

# 2015

**Hospital Clínico San Carlos**  
**Unidad de Medicina Intensiva de adultos**

Autor: Esther Casado  
Colaborador: Blanca Corujo



## **PROTOCOLO DE ECMO VENO-VENOSO** **PROTOCOLO DE ENFERMERÍA** Consola Ila Activeve

# PROTOCOLO DE ECMO VENO- VENOSO

UNIDAD DE MEDICINA INTENSIVA HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS

---

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. COMPONENTES DEL SISTEMA .....	3
3. OBJETIVOS.....	10
4. METODOLOGÍA .....	10
5. ÁMBITO DE APLICACIÓN .....	11
6. POBLACIÓN DIANA .....	11
7. EQUIPO HUMANO.....	11
8. EQUIPO MATERIAL .....	12
9. PREPARACIÓN DEL MATERIAL.....	22
10.PREPARACIÓN DEL PACIENTE .....	31
11.CANULACIÓN.....	32
12.CONEXIÓN .....	33
13.CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN EL PACIENTE CON ECMO .....	36
14.TRANSPORTE DEL PACIENTE.....	45
15.DESTETE DE LA TERAPIA Y DESCONEXIÓN .....	47
16.SALIDA URGENTE DEL ECMO .....	48
17.COMPLICACIONES .....	48
18.ANEXO 1: LISTA DE VERIFICACIÓN PREIMPLANTACIÓN DEL ECMO.....	56
19.BIBLIOGRAFÍA.....	57

# OXIGENACIÓN DE MEMBRANA EXTRACORPÓREA (ECMO)

## INTRODUCCIÓN

La ECMO es un sistema de asistencia mecánica circulatoria y respiratoria capaz de proporcionar **soporte hemodinámico y pulmonar**, durante un período de días o semanas, en la insuficiencia cardíaca o respiratoria refractaria al tratamiento convencional. Las dos modalidades generales de asistencia son veno- arterial (soporte circulatorio y respiratorio) y veno- venoso (soporte respiratorio).

### Asistencia venovenosa con oxigenación de membrana extracorpórea

Está indicada cuando se precisa exclusivamente una asistencia respiratoria.

El acceso vascular en la ECMO Veno- Venosa es sólo venoso por definición. Se trata de oxigenar la sangre venosa retornándola al sistema venoso del que se extrajo, permitiendo que sea el corazón del paciente el que la bombea al sistema arterial. De modo que el acceso venoso de drenaje y el acceso venoso de retorno están ambos en la vena cava (superior e inferior generalmente). No existe por tanto, soporte circulatorio.

En nuestro centro, para tratar a los enfermos con insuficiencia respiratoria aguda refractaria, utilizamos el ECMO VENO- VENOSO iLA- Active + OXIGENADOR DE MEMBRANA NOVALUNG.

## COMPONENTES DEL SISTEMA DE OXIGENACIÓN DE MEMBRANA EXTRACORPÓREA

El circuito se compone de los siguientes elementos ensamblados en serie: cánula de drenaje venoso, línea de drenaje, bomba centrífuga, oxigenador, línea de retorno y una segunda cánula de retorno venosa.

### **Cánulas**

El circuito contiene dos cánulas de material plástico flexible reforzadas con anillos de acero inoxidable, que presentan flexibilidad y resistencia al acodamiento, son radiopacas y permiten altos flujos.

Se pueden utilizar uno, dos o más accesos:

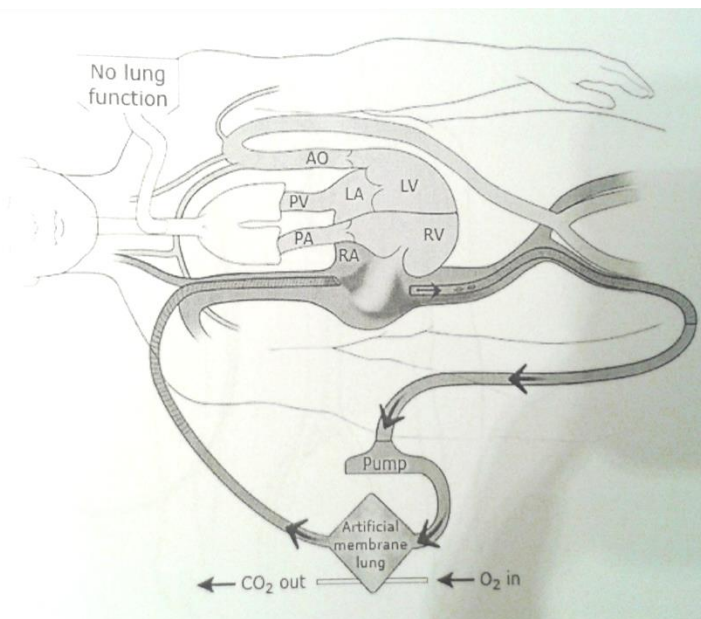
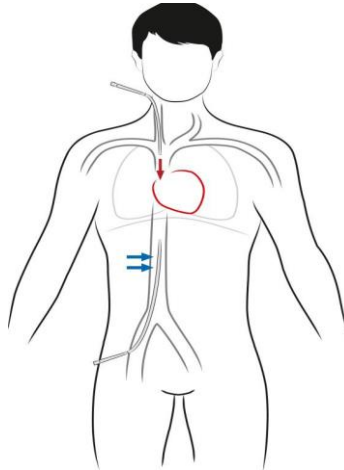
- A. El **acceso único** consiste en un catéter de doble luz (*catéter Avalon*) que se inserta en la vena cava superior a través de la vena yugular interna derecha. Tiene la ventaja de implicar una sola punción y de minimizar la recirculación entre sangre

drenada/sangre retornada si está bien colocado, aunque tiene la desventaja de ser más laborioso de insertar y la de poder malposicionarse en el curso de la terapia.

- B. El **acceso doble** es el más convencional. Consiste en drenar sangre desde un catéter insertado en la vena cava inferior a través de la vena femoral interna e infundir la sangre (tras su oxigenación en la membrana) a través de un catéter en la vena yugular interna cuyo extremo distal queda posicionado frente a la válvula tricúspide. Se prefiere este sentido de la circulación “femoral- ECMO-yugular” porque las cánulas de drenaje suelen ser mayores que las de retorno, para evitar su colapso.

La canulación puede realizarse de tres formas diferentes:

1. Colocando una cánula venosa de drenaje en la vena femoral (VF), y una de retorno en la aurícula derecha a través de la vena yugular interna, con una dirección de flujo fémoro-atrial (extracción o drenaje de sangre en vena femoral y retorno en aurícula derecha).



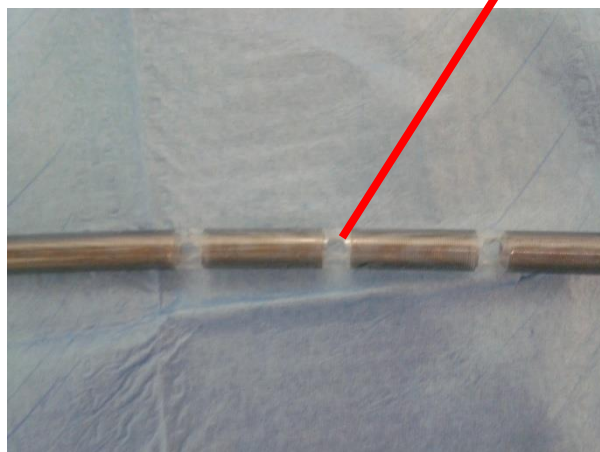
2. Colocando una cánula venosa de drenaje en la vena yugular interna, y una de retorno en la vena cava inferior a través de la VF.
3. Colocando una cánula venosa de drenaje en la VF, y una de retorno en aurícula derecha a través de la VF contralateral.

En la mayor parte de los casos se utilizarán:

- **Cánula de drenaje** para extracción de sangre desoxigenada con orificios laterales y al final del catéter para permitir el paso de flujo en caso de obstrucción de la punta (generalmente implantadas en la vena femoral): 38 cm y 55 cm de longitud (de 23 y 25 F). En nuestro centro hay disponibles de 38 cm y 21 F; de 38 cm y 23 F; de 55 cm y 23 F y de 55 cm y 23 F. Son de la casa MAQUET y se necesita una caja cuadrada (que es para todas las medidas igual) donde vienen los dilatadores y una caja alargada donde viene la cánula a insertar según el tamaño.



Orificios laterales



- **Cánula de retorno** para infusión de sangre oxigenada con orificios sólo al final del catéter para evitar lesión de la pared vascular (posicionadas en la vena yugular interna, a la altura de la cava superior lo más cercana posible a la aurícula derecha)): de 14 cm de longitud ( de 19 F y de 21 F). En nuestro centro es de NOVALUNG y es una sola caja donde ya viene todo incluido (dilatadores y cánula).



Se elegirán el tamaño de las cánulas dependiendo del área corporal del paciente y la localización: grosor externo (French) y longitud (cm), para ello se realiza una ecografía vascular en la que se mide el tamaño de la vena evitando complicaciones graves como rotura, así como obstrucción grave del retorno venoso y edema a tensión que comprometa la irrigación del miembro. El tamaño de las cánulas condiciona el flujo que soportan; pacientes más graves requerirán flujos más altos y por lo tanto, cánulas de mayor calibre.

#### **Línea de drenaje y línea de retorno**

Suelen estar construidas en cloruro de polivinilo, que les otorga transparencia, reexpansión tras compresión, flexibilidad y resistencia al acodamiento.

**LÍNEA DE DRENAJE:** transporta la sangre desoxigenada desde la cánula venosa hasta la bomba centrífuga, y desde ésta al oxigenador.

**LÍNEA DE RETORNO:** transporta la sangre oxigenada desde el oxigenador hasta la **cánula arterial (en ECMO V-A)** o una segunda cánula venosa (en ECMO V-V).

## Bomba centrífuga

Cuando el propulsor rota rápidamente, genera:

- Una **presión negativa** en la conexión de entrada a la bomba, **atrayendo sangre**
- Una **presión positiva** en la conexión de salida, **expulsando sangre**.

Las bombas centrífugas no son oclusivas; cuando la bomba se detiene o se enlentece lo suficiente de forma que la presión generada sea menor de la necesaria para provocar un flujo anterógrado, la sangre fluirá retrógradamente, pudiendo provocar un importante deterioro hemodinámico.

**Las bombas centrífugas deben incorporar un medidor de flujo en la línea de retorno** ya que la precarga y la poscarga pueden variar el flujo.

**En el sistema ECMO iLA Active**, la bomba es centrífuga, no tiene levitación magnética. Por lo tanto al haber mayor rozamiento hay mayor riesgo de hemólisis y mayor necesidad de anticoagulación (**mantener ACT de 180 a 200 en flujos superiores a 2 lpm**).

- iLA Active veno-venosa: su asistencia va a ser exclusivamente respiratoria, para eliminar CO<sub>2</sub> y oxigenar. Se canula vena femoral- vena yugular interna.

## Oxigenador

Se compone de una fase gaseosa y una fase sanguínea, separadas por una membrana. La membrana es atravesada por la sangre bombeada por el motor, que es confrontada por difusión a un flujo de gas que generalmente es oxígeno puro (100%). Por lo tanto, la membrana tiene una toma de gas y debe estar conectada a un caudalímetro convencional.

## Mezclador **oxígeno- aire**

Permite regular la **proporción de oxígeno/aire (FiO<sub>2</sub>) y el flujo de esta mezcla de gases es el que entra en la fase gaseosa del oxigenador. Este flujo de gas con oxígeno puro se programa generalmente, al inicio de la terapia, de tal forma que se acople con el flujo de sangre con una razón 1:1.**

Si empleamos oxígeno puro (100%) como fuente de gas, **la eficacia de la oxigenación aumenta sólo en la medida en la que aumentamos simultáneamente el flujo de sangre y el de gas.**

**Sin embargo, el aclaramiento de CO<sub>2</sub> aumenta proporcionalmente al flujo de gas, independientemente de su concentración de O<sub>2</sub> y de forma bastante independiente al flujo de sangre.**

**El aporte de oxígeno y la eliminación de CO<sub>2</sub> es relativamente independiente en los oxigenadores de membrana. El control de la eliminación de CO<sub>2</sub> se realiza variando el flujo de**

gas del mezclador; si se aumenta el flujo de gas se aumenta la eliminación de CO<sub>2</sub> al disminuir la presión parcial de CO<sub>2</sub> en la fase gaseosa y viceversa.

### Consola

Es la encargada del control hemodinámico del sistema ECMO:

- Suministra fuerza electromotriz a la bomba sanguínea y regula su funcionamiento.
- Traduce la información aportada por los sensores hemodinámicos implantados en el circuito.

### Intercambiador de calor

Calienta la sangre a su paso por el oxigenador para evitar la hipotermia provocada por el circuito extracorpóreo. Es necesario si usamos flujos > 2 l/min, por el contrario, si usamos flujos menores y su finalidad es eliminar CO<sub>2</sub>, puede no necesitarse.

Permite un rango de T<sup>a</sup> de 15° a 39°.

Se debe conectar una vez que se ha puesto en marcha la ECMO.

Se rellena con 1 litro de agua destilada hasta el nivel superior retirando el tapón negro.

Hay 2 mangueras que se pueden conectar indistintamente pero teniendo en cuenta que:

- si una de ellas se conecta en el extremo de salida del calentador el otro extremo se conecta a la ENTRADA DE AGUA (WATER IN) DEL OXIGENADOR
- la otra manguera iría conectada desde la SALIDA DE AGUA (WATER OUT) DEL OXIGENADOR al extremo de entrada del calentador.

El indicador de T<sup>a</sup> situado en la parte superior indica la T<sup>a</sup> del agua del calentador.

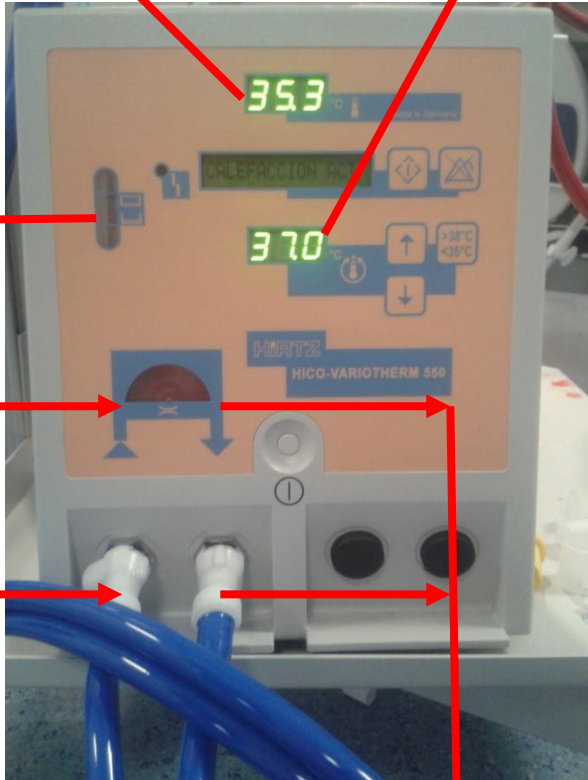
En el indicador de T<sup>a</sup> situado en la parte inferior programamos la T<sup>a</sup> que queremos alcanzar en el agua.

Pasado un tiempo, volver a comprobar el nivel de agua porque puede ser necesario rellenar.

Tª del agua en el calentador

Tª a alcanzar en el agua

Nivel de agua  
destilada



Entrada de agua en el calentador

Salida de agua en el calentador



Entrada de agua en el oxigenador  
WATER IN

Salida de agua del oxigenador  
WATER OUT

## Carro con sistema de soporte

Permite tener el conjunto del sistema integrado y autónomo, tanto para el hardware (consola principal, consola de seguridad, soportes para el motor de la bomba y oxigenador, mezclador de oxígeno- aire) como para el circuito (tubos, cabezal de la bomba sanguínea, oxigenador).

## OBJETIVOS

El objetivo es **mantener un “pulmón de reposo” con bajas presiones y ventilación minuto**, evitando el barotrauma, volutrauma y atelectasias asociados a la ventilación mecánica. Podemos utilizar ventilación controlada por presión o por volumen, aunque generalmente usaremos la primera.

**El objetivo terapéutico en condiciones de reposo pulmonar es una saturación arterial de O<sub>2</sub>>80-85% y un pH normal.**

Parámetros ventilatorios generales del “pulmón de reposo”:

- Generalmente se pauta una BIPAP
- FiO<sub>2</sub>: 0,3
- FR: 6- 10
- PEEP: 5- 10
- P inspiratoria baja: <25 mbar
- Presión meseta: < 20 (si se ventila por volumen)
- Tiempos inspiratorios: largos
- Si ventilación controlada por presión: P control 20- 25
- Si ventilación controlada por volumen: Volumen tidal:4- 6 ml/kg.

## METODOLOGÍA

Se genera un grupo de trabajo multidisciplinar compuesto por DUEs y médicos intensivistas con la colaboración docente de SERVISITEmedical. Se establecen revisiones sistemáticas de la literatura científica en las diferentes bases de datos existentes y guías clínicas recientes, durante el periodo de tiempo comprendido entre noviembre 2014/abril 2015. Previamente se recibe modulo teórico-práctico impartido por la casa comercial anteriormente citada.

## ÁMBITO DE APLICACIÓN

Unidad de cuidados intensivos del adulto del HCSC.

## POBLACIÓN DIANA

Paciente ingresado en UCI que cumpla los siguientes requisitos:

- **edad comprendida entre 18 y 65 años.**
- **puntuación en la escala de Murray de 3 o más tras un manejo ventilatorio apropiado según los principios de la ventilación protectora.**
- **hipercapnia no compensada ( $\text{pH} < 7.20$ ) tras un manejo ventilatorio apropiado según los principios de la ventilación protectora ( $\text{Pa}/\text{FiO}_2 < 100$  mmHg, P meseta  $< 30$  cm H<sub>2</sub>O).**

Los criterios deben ser reunidos por el paciente durante un período mayor a 6- 8 horas y tras un adecuado manejo global que incluya:

- PEEP “óptima”
- Óxido nítrico inhalado (si procede)
- Ventilación en decúbito prono (si procede)
- Sedoanalgesia apropiada (si procede)
- Relajación neuromuscular (si procede)
- Volemia adecuada (idealmente guiada por PiCCO/Swan)
- Diagnóstico y tratamiento correcto de la causa precipitante

## PERSONAL QUE INTERVIENE /EQUIPO HUMANO

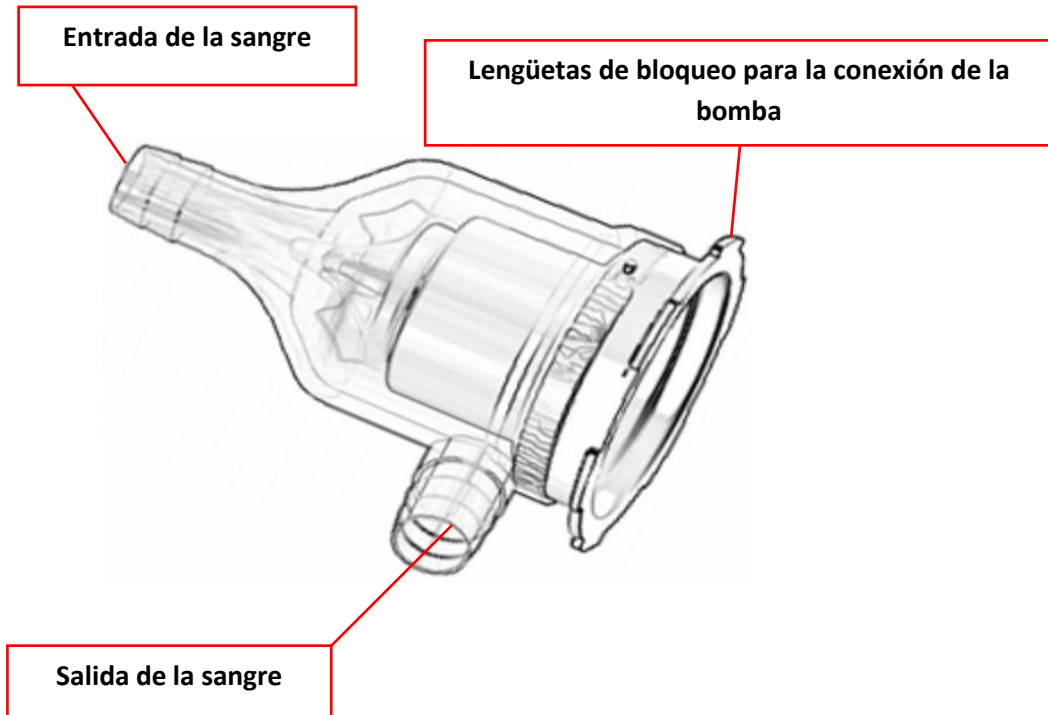
- 3 DUE
- 2 médicos intensivistas
- 2 cirujanos vasculares / cardiacos
- 2 auxiliares de enfermería

## EQUIPO MATERIAL

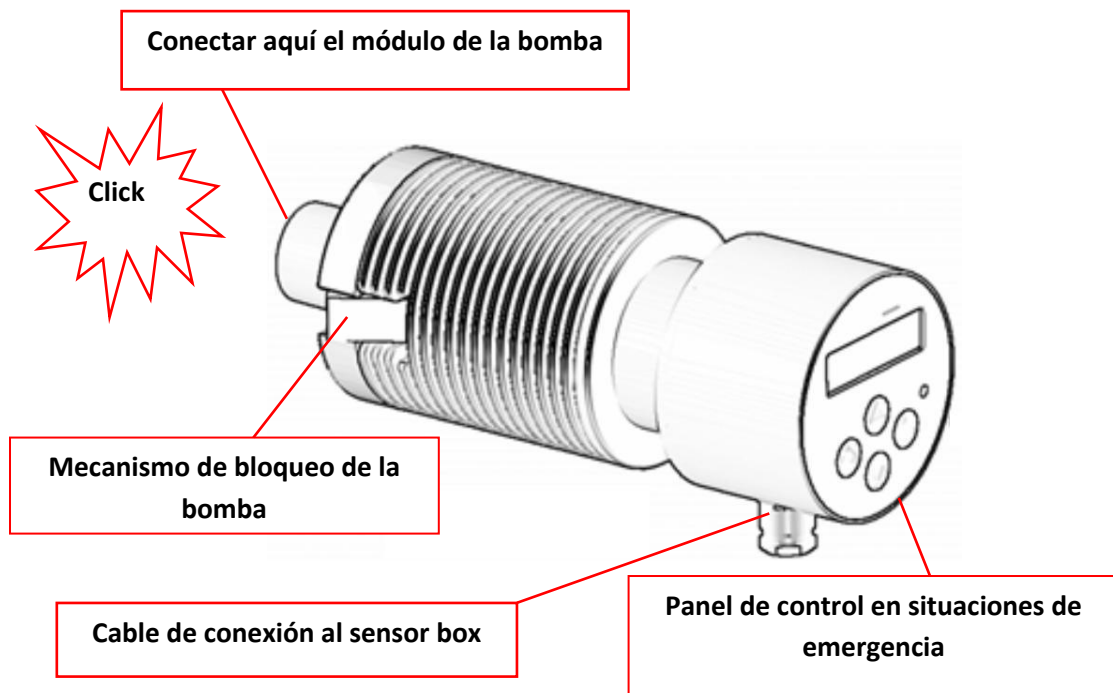
*Específico*

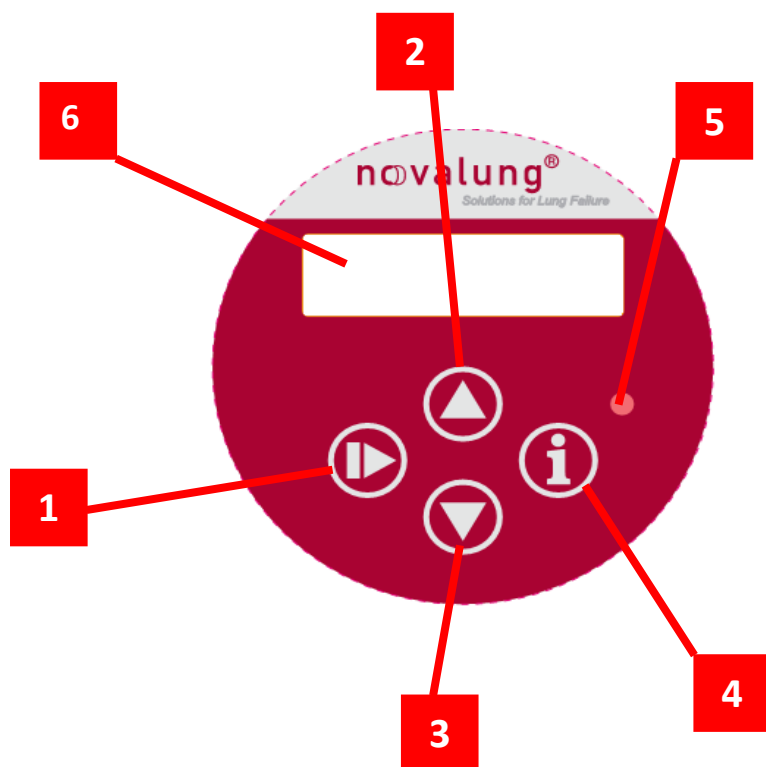


- **Bomba centrífuga y bomba de reserva**



- **Motor principal y motor de reserva**





**1** **Botón de BOMBEO ON /OFF** (este botón permite la operación de bombeo. La bomba comienza a rotar a 500 rpm).

**2** **Aumento de la velocidad de la bomba** (la velocidad de la bomba aumenta en 100 rpm cada vez que se presiona este botón).

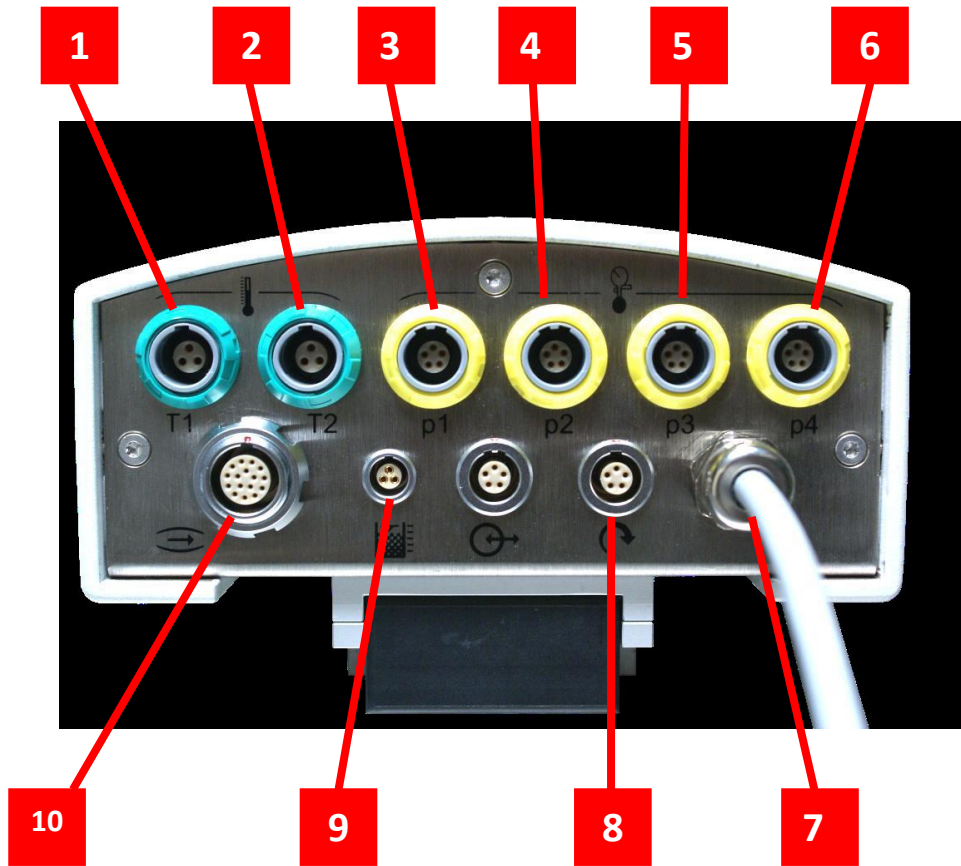
**3** **Disminución de la velocidad de la bomba** (la velocidad de la bomba disminuye en 100 rpm cada vez que se presiona este botón).

**4** **Botón de información** (apretando este botón aparece información en el panel de visualización).

**5** **El LED rojo se enciende cuando es usado el modo emergencia.**

**6** **Visualización** (aparece la velocidad de la bomba cuando se usa el modo emergencia).

- Controlador Sensor Box<sup>®</sup>:el  
"cerebro" de la máquina



- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>1</b> Sensor de temperatura T1 | <b>6</b> Sensor de presión P4                                |
| <b>2</b> Sensor de temperatura T2 | <b>7</b> Conexión para el suministro de energía de la active |
| <b>3</b> Sensor de presión P1     | <b>8</b> Conexión del motor                                  |
| <b>4</b> Sensor de presión P2     | <b>9</b> Sensor de nivel                                     |
| <b>5</b> Sensor de presión P3     | <b>10</b> Sensor de flujo                                    |

- **Oxigenador X-lung®**: 7 litros de flujo sanguíneo máximo. Capacidad de 275 ml.
  
- **Lave de tres pasos, llave de tres pasos con alargadera**
  
- **Kit con sistema de purgado**
  
- **2 cánulas venosas** (19-21-23-25 Fr)
  - Cánulas de **19-21** Fr, longitud **14** cm, indicadas para el retorno: NOVALUNG
  - Cánulas de **23-25** Fr, longitud **38-55** cm, indicadas para drenaje: MAQUET
  
- **Flujómetro**: mide flujo y detecta burbujas. Se coloca siempre al final del sistema y en dirección al paciente.
 

Cuando aparece en la pantalla [Flujo 0/ burbuja de aire]: se cierra la pantalla porque es veno- venoso y es preferible que está desactivado, porque en el caso de que una burbuja pase, va al pulmón. Sin embargo, esta función en la ECMO V-A debe ser cuidadosamente valorada por el médico, ya que hay que valorar el riesgo de un embolismo aéreo, frente a una detección de burbujas que supondría la parada de la terapia al paciente. No obstante, en general, en caso de entrar una moderada cantidad de aire en el sistema, se disipa en la membrana.
  
- **Intercambiador de calor** a partir de flujos de 2- 2,5 l

- **Pantalla táctil**

- **Parte trasera:**

Conector para la iLA active sensor box

Conexión de alimentación a red

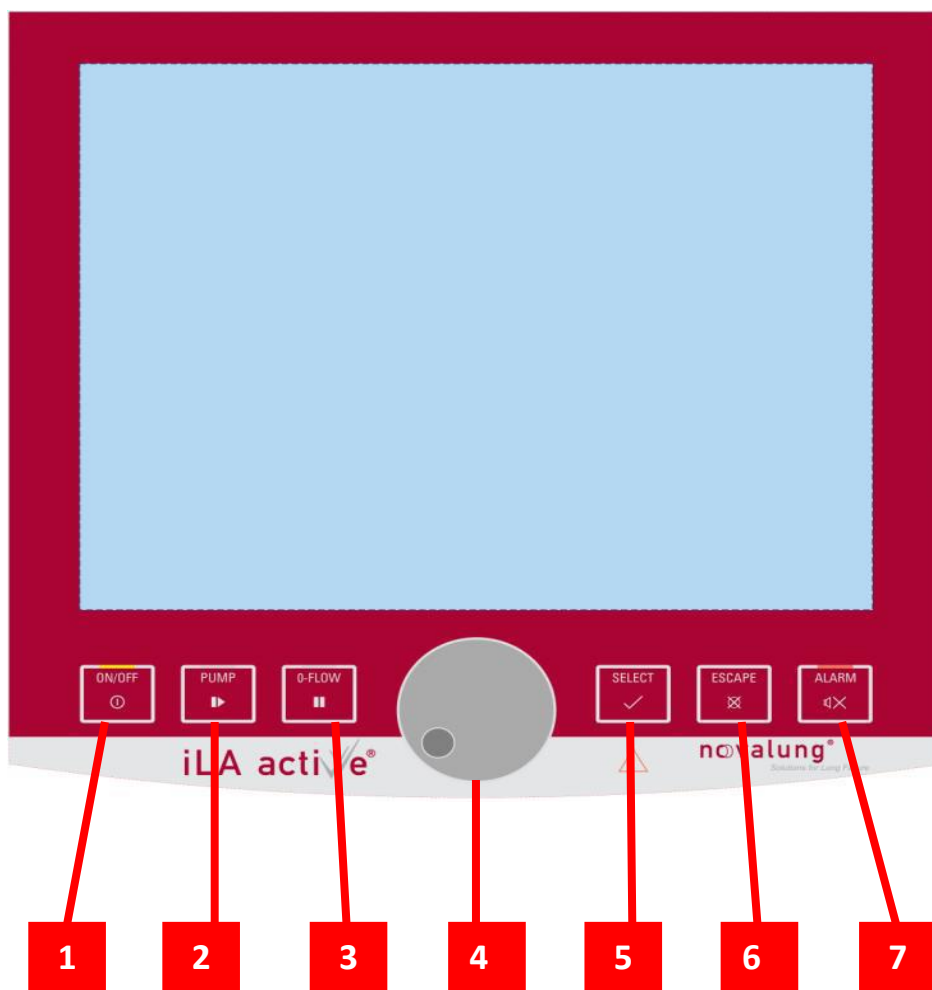
Botón de encendido/apagado



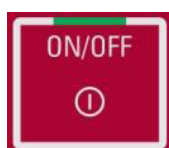
Toma de tierra para traslados (no se suele usar)

Conexión del motor en caso de fallo de suministro de energía, en este caso al conectar directamente el motor y no ir conectado el Sensor Box, no hay información del flujo; podría usarse para traslado. Si se estropeara el cable del sensor box del motor y se coloca aquí el cable del motor, se deja el sensor box para que siga dando información de lo que sí funciona, por ejemplo, las presiones.

- **Parte frontal:**



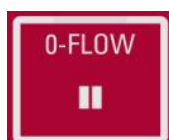
Bajo la pantalla táctil se encuentra el pomillo giratorio y las teclas de funcionamiento:



**1---** Botón **ON/OFF** (enciende y apaga la pantalla. El LED indica que la consola está encendida. En **verde** si está **conectada a red** y **naranja** si está **conectada a batería**).



**2---** Botón **PUMP ON / OFF** (el **LED blanco** se enciende cuando está bombeando). Se presiona **PUMP** y se confirma **YES**. Se puede usar para parar la bomba de forma brusca, pero siempre es mejor opción clampar la línea de entrada, ir disminuyendo las rpm hasta dejar a 0.



**3---** Botón **0- FLOW: NO USAR, puede conducir a error.**(El **LED blanco parpadeante** indica que está activo el modo FLUJO-ZERO. El flujo retrógrado puede ocurrir si la bomba se para. **En el modo FLUJO-ZERO, la velocidad de la**

**bomba se ajusta para prevenir el flujo retrógrado, gira para compensar presiones y que no haya flujo, por eso flujo 0. Para ello PRESIONAR Y MANTENER DURANTE 1 SEGUNDO).**



**4 --- Pomo giratorio que ajusta la velocidad de la bomba.**



**5 --- Botón SELECT (este botón está reservado para el personal de Medos).**



**6 --- Botón ESCAPE (bloquea y desbloquea la consola. PRESIONAR Y MANTENER DURANTE 1 SEGUNDO).**



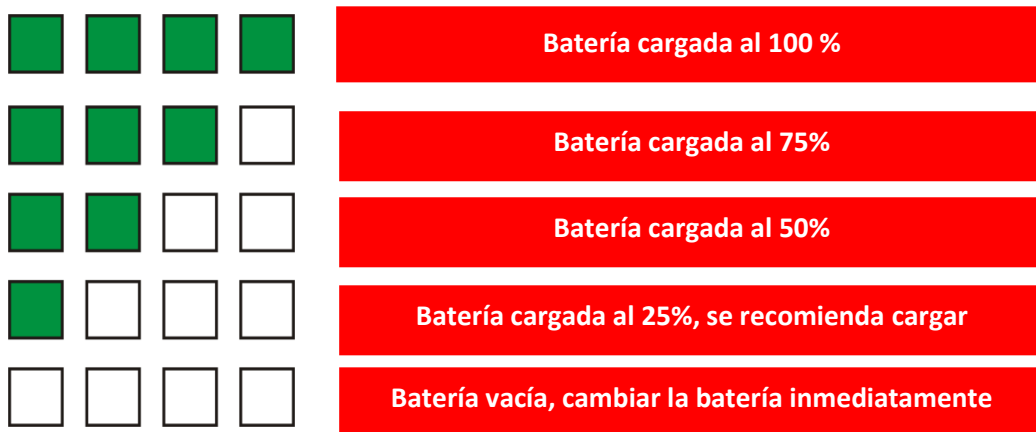
**7 --- Botón ALARM (el LED rojo indica una alarma activa. Cuando se presiona este botón desaparece el sonido. El mensaje de alarma reaparece tras un tiempo mientras la causa de la alarma no se haya solucionado).**

- **2 baterías extraíbles:** localizadas bajo la pantalla móvil. Ambas baterías deberían estar instaladas y con carga completa en todo momento. La duración de cada batería es de 2 horas como mínimo; va a estar relacionado con las rpm (a mayor rpm, mayor consumo de batería).



Botón para conocer el estado de carga de la batería (el LED se ilumina cuando es presionado)

Indicador de estado de carga de las baterías (4 LEDS)



El nivel de carga de la batería se muestra en el asa de transporte



- **Suministro de gases**: aire y O2 con alargadera de conexión y filtro. Son necesarias 2 tomas de oxígeno: una para la ECMO y otra para el ambú.
- **Palo de suero alto**
- **1 bolsa de 1 l de SSF 0.9% + 2000 ui Heparina Na** para el purgado del sistema.
- **1 bolsa de 500 cc de SSF 0.9% + 1000 ui Heparina Na** para el mantenimiento de los sensores de presión.
- **1 presurizador**
- **1 llave de tres pasos con alargadera**
- **2 clamps metálicos**: en la zona estéril durante la inserción 2 clamps para clampar las cánulas, tras este proceso se limpiarán y permanecerán en la consola por si fuera necesario para clampar las líneas de entrada y salida y otros 2 clamps azules para clampar las líneas reforzando a las pinzas blancas que vienen en el sistema.
- **Caja quirúrgica para canalización** (aportada por los cirujanos vasculares, no disponible en Críticos Sur).
- **Abrazaderas**
- **2 jeringas de cono ancho, 2 jeringas de cono estrecho, 100 cc de ss 0,9%de cristal, 1 vial de heparina al 1%, agujas, 1 filtro antibacteriano pediátrico**
- **Jeringa de cono ancho**
- **Batea**
- **Mesa grande**
- **Batas y guantes estériles**
- **Mascarillas y gorros**

### General

- **Vía arterial**
- **Vía venosa central**
- **Catéter de arteria pulmonar o PICCO**
- **Ecocardiógrafo**
- **BIS**
- **Medidor de ACT, Hemochron®**
- **Respirador**

## PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Se recomienda cebar el sistema primero y posteriormente canular y no hacerlo simultáneamente.

Se purga y monta la ECMO alejado del paciente.

### Purgado del sistema

- Preparar kit estéril en una mesa grande.
- La enfermera encargada de purgar el sistema se colocará gorro y mascarilla, realizará lavado de manos quirúrgico y se colocará bata y guantes estériles.
- La otra enfermera abrirá el kit y se lo entregará a la enfermera estéril.
- El sistema que se unirá a las cánulas del paciente viene sin conectar. Es necesario para el purgado conectarlo a la pieza en “U” (con el sistema de infusión) uniendo los extremos del sistema. Después se coloca una camisa estéril, que cubrirá los 2 clamps blancos de plástico, que se fijará con 2 pinzas azules (esta parte será la que se entregará a los cirujanos vasculares para conectar a las cánulas).
- En los 3 tapones de P1, P2 y P3 acoplar las llaves de 3 pasos.
- Conectar la llave de 3 pasos y la llave de 3 pasos con alargadera para poder sacar muestras de sangre a la salida de la membrana. Una vez realizado este punto, no es necesario mantener la esterilidad con el resto del sistema.



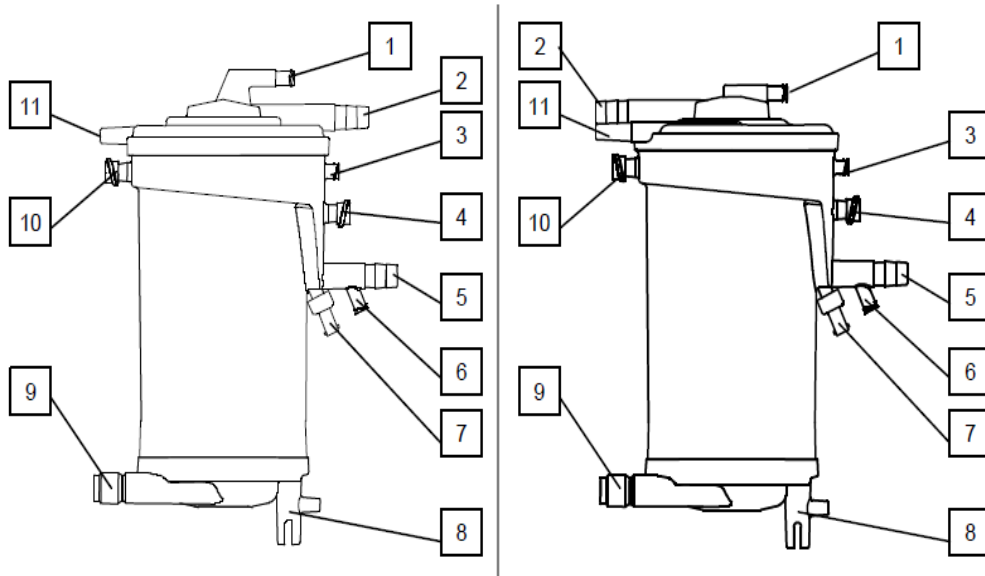
**Extracción de muestras de sangre oxigenada.  
Aquí se conecta la llave de tres pasos con  
alargadera**

- Comprobar que todo está cerrado, incluidas llaves de tres pasos, excepto los clamps de plástico de la parte estéril.
- Cerrar el clamp del sistema de suero con el que vamos a realizar el purgado. Este sistema será de 1000 cc+ 2000 ui de Heparina sódica.
- Colocar el suero heparinizado en un pie de suero lo más alto posible para facilitar el purgado.
- Coger el oxigenador con las manos y por encima de la bomba, dejando caer las líneas.

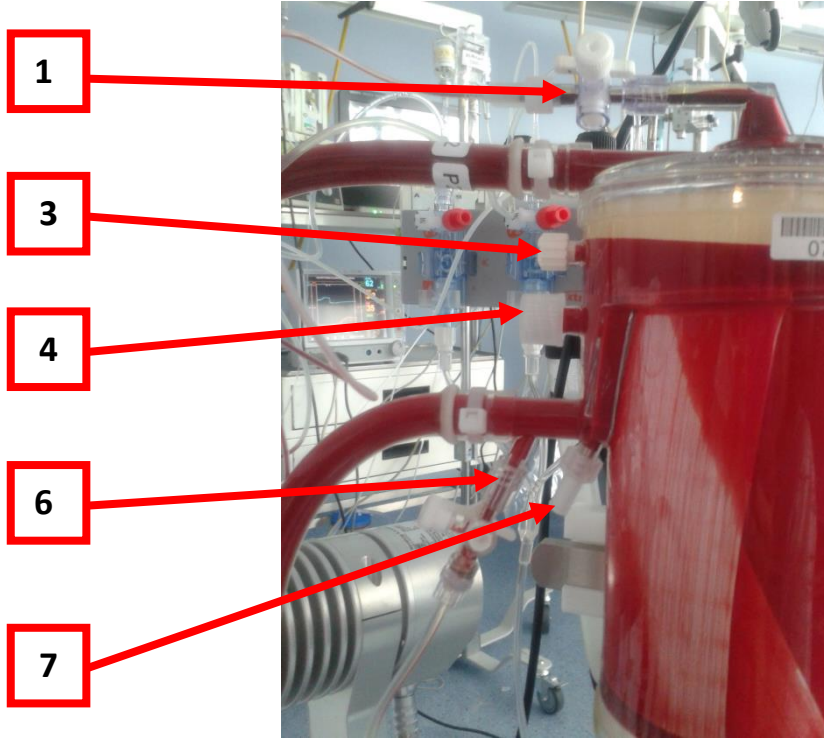
- La bomba permanecerá en una posición de 90° y el oxigenador en posición vertical.



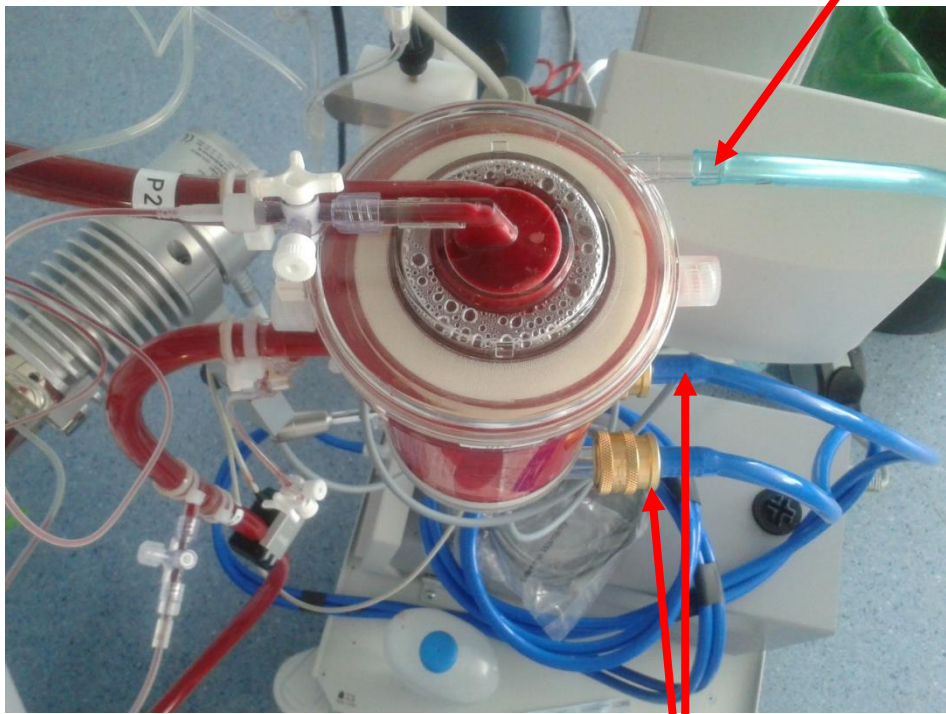
- Abrir la llave de tres pasos de la presión premembrana (P2) para que salga el aire.  
**Puerto número 1.**



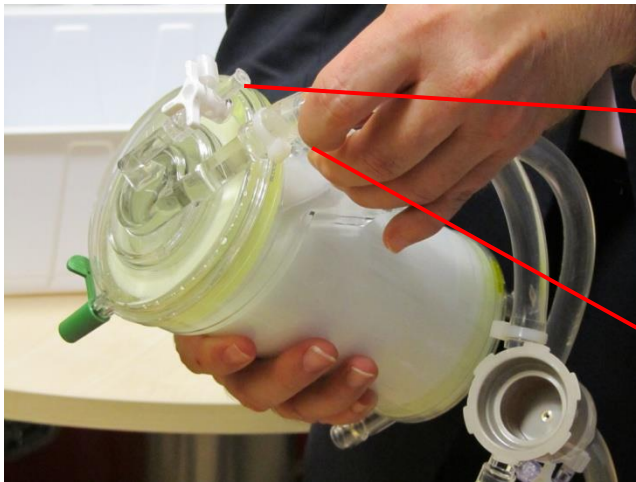
- 1** --- Presión pre- membrana—P2
- 2** --- Entrada de sangre
- 3** --- Para salida de aire en el purgado, con tapón
- 4** --- Permanece con tapón
- 5** --- Salida de sangre
- 6** --- Toma de muestras para sangre arterial
- 7** --- Toma de Tª
- 8** --- Salida de gas
- 9** --- Entrada y salida de agua
- 10** --- Para salida de aire en el purgado, con tapón
- 11** --- Entrada de gas



11



- Abrir el clamp para iniciar el purgado. No apretar el suero para el purgado, evitando así dañar la membrana.
- Mantener el oxigenador en posición vertical, cuando salga líquido por la llave de la presión premembrana (P2) cerrar.
- Inclinar el oxigenador para que salga el aire por el puerto de “salida de aire” girando el tapón sin quitar completamente. **Puerto número 3 y 10**



Llave de tres pasos de P2

Puerto de salida de aire

- Purgar llaves de tres pasos del sistema.
- Cerrar la línea de infusión del suero.
- Golpear con la mano el oxigenador, llevando hacia el puerto de salida de aire las posibles burbujas para eliminarlas.
- Colocar el oxigenador en su soporte hasta que quede anclado fijamente.
- Colocar la bomba en su soporte haciendo coincidir las muescas hasta oír **click**



- Colocar transductores de presión (P1, P2 y P3) en los soportes de manera que se pueda leer correctamente OFF o bien con la “mariposa” de lavado hacia abajo y realizar purgado.

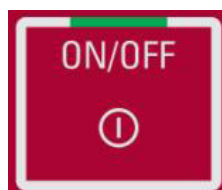


- Conectar transductores de presión a las llaves de 3 pasos manteniendo las llaves abiertas en el fungible y cerradas en el sensor de presión para calibrar posteriormente:
  - **P1---** Presión de prebomba o de succión: en la línea de drenaje antes de la bomba de flujo.
  - **P2---** Presión preoxigenador o premembrana: en la línea de drenaje entre la bomba y el oxigenador. Puerto 1
  - **P3---** Presión postoxigenador o postmembrana: en la línea de retorno tras el oxigenador.
- Conectar flujómetro tras P3 y siempre en dirección al paciente, abrir la pestaña y empujar la línea, cerrar con “click”.

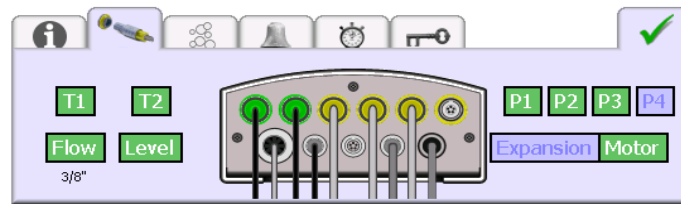
## Puesta en marcha

Primero se monta y después se enciende porque por ejemplo, si no lo hemos montado, al encender la pantalla aparecería el mensaje sonoro de que no se ha conectado el flujómetro.

- Encender en el primer botón de la izquierda de la pantalla para iniciar la puesta en marcha. El aparato siempre tiene que estar conectado a la red y encendido en la parte trasera.



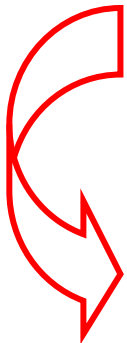
- El aparato realizará un auto- test.
- Cerrar pantalla de visualización del Sensor Box que nos informa de lo que está conectado y desconectado.

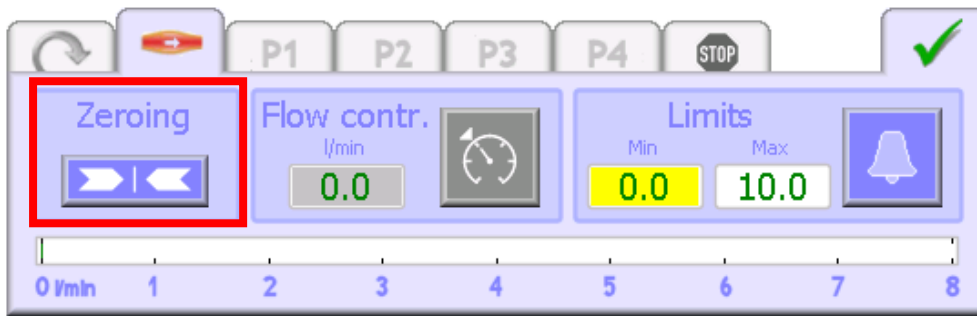


- Modo de ventilación: correspondería al **purgado**, presionar botón amarillo para desactivar todas las alarmas. Activar bomba en PUMP , apareciendo la flecha verde, lo que indica que la bomba está activa. Hacer girar la rueda hasta un flujo de 3,5 lpm para un oxigenador de 7000, recirculando durante 2 minutos (el aparato no nos avisa transcurridos esos 2 minutos) para eliminar las burbujas restantes. Si hubiera burbujas habría que conducir las hasta los puertos de aireación para eliminarlas de forma manual. **Si hace ruido el motor indica presencia de aire.**



- Transcurridos 2 min tocar el cuadrado amarillo de “modo de ventilación” o poner a 0 las rpm y cerrar la pantalla.
- Flujómetro: se coloca el clamp metálico o pinza azul al final del sistema para asegurar flujo 0 y calibrar a 0 porque no hay flujo. **La calibración del flujo se debe realizar siempre antes de que comience a funcionar la bomba :**
  - Colocar la pinza en su posición correcta
  - Tocar el **indicador de flujo** en la pantalla
  - El botón permanece resaltado en rojo hasta que la calibración ha sido realizada
  - Tocar el botón de “calibración a cero” /”ZEROING”
  - El botón cambia a color blanco cuando la consola ha calibrado el flujo





Si hubiera que calibrar el flujo durante la terapia habría que disminuir las rpm, clampar la línea de entrada al paciente y hacer el 0.

- Colocar sensores de presión a la altura dónde esté canulado el paciente y **calibrar cada 24 horas** (se recomienda antes de que comience a funcionar la bomba), se puede realizar de una en una o simultáneamente y cerrar pantalla. **Cerrar las llaves y lavar las líneas de purgado sólo si hay sangre.**

Realizamos un ejemplo con la presión P2 (P2):



- Se toca la lengüeta P2  y se abre el cuadro de diálogo de P2.

**iiiiiii** Si los indicadores de estado para los sensores de presión permanecen en **ROJO**, quiere decir que el "cero" no ha sido realizado.

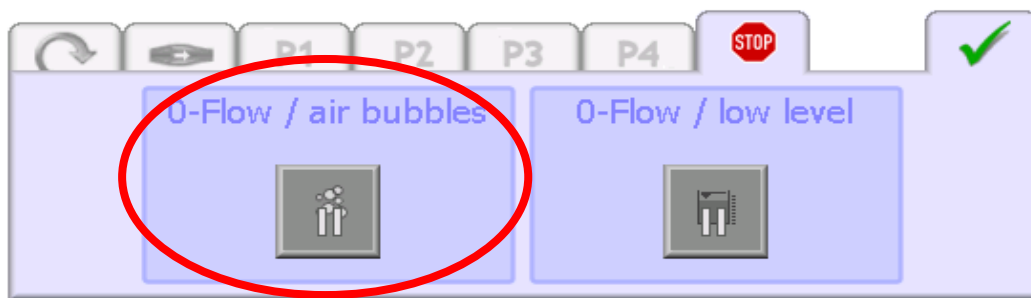


-Al tocar el botón para realizar la calibración éste cambia a color blanco, si se ha realizado correctamente.



-Tras realizar la calibración, NO se deben establecer los límites para cada presión porque todavía no se ha conectado al paciente.

- Tiene que estar activo PUMP para empezar a funcionar
- Abrir las llaves de tres pasos del sistema que purgamos para que no se detecten presiones altas.
- Flujo 0/ burbuja de aire: se cierra la pantalla porque es veno- venoso y es preferible que está desactivado, porque en el caso de que una burbuja pase va al pulmón. Sin embargo, esta función debe ser cuidadosamente valorada por el médico en la ECMO V-A al contraponer el peligro de un embolismo aéreo, frente a una parada de la terapia al detectar burbujas, si esta función está activada.



Las burbujas de aire en el sistema se detectan por el sensor de flujo. Si la función [Flujo 0/Burbujas de aire] está habilitada se dispara una alarma. La velocidad de la bomba se ajusta automáticamente para generar una presión de retorno suficiente para que la circulación a través del sistema se pare. Las burbujas se mantienen donde están y pueden ser extraídas.

- Colocar clamp metálico en la línea en la línea de retorno y si es posible otro en la de drenaje.

## PREPARACIÓN DEL PACIENTE

La enfermera colaborará con el cirujano vascular/cardiaco y el médico intensivista en la colocación del ECMO.

- Información de las maniobras a realizar si el paciente está consciente.
- Verificar la cumplimentación y firma del consentimiento informado.
- Verificar y revisar la presencia de la vía venosa central de 5 lúmenes, vía arterial, sonda vesical y sonda nasogástrica.
- Preparar el sistema ECMO
- Disponer de las cánulas del diámetro adecuado para el paciente.



- Jeringa y suero fisiológico.
- Preparar 2 clamps estériles para poder clampar las cánulas una vez insertadas.
- Rasurar la zona a canular.
- Colocar al paciente en decúbito supino a 0º.

- Preparar el aparato de medición de ACT y cartuchos.
- Acercar carro de parada por si se precisa
- Preparar el bolo de heparina (50- 100 u/kg) y la perfusión de heparina.
- Controlar el valor de ACT previo a la colocación del ECMO: sacar una muestra de la arteria, desechar los 10 cc primeros. Extraer la muestra válida que será de 1 cc de sangre para el análisis del ACT, siguiendo las instrucciones del Hemochron.
- Cursar petición a banco de sangre para cruzar y reservar sangre, solicitando grupo sanguíneo (2 concentrados de hematíes, 2 unidades de PFC y 2 unidades de plaquetas; según indicación médica).
  - Valorar transfusión urgente para objetivos hematológicos:
    - Hto >30%
    - Fibrinógeno >100 mg/dl (>150 si riesgo elevado de sangrado, >200 si sangrado).
    - Plaquetas >100.000 (>125.000 si riesgo elevado de sangrado, >150.000 si sangrado).
- Dejar una alargadera en vía venosa para facilitar el acceso si la canulación se realiza en el mismo lado de la vía central
- Cumplimentar la lista de verificación (Anexo 1)
- Siempre habrá un carro con el material necesario para la canulación, sea percutánea.

## CANULACIÓN

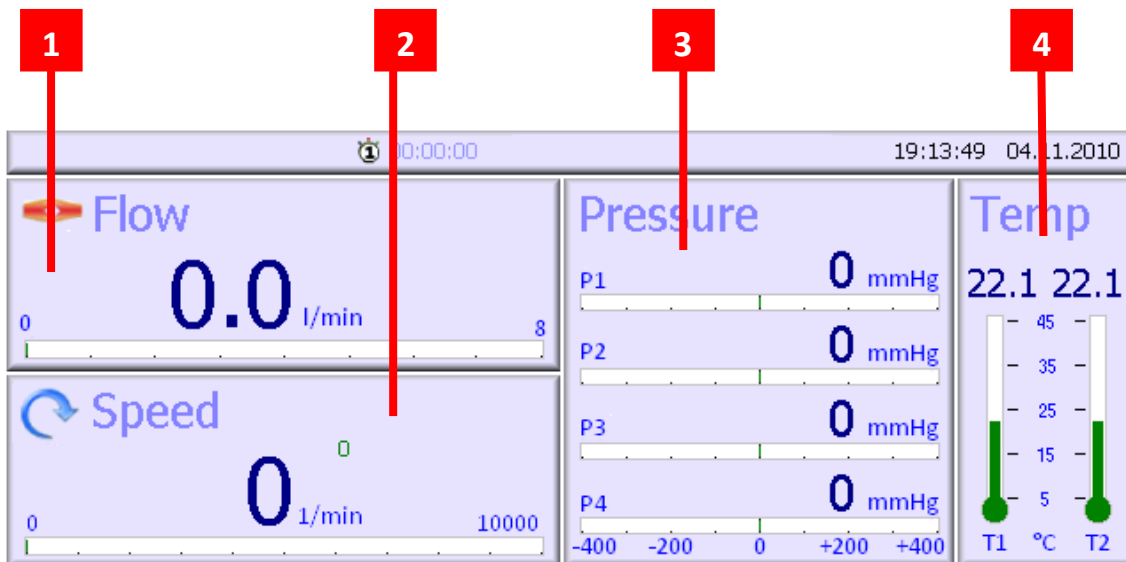
- El procedimiento se llevará a cabo por 2 intensivistas, 1 o 2 cirujanos vasculares/cardiacos, 1 enfermera lavada y 1 enfermera circulante y 2 auxiliares.
- Preparar el campo estéril y el material necesario para la canulación.
- El cirujano vascular/cardiaco procederá a la canulación vascular mediante la técnica de Seldinger como primera opción, preferiblemente tras haber colocado los introductores y valorando ser guiados por ECO. La cánula de retorno (vena yugular interna derecha) se progresará hasta la unión de vena cava superior y aurícula derecha, y la cánula de drenaje (vena femoral derecha) hasta el diafragma; con una dirección de flujo fémoro-atrial.
- Iniciar la anticoagulación sistémica con heparina sódica inmediatamente antes de proceder a la inserción de las cánulas (o inmediatamente después de la correcta posición de la guía metálica en el vaso) administrando un bolo de 50- 100 U/kg.
- Aunque siempre es decisión médica, es preferible canular primero la cánula de retorno, ya que viene sin heparinizar (una vez insertada se administran 20 ml de ss + 200 ui de heparina sódica) y posteriormente canular la cánula de drenaje, porque es más larga y aunque viene recubierta de reoheparina, se debe heparinizar (con 50 ml de ss+ 500 ui de heparina sódica), pero al estar multiperforada no aseguras que la heparina llegue al final del catéter.
- Dejar las cánulas clampadas con 2 clamps metálicos hasta la conexión al circuito, **evitando comprimir su porción anillada.**

- Al completar la canulación, la enfermera retirará la camisa para entregar al cirujano las líneas conectadas con la pieza en “U” que permanecen estériles, retirando la conexión entre ambas. Posteriormente se conectarán las cánulas a la línea de retorno y de drenaje del circuito, comprobando previamente la ausencia de coágulos y evitando la entrada de burbujas de aire en el sistema mediante irrigación de suero fisiológico con jeringa entre cánula y tubuladura.

## CONEXIÓN

- En primer lugar desocluirán la cánula de drenaje.
- Iniciar la asistencia, aumentando lentamente el flujo de sangre.
- Iniciarán la desoclusión progresiva de la cánula de retorno, controlando que no se produzca flujo retrógrado.
- Hasta este punto se moviliza la sangre, pero no se ha iniciado el tratamiento, para ello hay que conectar la consola a una fuente de oxígeno. Se conecta a una fuente de oxígeno la alargadera verde que viene en el kit, el extremo más próximo al filtro se conecta al caudalímetro o toma de oxígeno y el extremo largo a la conexión del oxigenador (puerto nº 11). Se comienza con 1 l de gas y se sube 1 l cada 15 minutos (no se debe comenzar directamente con los litros de gas pautados debido a que se produciría una rápida eliminación de CO<sub>2</sub> con la consiguiente alteración de pH) hasta una relación 1:1 o la relación que sea pautada por el médico, posteriormente se procede a la disminución de los parámetros del respirador.
- Los médicos aumentarán progresivamente las rpm hasta alcanzar el flujo deseado para obtener parámetros hemodinámicos y respiratorios satisfactorios:
  - Saturación arterial de oxihemoglobina del **100% para V-A ECMO**, o bien de **al menos 80- 85 % para V-V ECMO**.
  - El flujo máximo se establece cuando aumenta la presión de succión, P1 > -80 mmHg o aparece “temblor” en la línea de extracción por presiones altamente negativas/ elevadas resistencias que dañan los hematíes y producen hemólisis.
- Observar las presiones generadas en el sistema
- Medir la saturación de O<sub>2</sub> a la entrada y salida de la membrana (existen puertos apropiados para ello). Con ello se chequea que la saturación antes de la membrana no es mayor de 70% (lo que sugiere recirculación de la sangre entre ambas cánulas en la vena cava), y que la saturación de O<sub>2</sub> a la salida es suficientemente alta >95%. Habitualmente la saturación de O<sub>2</sub> a la salida de la membrana será del 100%, con una pO<sub>2</sub> > 300 mmHg.
- Asegurar las cánulas con abrazaderas, evitando comprimir con ellas la zona anillada.
- Comprobar sangrado/hematoma por puntos de punción.
- Curar punto de punción de forma estéril.
- Asegurar las cánulas para evitar acodamientos o decanulación accidental.

- Activar alarmas: **SE ACONSEJA PONER LÍMITES EN FLUJO Y P1.**

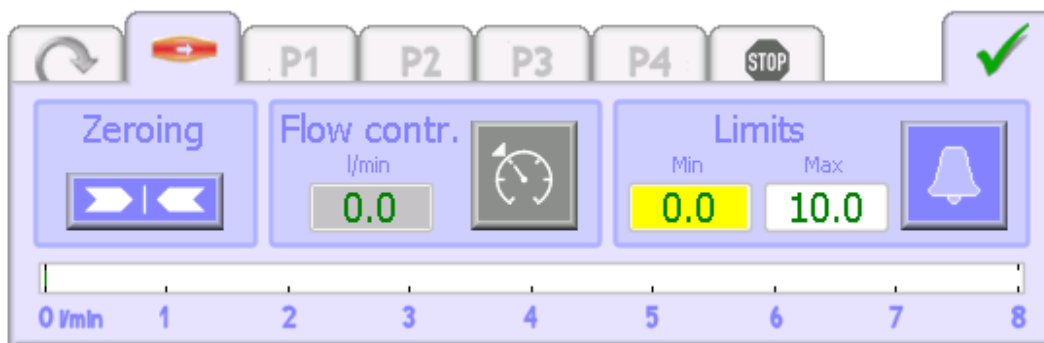


**1** **Indicador de flujo (litros/minuto):** Para establecer el nivel de flujo, tocar este icono para abrir el cuadro de diálogo. Se pone un límite inferior de 2lpm y como límite superior se aconseja 1 litro por encima de lo pautado.

**Flujo crucero:** NO PONER

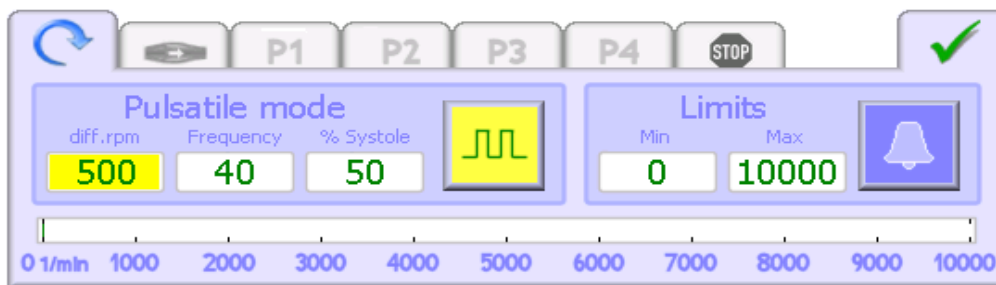


La unidad estaría funcionando en el modo control de flujo. La velocidad de la bomba es controlada para mantener el flujo configurado a través del circuito, pero PUEDEN SER NECESARIAS TANTAS RPM PARA MANTENER ESE FLUJO, QUE SE COLAPSARÍA EL VASO.

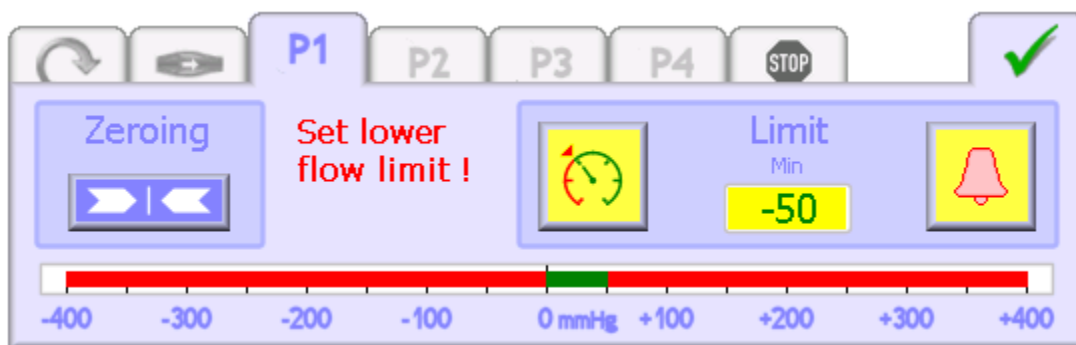


Para poner los límites aparece el cuadro en amarillo y para activar tocar la campana, cambiando ésta al color amarillo. Tras cerrar el cuadro aparecen unos corchetes negros en la pantalla del flujo que indican que están operativos los límites.


- 2** **Indicador de velocidad (rpm):** para establecer los límites de velocidad (aunque no es necesario) y los parámetros del modo de pulsación pulsar este icono para abrir el cuadro de diálogo.





- 3** **Indicador de presión (mmHg):** para calibrar presiones y establecer los límites (se aconseja sólo poner límite en P1: - 75 mmHg) tocar este icono para abrir el correspondiente cuadro de diálogo.



- 4** **Indicador de temperatura:** este icono muestra los valores de temperatura que no pueden ser modificados por el usuario.

 Este icono puede aparecer en los paneles indicadores de flujo, velocidad y presiones. Aparece al lado de los límites de alarma establecidos para cada parámetro.

 **Amarillo**--- Función activada

 **Azul**--- Función desactivada



Gris--- Función no disponible



Tocar para cerrar cualquier cuadro de diálogo

## Conceptos

- **La eficacia de la oxigenación depende del flujo de sangre.** El flujo es la cantidad de sangre que pasa a través de la membrana. Para aumentar la saturación es necesario aumentar el flujo (por ej: si el paciente tiene un gasto cardíaco de 5 l y sólo oxigenamos 1 l, la saturación de O<sub>2</sub> subirá poco; será necesario pasar de 2 a 3 l de sangre por la membrana para aumentar la satO<sub>2</sub>). **Se pauta una ratio flujo de gas/ flujo de sangre 1:1 (O<sub>2</sub> 100%).**
- **La eficacia del aclaramiento de CO<sub>2</sub> depende del flujo de gas (y muy poco del flujo de sangre).**
- **El objetivo terapéutico en condiciones de reposo pulmonar es una saturación arterial de O<sub>2</sub> > 80- 85% y un pH normal.**

## CUIDADOS DE ENFERMERÍA EN EL PACIENTE CON ECMO

### Específicos del aparato

- **MANTENER RESERVADOS HEMODERIVADOS TODOS LOS DÍAS**, comprobando cada 48 horas.
  - **COMPROBAR, VERIFICAR Y ANOTAR LOS DATOS DE LA CONSOLA (RPM, FLUJO SANGUÍNEO, PRESIONES Y FLUJO DE GAS) CADA 2 HORAS Y SIEMPRE QUE SE PRODUZCAN CAMBIOS.**
  - **COMPROBAR LA PRESENCIA DE 2 CLAMPS CADA 8 HORAS.**
  - **HACER BARRIDO DE OXÍGENO SECO CADA 8 HORAS**, para evitar microembolismos y problemas de membrana.
  - **COMPROBAR ADECUADA PRESIÓN DEL PRESURIZADOR PARA EVITAR REFLUJO DE SANGRE CADA 2 HORAS** (mantener por encima de 300 mmHg ó 50 mm por encima de la presión máxima)
  - **COMPROBAR EL CORRECTO AJUSTE DE LAS LLAVES DE TRES PASOS CADA 8 HORAS, EVITANDO AL MÁXIMO SU MANIPULACIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE ANALÍTICAS DE FORMA SISTEMÁTICA**, generalmente **sólo se van a extraer muestras del propio paciente (incluidas gasometrías y ACT)**
- \* AUNQUE EN OCASIONES PUEDEN SOLICITAR EXTRACCIÓN DE GASOMETRÍA DE LA LLAVE DE TRES PASOS CON ALARGADERA (Puerto 6 ó 7 del oxigenador), PARA**

**VALORAR EL ADECUADO FUNCIONAMIENTO DEL OXIGENADOR**, siendo necesario desechar 10 cc de sangre previo a la extracción de la muestra.

**\*OCASIONALMENTE PUEDEN SOLICITAR EXTRACCIÓN DE SANGRE DE P2 PARA SABER LA SATURACIÓN VENOSA CENTRAL DEL PACIENTE.**

**\*EVITAR SIEMPRE LA MANIPULACIÓN DE P1 YA QUE POR LA PRESIÓN NEGATIVA SE PRODUCIRÍA ENTRADA DE AIRE.**

- **CALIBRAR CADA 24 HORAS** (cerrando al paciente desde el transductor); **PURGAR LAS ALARGADERAS Y DESCONECTAR DE LAS LLAVES SÓLO SI HAY SANGRE.**
- **CONTROL DE PRESIONES DEL SISTEMA ECMO:** El registro de las presiones en el circuito ECMO proporciona información del estado del paciente, de las cánulas, de la bomba y del oxigenador de membrana.

**P1---** **presión en la línea venosa (PREBOMBA):** es una presión negativa, ya que la bomba realiza una fuerza de succión de la sangre a través de la cánula venosa.

Los **valores normales:** alarma en -80 mm Hg (hay que intentar estar por debajo de -50 mmHg), aunque pueden verse modificados según el tamaño de la cánula venosa utilizada.

- Si es muy negativa, indicando que la resistencia a la aspiración aumenta, hay que valorar diferentes posibilidades:
  - Necesidad de aumentar la volemia
  - Taponamiento cardíaco, hemotórax, neumotórax
  - Obstrucción en la cánula venosa por trombo o acodamiento
  - Cánula venosa no ubicada en la unión cavoauricular

Para su medición hay una llave de 3 pasos que hay que **evitar manipular**, ante la posibilidad de que entre aire en el sistema.

**P2---** **presión entre la bomba y el oxigenador (PREOXIGENADOR)**

Los **valores normales:** < 250 mm Hg. El valor máximo permitido 300 mm Hg.

Es unos 40- 60 mmHg mayor que P3 debido a la resistencia al flujo que ofrece el oxigenador.

**P3---** **presión postoxigenador (POSTOXIGENADOR)**

Los **valores normales:** < 200 mm Hg. El valor máximo permitido 300 mmHg

- Si está elevada:
  - Obstáculo a la eyección
  - Paciente semisentado
  - Línea de reinyección acodada u obstruida

**P2 - P3 = PR. ÓXIGENADOR O PR. TRANSMEMBRANA** informa del funcionamiento de la membrana.

**El valor óptimo <50 mmHg. Valorar cambiar oxigenador si >100.**

Si la P2 (PREOXIGENADOR) está elevada y la P3 (POTOXIGENADOR) está normal, habría un aumento en la diferencia, indicando:

- Fallo del oxigenador
- Trombo intraoxigenador
- PUEDE HABER UNA FUGA PASMÁTICA POR EL ORIFICIO DE SALIDA DEL CO2 DEL OXIGENADOR PERO SIEMPRE <30 ML/hora. NO PUEDE HABER FUGA DE SANGRE.
- CAMBIAR OXIGENADOR SI  $paO_2/FiO_2 < 150$ .
- **PARA CAMBIAR A MOTOR DE RESERVA: CLAMPAR LÍNEA DE ENTRADA AL PACIENTE, DISMINUIR LAS RPM Y PONER FLUJO A 0, CAMBIAR A MOTOR DE RESERVA Y CONECTAR EL CABLE DEL NUEVO MOTOR AL CONTROLADOR SENSOR BOX, SUBIR LENTAMENTE LAS RPM Y DESCLAMPAR.**
- SI ES NECESARIO CAMBIAR EL OXIGENADOR, HAY QUE CAMBIAR TODO EL FUNGIBLE INCLUIDAS LAS LÍNEAS Y BOMBA.

## Monitorización técnica del sistema ECMO

- **Flujo de sangre (lpm):** entre 50- 80 ml/kg/min. El flujo necesario aumenta con la gravedad de la hipoxemia.
- **Revoluciones (rpm):** > 3.000 existe alto riesgo de hemólisis, aunque puede ser necesario.
- **Presión de succión o P1:** óptima por debajo de -50. Máxima -80 mm Hg, aunque se pueden tolerar presiones algo más negativas.
- **Presión pre- membrana o P2:** óptima <250. Máxima 300 mmHg.
- **Presión post- membrana o P3:** óptima <200. Máxima 300 mmHg.
- **Presión transmembrana (P2-P3):** óptima <50 mmHg. Valorar cambiar oxigenador si >100 mmHg.
- **Flujo de gas (lpm):** relación 1:1 o 2:1, máxima de 3:1 (no superando los 10 l de gas) con respecto al flujo de sangre.
- **FiO2 oxigenador:** inicialmente 100% y después ajustar según pO2 si es necesario y si disponemos de caudalímetro.
- Tª de la sangre a la salida del oxigenador: generalmente 36- 37°C.

## Control de correcta colocación del ECMO

- COMPROBAR LA CORRECTA COLOCACIÓN DE LAS CÁNULAS MEDIANTE RX DE TÓRAX O ECOGRAFÍA TRANSTORÁCICA.

- **COMPROBAR ADECUADA PERFUSIÓN DE CUELLO Y EXTREMIDAD INFERIOR, palpando pulsos de MMII c/2h.**
- **ASEGURAR LAS CÁNULAS REALIZANDO UNA CORRECTA FIJACIÓN PARA EVITAR ACODAMIENTOS O DECANULACIÓN ACCIDENTAL.** Cuando se produce una canulación yugular, fijar la tubuladura del sistema a la cabeza del paciente con un vendaje: **NO DEJAR QUE EL PESO DE LA TUBULADURA EJERZA TRACCIÓN SOBRE LA CÁNULA.** Se recomienda el uso de la grúa medular para la movilización del paciente, evitando acodamientos que provoquen alteraciones del flujo.
- **EXTREMAR EL CUIDADO EN LAS MOVILIZACIONES DEL PACIENTE.**
- Si la SatO<sub>2</sub> no es adecuada con un flujo razonable en el circuito (3-6 l/min) o si unas rpm > 4000 no consiguen flujos sanguíneos suficientes (3-4 l/min), se debe explorar la correcta posición de las cánulas buscando malposición o recirculación.

## Normas generales de seguridad

- **EVITAR LA MANIPULACIÓN DE LOS PUERTOS DE LA LÍNEA DE DRENAJE ENTRE EL PACIENTE Y LA BOMBA** (zona de alta presión negativa con riesgo elevado de entrada de aire).
- **NO TAPAR LA SALIDA DE CO<sub>2</sub> DEL OXIGENADOR.**
- **SUSPENDER EL FLUJO DE GAS SI SE SUSPENDE EL FLUJO DE LA BOMBA.**
- **AJUSTAR PARÁMETROS VENTILATORIOS DE EMERGENCIA ANTE CUALQUIER COMPLICACIÓN GRAVE.**

## Cuidados generales del paciente

### 1. Control hemodinámico

- **REGISTRAR LOS PARÁMETROS HEMODINÁMICOS CADA HORA**

El sistema **V-V ECMO** no ofrece soporte cardiaco, por lo que contaremos sólo con la función cardiaca nativa del paciente. Sin embargo, la entrada de ECMO puede producir alteraciones cardiovasculares que debemos conocer:

- *Empeoramiento hemodinámico*, que puede precisar de inicio o aumento del soporte vasoactivo y expansión volumétrica con sueroterapia y/o hemoderivados:

-hipotensión y bajo gasto debido a hipovolemia por sangrado por los puntos de punción o por la anticoagulación.

-hipovolemia por aumento de la capacitancia del circuito extracorpóreo.

-hemodilución por el líquido de purgado.

-vasodilatación producida por la respuesta inflamatoria sistémica que tiene lugar tras el contacto de la sangre con el circuito extracorpóreo.

-*Mejoría hemodinámica*, que permite en muchas ocasiones disminuir o retirar el soporte vasoactivo:

-al entrar en ECMO y cambiar los parámetros ventilatorios a “pulmón de reposo” con disminución del volumen corriente y las presiones en vía aérea, se disminuye la presión intratorácica, aumentando el retorno venoso al corazón y mejorando el gasto cardíaco.

-*Mejoría de la oxigenación*:

-a la circulación pulmonar: disminuye la vasoconstricción producida por la hipoxia previa, mejorando el flujo sanguíneo al corazón y el gasto cardíaco.

-al corazón (coronarias) con aumento de la contractilidad miocárdica y el gasto cardíaco.

**Los objetivos hemodinámicos que debemos conseguir durante la asistencia con ECMO son:**

- **Flujo inicial del ECMO: 50- 80 ml/kg/min**
- **Presión arterial media (PAM)  $\geq$  65 mmHg**
- **Índice cardíaco (IC)  $\geq$  2,5 l/min/m<sup>2</sup>**
- **Presión de enclavamiento de arteria pulmonar (PCP) 8- 14 mmHg**
- **Presión venosa central (PVC) 8- 10 mm Hg**
- **Diuresis  $>0,5$  ml/kg/h**

## **2. Control de la ventilación mecánica**

- **REGISTRAR FiO<sub>2</sub> DEL RESPIRADOR Y DEL ECMO CADA 2 HORAS Y SIEMPRE QUE SE PRODUZCAN CAMBIOS.**
- **REGISTRAR FLUJO DE AIRE DEL CAUDALÍMETRO DEL ECMO CADA 2 HORAS Y SIEMPRE QUE SE PRODUZCAN CAMBIOS.**
- **REGISTRAR LOS PARÁMETROS DEL RESPIRADOR CADA 2 HORAS Y SIEMPRE QUE SE PRODUZCAN CAMBIOS.**
- **REALIZAR CONTROLES GASOMÉTRICOS SEGÚN PRESCRIPCIÓN MÉDICA Y REGISTRAR.**

El flujo sanguíneo extracorpóreo durante la **V-V ECMO** debe mantenerse lo más elevado posible para optimizar la liberación de oxígeno.

Una vez iniciado el sistema ECMO, el médico ajustará los parámetros ventilatorios del paciente, los parámetros del mezclador de gases del ECMO y el flujo de la bomba guiándose

por **control gasométrico del paciente y pre- post oxigenador, así como sat O2 y pCO2 continuas** por pulsioximetría y capnografía respectivamente.

El sistema ECMO permite una adecuada oxigenación sanguínea sin someter al pulmón a elevadas concentraciones de oxígeno, volúmenes corrientes, presiones en vía aérea o PEEP. El objetivo es **mantener un “pulmón de reposo” con bajas presiones y ventilación minuto**, evitando el barotrauma, volutrauma y atelectrauma asociados a la ventilación mecánica.

Se puede utilizar ventilación controlada por presión o por volumen, aunque generalmente usaremos la primera.

Hay que tener en cuenta que tras la entrada en ECMO suele producirse un empeoramiento radiológico los primeros días por las siguientes causas:

- Colapso alveolar tras disminuir la ventilación minuto y la presión en vía aérea.
- Edema pulmonar por aumento de la permeabilidad vascular en relación con la respuesta inflamatoria sistémica que tiene lugar al contactar la sangre con material extraño.

#### **Formas de monitorizar la oxigenación del paciente:**

- **SaO<sub>2</sub> (de sangre extraída del catéter arterial):** es el resultado de la mezcla en el sistema arterial de la sangre hiperoxigenada proveniente de la ECMO con la sangre que no ha atravesado la ECMO y sólo ha atravesado la circulación pulmonar.
- **SvdO<sub>2</sub> (sat. Venosa de drenaje pre- oxigenador):** refleja el consumo de oxígeno y estará influenciada por el grado de recirculación. **Debe ser  $\leq 70\%$** , si es superior sugeriría recirculación de la sangre entre ambas cánulas.
- **SarO<sub>2</sub> (sat. Arterial de retorno post- oxigenador):** refleja la saturación de la sangre por la membrana. **Habitualmente la SatO<sub>2</sub> a la salida de la membrana será del 100% con una pO<sub>2</sub> > 300 mmHg.**
- **Diferencia pO<sub>2</sub> o SatO<sub>2</sub> pre- post oxigenador:** refleja el grado de oxigenación / función de la membrana. No influenciada por la función pulmonar nativa.

#### **Objetivos respiratorios** a lograr:

- **SaO<sub>2</sub>: >80- 85%**, SI LA FUNCIÓN PULMONAR NATIVA ES NULA. Normalmente el paciente mantendrá cierta función pulmonar y la SaO<sub>2</sub> será mayor.
- **PaO<sub>2</sub> > 60 mm Hg**
- **Pa CO<sub>2</sub> 35 – 45 mm Hg**
- **pH 7, 35- 7, 45**

La mejoría de la radiografía de tórax, de la distensibilidad pulmonar y de la saturación arterial de oxihemoglobina, junto con el aumento de la diferencia de saturación de oxígeno entre la sangre en aorta y aurícula derecha o arteria pulmonar, indicarán que el pulmón se está recuperando.

### 3. Control de la coagulación

- VIGILAR SANGRADO POR ZONAS DE PUNCIÓN DE LAS CÁNULAS.
- VIGILAR LA PRESENCIA DE COÁGULOS O FIBRINA EN EL SISTEMA Y EN EL OXIGENADOR.

Todos los pacientes en los que se implanta el ECMO deben estar anticoagulados dada la trombogénicidad de las cánulas, el circuito y la membrana del oxigenador.

En circuitos heparinizados la **dosis de inducción es 1- 1,5 mgr/kg** de heparina no fraccionada.

Posteriormente, **iniciar perfusión de heparina sódica.**

Modificar con el objetivo de **mantener el tiempo de coagulación activado (ACT) en una muestra de sangre del paciente mediante el sistema Hemochron entre 160- 180 segundos,** para ello desechar los primeros 10 cc, y extraer la muestra válida que será de 1cc de sangre. El ACT deseado varía según el flujo del ECMO (a más flujo menos necesidad de anticoagulación) y la presencia o no de complicaciones hemorrágicas en el paciente.

Se debe realizar un **seguimiento individualizado y continuo cada 2 horas, si fuera necesario, realizar cada hora.**

ACT	MODIFICACIÓN DE HEPARINA
< 130	Bolo de 1000 u y aumento de la infusión en 200 u/ hora
130- 150	Aumentar infusión en 100 u/h
150- 180	Sin cambios
180- 200	Disminuir infusión en 100 u/h
200- 250	Disminuir infusión en 200 u /h
>250	Parar la infusión 1 hora, reiniciar cuando el ACT sea <200, a 300 u/h menos de la dosis original.

Ajustar la anticoagulación a las circunstancias concretas de cada paciente en cada momento:

- En el momento del destete de ECMO ha de tenerse especial atención a la anticoagulación, ya que al proporcionar flujos menores se ha de mantener al paciente más anticoagulado; **ante flujos de bomba inferiores a 1,5 l/min, el ACT debe ser superior a 200 s. Hay menor coagulación del sistema manejando flujos más altos.**

Si los niveles de ACT son estables en las primeras 24 horas, se puede optar por medir anticoagulación mediante aPTT en los días sucesivos, con un objetivo entre 55 y 75 segundos.

#### 4. Control de parámetros sanguíneos

- **EXTRAER ANALÍTICAS SEGÚN PRESCRIPCIÓN MÉDICA Y REGISTRAR.**

Existe un continuo consumo de células sanguíneas debido a:

- Hemorragia en las zonas quirúrgicas por la anticoagulación necesaria durante el soporte ECMO.
- Las altas presiones, tanto negativas como positivas, a que es sometida la sangre en el circuito ECMO.
- La exposición a superficies extrañas en el circuito ECMO

Esto obliga a un riguroso control de:

- **hematocrito > 30%**
- **las plaquetas  $\geq 100.000/ \text{mm}^3$** , aunque siempre que no exista sangrado, es preferible mantener al paciente con plaquetopenia para aumentar la duración del oxigenador.

Hay que **descartar diariamente la aparición de hemólisis**, mediante la determinación de:

- **bilirrubina sérica total**
- **lactato deshidrogenasa**
- la valoración de **presencia de esquistocitos** (presencia de hematíes fragmentados en el frotis sanguíneo)

#### 5. Control renal

- **VALORAR DIURESIS CADA HORA.**

Es posible que el paciente presente fracaso renal agudo oligúrico tras la entrada en ECMO por la respuesta inflamatoria sistémica que tiene lugar, con liberación de mediadores inflamatorios y microtrombosis que deterioran el parénquima y flujo renal.

#### 6. Control neurológico

- **VALORACIÓN NEUROLÓGICA CADA 2 HORAS.**

El paciente con ECMO puede presentar complicaciones neurológicas de etiología isquémica, embólica y hemorrágica.

## **7. Valoración del dolor**

## **8. Apoyo a la familia del paciente con ECMO**

## **9. Control infeccioso**

- **TOMAR Tª CADA 2 HORAS**, aunque la fiebre puede quedar enmascarada por el uso de circulación extracorpórea.
- **VALORAR SIGNOS DE INESTABILIDAD HEMODINÁMICA (TAQUICARDIA, HIPOTENSIÓN)**
- **VALORAR OTROS DATOS: SECRECIONES PURULENTAS, SIGNOS DE INFECCIÓN EN EL PUNTO DE INSERCIÓN DE LAS CÁNULAS, SEDIMENTO PATOLÓGICO...**
- **EXTRACCIÓN DE CULTIVOS DE VIGILANCIA SEGÚN PRESCRIPCIÓN MÉDICA Y ANTE SOSPECHA DE INFECCIÓN.**
- **ADMINISTRAR ANTIBIOTERAPIA PROFILÁCTICA SEGÚN PRESCRIPCIÓN MÉDICA.**
- **APLICAR PROTOCOLO PARA LA PREVENCIÓN DE LA NEUMONÍA ASOCIADA A LA VENTILACIÓN MECÁNICA.**
- **APLICAR PROTOCOLO DE PREVENCIÓN DE LA INFECCIÓN URINARIA RELACIONADA CON EL SONDAJE VESICAL.**
- **APLICAR PROTOCOLO DE PREVENCIÓN DE LA INFECCIÓN RELACIONADA CON EL CATÉTER INTRAVASCULAR.**
- **CUIDADOS DE LA ZONA DE INSERCIÓN DE LAS CÁNULAS:**
  - Lavado de manos antes y después de cambiar el apósito.
  - Utilizar técnica estéril para curar las zonas de inserción de las cánulas.
  - Cubrir con apósito estéril evitando que la zona de pegamento del apósito esté en contacto con las cánulas.
  - Cambiar el apósito cada 48 horas y siempre que precise.

## TRANSPORTE DEL PACIENTE

\* Si no es posible el traslado de la consola donde está todo integrado por falta de espacio, entonces, se procedería de 2 formas posibles, en la elección de una u otra se tiene en cuenta la duración del traslado.

1. Traslado de breve duración en el que se puede prescindir de la monitorización de presiones y flujo, SÓLO NOS INFORMA DE LAS RPM; por ejemplo: traslado de la unidad de cuidados intensivos a quirófano, de la unidad de cuidados intensivos a radiología, es decir, para traslados INTRAHOSPITALARIOS.

### \* QUITAR LAS ALARMAS DE FLUJO Y P1

- 1) Apagar y retirar el calentador; es necesario una palangana para vaciar el agua contenido en las tubuladuras.
- 2) Quitar el sensor de flujo. Sonará una alarma que nos avisa de que se está retirando.
- 3) Quitar transductores de presión.
- 4) Extraer una de las 2 baterías de su ubicación habitual, será la que se va a usar para realizar el traslado.
- 5) Coger el motor de reserva y conectarlo a la batería, **haciendo coincidir el punto rojo de la batería con el del cable**. Se enciende, emite un sonido, pero el motor está parado.
- 6) Disminuir a 1500 rpm.
- 7) Pinzar la línea de retorno al paciente porque la bomba va a estar parada unos segundos en el cambio de motor.
- 8) Pinzar la línea de drenaje.
- 9) Parar la bomba.
- 10) Cambiar la bomba del motor de la consola al motor de reserva.



Inicio de bombeo (después de un tiempo de reserva (tarda unos segundos), subiendo las rpm a

- 12) Desciampar la línea de drenaje y de entrada al paciente.
- 13) Alcanzar las rpm que tenía programadas previamente: **SÓLO NOS VA A INFORMAR DE LAS RPM.**
- 14) Colocar el motor cuidadosamente sobre la cama evitando acodaduras de las líneas.
- 15) Colocar el oxigenador cuidadosamente sobre la cama manteniendo la posición vertical y no taponando la salida de gas.
- 16) Conectar a una bala de oxígeno con manómetro, conectando además el respirador de transporte.
- 17) Llevar la 2ª batería.

\* Si se va a trasladar a quirófano, donde le colocarán la consola de nuevo para un mejor control, serán necesarios 3 celadores de quirófano para el traslado; 2 trasladarán al paciente y 1 la consola.

2. Traslado de mayor duración en el que se precisa tener información del flujo y de las presiones, además de las rpm; por ejemplo en traslados INTERHOSPITALARIOS (en nuestro hospital todavía no se puede realizar hasta la adquisición de una pieza que permita que todo vaya unido)

- 1) Apagar y retirar el calentador; es necesario una palangana para vaciar el agua contenido en la stubuladuras.
- 2) Retirar transductores depresiones del la consola y colocarlas sobre el paciente.
- 3) Colocar el Sensor Box en la parte trasera de la pantalla.



Enganchar el Sensor Box

- 4) Colocar la pantalla cuidadosamente encima de la cama del paciente, para ello tirar del tornillo que la mantiene unida a la consola hacia afuera.
- 5) Separar de la consola el brazo articulado que mantiene el motor (atención: ¡pesa bastante!) y colocarlo cuidadosamente sobre la cama evitando acodaduras de las líneas.
- 6) Colocar el oxigenador cuidadosamente sobre la cama manteniendo la posición vertical y no taponando la salida de gas.
- 7) Conectar a una bala de oxígeno con manómetro.
- 8) Retirar el enchufe que lo mantiene el suministro, entrarán en funcionamiento las baterías. Asegurarse de llevar el cable de alimentación para poder conectar a la red

En ambos casos **LLEVAR SIEMPRE LOS 2 CLAMPS.**

## DESTETE DE LA TERAPIA Y DESCONEXIÓN

La ECMO VV se retira paulatinamente según se aprecia una mejoría de la función pulmonar nativa.

Signos sugerentes de mejoría pulmonar en ausencia de descenso del soporte extracorpóreo son:

- la mejoría radiológica del infiltrado pulmonar
- la mejoría de la distensibilidad toracopulmonar
- la mejoría de la oxigenación a igualdad de prestaciones de la membrana y del ventilador
- el descenso de las presiones arteriales pulmonares

Cuando aparecen algunos de estos signos, se efectúan ensayos de retirada del soporte extracorpóreo.

Hay 2 formas posibles de destete:

- **Disminuir el flujo de sangre**, pero **es aconsejable que no sea < 2l para evitar problemas de coagulación.**
- **Disminuir el aporte de oxígeno**, pero **nunca poner a 0** para evitar que por el gradiente de presión se lesione la membrana, **por lo menos dejar a 1 l de gas.** Lo ideal sería disponer de un mezclador de aire- oxígeno que permitiera disminuir el aporte de oxígeno y aumentar el de aire.

Para la prueba del destete:

- Cambiar el respirador a parámetros ventilatorios mínimos:
  - FiO<sub>2</sub> 0,4- 0,6
  - Ppico 25- 30; Pmeseta < 25 cm H<sub>2</sub>O
  - PEEP 5- 10
  - FR 15- 20
- Disminución progresiva del soporte respiratorio del ECMO, asegurando una correcta oxigenación y ventilación del paciente con monitorización continua de la SaO<sub>2</sub> /pCO<sub>2</sub> y controles gasométricos frecuentes.
- Asegurar una correcta oxigenación y ventilación del paciente, así como estabilidad clínica, durante al menos 2- 3 horas, momento en el que se procederá a la retirada del sistema ECMO.

Tras la comprobación de la tolerancia a la retirada de la oxigenación extracorpórea, se procede a la desconexión del sistema y a la decanulación (lo que suele exigir cierta sedación del paciente), previa interrupción de la anticoagulación en la hora previa (opcionalmente se puede revertir la anticoagulación con sulfato de protamina).

En general, se considera que 2-4 horas de suspensión de la terapia con éxito son suficientes para su retirada.

## **SALIDA URGENTE DE ECMO**

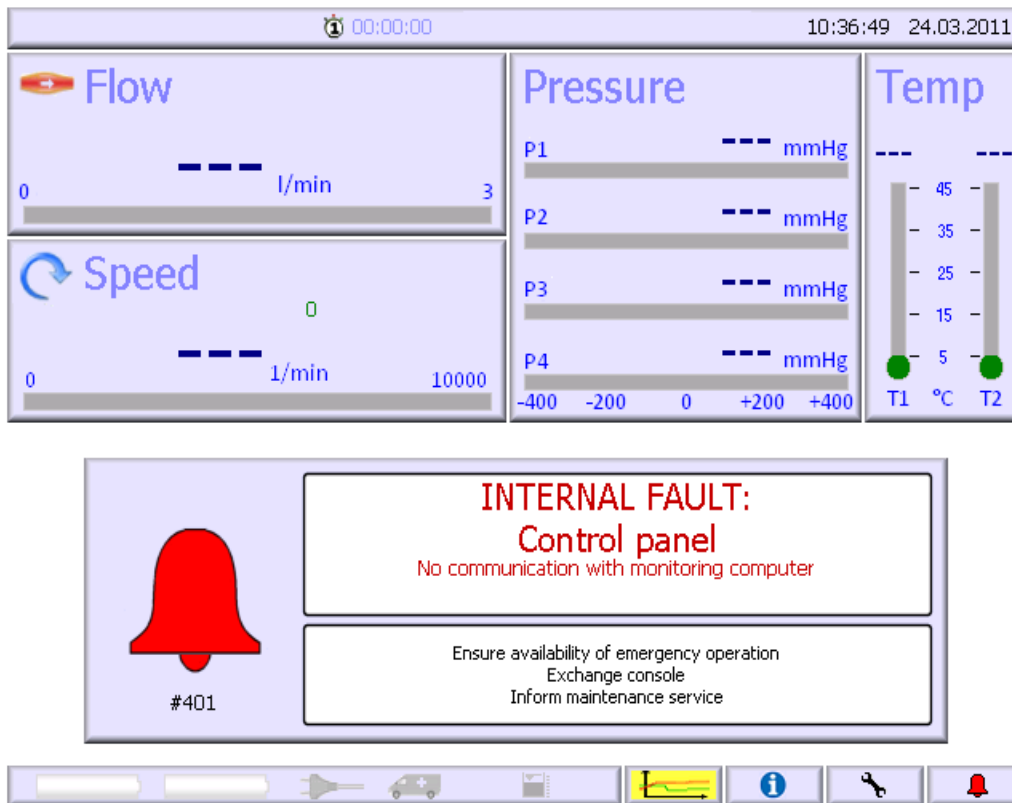
Ante cualquier complicación que requiera la salida urgente de la asistencia seguiremos las siguientes indicaciones:

- **DISMINUIR LA BOMBA A 1500 RPM.**
- **CLAMPAR CÁNULA Y LÍNEA DE RETORNO.**
- **CLAMPAR CÁNULA Y LÍNEA DE DRENAJE.**
- **PARAR LA BOMBA.**
- **CAMBIAR EL RESPIRADOR A PARÁMETROS VENTILATORIOS DE EMERGENCIA.**
- **VALORAR LA NECESIDAD DE SOBRECARGA DE VOLUMEN, DROGAS VASOACTIVAS O TRANSFUSIÓN DE HEMODERIVADOS.**
- **VALORAR RESOLVER EL PROBLEMA, CAMBIAR EL CIRCUITO COMPLETO O DEJAR AL PACIENTE SIN ASISTENCIA SI LO TOLERA ACEPTABLEMENTE.**

## **COMPLICACIONES DEL SISTEMA**

### **Modo de emergencia**

- Aparece el siguiente mensaje en la pantalla: en este modo de emergencia LA PANTALLA NO PUEDE USARSE PARA MANEJAR EL SISTEMA.
- EL SISTEMA SÓLO PUEDE MANEJARSE DESDE EL MOTOR, tendríamos que subir las rpm desde el motor; si no me dejara indicaría que tengo fallo también del suministro, en cuyo caso conectaría a una batería.
- Cambiar la consola lo más rápidamente posible por otra que funcione correctamente.



**Motor conectado a una batería en una situación de emergencia**



- Si se produce un fallo en uno o más módulos el sistema de reserva puede entrar en funcionamiento para mantener el bombeo hasta que se pueda solucionar el problema.

## Decanulación

### Causas:

- Aflojamiento/rotura de las suturas de las cánulas, permitiendo el desplazamiento de las mismas y su salida (principalmente en vía venosa yugular al ser de menor longitud intravascular y estar insertada en una zona de mayor movilidad).
- Tensión por movilización del paciente con salida de la cánula.

### Consecuencias:

- Desangramiento del paciente.
- Entrada de aire en el circuito o el paciente si se sale la cánula de drenaje por la presión negativa ejercida por la bomba.
- Hipoxemia (dependiendo de la función pulmonar nativa).
- Inestabilidad hemodinámica (dependiendo de la pérdida sanguínea y la función cardíaca nativa).
- Embolismo pulmonar aéreo.

### Actuación:

- HACER PRESIÓN SOBRE EL VASO CANULADO PARA EVITAR DESANGRADO.
- CLAMPAR EL CIRCUITO PRÓXIMO A LA CÁNULA DESCONECTADA.
- CLAMPAR LA CÁNULA QUE PERMANEZCA BIEN COLOCADA.
- PARAR LA BOMBA.
- CAMBIAR A PARÁMETROS VENTILATORIOS DE EMERGENCIA.
- COLOCAR EN TRENDELEMBURG.
- SUSPENDER HEPARINA.

**Prevención:**

- REALIZAR UNA CORRECTA FIJACIÓN DE TODAS LAS CÁNULAS.
- VIGILAR DIARIAMENTE ESTA FIJACIÓN.
- EXTREMAR EL CUIDADO EN LAS MOVILIZACIONES DEL PACIENTE.

## **Entrada de aire en el circuito**

**Causas:**

- Línea de drenaje:
  - Malposición de la cánula de drenaje venoso (agujeros en la punta y los laterales)
  - Decanulación
  - Ruptura de la línea de drenaje
  - Obstrucción por acodamiento /trombo de la cánula o línea de drenaje

La presión negativa ejercida por la bomba aspirará aire al interior del circuito.

- Oxigenador y línea de retorno:
  - Ruptura de la membrana oxigenadora (por obstrucción por trombo en el compartimento sanguíneo intramembrana o línea de retorno , o acodamiento de la línea de retorno, con aumento de la presión retrógrada y ruptura de la membrana): la sangre entra en el compartimento de gas y se dirige progresivamente a la salida de gas/CO<sub>2</sub> del oxigenador, donde puede salir goteando o acumularse y formar un coágulo. El coágulo puede llegar a obstruir la salida de gas aumentando la presión retrógradamente en dicho compartimento. Cuando la presión del gas sobrepasa la de la sangre se rompe de nuevo la membrana y éste pasará al compartimento sanguíneo y posteriormente saldrá por la línea de retorno hacia el paciente.

- Oclusión de la salida de gas /CO<sub>2</sub> del oxigenador: aumento de presión retrógradamente, con presión del gas superior a la del flujo de sangre a través de la membrana oxigenadora., pasando aire al compartimento sanguíneo por ruptura de la membrana o por sobresaturación de la sangre con creación de burbujas de gas.
  - Sobresaturación o aumento significativo de la pO<sub>2</sub> en la sangre (por aumento del flujo/presión del gas por encima de la presión de la sangre, o si dejamos flujo de gas con la bomba parada): creación de burbujas de gas.
- Entrada de aire en el circuito por desajuste de las llaves de tres pasos.

#### Consecuencias:

- Hipoxemia
- Inestabilidad hemodinámica
- Embolismo aéreo- pulmonar

#### Actuación:

- **EXAMINAR EL CIRCUITO PARA DETECTAR EL PUNTO DE ENTRADA DE AIRE Y SOLUCIONARLO, por ejemplo, ajustando las llaves de tres pasos.**

Generalmente va a implicar el cambio de todo el material fungible, salvo en ocasiones muy claras, donde la burbuja se pueda conducir a un puerto de salida por donde se pueda aspirar con una jeringa (por ejemplo, que se desplace hacia P2 en el oxigenador)

- **SI NO ES POSIBLE EXTRAER EL AIRE, CLAMPAR LA LÍNEA DE RETORNO (LO MÁS CERCANO POSIBLE AL PACIENTE) PARA EVITAR QUE ENTRE EN EL PACIENTE**
- **CAMBIAR A PARÁMETROS VENTILATORIOS DE EMERGENCIA**
- **TRENDELEMBURG**
- **CLAMPAR LA LÍNEA DE DRENAJE Y PARAR LA BOMBA**

#### Prevención:

- COMPROBAR LA CORRECTA FIJACIÓN DE LAS CÁNULAS.
- COMPROBAR EL ADECUADO PURGADO DE LAS PRESIONES INTRACIRCUITO Y AJUSTE DE LAS LLAVES DE 3 PASOS.
- EVITAR EXCESIVA OXIGENACIÓN DE LA SANGRE: pO<sub>2</sub> post- oxigenador < 600 mmhg.
- COMPROBAR QUE POR LA SALIDA DE GAS DEL OXIGENADOR NO SE DETECTE SANGRE (sí pueden verse gotas de vapor de agua).

## Disfunción de la bomba

### Causas:

- Presencia de coágulos.
- Contacto accidental con la bomba.
- Fallo eléctrico del motor o la batería.

### Consecuencias:

- Variaciones en el flujo o necesidad de flujos elevados para una correcta asistencia del paciente, y por lo tanto altas revoluciones de la bomba.
- Hipoxia/ hipercapnia.
- Hemólisis.

### Actuación:

- Cambiar a parámetros ventilatorios de emergencia y examinar el circuito.
- Descartar siempre un fallo del retorno venoso:
  - Hipovolemia: el médico disminuirá las rpm y valorará la expansión con volumen si las presiones de llenado lo permiten (PVC).
  - Acodadura o mala posición de las cánulas/tubuladuras: revisar y el médico valorará realizar una Rx y/o ECO.
  - Resistencias vasculares sistémicas elevadas
  - Problema del tamaño de cánula
- Si presenta coágulos: cambiar el sistema.
- Si la bomba está mal posicionada:
  - Clampar en la línea de retorno
  - Parar la bomba
  - Clampar en la línea de drenaje
  - Reposicionar la bomba
  - Iniciar la bomba a 1500 rpm y desclampar el circuito
  - Alcanzar gradualmente las rpm hasta alcanzar los parámetros previos.
- Si falla el motor eléctrico:
  - Clampar en la línea de retorno al paciente.
  - Parar la bomba
  - Clampar en la línea de drenaje
  - Colocar la bomba en el motor auxiliar
  - Conectar el cable del nuevo motor al Sensor Box
  - Iniciar el flujo a 1500 rpm y aumentar gradualmente hasta alcanzar los parámetros previos.

### Prevención

- Colocar la bomba en una posición con riesgo mínimo de contacto con otros dispositivos.
- Vigilar la aparición de trombos en el circuito.
- Vigilar variaciones en el flujo sin causa aparente.

## **Fallo del oxigenador**

### **Causas**

- Trombos y depósitos de fibrina en su interior, generalmente debidos a:
  - Deterioro del oxigenador con el paso del tiempo (no suele suceder antes de los 15 días tras su colocación).
  - Descenso o inadecuado control de la anticoagulación.
- Ruptura de la membrana
- Obstrucción de la salida de CO<sub>2</sub>
- Rotura del calentador

### **Consecuencias**

- Reducción de la PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> progresivamente hasta niveles <150.
- Disminución de la pO<sub>2</sub> y aumento de la pCO<sub>2</sub> sin causa clínica aparente. Aumento de la necesidad de flujo de gas para mantener pCO<sub>2</sub> normal.
- Aumento de la presión pre- oxigenador o del gradiente pre- post oxigenador con presión post- oxigenador disminuida/constante.
- Hemólisis

### **Actuación**

- Aumentar FiO<sub>2</sub> y ventilación en el respirador según gasometría.
- Cambio del sistema

### **Prevención**

- Vigilar diariamente la aparición de trombos y depósitos de fibrina.
- Vigilar presiones del ECMO.
- Vigilar pO<sub>2</sub> y pCO<sub>2</sub> pre y post- oxigenador.

## **Salida de líquido por el orificio de salida de CO<sub>2</sub>**

Es normal que salga vapor de agua. Si esto ocurre podemos realizar un barrido de gas.

Si hay duda si el líquido es vapor de agua o plasma, se realizará una determinación con tira reactiva urinaria para determinar la existencia de proteínas.

Si hay salida de plasma hay que cambiar el sistema.

## Recirculación

La recirculación se define como la porción de sangre que sale de la cánula de reinfusión y retorna inmediatamente al ECMO por la cánula de drenaje sin llegar a pasar por la circulación normal del paciente (el corazón).

En el ECMO V-V todos los pacientes tendrán algún grado de recirculación, que se estima en un 30%.

Una recirculación significativa se detectará por:

- Aumento de la saturación venosa de drenaje pre- oxigenador ( $SvdO_2 > 75-80\%$ ).
- Disminución de la saturación arterial del paciente.
- Color de la sangre de drenaje o pre- oxigenador parecido al de la sangre de infusión o post- oxigenador, es decir, roja al estar oxigenada.

Posibles causas:

1. **Posición de las cánulas:** la punta de las cánulas de drenaje y entrada están demasiado cercanas. Para evitarlo tiene que haber una distancia de 15 cm.
2. **Flujo de la bomba:** a mayor flujo de la bomba se crea mayor presión negativa en la cánula de drenaje y por lo tanto se produce una mayor recirculación.
3. **Gasto cardíaco:** a menor gasto cardíaco se produce una mayor recirculación, ya que disminuye la movilización de sangre oxigenada reinfundida en la aurícula derecha hacia el corazón y por lo tanto aumenta la proporción de sangre oxigenada que recoge la cánula de drenaje.
4. **Tamaño/volumen de la aurícula derecha:** a menor volumen de la aurícula derecha se produce mayor recirculación, ya que es más probable que la sangre oxigenada retorne a la cánula de drenaje

## ANEXO 1: LISTA DE VERIFICACIÓN PREIMPLANTACIÓN DE ECMO

<b>Información del paciente</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Consentimiento informado</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Sistema ECMO, cánulas y caja quirúrgica</b>		
--- 2 clamps para cánulas	<b>Sí</b>	<b>No</b>
--- Comprobar presencia de baterías y carga	<b>Sí</b>	<b>No</b>
--- Comprobar presencia de motor de reserva	<b>Sí</b>	<b>No</b>
--- Comprobar flujómetro: posición, calibración	<b>Sí</b>	<b>No</b>
--- Comprobar presiones: calibración	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>2 jeringas (100 ml ss + 1000 ui heparina)</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Bolo de heparina</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Perfusión de heparina</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>ACT</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Gasometría arterial</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Analítica</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Pruebas cruzadas</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>

<b>Nutrición enteral retirada</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
<b>Alargadera para medicación</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) Guidelines. 2009. En [www.elseo.org](http://www.elseo.org)

Haft, J; Bartlett, R.(2013).”Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in adults” en *UpToDate*.<<http://www.uptodate.com/contents/extracorporeal-membrane-oxygenation-ecmo-in-adults-2014>>[Consulta: Octubre,2013]

Hernando Redondo, S et al. *Oxigenador de membrana extracorpórea (ECMO)*. Protocolo de Enfermería. Valencia: Servicio de Medicina Intensiva Hospital Universitario La Fe.

Moneo González, A. (2014).*Oxigenación de membrana extracorpórea (ECMO) como soporte respiratorio (ECMO veno- venosa)*. Protocolo de Medicina Intensiva. Madrid: Hospital clínico San Carlos.

Muñoz González, J. (2014).*Oxigenador de membrana extracorpórea (ECMO) en adultos con insuficiencia respiratoria aguda grave*. Tesis. Madrid: Universidad Complutense de Madrid

Sidebotham , D et al.”Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adults: Practical Aspects of Circuits, cannulae, and Procedures” en *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2012; vol 26,nº 5,p 893- 909.

*User guide iLA Active® Console* (2011).Manual de funcionamiento. Alemania.

