 cm H<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> > 90% entre otras <sup>(5)</sup>.



(Figura 2): Tipos de canulaciones en ECMO según la asistencia respiratoria o circulatoria requerida (Choi et al 2014)

Independientemente del tipo de asistencia que precise el paciente, el personal de enfermería está presente antes, durante y después de la instalación del sistema. Al ser quien pasa mayor tiempo con el paciente, es necesario conocer las complicaciones para poder detectarlas de manera rápida.

Entre las complicaciones del sistema ECMO se encuentran:

- Isquemia de los miembros inferiores: Se debe mantener un control constante del aspecto y la perfusión de las piernas. Su principal causa suele ser una elección incorrecta del tamaño de las cánulas o fallos en el catéter de perfusión distal <sup>(6)</sup>.
- Tromboembolismos: Es posible que se formen coágulos en el circuito por lo que es muy importante revisar todo el circuito para evitar la oclusión de vasos que puedan generar una isquemia <sup>(7)</sup>.
- Hemorragia: Es bastante frecuente debido a que los pacientes suelen tener infusiones de heparina, aunque también puede deberse a una técnica incorrecta a la hora de canalizar. Por ello es importante mantener un control del punto de inserción y usar hemostáticos si es necesario.

- Infecciones: Aunque una correcta profilaxis del paciente y la vigilancia de signos de infección reduce la incidencia, hay que controlar también el circuito y cambiar los elementos cuando lo indica el fabricante.
- Síndrome del Arlequín: Se produce en las ECMO VA de canulación femoral. Esto se debe a que el corazón del paciente está recuperando la función cardíaca mientras que sus pulmones no funcionan correctamente. Entonces la sangre que expulsa el ventrículo produce una competición de flujo con la sangre oxigenada bombeada por la ECMO <sup>(8)</sup>. Esto produce un traspaso de sangre desoxigenada a la aorta y esta va a las arterias coronarias, subclavia o carótidas, pudiendo llegar a producir hipoxia cerebral. Para contrarrestar esta complicación se debe optimizar la ventilación mecánica (aumento de la Positive end-expiratory pressure y/o FiO<sub>2</sub>) y los parámetros hemodinámicos, valorar implantar balón intraaórtico de contrapulsación, cambiar canulación de Arteria Femoral a Axilar o crear un sistema híbrido VA-V o reconvertir a ECMO V-V.

## Justificación

El sistema ECMO es complejo y requiere de personal especializado. Para ello es necesario ofrecer formación de calidad al personal de Enfermería que trabaja en UCI y asegurar así un mejor cuidado del paciente. Así mismo es crucial brindar cuidados de enfermería basados en la evidencia.

## Objetivos

- Demostrar que el cuidado que esté basado en guías, artículos científicos y recomendaciones de sociedades científicas, conlleva a mejorar el bienestar del paciente portador de ECMO.
- Explicar las ventajas de la formación especializada para Enfermería con herramientas educativas para optimizar el cuidado del paciente.
- Visibilizar el papel de la Enfermería en ECMO

## Material y métodos

Para comenzar, se establecieron los significados de los términos con los que después se formularía la pregunta **PICO**. Para aumentar el número de artículos disponible se decidió usar las palabras en inglés, y para ello se utilizó el *thesaurus* MeSH para definir ECMO:



*“Application of a life support system that circulates the blood through an oxygenating system, which may consist of a pump, a membrane oxygenator, and a heat exchanger. Examples of its use are to assist victims of SMOKE INHALATION INJURY; RESPIRATORY FAILURE; and CARDIAC FAILURE.”*

---

Después, se formularon las líneas de búsqueda de los artículos a revisar mediante la pregunta **PICO**:

<b>Patient</b>	Cardiac and respiratory patients
<b>Intervention</b>	Nursing care plans
<b>Comparison</b>	
<b>Outcome</b>	Minimize sequels Improvement of the patient's welfare Treatment amelioration

A continuación se emplearon las bases de datos biomédicas internacionales como Scielo, PubMed, Cochrane y CINAHL. Para complementar la búsqueda se contactó con especialistas del Hospital Universitario de León, el Hospital Clínico de Valladolid y el Hospital Universitario Central de Asturias para obtener guías clínicas y protocolos de los hospitales. También se emplearon artículos y recomendaciones de la ELSO, la Asociación Española de Perfusionistas y la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Críticos y Unidades Coronarias. Por último se complementaron con guías y vídeos de las principales casas comerciales de cada sistema ECMO.

Se emplearon los términos *ECMO* y *nurse* para comenzar la búsqueda, a lo que PubMed devolvió 576 resultados, CINAHL arrojó 48 resultados. SciELO devolvió solo 2 resultados, Cochrane 2 revisiones más 28 ensayos y CINAHL 43 artículos . No fue necesario aplicar más filtros en SciELO, ya que ambos artículos se ajustaban a los criterios de búsqueda.

En Cochrane, se descartaron las revisiones y solo se aceptaron 4 ensayos. Entre los motivos se encontraban artículos que no correspondían a los criterios especificados.

Por otro lado PubMed arrojó 577 resultados mediante la utilización de los operadores AND y OR:

("extracorporeal membrane oxygenation"[MeSH Terms] OR ("extracorporeal"[All Fields] AND "membrane"[All Fields] AND "oxygenation"[All Fields]) OR "extracorporeal membrane oxygenation"[All Fields] OR "ecmo"[All Fields]) AND ("nurse"[MeSH Terms] OR "nurse"[All Fields] OR "nurse"[All Fields] OR "nurse"[MeSH Subheading] OR "nursing s"[All Fields])

A continuación se filtró por los últimos 10 años para conseguir información más actual, especialmente debido a la pandemia de COVID que ha permitido realizar muchos más ensayos con esta terapia. Se obtuvieron 286 resultados. Después se filtró por ensayos clínicos y se obtuvieron 7 artículos, de los cuales solo se seleccionaron 2 ya que eran los únicos que cumplían con los requisitos, siendo los mismos que Cochrane había arrojado.

En CINAHL se obtuvieron un total de 48 resultados y tras una lectura de título y abstract, se descartaron 43 artículos debido a que no cumplían los criterios de este trabajo y falta de accesibilidad a algunos de ellos.

En total se ha trabajado con 10 artículos.

## Resultados

Tras la lectura completa de los artículos, se han agrupado los resultados de los artículos en varios apartados, siendo estos: el manejo del circuito, la monitorización del paciente, los cuidados en la piel, el apoyo psicológico al paciente y su familia y la necesidad de ofrecer mayor formación al personal de Enfermería. Todos ellos concluyen demostrando que al seguir alguno de estos aspectos, se mejora la calidad en la asistencia al paciente <sup>(9)</sup> y que pueden disminuir los efectos secundarios del tratamiento, anticipándose a las complicaciones tal y como demuestra Chaica *et al.*, 2020.

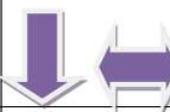
### 1) Realizar una correcta puesta en marcha del circuito y su mantenimiento

Para comenzar, se deben implantar las cánulas al paciente para poder conectarlo al sistema ECMO. Primero se realiza una preparación del sitio de inserción de forma estéril y se colocan campos para poder trabajar. Se anestesia de forma local los sitios de inserción de los catéteres para reducir el dolor al que se somete al paciente. A continuación, se realiza una incisión en la piel y se inserta un catéter en el acceso elegido (generalmente en vena yugular interna y/o en la arteria femoral). Después, mediante técnica Seldinger, se introduce una guía por el catéter y se retira este. Se van introduciendo catéteres de mayor diámetro para dilatar el acceso hasta llegar al tamaño deseado. Por último, se coloca el catéter del diámetro elegido en el interior del vaso sanguíneo. Una vez que el catéter está en su posición correcta, se fija en su lugar con suturas para evitar su retirada accidental.

El siguiente paso es preparar el sistema ECMO, formado por el oxigenador, las líneas arteriales y venosas, la bomba, el monitor y el aporte de gases. También hay que comprobar que todo el material está en buen estado, estéril y sin caducar. Se debe purgar con suero fisiológico o una solución de cebado específica del fabricante para su equipo de ECMO. Esto se hace con el objetivo de quitar el aire del circuito y las burbujas (véase anexo).

Una vez que los catéteres están correctamente posicionados y conectados al circuito ECMO, se inicia el flujo sanguíneo hacia el oxigenador de membrana y se configuran todos los parámetros incluyendo la velocidad de la bomba en revoluciones por minuto, las presiones, el flujo y la temperatura del oxigenador.

Durante cada turno, se debe comprobar las presiones pre y post membrana (Tabla 1) para poder descartar coágulos en la membrana y realizar una gasometría arterial post membrana para comprobar la saturación parcial de oxígeno. A continuación se deben buscar coágulos en el oxigenador de membrana y en las líneas y en caso de haberlos, se debe ajustar la anticoagulación. Por último se deben comprobar las conexiones del mezclador de gases y el oxigenador frecuentemente.

PRESIÓN INTERNA OPTIMA <250 MÁXIMA 250-300	PRESIÓN SUCCIÓN OPTIMA -20 a -80 MÁXIMA <-80	PRESIÓN ARTERIAL OPTIMA<250 MÁXIMA250-300	GRADIENTE OPTIMA <20 MÁXIMA<50	CAUSAS
				<b>DIFICULTAD PARA LA SUCCIÓN</b> Cánula venosa acodada Cánula venosa pequeña Trombo en can. Ven Hipovolemia Taponamiento Neumotórax
				<b>FALLO DE BOMBA</b> Mecánico Trombo Aire
				<b>FALLO OXIGENADOR</b> Rotura Trombo Aumento condensación
				<b>DIFICULTAD PARA EL BOMBEO</b> Cánula art. acodada Cánula art trombosada Cánula art. Pequeña Movilización del paciente.

(Tabla 1): Presiones recomendadas en el circuito ECMO (Hospital Clínico Universitario de Valladolid)

## 2) Realizar una correcta monitorización del paciente

### ● Valoración circulatoria

La base para mantener un control hemodinámico del paciente comienza por monitorizar la presión arterial media. Se debe utilizar este parámetro en vez porque es difícil palpar el pulso a bajas revoluciones. Esto se debe a que las bombas generan un pulso laminar no pulsátil, y a la hora de monitorizar las curvas de presión arterial, se aplanan. A esto se le añaden valores como el gasto cardiaco o la presión venosa central entre otros, que se consiguen mediante un sistema PICCO (medición del gasto cardíaco).

A continuación, se debe vigilar la coagulación mediante el tiempo de protrombina activada y mantenerlo entre 55 y 75 segundos, pudiéndose reducir hasta entre 40 y 60 segundos. Sin embargo, se pueden utilizar otros métodos como la ACT (Activated Coagulation Time) para facilitar los cálculos de heparinización o usar el anti Xa. En el Hospital Universitario de León (véase anexo) se emplea la ACT para heparinizar al paciente con un bolo de 1 mg/kg de heparina sódica antes de la canulación, buscando un rango de ACT >200s. Después se usa la aPTT para el mantenimiento, al igual que en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Dichas perfusiones se pueden ajustar según los valores de aPTT (véase anexo).

El siguiente aspecto del que hay que preocuparse es la detección de signos de hemólisis. La hemólisis <sup>(10)</sup> es un efecto secundario que aumenta la mortalidad en pacientes con ECMO VV debido a la destrucción de eritrocitos cuya hemoglobina se libera en plasma. Según Materne *et al.*, 2021, está demostrado que los trombos que se forman en el cabezal de la bomba junto con los flujos sanguíneos a mayor caudal (>3 l/min) y el uso de cánulas de doble luz se asocian a un aumento de la hemólisis. Es por eso que es importante vigilar los niveles de Hb en plasma o cambios de coloración en la orina que sugieran presencia de Hb.

También es importante controlar la función del ventrículo izquierdo. Hay que tener en cuenta que el sistema ECMO no descarga por sí mismo el ventrículo izquierdo, así que si dicho ventrículo falla y no hay respuesta inotrópica, se produce una distensión y una claudicación del ventrículo, además de un cierre de la válvula aórtica. Por consiguiente, hay un aumento de la presión pulmonar y riesgo elevado de generar un edema pulmonar o incluso hemorragia. Además, al no permitir la eyección se crean trombos que pueden diseminarse por todo el sistema circulatorio. Las medidas que propone el Hospital Universitario de León van en consonancia con las medidas propuestas por la Asociación Española de Perfusionistas. Por un lado, si la función cardíaca no está demasiado dañada, se puede reducir el flujo de ECMO o aumentar el aporte de inotrópicos (retirando vasoconstrictores y aumentando vasodilatadores). También se contempla la posibilidad de pasar de una canulación periférica a una central para facilitar la eyección. Además, se puede considerar el uso de un balón de contrapulsación intraaórtico que se hinche durante la diástole para mejorar la presión de perfusión del miocardio.

Por último, al realizar las gasometrías y comprobar las mediciones de la Saturación Venosa Central de Oxígeno, la Asociación Española de Perfusionistas aconseja un pH de entre 7,35 y 7,45 y una Saturación Venosa Central de Oxígeno como mínimo del 65% <sup>(11)</sup>.

En el artículo de Van Kiersbilck *et al.*, 2016, se establece que los valores objetivo de hemoglobina, coagulación y plaquetas juegan un papel importante en la evaluación de la necesidad de transfusión de productos sanguíneos. Estos valores objetivos permiten a la enfermera controlar al paciente de forma independiente y consultar al médico sólo cuando corresponda <sup>(12)</sup>.

- **Valoración respiratoria**

Los pilares básicos de la monitorización respiratoria dependen de parámetros como las presiones de los gases, la saturación de oxígeno, la PEEP, los volúmenes tidales o las fracciones inspiradas de oxígeno entre otros. Por norma general, la evaluación respiratoria se realiza según el Murray Score, que mide en una escala de 0 a 4, siendo 4 disfunción respiratoria severa <sup>(13)</sup>. Los componentes del Murray Score incluyen cinco criterios clínicos y criterios radiológicos. Los criterios clínicos evalúan la función respiratoria y la oxigenación del paciente, como la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>, la PEEP, la presencia de infiltrados radiológicos, la compliance pulmonar y la existencia de un fallo en la ventilación. La Asociación Española de Perfusionistas aconseja los siguientes valores en pacientes con ECMO:

1. PaO<sub>2</sub> > 60 mmHg
2. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> del paciente > 200 mmHg (en caso de ser menor de 150 debemos sospechar un fallo en el oxigenador de membrana)
3. PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> del ECMO > 150 mmHg
4. PaCO<sub>2</sub> entre 35-45 mmHg

Aunque todas las maniobras anteriores mejoran el pronóstico de los pacientes con Síndrome de Distress Respiratorio Agudo, también cabe destacar la importancia de la fisioterapia respiratoria. El papel de la enfermera de rehabilitación es clave para contribuir a la pronta recuperación de los pacientes.

En el estudio de China *et al.*, 2020 la enfermera realizó técnicas de fisioterapia respiratoria en una paciente de UCI conectada a ECMO VV. El uso de técnicas como la aspiración de secrecciones en circuito cerrado, vibraciones, descompresión brusca, aperturas costales selectivas, espiración manual forzada, ventilación dirigida e in-exsufador mecánico produjeron una mejora en los volúmenes inspiratorio y espiratorio, así como una mejora en la compliance estática. Todos los resultados mostraron mejoras globales, sin eventos adversos <sup>(14)</sup>.

- **Valoración neurológica**

La valoración neurológica en pacientes sometidos a ECMO es de vital importancia, ya que existen muchas complicaciones neurológicas asociadas tanto a las enfermedades subyacentes que sufren los pacientes como a la terapia ECMO en sí. Para valorar el estado neurológico del paciente portador de ECMO se le somete a estímulos físicos y se utiliza la Escala de Coma de Glasgow para evaluar la respuesta motora y sensitiva a diversos estímulos, así como la observación de las pupilas y los reflejos craneales. Además, se deben buscar signos de irritación meníngea y considerar la realización de estudios de imagen cerebral en casos indicados.

También es importante conocer el estado de hipnosis del paciente mediante la monitorización con el Índice Biespectral (BIS) y su nivel de sedación mediante el uso de la escala de Richmond-RASS. Se debe comprobar si padece de algún dolor mediante escalas de valoración tipo Likert como por ejemplo la escala Campbell, junto con la interpretación de sus signos vitales.

En el Hospital Clínico Universitario de Valladolid se emplea la escala análoga visual del dolor para los pacientes conscientes y la Escala de Conductas Indicadoras del Dolor en pacientes no comunicativos.

- **Valoración del balance de líquidos**

Según el Hospital Universitario Central de Asturias (véase anexo), para hacer un balance hídrico del paciente es importante registrar todos los líquidos que se le administran, incluyendo sueros, medicación diluida y nutrición parenteral. Además, se deben tener en cuenta las pérdidas, debidas a la diuresis, los drenajes quirúrgicos o las secreciones como el drenaje del tubo endotraqueal, así como otros fluidos corporales como el vómito o los exudados de las heridas.

Además de estos registros, la evaluación clínica a pie de cama es esencial. Se debe comprobar la presencia de signos tanto de sobrecarga hídrica o deshidratación como: edema, aumento de peso, disnea, oliguria o hipotensión. Por norma general, es bastante común que los pacientes con ECMO desarrollen oliguria o incluso anuria las primeras 24-48h.

### **3) Realizar cuidados constantes en la piel**

En el protocolo de enfermería ECMO desarrollado por Kim *et al.*, 2023 se cambió el método de vendaje por un apósito transparente para permitir confirmar visualmente el sitio de inserción de la cánula. El vendaje se realizó diariamente y se agregó la opción "realizar vendajes con frecuencia cuando haya contaminación visible o coágulos de sangre visibles". Se cree que la incidencia de infección podría reducirse cambiando y aplicando el protocolo de esta manera. También demuestra que al aplicar un protocolo de Enfermería en ECMO disminuye la incidencia de las infecciones y las úlceras por presión, llegando a reducir las a la mitad del grupo control. En el Hospital Clínico Universitario de Valladolid y en el de León aconsejan utilizar apósitos hidrocoloides debido a que sirven para hacer hemostasia más eficazmente y para evitar infecciones. Se debe comprobar en cada turno si el apósito está saturado de sangre o exudado.

También es importante comprobar la coloración de la piel del punto de inserción para evitar posibles complicaciones. Si está caliente y enrojecida, se debe sospechar de una infección. En caso de que los miembros estén fríos y pálidos, se debe descartar isquemias por disección del vaso u oclusión de la cánula arterial, además de mantener el control de temperatura.

Se debe mantener siempre la piel limpia y correctamente hidratada para evitar la formación de úlceras por presión, además de usar colchones de aire y hacer cambios posturales. A la hora de manipular al paciente se deben seguir siempre los protocolos de ITU zero, Bacteriemia zero y Neumonía zero.

Los catéteres se deben mantener siempre controlados durante el movimiento del paciente o su higiene para evitar decanulaciones accidentales. Se debe comprobar que los catéteres no se retraen o se presionan durante las movilizaciones o examen del paciente. En el Hospital Clínico Universitario de Valladolid aconsejan elevar el miembro canulado para evitar una tumefacción y que se produzca edema. A la hora de hacer movilizaciones, se aconseja tener el cabecero de la cama ligeramente elevado y evitar la rotación.

Por último pero no menos importante, se debe controlar la higiene bucal con extremo cuidado debido a que los pacientes sometidos a ECMO tienden a variar el pH sanguíneo por lo que son especialmente frecuentes los episodios de mucositis.

#### **4) Brindar apoyo psicológico tanto al paciente como a su familia**

En el estudio realizado por Harris-Fox 2012 a familiares de pacientes con ECMO que participaron en los ensayos *CESAR* (Conventional ventilatory support vs Extracorporeal membrane oxygenation for Severe Adult Respiratory Failure) en 2009. Se realizaron entrevistas con preguntas abiertas a las familias sobre cómo se sintieron al saber que su ser querido iba a ser seleccionado para un estudio y cómo manejaron sus emociones durante todo el proceso. Los momentos más estresantes que recuerdan son la llamada de que su familiar había empeorado y necesitaba ECMO, la petición del consentimiento para comenzar la terapia o la apariencia física del enfermo cuando se le visitaba entre otros muchos aspectos.

Las entrevistas contribuyeron a que los familiares pudieran seguir adelante, identificando así un papel catártico para las entrevistas. En muchos casos los familiares sintieron que sus seres queridos no podían apreciar o entender lo que habían pasado, pero la enfermera que dirigía la entrevista sí que podía. Liehr y Smith 2008 explican que al contar sus experiencias personales a la enfermera, no solo sirve para que la enfermera entienda los estados mentales de la familia, sino también para que la propia familia pueda avanzar en su vida <sup>(15)</sup>.

El estudio cualitativo de Minion *et al.*, 2022 reúne a tres mujeres y siete hombres, todos ellos con hijos a su cargo, que tuvieron a algún ser querido con terapia de ECMO. A continuación se les realizaron unas entrevistas semiabiertas con el objetivo de conocer sus vivencias y cuáles fueron los elementos clave durante todo el proceso. Los resultados se agruparon formando una triada compuesta por el paciente, los miembros clave de la familia y el personal sanitario. Los pacientes frecuentemente expresaron una sensación de haber dependido completamente de otros para mantenerse con vida. Atribuyeron su supervivencia a la experiencia del personal sanitario y al compromiso y dedicación de la familia. Los pacientes trasplantados, se recuperaron de la ECMO con un sentimiento de deuda con sus familias. También se reestructuraron y fortalecieron las relaciones familiares, ya que los pacientes lo vieron como una demostración de agradecimiento y como una segunda oportunidad de vida. Los pocos a quienes se les había ofrecido y recibido asesoramiento lo encontraron beneficioso, pero sintieron que podría haber sido más extenso <sup>(16)</sup>.

## **5) Formación para mejorar el cuidado de los pacientes**

Si bien todos los cuidados anteriormente descritos son necesarios para desempeñar un cuidado correcto, nada de ello sería posible si el personal no ha sido formado adecuadamente. Se requieren un conjunto de habilidades, equipos y técnicas especializadas para manejar a los pacientes. Es por ello que el personal de enfermería necesita entender no sólo cómo funcionan los circuitos de ECMO, sino también a solucionar complicaciones y cómo manejar alarmas y emergencias de manera efectiva.

En el estudio de Anderson *et al.*, 2009, nueve enfermeras especialistas en ECMO participaron en dos emergencias simuladas secuenciales asignadas de forma aleatoria. Las emergencias simuladas fueron capturadas en video y revisadas con los sujetos durante las sesiones informativas facilitadas que ocurrieron inmediatamente después de cada escenario. Todas las cintas de vídeo fueron calificadas según las habilidades técnicas y de comportamiento clave por revisores que desconocían la secuencia de los escenarios. Se compararon las calificaciones de las habilidades técnicas y de comportamiento de los sujetos en cada escenario.

Las enfermeras realizaron habilidades técnicas clave correctamente con mayor frecuencia en la segunda emergencia ECMO simulada. Además, sus tiempos de respuesta para tres de cinco tareas técnicas específicas mejoraron de la primera a la segunda emergencia simulada en una media de 27 segundos. Las habilidades conductuales de los sujetos fueron calificadas como mejores por los revisores enmascarados en la segunda emergencia ECMO simulada. La mejora en las puntuaciones conductuales integrales del primer al segundo escenario alcanzó significación estadística en ocho de nueve sujetos. Después de la exposición a emergencias ECMO simuladas de alta fidelidad, los sujetos demostraron mejoras significativas en sus habilidades técnicas y conductuales <sup>(17)</sup>.

El estudio realizado por Fouilloux *et al.*, 2018 contó con cuarenta participantes a los que se les educó con teoría, práctica y simulación a lo largo de varios días. Los escenarios se centraron en problemas técnicos y resolución de problemas de ECMO comunes, como son la desconexión de las cánulas con el paciente, el corte de energía o rotura del oxigenador entre otros. Se definieron metas y objetivos de capacitación específicos para cada escenario. A todos los participantes se les pasó un cuestionario antes y después de cada sesión para evaluar los conocimientos adquiridos en una escala del 1 al 20. En sus resultados se demuestra una mejoría de sus habilidades técnicas y teóricas. Demuestra que todos los participantes mejoraron en todos los campos educativos. Para el cuestionario antes de cada sesión, la puntuación media fue de  $9,8 \pm 3,6$  frente a  $14,3 \pm 3,7$  en el cuestionario de después de la sesión. Al finalizar la formación, todos pudieron nombrar los diferentes componentes del circuito ECMO y comprender los principios e indicaciones de ECMO. También dominaron los procedimientos de seguridad y la lista de verificación de seguridad. Se logró el objetivo principal de la capacitación <sup>(18)</sup>.

Con el estudio de Whitmore *et al.*, 2019 se consigue aceptar una hipótesis similar a la hora de utilizar ECMO como soporte en las paradas cardiorrespiratorias. Para ello formó equipos de tres médicos y tres enfermeras que participaron en un curso de formación de dos días. Este curso sobre reanimación cardiopulmonar extracorpórea incluyó didáctica, formación práctica y simulación. Se grabó en vídeo a los equipos iniciando la reanimación en un escenario de simulación de alta fidelidad antes y después del entrenamiento de simulación. Se midieron los tiempos necesarios para llevar a cabo esta técnica antes de la simulación, justo al terminar la simulación y tres meses después de la simulación. Los intervalos (media  $\pm$  desviación estándar) necesarios para lograr el soporte completo de reanimación fueron  $25,8 \pm 5,3$ ,  $17,2 \pm 4,6$  y  $19,2 \pm 1,9$  min respectivamente. El resultado primario fue la proporción de simulaciones en las que se logró el soporte completo de reanimación dentro de los 30 minutos posteriores a la llegada del paciente <sup>(19)</sup>.

Aunque en muchas materias es interesante poder contar con el elemento de la simulación para mejorar el aprendizaje, en las Ciencias de la Salud y concretamente en Enfermería, es totalmente imprescindible por muchas razones. En primer lugar, al ofrecer un entrenamiento realista en un entorno controlado, permite que el personal de Enfermería tenga la oportunidad de adquirir habilidades prácticas y desarrollar confianza en sí mismo antes de tener que enfrentarse a escenarios reales. Estos escenarios pueden ir desde urgencias hasta tareas normales. En segundo lugar, las enfermeras pueden mejorar la coordinación y la eficacia del resto del equipo, lo que se traduce en una atención más segura y de mayor calidad para los pacientes con ECMO.

En el Hospital Universitari Vall d'Hebron de Barcelona, el Dr. Jordi Riera ha colaborado conjuntamente con Medical Simulator para ayudar a crear el simulador Hybrid Vita. Este es un simulador avanzado que se integra con simuladores de pacientes y sistemas audiovisuales para usar en talleres de ECMO sin necesidad de tener un maniquí. Este sistema es portátil, pequeño, inalámbrico e intuitivo. Se puede modificar el flujo y las presiones, cambia el color de la sangre, simular un sangrado, permite la ventilación mecánica y es adaptable a diversas estrategias de canulación. Este sistema tiene una aplicación que permite aprender a manejar los sistemas desde cualquier teléfono, tablet u ordenador.

Por otro lado, en algunos centros se utilizan modelos animales para poder ensayar las habilidades con ECMO. Sin entrar en el debate de la ética del uso de animales para la experimentación, Thornton *et al.*, 2021 hizo un estudio con 38 individuos a los que se los formó con un simulador de alta fidelidad o un modelo animal. En sus resultados, describe un tiempo de reacción menor en los alumnos que utilizaron un simulador avanzado respecto del simulador animal <sup>(20)</sup>.

Aunque muchas de estas tecnologías solo están al alcance de grandes hospitales con muchos medios, existen otros métodos con los que formar al personal de forma gamificada mediante juegos de mesa. El estudio realizado por Wang *et al.*, 2024, propone evaluar la efectividad del enfoque de enseñanza facilitado por los juegos de mesa sobre el cuidado de ECMO para mejorar el conocimiento, el razonamiento clínico y la participación en el aprendizaje entre las enfermeras de la UCI. Para ello separó a 73 enfermeras en dos grupos, un grupo recibió la formación considerada “tradicional”, mientras que el otro grupo recibió la formación mediante los juegos de mesa. Ambos tuvieron una sesión informativa de 90 minutos, y al final de ella, el grupo experimental usó juegos de mesa sobre cuidados de ECMO, mientras que el otro grupo hizo una sesión de preguntas y respuestas. Ambos grupos completaron una prueba previa antes del entrenamiento, una prueba posterior una semana después del entrenamiento y una segunda prueba posterior tres semanas después del entrenamiento <sup>(21)</sup>.

Se utilizaron dos juegos de mesa: el juego de vida o muerte en 10 segundos (Figura 3) y el juego de emparejamiento rojo y verde (Figura 4).

El juego de diez segundos de ECMO fue diseñado para incorporar conocimientos sobre los sistemas del cuerpo humano y las operaciones con el sistema ECMO. Se crearon cinco módulos de atención de ECMO con 36 tarjetas de juego para competiciones en grupos pequeños. Los participantes debían responder las preguntas de las tarjetas del juego en un plazo de 10 segundos.

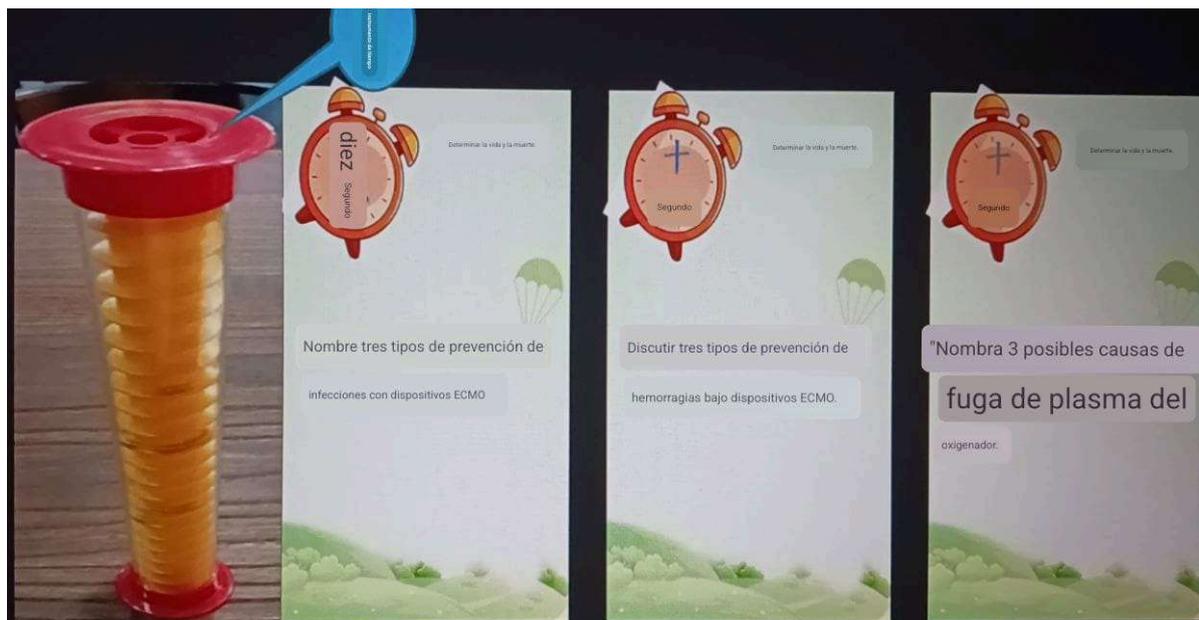


Figura 3: Juego de vida o muerte con 10 segundos Wang et al 2024

El juego de emparejamiento tenía el objetivo de simular situaciones clínicas comunes de ECMO, con lo que se diseñaron seis tarjetas de escenarios, entre los cuales se incluía: el ruido de las vías del ECMO, hemólisis, sangrado en el lugar de punción, flujos sanguíneos inestables, disminución de la saturación de oxígeno y fuga de plasma en el oxigenador de ECMO.

Las tarjetas rojas representaban las señales clínicas que las enfermeras debían observar. El siguiente paso consistía en la confirmación de los problemas clínicos después de recopilar los datos en el paso anterior. Por último el tercer paso correspondía a las cartas verdes del juego de mesa. Durante este paso, las enfermeras consideraron los datos de los dos primeros pasos para determinar las acciones de enfermería y los tratamientos médicos apropiados para el escenario. El último paso servía para hacer una evaluación y reflexión con el fin de comprender el nivel de comprensión entre los distintos grupos (véase anexos).

Una vez terminados los juegos en el grupo experimental y la sesión “tradicional” en el grupo control, se les examinaba mediante distintas pruebas. Primero, una Escala de Conocimiento sobre ECMO en base a los estándares y guías de ELSO. Segundo, una Escala de Razonamiento Clínico, que consiste en 16 ítems con cuatro dominios con cuatro dominios cada uno. Estos incluyen “conciencia de señales clínicas”, “confirmación de problemas clínicos”, “determinación e implementación de acciones” y “evaluación y reflexión”. En tercer lugar, se utilizó la Escala Revisada de Participación en el Aprendizaje de Ciou (2020) para medir la participación en el aprendizaje de las enfermeras. Es una escala de 15 ítems que consta de los siguientes cuatro dominios: compromiso conductual, compromiso emocional, compromiso cognitivo y compromiso activo.

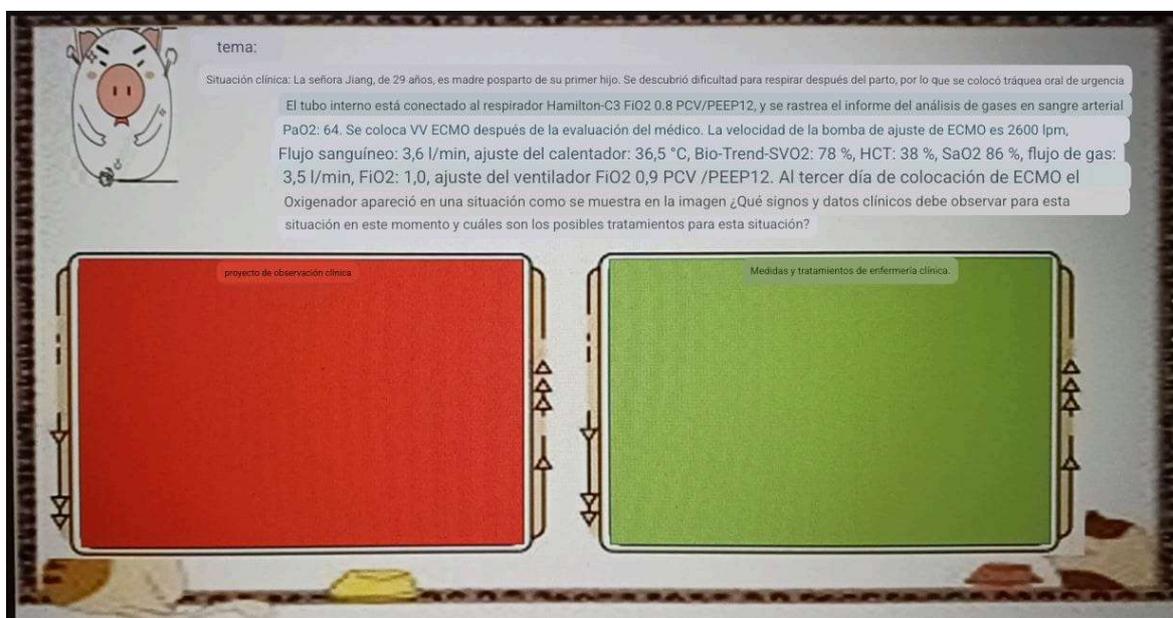


Figura 4: Juego de emparejamiento verde y rojo Wang et al 2024

Tras realizar el análisis estadístico de ambos grupos, los resultados fueron totalmente claros: el grupo experimental que había recibido la formación mediante juegos de mesa obtuvo puntuación muy superior al grupo control en las tres escalas.

## Discusión

El estudio de Kim *et al.*, 2023 desarrolla un protocolo de enfermería basado en la evidencia para pacientes críticos que reciben tratamiento con ECMO. La metodología utilizada en el estudio es sólida, ya que se realiza un proceso de adaptación para la creación de un ensayo controlado no aleatorio para probar el protocolo de enfermería ECMO. Este enfoque proporciona una base para justificar los hallazgos del estudio y aumentar la credibilidad de los resultados presentados.

Aunque Kim *et al.*, 2023 propone diferentes parámetros en el protocolo de ECMO de Enfermería, algunos de ellos se deberían de proponer para estudio y decidir si realmente son esos valores adecuados para todos los pacientes. En cuanto a los parámetros sanguíneos como la hemoglobina, hay distintos criterios dependiendo de las sociedades y estudios. Por un lado ELSO recomendaba al principio mantener una Hb mínima de 12 g/dL. Sin embargo, distintos estudios <sup>(22)</sup> más actuales realizados sugieren que mantener la Hb por encima de 7 g/dL es igual de efectivo. Lo mismo ocurre con las plaquetas, se pueden mantener incluso por debajo de 50.000  $\mu$ L si no hay sangrado. En relación al hematocrito, la SEMICYUC <sup>(23)</sup> considera suficiente un 20% de hematocrito. La razón de estos cambios se debe en gran medida a las pandemias de COVID y gripe <sup>(24)</sup>. Debido al uso extensivo de ECMO para tratar las complicaciones de estas enfermedades, se ha demostrado en distintos países que la reducción de estos niveles reducía las complicaciones y la mortalidad.

En cuanto a la valoración ventilatoria del paciente, las medidas que propone el estudio de Kim *et al.*, 2023 pueden parecer en principio acertadas. Pero no siempre se pueden mantener estos valores dependiendo de la patología. Por ejemplo, no siempre se puede aumentar la PEEP, ya que en caso de ser demasiado elevada, aumenta las resistencias vasculares alrededor de los alvéolos, lo que generaría una hipertensión pulmonar <sup>(25)</sup>. Sin embargo, el uso de volúmenes tidales y presiones plateau bajos, la reducción paulatina de la  $FiO_2$  y la optimización de la PEEP para mejorar el reclutamiento alveolar reduce la morbilidad y mortalidad en el

Síndrome de Distress Respiratorio Agudo. También sería interesante contemplar el uso de la fisioterapia respiratoria, como hace el caso clínico de Chaica *et al.*, 2020.

Aunque el estudio ofrece resultados muy significativos, como una disminución en las tasas de infección y úlceras por presión en el grupo experimental, deben de tenerse en cuenta algunas limitaciones a la hora de interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño del estudio no incluyó aleatorización, lo que podría introducir sesgos potenciales en la asignación de los grupos de intervención y control, y puede llegar a afectar la validez de los resultados. Esta falta de aleatorización limita la capacidad para establecer relaciones causales entre el protocolo de enfermería ECMO y los resultados observados. Por otro lado, Kim *et al.*, 2023 incluye medidas para el bienestar físico del paciente, pero sin embargo, no hace mención alguna a medidas que puede llevar a cabo la enfermería para mejorar la salud mental tanto del paciente como de su familia. Futuros estudios deberían abordar este aspecto.

El artículo escrito por Chaica *et al.*, 2020 quiere demostrar la función de los enfermeros en relación con el paciente crítico en tratamiento con ECMO. Utiliza una metodología adecuada al llevar a cabo un estudio utilizando bases de datos confiables, y se menciona el uso de protocolos adecuados y formación de equipos multidisciplinares. Pero hay algunos aspectos críticos a tener en cuenta. Por un lado, hace una revisión con solo cinco estudios y es posible que se haya pasado por alto mucha información relevante o perspectivas adicionales sobre el tema. Por otro lado, no aporta ningún ejemplo concreto ni se apoya en ninguna evidencia en particular para respaldar sus afirmaciones, a diferencia del estudio de Kim *et al.*, 2023 que sí que propone acciones concretas en base a protocolos y guías asistenciales. Esto ayudaría a fortalecer la conclusión del artículo y a proporcionar a los lectores una comprensión más completa de cómo se puede optimizar la atención al paciente crítico con ECMO mediante la participación activa de enfermería.

China *et al.* 2020, describe las intervenciones de enfermería de rehabilitación. Específicamente en el ámbito de la Cinesiterapia Respiratoria, aplicadas en una personas con COVID-19 que requirieron ventilación mecánica y ECMO. Aunque sus resultados son prometedores y aportan mucho a este campo, el estudio se basa únicamente en un solo caso, por lo que la generalización de los resultados puede

ser limitada. Sería de gran utilidad si el estudio pudiera incluir una muestra más amplia de pacientes para validar dichos resultados. También sería interesante compararlo con un grupo de control. La falta de un grupo de control dificulta la evaluación precisa de las intervenciones de kinesiterapia respiratoria en comparación con otros enfoques diferentes de tratamiento o simplemente, la ausencia de tratamiento. En resumen, el estudio proporciona una visión muy detallada de las intervenciones que se han llevado a cabo por el personal de enfermería de rehabilitación en pacientes críticos con COVID-19, pero sería beneficioso si se abordasen las limitaciones anteriormente mencionadas para fortalecer la validez y la generalización de los resultados.

El estudio de Harris Fox *et al.*, 2012 aborda un tema importante y poco explorado en la literatura médica, que es la experiencia de los familiares de pacientes sometidos a ECMO. La realización de entrevistas con familiares de pacientes que participaron en el ensayo CESAR (Conventional ventilatory support vs Extracorporeal membrane oxygenation for Severe Adult Respiratory failure) son métodos muy apropiados para explorar las experiencias y sus necesidades. Sin embargo, el tamaño de la muestra es pequeño, ya que solo incluye a 10 familiares, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Los resultados sugieren la necesidad de intervenciones para brindar apoyo continuo a los familiares de pacientes sometidos a ECMO, no solo durante el tratamiento, sino también después de la recuperación del paciente. Se podría realizar investigación adicional para explorar cómo las experiencias y necesidades de los familiares de pacientes sometidos a ECMO pueden variar según factores como la duración del tratamiento, la gravedad de la enfermedad del paciente y las características demográficas de los familiares.

El trabajo de Minion *et al.*, 2022 proporciona una descripción a la experiencia vivida por pacientes y sus familiares durante el tratamiento con ECMO. Dada la creciente importancia de la ECMO en la medicina moderna, entender la experiencia vivida durante este tratamiento es crucial para mejorar la atención médica y el apoyo a los pacientes y sus familias. El enfoque narrativo y las entrevistas semiestructuradas permiten una comprensión detallada y abundante de las experiencias individuales, añadiendo profundidad al estudio.

Sin embargo, la muestra es pequeña, ya que solo incluye a seis pacientes y cuatro familiares, por lo que al igual que el estudio de Harris Fox *et al.*, 2012 puede limitar la generalización de los hallazgos. Se menciona que dos pacientes tuvieron visitas virtuales debido a medidas de control de infecciones por COVID-19 y sería interesante investigar más a fondo cómo la pandemia afectó la experiencia de ECMO y si hubo diferencias significativas en comparación con períodos sin pandemia y las diferencias entre visitas virtuales y presenciales. El estudio resalta la importancia de reconocer el papel crítico que juegan los familiares como testigos de la experiencia del paciente, lo que sugiere la necesidad de ofrecerles un apoyo adecuado durante y después del tratamiento con ECMO. Además, los hallazgos subrayan la importancia de que los profesionales de la salud, especialmente las enfermeras de cuidados intensivos, reconozcan y valoren el papel de los familiares en el proceso de recuperación del paciente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Harris Fox *et al.*, 2012

En cuanto a los artículos de formación, el artículo de Anderson *et al.*, 2009 utiliza un enfoque basado en evidencia para evaluar las habilidades técnicas y conductuales para enfermeras formadas en ECMO a través de simulaciones. Los resultados sugieren mejoras significativas de los participantes después de la exposición al programa de simulación, lo que destaca la eficacia del enfoque de entrenamiento. Para evaluarlo, se grabó a los participantes con una cámara y se les pasó unas escalas con ítems de si o no y se midió los tiempos de reacción, a diferencia del estudio de Fouilloux *et al.*, 2018 que no los mide. Sin embargo, la muestra del estudio es pequeña, contando solo con nueve enfermeros especialistas en ECMO, lo que limita la generalización de los hallazgos. Además, la falta de un grupo de control limita la capacidad de establecer causalidad entre la participación en el programa de simulación y las mejoras observadas en las habilidades de los participantes. Estas limitaciones podrían influir en la aplicabilidad de los resultados en entornos clínicos más diversos.

El artículo de Fouilloux *et al.*, 2018 presenta un enfoque valioso para abordar la formación de enfermeras de cuidados intensivos en el manejo de pacientes con ECMO. Destaca la importancia de la educación médica continua y describe un programa de entrenamiento diseñado específicamente para este propósito. Al utilizar simulaciones de alta fidelidad, el artículo demuestra un compromiso con los estándares modernos de enseñanza en el campo de la salud. A diferencia del estudio anteriormente citado, el estudio realizado por Fouilloux presenta una muestra superior, ya que se consiguieron 40 voluntarios. Pero por otro lado, los resultados se obtuvieron a partir de exámenes al principio y final de cada sesión, en vez de evaluar el vídeo de cada participante como hizo Anderson *et al.*, 2009. Aunque ambos métodos son válidos, el propuesto por Anderson quizás otorga una mayor validez a los resultados, ya que es más importante conocer los aspectos prácticos a tratar durante una emergencia con ECMO que los aspectos teóricos a través de un test escrito. También hay que tener en cuenta que Fouilloux empleó 7 escenarios distintos mientras que Anderson tan sólo empleó 2 escenarios.

El artículo de Whitmore *et al.*, 2019 evalúa la capacidad de médicos y enfermeras especialistas en medicina de emergencia para adquirir y retener habilidades en la iniciación de la reanimación cardiopulmonar extracorpórea mediante simulación de alta fidelidad. El estudio sigue una metodología bien definida, utilizando simulaciones de alta fidelidad y un diseño prospectivo interventional para evaluar la efectividad de la formación. Se presentan resultados cuantitativos sobre la capacidad de los equipos para lograr soporte completo dentro de un período de tiempo definido, lo que facilita la evaluación de la efectividad de la formación. Además, el seguimiento se realizó solo hasta 3 meses después de la formación, lo que limita la comprensión de la retención a largo plazo de las habilidades adquiridas. La ventaja de este estudio respecto a Fouilloux *et al.*, 2018 y Anderson *et al.*, 2009 es que también incluye al personal de Medicina, lo que permite ver cómo funciona el equipo de forma multidisciplinar.

El estudio de Wang *et al.*, 2024 evalúa la efectividad de un enfoque de enseñanza facilitado mediante juegos de mesa sobre el cuidado de ECMO, el razonamiento clínico y la participación en el aprendizaje entre enfermeras de unidades de cuidados intensivos. La relevancia del tema es destacable, ya que aborda un área importante en la atención médica, dada la creciente utilización de la ECMO y la necesidad de una formación efectiva para los profesionales de la salud a través de la gamificación.

Según Krishnamurthy *et al.*, 2022, la gamificación mejora el aprendizaje, el compromiso y la cooperación al permitir su aplicación en el mundo real. También pueden ayudar a promover la toma de decisiones sanitarias sin riesgos, el aprendizaje remoto, el análisis del aprendizaje y la retroalimentación rápida (26).

El diseño del estudio y los métodos utilizados están bien descritos, lo que permite una comprensión clara de cómo se llevó a cabo la investigación. Los resultados muestran diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control en cuanto al conocimiento sobre la ECMO, el razonamiento clínico y la participación en el aprendizaje, respaldando la efectividad del enfoque de enseñanza con juegos de mesa. La discusión podría ampliarse para abordar posibles implicaciones prácticas de los hallazgos, así como sugerencias para investigaciones futuras, como la exploración de otros métodos de enseñanza complementarios o la evaluación a largo plazo del impacto del enfoque de enseñanza con juegos de mesa. También sería interesante poder contar con una versión de este juego traducida a distintos idiomas para poder facilitar su uso en otros países y ampliar el estudio.

Por último, se podría investigar si sumando la gamificación como la que propone Wang *et al.*, 2024 junto con las simulaciones de Whitmore *et al.*, 2019, Fouilloux *et al.*, 2018 y Anderson *et al.*, 2009 mejora aún más el aprendizaje si se usan de forma conjunta que por separado.

## Conclusión

- El correcto montaje del circuito de ECMO y su mantenimiento garantiza un funcionamiento óptimo del sistema y evita complicaciones graves al paciente.
- La monitorización eficaz requiere de una comprensión de los parámetros de los pacientes de ECMO y permiten detectar cambios en el estado clínico y responder rápidamente a complicaciones.
- El personal de Enfermería debe implementar medidas preventivas adecuadas para prevenir las úlceras por presión y estar atentos a cualquier signo de deterioro cutáneo para intervenir.
- La valoración psicológica al paciente y sus familiares permite brindar apoyo emocional, educación y orientación por parte de Enfermería
- Es esencial que Enfermería reciba formación específica y actualizada evitando la formación tradicional y usando gamificación y simulación para reducir las complicaciones de los pacientes con ECMO

## Agradecimientos

Quiero agradecer al Doctor Adrián Santos Ledo por todas las horas que ha dedicado a darme consejos, ideas y críticas constructivas para mejorar mi TFG, sin él no sé si habría podido llevarlo a cabo. Me siento muy honrado de haber tenido la suerte de contar con él para orientarme constantemente y recuerdo con mucho cariño todas las horas de clases de Anatomía y Fisiología II. En segundo lugar, a Raquel Alonso, enfermera del Hospital de León, no solo por toda la documentación que me ha facilitado para este trabajo, sino sobretodo por descubrirme el asombroso mundo de la perfusión y despertarme la curiosidad cuando tan solo era un estudiante de tercero. A Marta Pérez, enfermera del Hospital Clínico Universitario de Valladolid, por todas las guías que me ha proporcionado y sobretodo por participar activamente en mi formación en mi rotatorio de UCI en Palencia y depositar confianza plena en mí. También doy las gracias a mi familia, por no haber dejado nunca de creer en mí y haberme apoyado, tanto en las buenas como en las malas. Y por último, a todas mis amigas de Enfermería, porque sin vosotras, sin vuestros planes locos, risas, lloros y sin el apoyo incondicional que me habéis dado cuando lo he necesitado, no habría terminado nunca esta carrera.

## Bibliografía

1. Díaz R, Fajardo C, Rufs J. Historia del Ecmo (Oxigenación por membrana EXTRACORPÓREA O soporte vital EXTRACORPÓREO) [Internet]. Elsevier; 2017 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-historia-del-ecmo-oxigenacion-por-S0716864017301165>
2. Extracorporeal Life Support Organization - ECMO and ECLS. ECMO: Extracorporeal membrane oxygenation [Internet]. [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.else.org/registry/internationalsummaryandreports/internationalsummary.aspx>
3. Torregrosa S, Paz Fuset M, Castelló A, Mata D, Heredia T, Bel A, et al. Oxigenación de Membrana extracorpórea para Soporte cardíaco O Respiratorio en Adultos [Internet]. Elsevier; 2009 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-cirugia-cardiovascular-358-articulo-oxigenacion-membrana-extracorporea-soporte-cardiaco-S1134009609701627>
4. Department \*Cardio-Thoracic Surgery. Elso interim guidelines for Venoaerterial Extracorporeal... : Asaio Journal [Internet]. [cited 2024 May 6]. Available from: [https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2021/08000/ELSO\\_Interim\\_Guidelines\\_for\\_Venoarterial.2.aspx](https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2021/08000/ELSO_Interim_Guidelines_for_Venoarterial.2.aspx)
5. From the \*Division of Cardiothoracic Surgery. Management of adult patients supported with venovenous... : Asaio Journal [Internet]. [cited 2024 May 6]. Available from: [https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2021/06000/Management\\_of\\_Adult\\_Patients\\_Supported\\_with.1.aspx](https://journals.lww.com/asaiojournal/Fulltext/2021/06000/Management_of_Adult_Patients_Supported_with.1.aspx)
6. Krasivskyi I, Großmann C, Dechow M, Djordjevic I, Ivanov B, Gerfer S, et al. Acute limb ischaemia during ECMO support: A 6-Year experience [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2023 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9962883/#:~:text=The%20use%20of%20veno%2Darterial,supported%20with%20mobile%20ECMO%20therapy>

7. Muehrcke DD, McCarthy PM, Stewart RW, Seshagiri S, Ogella DA, Foster RC, et al. Complications of extracorporeal life support systems using heparin-bound surfaces: The risk of Intracardiac Clot Formation [Internet]. Elsevier; 1995 [cited 2024 May 6]. Available from: [https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223\(95\)70119-2/fulltext](https://www.jtcvs.org/article/S0022-5223(95)70119-2/fulltext)

8. De Ridder S, Raes M, Balthazar T. Answer: Overthrowing the Harlequin [Internet]. Oxford University Press; 2023 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://academic.oup.com/ejhacc/article/12/5/354/7133164>

9. Chaica V, Pontífice-Sousa P, Marques R. Enfoque de enfermería a la persona en situación crítica sometida a oxigenación por membrana extracorpórea: Scoping review [Internet]. Universidad de Murcia; [cited 2024 May 6]. Available from: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1695-61412020000300507&lang=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412020000300507&lang=es)

10. Materne LA, Hunsicker O, Menk M, Graw JA. Hemolysis in patients with extracorporeal membrane oxygenation therapy for severe acute respiratory distress syndrome - A systematic review of the literature [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2021 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7976579/>

11. Soporte vital extracorpóreo. Oxigenación por membrana extracorpórea. ECMO [Internet]. 2017 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.aep.es/articulo-info/71/Soporte%20vital%20extracorporo%CC%81reo.%20Oxigenacio%CC%81n%20por%20membrana%20extracorporo%CC%81rea.%20ECM>  
[O](#)

12. Van Kiersbilck, C., Gordon, E. & Morris, D. Ten things that nurses should know about ECMO. *Intensive Care Med* 42, 753–755 (Internet) (2016) [cited 2024 May 6] Available from: <https://doi-org.ponton.uva.es/10.1007/s00134-016-4293-8>

13. Patel AR, Patel AR, Singh S, Singh S, Munn NJ. Venovenous extracorporeal membrane oxygenation therapy in adults [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2019 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6692097/#:~:text=The%20Murray%20Score%20is%20used,out%20lung%20injury%20%5B5%5D>

14. China MFN, Antunes HIB, Martins LMS, Ferreira M de FAP, Viseu MFJS, Pires MHD. Cinesiterapia respiratória no doente Crítico Com covid-19: A Intervenção do Enfermeiro de reabilitação - Estudo de Caso [Internet]. Associação Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação; 2020 [cited 2024 May 6]. Available from: [https://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2184-30232020000200058&lang=es](https://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2184-30232020000200058&lang=es)

15. Harris Fox S. The experience of being an 'extracorporeal membrane oxygenation' relative within the CESAR trial [Internet]. 2012 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1751-7176.2011.00452.x>

16. Joel T. Minion, Liza Mastikhina, Laura Dowsett, Oluwaseun Egunsola, Brenlea Farkas, Jordyn Flanagan, Mark Hofmeister, Charleen N.C. Salmon, John Taplin, Fiona Clement. The lived experience by patients and family members of extracorporeal membrane oxygenation: A qualitative study, Intensive and Critical Care Nursing, Volume 73, 2022, 103307, ISSN 0964-3397, Available from: <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103307>

17. Anderson, JoDee M. MD; Murphy, Allison A. MD; Boyle, Kristine B. RNC, MS, NNP; Yaeger, Kim A. RN; Halamek, Louis P. MD. Simulating Extracorporeal Membrane Oxygenation Emergencies to Improve Human Performance. Part II: Assessment of Technical and Behavioral Skills. Simulation In Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare 1(4):p 228-232, Winter 2006. | <https://doi.org/10.1097/01.SIH.0000243551.01521.74>

18. Fouilloux V, Gran C, Guervilly C, Breaud J, El Louali F, Rostini P. Impact of education and training course for ECMO patients based on high-fidelity simulation: a pilot study dedicated to ICU nurses. Perfusion. 2019;34(1):29-34. <https://doi.org/10.1177/0267659118789824>

19. Sage P. Whitmore, Kyle J. Gunnerson, Jonathan W. Haft, William R Lynch, Tyler VanDyck, Christopher Hebert, John Waldvogel, Renee Havey, Allison Weinberg, James A. Cranford, Deborah M. Rooney, Robert W. Neumar. Simulation training enables emergency medicine providers to rapidly and safely initiate extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) in a simulated cardiac arrest scenario, *Resuscitation*, Volume 138, 2019, Pages 68-73, ISSN 0300-9572, Available from: <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.03.002>.

20. Mu Thornton, Garcia-Choudary T, Staudt A, Tyree M, Valdez-Delgado K, Caldwell N, et al. Simulation versus live tissue training randomised trial for ECMO proficiency: Is one better than the other? [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2020 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8936557/>

21. Hsin-Yi Wang, Chu-Yu Huang, Sophia H. Hu, Su-Fen Cheng, Using "board games" to improve the effectiveness of extracorporeal membrane oxygenation care for nurses in intensive care unit, *Nurse Education in Practice*, Volume 75, 2024, 103895, ISSN 1471-5953 Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.103895>

22. Singh G, Nahirniak S, Arora R, Légaré J-F, Kanji HD, Nagpal D, et al. Transfusion thresholds for adult respiratory extracorporeal life support: An expert consensus document [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2020 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7319637/>

23. Fernández-Mondéjar E, Fuset-Cabanes MP, Grau-Carmona T, López-Sánchez M, Peñuelas, Pérez-Vela JL, et al. Empleo de Ecmo en UCI. Recomendaciones de la Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias [Internet]. Elsevier; 2019 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://www.medintensiva.org/es-empleo-ecmo-uci-recomendaciones-sociedad-articulo-S0210569118302845>

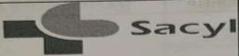
24. Kim HS, Park S. Blood transfusion strategies in patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2017 [cited 2024 May 6]. Available from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6786745/#b5-kjccm-2016-00983>

25. Pérez NOR, Zamarrón LEI, Guerrero GMA, et al. PEEP: dos lados de la misma moneda. *Med Crit.* 2021;35(1):34-46. doi:10.35366/99152

26. Krishnamurthy K;Selvaraj N;Gupta P;Cyriac B;Dhurairaj P;Abdullah A;Krishnapillai A;Lugova H;Haque M;Xie S;Ang ET; Benefits of gamification in medical education [Internet]. U.S. National Library of Medicine; 2022 [cited 2024 May 6]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35637557/>

## Anexos

### Hoja de Enfermería de ECMO del Hospital de León

 		1er APELLIDO _____	
		2º APELLIDO _____	
<b>ECMO - PERFUSIÓN</b>		NOMBRE _____	Nº Hª CLÍNICA _____
Nº ECMO _____	Nº ECMO ANUAL _____	SISTEMA ECMO _____	HOJA Nº _____
FECHA INICIO _____	FECHA FIN _____	DIAGNÓSTICO: _____	
<b>GASOMETRÍA PRE-ECMO</b> Ph _____ PCO <sub>2</sub> _____ PO <sub>2</sub> _____ HCO <sub>3</sub> _____ EB _____ SatO _____ HB _____ Láctico _____		INCIDENCIAS: _____	
FECHA/HORA	<b>GASO.ART</b>	<b>PARÁMETROS CARDIOHELP</b>	<b>TCA/ANTICOAGULACIÓN</b>
FIRMA	Ph	lpm/rpm	
	PCO <sub>2</sub>	PV	
	PO <sub>2</sub>	Part	
	HCO <sub>3</sub>	AP	
	EB	Plnt	
	SatO	SvO	
	HB	HB	
	Láctico	Htco	
	Resp:Air	Tº art	
	Resp:FIO <sub>2</sub>	Flujo aire	
Tº	FIO <sub>2</sub>		
FECHA/HORA	<b>GASO.ART</b>	<b>PARÁMETROS CARDIOHELP</b>	<b>TCA/ANTICOAGULACIÓN</b>
FIRMA	Ph	lpm/rpm	
	PCO <sub>2</sub>	PV	
	PO <sub>2</sub>	Part	
	HCO <sub>3</sub>	AP	
	EB	Plnt	
	SatO	SvO	
	HB	HB	
	Láctico	Htco	
	Resp:Air	Tº art	
	Resp:FIO <sub>2</sub>	Flujo aire	
Tº	FIO <sub>2</sub>		

### Guía de ECMO del Hospital Universitario de León

📄 ENFERMERIA EN LA ASISTENCIA CIRCULATORIA 2 (1) - copia.pdf

Guía de ECMO del Hospital Clínico Universitario de Valladolid

**P** Presentación ECMO.pptx

Hoja de Enfermería de ECMO del Hospital Clínico Universitario de Valladolid



**HOSPITAL CLÍNICO  
UNIVERSITARIO  
VALLADOLID**

**ECMO VENO-VENOSA**

UCI



**Sacyl**

Pegatina identificativa del paciente

Fecha: \_\_\_\_\_

Días en ECMO: \_\_\_\_\_

HORA															
FLUJO (l/min)															
REVOLUCIONES															
$P_{Ven}$ (succión)															
$P_{Pr1}$ (PRE-membrana)															
$P_{Pr2}$ (POST-membrana)															
$\Delta p$ diferencia PRE-POST $S_vO_2$ ( $S_vO_2$ )															
<b>*CAUDALÍMETRO</b>															
*Flujo de gas membr.															
* $FI_{O_2}$ membrana															
TA S/D															
TA medic															
Tª paciente															
Tª sistema															
Heparina															
RTTPA															
Gasometría Arterial	PaO <sub>2</sub>														
	SaO <sub>2</sub>														

**\*Vigilar y avisar si:**

- ⚠ Se producen cambios de más de 50 mmHg en las presiones.
- ⚠ Si la presión de succión es > -20 mmHg (límite -80 mmHg).

$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_2-P_3$	
↑	↓	↓	↓	Aspiración dificultada Acidamiento, malposición trombo, hipovolemia apronamiento, hemo-neumo
↓	↓	↓	↓	Fallo de bomba mecánica trombo en bomba
↓	↑	↓	↑	Trombosis del oxigenador
↓	↑	↑	↓	Obstáculo reinyección Acidamiento

$P_{Ven}$  (succión) =  $P_1$

- óptima: -60
- máx: -80

$P_{Pr1}$  (PRE-membrana) =  $P_2$

- óptima: <250
- máx: 250-300

$P_{Pr2}$  (POST-membrana) =  $P_3$

- óptima: <200
- máx: 250-300

LISTA DE VERIFICACIÓN ECMO -UCI-			
Revisar:	M	T	N
4 clamps presentes en carro de ECMO			
Presencia de la bomba manual			
Cama del paciente por encima del nivel de la ECMO			
Correcto funcionamiento de la consola /ausencia de alarmas			
Correcto funcionamiento del calentador: encendido / nivel de agua / Tª correcta			
Ausencia de acodamientos en cánulas / líneas			
Ausencia de fugas en conexiones			
Ausencia de fibrina / trombos / aire en oxigenador y líneas			
*Correcta colocación del sensor de aire (burbujas)			

\*El sensor de aire (burbujas) estará colocado en la línea de retorno, entre 2 líneas blancas, con la flecha en dirección al paciente.



### PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE ANALÍTICAS EN EL PACIENTE CON ECMO

- ◆ Gasometría de sangre arterial c/ 6 h.
- ◆ Gasometría de sangre venosa (catéter venoso central) c/ 12 h (según médico responsable).
- ◆ \*Gasometría preoxigenador y postoxigenador c/ 24 h (según médico responsable).
- ◆ Analítica general (hemograma, bioquímica, lactato) c/ 12 h (según médico responsable).
- ◆ Añadir a la analítica general: BNA, GOT, GPT, GGT, FA, PCR, PCT, CK, LDH, P, Mg, Ca y albúmina c/ 24 h.
- ◆ Coagulación c/ 4 h hasta estabilización del RTTPA (según protocolo de anticoagulación).
- Ⓜ Reserva de sangre c/ 72 h.

\*Desechar 20 ml de sangre, extraer gasometría, lavar con 20 ml de suero fisiológico.

### Protocolo de analíticas y anticoagulación del Hospital Clínico de Valladolid



## Protocolo de analíticas

💧 \*Gasometría preoxigenador y postoxigenador c/ 24 h (según médico responsable).

\*Desechar 20 ml de sangre, extraer gasometría, lavar con 20 ml de suero fisiológico.

**G Gasometría preoxigenador:** se extrae de la zona venosa situada antes del oxigenador. Servirá para calibrar el monitor de SatvO<sub>2</sub>.

**G Gasometría postoxigenador:** se extrae de la zona arterial situada tras el oxigenador. Sirve para determinar el rendimiento del oxigenador mediante la PaO<sub>2</sub>.



## PROTOCOLO DE ANTICOAGULACIÓN CON HEPARINA NO FRACCIONADA



- ✓ Bolo inicial de 80 UI/kg peso de HEPARINA SÓDICA.
- ✓ Perfusión continua a dosis de 18 UI/kg/h.

Preparación de la perfusión: 25.000 UI en 50 ml de SF<sup>9</sup> o SG 5% [1 ml = 500 UI].

PESO	BOLO	PERFUSIÓN CONTINUA	
40 kg	3.200 UI	720 UI/h	1'5 ml/h
45 kg	3.600 UI	810 UI/h	1'6 ml/h
50 kg	4.000 UI	900 UI/h	1'8 ml/h
55 kg	4.400 UI	990 UI/h	2 ml/h
60 kg	4.800 UI	1.080 UI/h	2'1 ml/h
65 kg	5.200 UI	1.170 UI/h	2'3 ml/h
70 kg	5.600 UI	1.260 UI/h	2'5 ml/h
75 kg	6.000 UI	1.350 UI/h	2'7 ml/h
80 kg	6.400 UI	1.440 UI/h	2'9 ml/h
≥ 85 kg	6.600 UI	1.500 UI/h	3 ml/h

- ✓ Ajuste de dosis para RTTPA 1'5-2'5. Primer control a las 4 h de inicio.

RTTPA	PAUSA	CAMBIO PERFUSIÓN	CONTROL RTTPA
< 1'3	0	+ 0'2 ml/h	4 h
1'3-1'49	0	+ 0'1 ml/h	4 h
1'5-2'5	0	0	24 h
2'51-3	0	- 0'1 ml/h	4 h
>3	60 min	- 0'2 ml/h	4 h

UVI

## Guía de ECMO del Hospital Central Universitario de Asturias

[Protocolo ECMO Asturias.pdf](#)

### Sistema HybridsVita del Dr. Jordi Riera



### Videos explicativos de ECMO board game de Wang et al 2024

[ECMO Board Game Video1.MOV](#)

[ECMO Board Game Video2.mp4](#)