

## PROCEDIMIENTO ENFERMERO

### AUTORES

Miguel A. Parada Nogueiras<sup>1</sup>  
Pedro Gutiérrez Rodríguez<sup>2</sup>  
Manuela Ramos Barbosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Enfermero Perfusionista. Complejo Asistencial Universitario de León. SACYL.

<sup>2</sup>Supervisor Rea Cardíaca-Rea Críticos. Complejo Asistencial Universitario de León. SACYL.

<sup>3</sup>Enfermera. Complejo Asistencial Universitario de León. SACYL.

### DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA

✉ Quirófano. Complejo Asistencial Universitario de León. Calle Altos de Nava, s/n. 24071 LEÓN. España

@ mparn@unileon.es

# DISPOSITIVO DE OXIGENACIÓN EXTRACORPÓREA

## EXTRACORPOREAL OXYGENATION DEVICE

### RESUMEN

El dispositivo de oxigenación extracorpórea, conocido por sus siglas en inglés ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) es un sistema de asistencia mecánica extracorpórea temporal que proporciona soporte vital en caso de fallo respiratorio y/o circulatorio refractario al tratamiento convencional, manteniendo la oxigenación y la perfusión tisular hasta la recuperación de la función pulmonar y/o cardíaca, o en su defecto, hasta la decisión de otras actitudes terapéuticas, como puede ser la implantación de una asistencia ventricular o un trasplante cardíaco. El ECMO se consigue mediante la implantación de unas cánulas en los vasos sanguíneos centrales o periféricos del paciente por donde se drena la sangre venosa, se impulsa a través de una bomba centrífuga haciéndola pasar por un oxigenador, donde la sangre se oxigena y elimina el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) extraído de los tejidos durante la respiración celular y posteriormente se reintroduce al paciente. En este artículo se describe y actualizan el procedimiento y los cuidados del dispositivo de oxigenación extracorpórea.

### ABSTRACT

The extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) device is a temporary extracorporeal mechanical assistance system that provides vital support in the event of respiratory and/or circulatory failure refractory to conventional treatment, maintaining oxygenation and tissue perfusion until the recovery of pulmonary and/or cardiac function, or in its absence, until the decision of other therapeutic attitudes, such as the implantation of a ventricular assistance or a cardiac transplant. ECMO is achieved through the implantation of cannulas in the central or peripheral blood vessels of the patient through which the venous blood is drained, it is driven through a centrifugal pump passing it through an oxygenator, where the blood is oxygenated and removes carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) extracted from the tissues during cell respiration and then reintroduces the patient. This article describes and updates the procedure and care of the extracorporeal oxygenation device.

### PALABRAS CLAVE

oxigenación de membrana extracorpórea, procedimiento, cuidados enfermeros, ECMO

### KEYWORDS

extracorporeal membrane oxygenation procedure, nursing care, ECMO

## INTRODUCCIÓN

El dispositivo de oxigenación extracorpórea, conocido por sus siglas en inglés ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) es un sistema de asistencia mecánica extracorpórea temporal que proporciona soporte vital en caso de fallo respiratorio y/o circulatorio refractario al tratamiento convencional, manteniendo la oxigenación y la perfusión tisular hasta la recuperación de la función pulmonar y/o cardíaca, o en su defecto, hasta la decisión de otras actitudes terapéuticas, como puede ser la implantación de una asistencia ventricular o un trasplante cardíaco.

Se consigue mediante la implantación de unas cánulas en los vasos sanguíneos centrales o periféricos del paciente por donde se drena la sangre venosa, se impulsa a través de una bomba centrífuga haciéndola pasar por un oxigenador, donde la sangre se oxigena y elimina el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) extraído de los tejidos durante la respiración

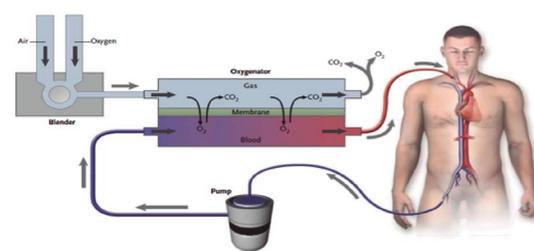


Figura 1.  
Esquema del dispositivo ECMO.

celular y posteriormente se reintroduce al paciente.

Los inicios de la circulación extracorpórea (CEC) comienzan en 1930 con el trabajo del Dr. Gibbon, que tras presenciar la muerte de una paciente por embolia pulmonar inicia el desarrollo de un dispositivo que circule la sangre y la oxigene fuera del cuerpo. Sus investigaciones dan lugar en 1953 a la primera

cirugía cardíaca con CEC. En 1954 el Dr. Lillehei mejora el sistema cambiando el tipo de oxigenador, de discos rotatorios al de burbujas inventado por Richard DeWall, pero sigue siendo insuficiente para una buena oxigenación de la sangre, además de producir como su antecesor una importante hemólisis. El desarrollo en 1957 de un oxigenador de silicona por el Dr. Kammermeyer, que permite el intercambio de oxígeno (O<sub>2</sub>) y CO<sub>2</sub> sanguíneos por diferencia de presiones de manera efectiva, da lugar al uso del término ECMO.

En 1972 el Dr. Hill reportó el primer caso de ECMO fuera de quirófano en un paciente de 24 años por síndrome de distrés respiratorio agudo postraumático, sobreviviendo tras 75 horas con soporte venoarterial. Bartlett fue el primero que lo utilizó en niños, también en 1972. El paciente de 2 años de edad, tras una cirugía de trasposición de grandes vasos presentó fallo cardíaco, siendo necesaria la utilización del ECMO durante 36 horas hasta su recuperación. En 1975 lo utilizó en un recién nacido por una neumonía e hipertensión pulmonar por aspiración de meconio, con soporte ECMO durante 72 horas, recuperándose.

En 1989 se crea el comité de Extracorporeal life support (ELSO). A partir de 1990 la terapia ECMO tiene una rápida difusión a nivel mundial y se realiza en Europa el primer Simposium sobre "Extracorporeal lung support", en París en 1991.

En adultos se comenzó a utilizar para el fallo respiratorio, con canulación arterio-venosa, lo que llevaba a obtener malos resultados en comparación con el tratamiento estándar. En 2010 aparece el estudio CESAR, con ECMO en adultos en fallo respiratorio con canulación veno-venosa con muy buenos resultados, lo que hace aumentar el interés de esta terapia en adultos. Este mismo año coincide con la pandemia de gripe A (H1N1), lo que aumenta el uso de ECMO en adultos con buenos resultados publicados. También se extiende su uso como soporte circulatorio cuando no es suficiente la utilización del balón de contrapulsación intraaórtico (BIAC).

Todos aquellos pacientes hipoxémicos, pese a soporte máximo con ventilación mecánica, y/o con

shock cardiogénico reversible, pese a tratamiento médico óptimo, podrían ser candidatos a soporte con ECMO.

El sistema está compuesto por:

- Cánulas: una venosa, por donde se drena la sangre hacia el circuito, y una arterial (**Figura 2**), por donde retorna la sangre al paciente.



Figura 2.  
Cánulas arteriales

- Líneas: son los tubos por donde va a circular la sangre entre las distintas partes del circuito.
- Bomba centrífuga: es un tipo de bomba no oclusiva que mediante un sistema impulsor compuesto por un conjunto de palas en su interior que se hacen girar mediante un pequeño motor, crea un vórtice en su parte superior que produce una presión negativa que aspira la sangre del paciente y en su porción lateral la propulsa con velocidad y presión determinadas (**Figura 3**).
- Oxigenador: dispositivo con fibras huecas de polimetilpenteno por donde circula la sangre, produciéndose el intercambio gaseoso



Figura 3.  
Bomba centrífuga

de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> con el aire que se hace circular entre ellas. El intercambio se produce debido a la diferencia de concentración de O<sub>2</sub> y de CO<sub>2</sub> a ambos lados de la membrana.

- Mezclador de gases: el aire que se suministra al oxigenador mantiene los gradientes de difusión para suministro de O<sub>2</sub> y eliminación del CO<sub>2</sub>. Para ello es preciso ajustar la concentración de O<sub>2</sub> (FIO<sub>2</sub>) para obtener una presión arterial de O<sub>2</sub> (PaO<sub>2</sub>) adecuada, y la velocidad del flujo de gases (litros por minuto) para mantener valores de presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>) fisiológicos.
- Intercambiador de calor: para evitar la hipotermia se conecta este sistema al oxigenador, que hace circular agua a la temperatura seleccionada (37°C).
- Consola: va a depender del tipo de dispositivo ECMO. Proporcionan energía a la bomba centrífuga y regula las revoluciones para controlar el flujo de sangre. Puede aportar información hemodinámica, bioquímica y de los sistemas de seguridad implantados en el circuito (**Figura 4**).

#### Fisiología de la ECMO:

El objetivo del ECMO es garantizar un transporte adecuado de O<sub>2</sub> a los



Figura 4.  
Consola de ECMO

# EN ADULTOS SE COMENZÓ A UTILIZAR PARA EL FALLO RESPIRATORIO, CON CANULACIÓN ARTERIO-VENOSA, LO QUE LLEVABA A OBTENER MALOS RESULTADOS EN COMPARACIÓN CON EL TRATAMIENTO ESTÁNDAR

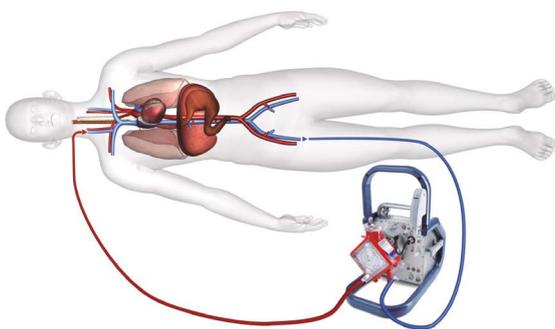


Figura 5. Esquema de ECMO-VV.

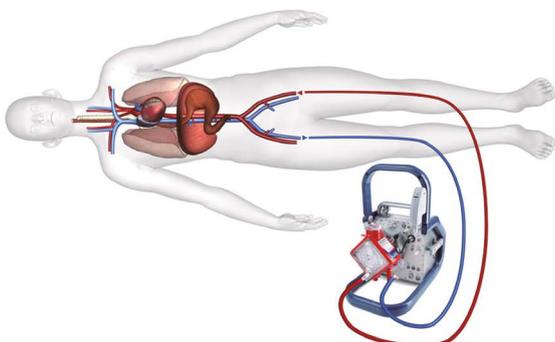


Figura 6. Esquema de ECMO-VA.

tejidos. Éste va a depender del contenido de O<sub>2</sub> en la sangre y de un gasto cardiaco adecuado (sustituido total o parcialmente por el flujo de la bomba en litros por minuto (lpm)).

El empleo de la ECMO garantiza el contenido de O<sub>2</sub> en la sangre al poder saturar la hemoglobina extracorpóreamente y no depender de la función pulmonar primitiva del paciente. Además el lavado de CO<sub>2</sub> se realiza también en el oxigenador, con lo que puede mantenerse al paciente en ventilación mecánica mínima para reducir el traumatismo sobre el parénquima pulmonar.

El gasto cardiaco que puede originar dependerá del tipo de dispositivo (neonatal, pediátrico, adulto) pudiendo llegar a ser de 9,9 lpm. Dependerá para ello de las revoluciones por minuto de la bomba centrífuga (hasta 5000 rpm), de la volemia del paciente para que proporcione esa cantidad de sangre en la aspiración de la bomba y de la presión arterial o resistencias vasculares.

Existen dos tipos principales de preparación del dispositivo de ECMO según la implantación de las cánulas, dependiendo del objetivo terapéutico:

### ECMO veno-venoso (VV):

Su objetivo es sustituir la función respiratoria aislada. La sangre es drenada del paciente al circuito extracorpóreo a través de una cánula implantada en una vena central (yugular interna o femoral), llevada al oxigenador y retornada a la aurícula derecha a través de otra cánula implantada en otra vena central (yugular interna o femoral, **Figura 5**).

Con el ECMO-VV conseguiremos unos adecuados objetivos gasométricos, con el fin de reducir los parámetros de la ventilación mecánica para disminuir el daño pulmonar asociado a la misma. El gasto cardiaco lo mantiene el corazón del paciente, por lo que no debe presentar disfunción ventricular significativa.

### ECMO veno-arterial (VA):

El objetivo es proporcionar un soporte cardiorrespiratorio en los

casos de fallo cardiaco severo.

Puede implantarse de forma periférica o central (mediante esternotomía media). La sangre es drenada del paciente al circuito extracorpóreo a través de una cánula implantada en una vena central (yugular interna o femoral) o aurícula derecha, oxigenándose y retornada al paciente a través de otra cánula implantada en arteria femoral/axilar o aorta ascendente (**Figura 6**).

Se consigue así un gasto cardiaco adecuado con sangre oxigenada, garantizando la perfusión y oxigenación tisular.

### Indicaciones:

#### ECMO VV:

- Fracaso respiratorio agudo con hipoxemia severa pese a soporte máximo con ventilación mecánica y tratamiento convencional óptimo (síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), embolismo pulmonar, estatus asmático, puente a trasplante pulmonar, etc.).
- Estará indicado según los siguientes parámetros gasométricos:
- Considerar si PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 150 mmHg con PEEP ≥ 5 y/o Murray score 2-3 (**Tabla 1**. Sistema de puntuación de Murray del SDRA).
- Indicado si PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 80 mmHg con PEEP ≥ 10 y/o Murray score 3-4.
- PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 50 mmHg durante más de 3 horas.
- PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 80 mmHg durante más de 6 horas.
- PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> < 100 con PaCO<sub>2</sub> > 80 mmHg durante más de 1 hora.
- Acidosis respiratoria refractaria (pH < 7.20).

#### ECMO VA:

- Shock cardiogénico sin respuesta a tratamiento convencional (inotrópicos, vasoconstrictores).
- Disfunción del ventrículo izquierdo recuperable a corto plazo: infarto agudo de miocardio,

**TABLA 1.**  
**SISTEMA DE PUNTUACIÓN DE MURRAY DEL SDRA**

Puntuación	Rx, (infiltrados)	PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	Compliance	PEEP	Mortalidad
0	Normal	> 300	> 80	< 5	0 %
1	1 cuadrante	225-299	60-79	5-8	25 %
2	2 cuadrantes	175-224	40-59	9-11	50 %
3	3 cuadrantes	100-174	20-39	12-14	75 %
4	4 cuadrantes	< 100	< 19	> 14	90 %

fallo de bomba tras CEC en cirugía cardiaca, fallo primario del injerto cardiaco, miocarditis, miocardiopatías tóxico-metabólicas.

- Puente a otra asistencia de medio-largo plazo.
- Puente a trasplante cardiaco.
- Fallo de ventrículo derecho en el trasplante pulmonar.

La mayoría de los estudios adoptan los criterios clínicos/hemodinámicos de Reynolds de shock cardiogénico (monitorizados con catéter de Swan-Ganz y Eco-doppler):

- Presión arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg o presión arterial media (PAM) < 65 mmHg.
- Índice cardiaco < 2 l/min/m<sup>2</sup> con tratamiento optimizado y BIAC pese a adecuada precarga, con presión en aurícula derecha o presión capilar pulmonar (PCP) > 20 mmHg.
- Diuresis < 20 ml/h (0,5 ml/kg/h).
- Situación refractaria a pesar de 2 inotrópicos/vasoconstrictores y BIAC y corrección de las alteraciones metabólicas.

**Contraindicaciones:**

**ECMO VV:**

- No existen contraindicaciones absolutas, hay que considerar a cada paciente individualmente con respecto a los riesgos y beneficios.
- Contraindicación para anticoagular.
- Hemorragia cerebral reciente.
- Hipertensión Pulmonar crónica severa.

- Enfermedad tumoral activa.
- Obesidad mórbida (IMC>40 kg/m<sup>2</sup>).
- Comorbilidad severa (neurológica, cardiológica, pulmonar, hepática).
- Edad >70 años (se debe considerar el riesgo).

**ECMO VA:**

Contraindicaciones absolutas:

- Disección aórtica.
- Parada cardiaca no presenciada o con RCP prolongada (> 60 min incluida la canulación y la puesta en marcha de la ECMO) con inadecuada perfusión tisular.
- Daño neurológico irreversible.
- Neoplasia maligna activa.
- Infección sistémica no controlada.
- Enfermedad concomitante terminal.
- VIH con desarrollo de SIDA.
- Fracaso multiorgánico establecido e irreversible.

Contraindicaciones relativas:

- Insuficiencia aórtica severa.
- Contraindicación para anticoagular.
- Obesidad mórbida (IMC>40 kg/m<sup>2</sup>).
- Diabetes mellitus con repercusión considerable en órgano diana.
- Edad >70 años (se debe considerar el riesgo).



**EXISTEN DOS TIPOS PRINCIPALES DE PREPARACIÓN DEL DISPOSITIVO DE ECMO SEGÚN LA IMPLANTACIÓN DE LAS CÁNULAS, DEPENDIENDO DEL OBJETIVO TERAPÉUTICO**

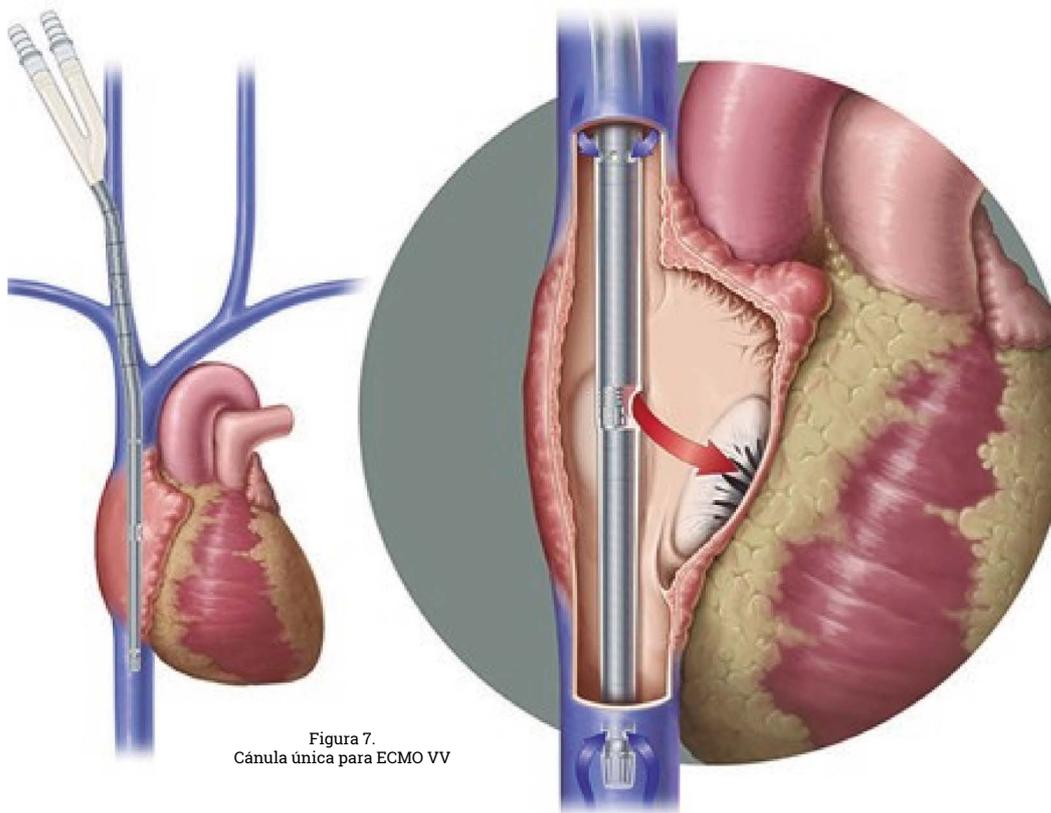


Figura 7.  
Cánula única para ECMO VV

#### CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN LA PREIMPLANTACIÓN DEL ECMO

En caso de inserción central ésta es quirúrgica, a través de aurícula derecha y aorta ascendente (ECMO VA) y se realiza en quirófano por el equipo de cirugía cardíaca (cirujanos, enfermera instrumentista y rotante y perfusionista) mediante esternotomía media, habitualmente tras la cirugía si el paciente sufre shock postcardiotomía.

En la mayoría de los casos su inserción será periférica (percutánea):

- Para la ECMO VV a través de vía venosa femoral y yugular interna. También se puede usar un sistema de cánula única insertada en aurícula derecha con dos lumen (**Figura 7**), uno para el drenaje venoso y otro para el retorno de la sangre oxigenada.
- Para el ECMO VA a través de vía venosa y arterial femoral.

Preparación del paciente:

- Rasurado de vello inguinal, tórax

y muslos.

- Lavado quirúrgico con clorhexidina jabonosa y aplicación de clorhexidina 2% o Betadine.
- Monitorización:
  - ECG.
  - Presión arterial invasiva (PAI) en radial derecha.
  - Presión venosa central (PVC).
  - Catéter de Swan-ganz: Índice cardíaco/presión capilar pulmonar/resistencias vasculares.
  - SatO<sub>2</sub>.
  - Índice biespectral (BIS).
  - Diuresis.
  - T<sup>a</sup> central.
- Confirmar presencia de al menos 1 vía venosa periférica.
- Confirmar presencia de sonda vesical, si es posible con control de T<sup>a</sup>.
- Colocación (si precisa) de parches de desfibrilación.

- Realizar medición de parámetros hemodinámicos basales.
- Analíticas: hemograma, bioquímica, coagulación completa, gasometría arterial, pruebas cruzadas (reserva de concentrados de hemáties, pool de plaquetas y plasma fresco congelado (PFC)).

Se debe preparar todo el material necesario para iniciar el implante:

- Dispositivo de ECMO preparado.
- Cánulas seleccionadas.
- Colocación del paciente en posición de Trendelenburg.
- Anticoagulación del paciente con heparina (1 mg/kg) para mantener un tiempo de coagulación activada (TCA) > 200 s.
- Los kits de canulación contienen el material necesario para la inserción de las cánulas. Se realiza con técnica de Seldinger.
- Introducción de las cánulas, comprobación de la adecuada posición mediante ecocardiografía y posteriormente fijación de las cánulas y cubrir con apósitos.
- Conexión de las cánulas al sistema de ECMO y puesta en marcha.
- Se aumenta las revoluciones por minuto de la bomba centrífuga hasta obtener los parámetros hemodinámicos/gasométricos diurna:
  - Flujo de 4-5 l/min, SVO<sub>2</sub> 75-80%, SaO<sub>2</sub> >95%.

#### CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN EL PACIENTE CON ECMO

- Cuidados generales: medidas de cuidado y confort propias de un paciente crítico.
- Vigilar condiciones adecuadas de precarga y postcarga. Mantener una PVC de 10 mmHg para evitar hipovolemia, con lo que no se conseguiría un drenaje suficiente para mantener un flujo de bomba adecuado.
- Vigilancia de la presión arterial (PA). En una fase inicial, 24-48 h, es frecuente que exista vasodilatación sistémica en relación al síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, siendo necesario el uso de vasopresores. Pasada esta

fase, cuando el lecho vascular se adapta a la nueva situación, disminuyen los requerimientos de estos fármacos e incluso puede ser necesaria la utilización de vasodilatadores. Si la PA es elevada creará resistencia a la entrada de sangre desde la ECMO VA, disminuyendo el flujo de bomba. La PAM objetivo será de 65 mmHg.

- Disminución de la pulsatilidad arterial. (ECMO VA) La bomba centrífuga es de flujo continuo, circunstancia que hace que tras el inicio de la terapia disminuya la pulsatilidad de la PA, por lo que la curva de tensión arterial invasiva se aplanará. Al reducirse la onda de presión de pulso, el único valor de PA que será concordante con la perfusión de órganos diana será la PAM. Por otro lado hay que tener presente que los pulsos distales serán imperceptibles y no será fiable el valor de la pulsioximetría.
- Vigilancia gasométrica. Realizar gasometrías arteriales y venosas para comprobar el buen funcionamiento del dispositivo y la perfusión y oxigenación adecuada del paciente. Se podrán modificar los parámetros de ventilación mecánica buscando el objetivo de protección pulmonar.
- Sedación del paciente. Se recomienda la sedación profunda y relajación muscular durante las primeras 12-24 h. Posteriormente dependerá de las circunstancias del paciente. Si se decide mantenerlo sedado se aconseja el uso de fármacos de vida media corta que permitan una exploración neurológica diaria y un nivel adecuado de confort.
- Vigilancia de la anticoagulación. La anticoagulación debe realizarse con heparina sódica no fraccionada, en perfusión continua (si estuviera contraindicada se recomienda el uso de bivalirudina) para mantener un TCA de 150-180 s para flujos >2,5 lpm, y un TCA de 180-200 s para flujos inferiores. Se realizarán controles cada 1-2 h durante las primeras 24 h y posteriormente controles cada 6-8 h ajustando la dosis según el protocolo de anticoagulación. La anticoagulación para la implantación se guiará según el TCA, mientras

que para el mantenimiento se hará según TTPA con valores entre 50-70 s si el flujo > 2,5 lpm, y entre 70-90 s si es inferior.

- Riesgo de sangrado. En caso de hemorragias se recomienda detener la anticoagulación y corregir la coagulación (plaquetas >100000u, administrar PFC, fibrinógeno, etc.).
- Riesgo de anemia. Mantener el hematocrito en valores adecuados (30%), transfundiendo hemáties en caso necesario.
- Riesgo de hipotermia. Debe mantenerse al paciente en normotermia. Existe riesgo de hipotermia en caso de fallo de sistema de intercambiador de calor que forma parte del equipo de ECMO.
- Riesgo de desequilibrio en el aporte de líquidos. En cuanto al manejo de volumen y balance de fluidos es importante mantener un balance hídrico ajustado, suficiente para mantener una PVC de 5-10 mmHg sin una excesiva sobrecarga de volumen que exacerbaría el fenómeno de fuga capilar, aumentando el edema intersticial. Es importante vigilar la diuresis y si es necesario administrar tratamiento diurético agresivo para mantener balances adecuados, y si fuera necesario iniciar terapias de sustitución renal para mantener el equilibrio hidroelectrolítico.
- Riesgo de desnutrición. Estos pacientes presentan un hipermetabolismo y catabolismo acelerados, con un aumento de la respuesta inflamatoria que dan lugar a una rápida malnutrición. Por ello debe iniciarse la nutrición de manera precoz 24-48 h, utilizando siempre que sea posible la vía enteral.
- Riesgo de infección. Es importante mantener profilaxis antibiótica para evitar posibles infecciones y un cuadro de sepsis. Deben vigilarse los puntos de inserción de las cánulas, con cura diaria y técnica estéril, prestando especial atención a signos de inflamación y exudados. Se recomienda la realización de hemocultivos cada 48-72 h.
- Cura de accesos vasculares. Se



**EN CASO DE INSERCIÓN CENTRAL ÉSTA ES QUIRÚRGICA, A TRAVÉS DE AURÍCULA DERECHA Y AORTA ASCENDENTE (ECMO VA) Y SE REALIZA EN QUIRÓFANO POR EL EQUIPO DE CIRUGÍA CARDIACA**

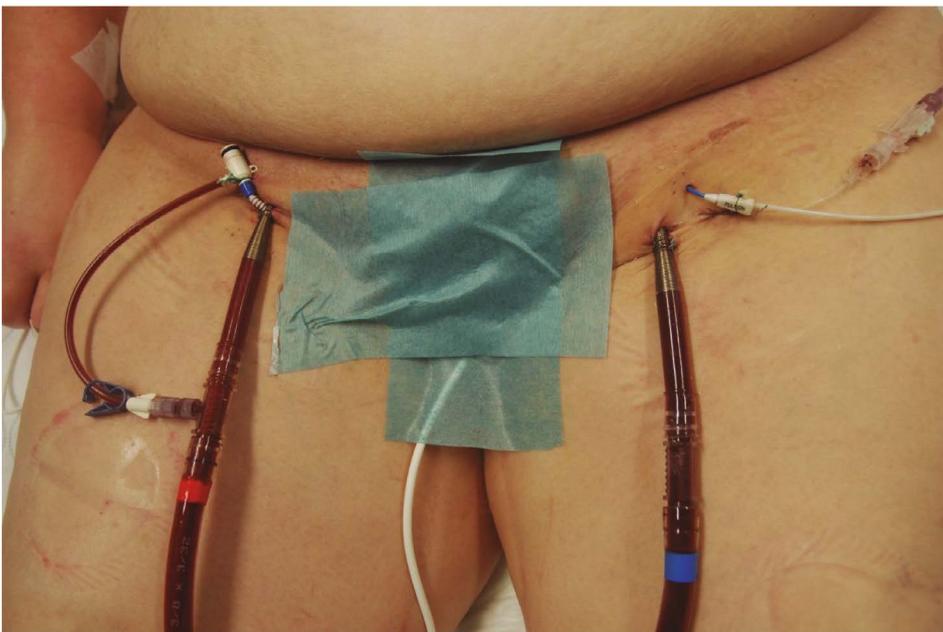
debe realizar la limpieza y desinfección de las zonas canuladas de manera estéril cada 24 h evitando productos alcohólicos sobre las cánulas y líneas, manteniendo las zonas limpias y secas. Vigilar signos de infección. En caso de sangrado se debe cubrir con compresas estériles almohadillando las zonas de apoyo de las cánulas. Hay que evitar la tracción y desplazamiento de las cánulas (**Figura 8**).

#### PRINCIPALES COMPLICACIONES DE LA TERAPIA CON ECMO

- Hemorragias: (pericánulas, gingivorragia, rectorragia, etc). Como se ha comentado es necesario mantener al paciente con una anticoagulación moderada para evitar la trombosis del oxigenador y fenómenos tromboembólicos (accidente cerebrovascular (ACV), tromboembolismo pulmonar (TEP)). En caso de hemorragias incoercibles puede ser necesario retirar temporalmente la anticoagulación, para lo que sería imprescindible mantener flujos de bomba elevados (>3 lpm) para evitar trombosis del oxigenador y optimizar la coagulación mediante transfusión de plaquetas, PFC, administración de preparados específicos como fibrinógeno, factor VII, etc.

- Tromboembolismos: es necesario mantener unos niveles de anticoagulación óptimos para evitar este tipo de complicaciones. Es importante al iniciar la retirada del sistema y disminuir los flujos de bomba aumentar la anticoagulación con TCA de 250 s.
- Flujo inadecuado: por hipovolemia, HTA, acodamiento de líneas o de cánulas, taponamiento cardíaco, neumotórax, trombosis del sistema.
- Anasarca: relacionado con el síndrome de fuga capilar. Administrar coloides, sangre, utilización de hemofiltración.
- Alteraciones gasométricas: mantener valores adecuados en el mezclador de gases de la ECMO, tanto de FiO<sub>2</sub> como flujo de aire. Vigilar fenómenos de recirculación entre las cánulas, lo que nos proporcionaría unos valores gasométricos exageradamente elevados en el dispositivo, e insuficientes en el paciente.
- Isquemia de miembro inferior: correspondiente a donde esté situada la cánula arterial femoral, por hipoperfusión distal. Debe valorarse frecuentemente coloración y temperatura pedia. Para evitar esta complicación suele insertarse una cánula para perfusión del miembro inferior conectada a la cánula arterial en la implantación del sistema VA (**Figura 8**).
- Síndrome del arlequín (en ECMO VA). Si se produce un fallo pulmonar con alteración del intercambio gaseoso, la sangre saldrá a través del ventrículo izquierdo y perfundirá la parte superior del cuerpo, apareciendo cianosis (facial y de extremidades superiores), mientras que la mitad inferior perfundida a través de la sangre oxigenada que sale de la ECMO se mantiene normocoloreada. La solución está en aumentar la ventilación pulmonar, aumentar el flujo de ECMO para conseguir perfundir también la parte superior del cuerpo, y realizar una derivación en el propio dispositivo de ECMO pasando a retornar la sangre tanto por vía arterial femoral como por yugular interna (ECMO Veno-veno-arterial).

Figura 8.  
Inserción de cánula arterial en arteria femoral derecha y cánula venosa en vena femoral izquierda.



## CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN LA RETIRADA DE LA ECMO

- ECMO VV: se considera su retirada cuando se objeive mejoría de la función pulmonar.
  - Inicio de ventilación pulmonar protectora.
  - Cerrar el gas del oxigenador de ECMO manteniendo el flujo de sangre (no es necesario reducir el flujo para el destete).
  - Si en paciente mantiene buenos parámetros de ventilación, se puede parar el sistema y retirar las cánulas.
- ECMO VA: debe evaluarse la recuperación ventricular mediante ecocardiografía tras 48-72 h. Si se objetiva la recuperación (IC > 2,2 lpm, PAM > 65 mmHg, disminución de inotrópicos y parámetros gasométricos adecuados) se inicia la retirada del sistema. Se comienza a bajar el flujo de bomba de forma escalonada de 0,5 lpm/h, hasta llegar a 1 lpm y se comprueba la estabilidad hemodinámica y gasométrica. Se comprueba la función cardiaca mediante ecocardiografía y mediante el catéter de Swan-Ganz se puede monitorizar el gasto cardiaco, así como la PCP.
- En esta fase es importante ajustar

los parámetros del ventilador, acorde con las necesidades del paciente, teniendo en cuenta que el soporte con ECMO va a ir disminuyendo.

- Si en las próximas horas mantiene estabilidad hemodinámica y gasométrica se retira el dispositivo. Mantener flujos de bomba de 2 lpm hasta la retirada.
- Cuando se vaya a retirar, bajar flujo a 0,5 lpm. Se debe clampar la cánula arterial, posteriormente la venosa, y ya clampadas se reducirán las revoluciones de la bomba hasta su desconexión.
- La retirada de las cánulas corresponde al equipo médico-quirúrgico, con cierre quirúrgico de los puntos de inserción.
- Al retirar las cánulas se para la perfusión de heparina y se administra su antídoto, sulfato de protamina a dosis de 1 mg/kg. Tras 15 minutos se realiza TCA para comprobar que está en valores basales ( 90-100 s), realizando también analítica de coagulación sanguínea para comprobar que todos los parámetros están dentro de la normalidad.



EN LA RETIRADA DE LA ECMO ES IMPORTANTE AJUSTAR LOS PARÁMETROS DEL VENTILADOR, ACORDE CON LAS NECESIDADES DEL PACIENTE

## BIBLIOGRAFÍA

1. Servicio de Cirugía Cardíaca. Protocolo de uso del sistema de oxigenación de membrana extracorpórea (ECMO) Cardiohelp®. Complejo Asistencial Universitario de León. 2018.
2. Tramm R, Ilic D, Davies AR, Pellegrino VA, Romero L, Hodgson C. Extracorporeal membrane oxygenation for critically ill adults (Review). Cochrane Database of Systematic Reviews. 2015;1
3. Murray JF, Matthay MA, Luce LM, et al. An expanded definition of the adult respiratory distress syndrome. Am Rev Resp Dis. 1988;139:720-723.
4. Medina A, López Y, Alcocer MJ. Cuidados enfermeros en el paciente adulto con terapia ECMO. Revista Española de Perfusión. 2014;57:26-35.
5. NANDA International. Diagnósticos enfermeros. Definiciones y clasificación. 2012-2014. Barcelona: Editorial Elsevier, 2012.
6. In Moorhead S., Johnson M., Maas M.L., and Swanson E. (eds): Clasificación de resultados de enfermería (NOC). Medición de resultados en salud., 5. Madrid: Editorial Elsevier, 2013.
7. In Bulechek G.M., Butcher H.K., Dochterman J.M., and Wagner C. (eds): Clasificación de intervenciones de enfermería (NIC), 6. Madrid: Editorial Elsevier, 2013.
8. Peek G.J, Elbourne D, Mugford M, Tiruvoipati R, Wilson A, Allen E, et al. Randomised controlled trial and parallel economic evaluation of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR). Health Technol Assess. 2010 Jul;14(35):1-46.
9. Gómez Grande MA, Arriaza Montejo S, Velao Martín MJ, Cerrillo González F, García Alcalde C. Manual de Enfermería: paciente sometido a terapia ECMO veno-arterial de acceso periférico. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Departamento de Cardiología. Comunidad de Madrid.
10. Annich G, Lynch W, MacLaren G, Wilson J, Bartlett R. ECMO. Extracorporeal Cardiopulmonary Support in Critical Care. 4ª ed. Robert Bartlett, William Lynch, Jay Wilson, editors. Ann Arbor, Michigan: Extracorporeal life support organization; 2012.