



Lorena Carballo Rodriguez. Mayte Garcia Maellas.  
Hospital Universitario "12 de Octubre".

# ECMO ADULTOS.

# INTRODUCCIÓN.

## EXTRA- CORPOREAL MEMBRANE OXIGENATION

- El ECMO es una asistencia extracorpórea con oxigenación de membrana, es un sistema de soporte cardiaco y/o pulmonar, usado en pacientes incapaces de mantener una adecuada oxigenación y perfusión tisular

# INTRODUCCIÓN

- 1953: Circulación extracorpórea (Gibbon).
- 1965: Membrana de oxigenación (Clones).
- 1972: Hill y cols. Consiguen aplicar con éxito un sistema artificial de oxigenación de la sangre extracorporalmente durante un periodo de tiempo prolongado.
- 1975: Robert Bartlett consiguió que sobreviviera el primer paciente neonatal gracias al empleo de ECMO.

# INTRODUCCIÓN.

- ECMO es una terapia de soporte cardio/respiratorio bien establecida en población pediátrica.
- ECMO es menos usado en adultos, en este grupo ha presentado una supervivencia global inferior.

**Table 1. Cumulative Outcome From Extracorporeal Life Support (1985-January 2008) Reported by the ELSO<sup>1</sup>**

	Total Patients	Survived ECLS (%)	Survived to Discharge or Transfer (%)
<b>Neonatal (&lt;1 year)</b>			
Respiratory	21,916	85	76
Cardiac	3,266	58	38
ECPR	354	63	38
<b>Pediatric (1-16 years)</b>			
Respiratory	3,693	64	56
Cardiac	4,036	61	45
ECPR	691	51	39
<b>Adult (&gt;16 years)</b>			
Respiratory	1,416	59	51
Cardiac	825	46	33
ECPR	269	36	26

Abbreviation: ECLS, extracorporeal life support; ELSO, Extracorporeal Life Support Organization; ECPR, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation.

# INTRODUCCIÓN.

- ¿Por qué usar ECMO en adultos?
  1. Mejoras tecnológicas en los circuitos y oxigenadores que permiten mantener el soporte con ECMO mas tiempo y con mayor seguridad.
  2. Series de casos recientes y 1 ensayo aleatorizado (CESAR trial) han mostrado alta tasa de supervivencia en pacientes adecuadamente seleccionados.
  3. Reciente pandemia por virus influenza H1N1 ponen de manifiesto la necesidad de este tipo de tecnologías para la pequeña pero constante proporción de pacientes que desarrollan SDRA.

# INDICACIONES DE ECMO EN ADULTOS. ASISTENCIA RESPIRATORIA.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

## ■ SDRA:

- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$  ( $\leq 26,7 \text{ kPa}$ ).
- Infiltrado pulmonar bilateral en la radiografía de tórax.
- Presiones de aurícula izquierda No elevadas.

La mayoría de ECMO para apoyo respiratorio se implantan en pacientes con Síndrome de Distress Respiratorio Agudo (SDRA).

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

**Table 2. Clinical Disorders Associated With the Development of ARDS<sup>11</sup>**

Direct Lung Injury	Indirect Lung Injury
<b>Common causes</b>	<b>Common causes</b>
Pneumonia	Sepsis
Aspiration of gastric contents	Severe trauma with shock and multiple blood product transfusions
<b>Less common causes</b>	<b>Less common causes</b>
Pulmonary contusion	Cardiopulmonary bypass
Fat emboli	Drug overdose
Near drowning	Pancreatitis
Inhalation injury	Transfusion-related acute lung injury
Reperfusion injury after lung transplantation or pulmonary embolectomy	

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Existe una proporción de pacientes con SDRA severo quienes, a pesar de tratamiento convencional óptimo, evolucionan con progresivo fallo respiratorio (o cardio-respiratorio) y mueren, incluso aunque su enfermedad pulmonar subyacente sea potencialmente reversible. Es en estas circunstancias cuando el ECMO proporciona un periodo de soporte respiratorio, y cardiaco si fuera necesario, que permite reposo pulmonar facilitando su recuperación.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Evaluación de la severidad del fallo respiratorio:
  - Murray Score 2-3: Mortalidad 50%
  - Murray Score > 3: Mortalidad 80%

**Table 3. Calculation of the Murray Score<sup>22</sup>**

---

PaO<sub>2</sub>/F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> (mmHg): ≥300 = 0; 225-299 = 1; 175-224 = 2; and 100-174 = 4

PEEP (cmH<sub>2</sub>O): ≤5 = 0; 6-8 = 1; 9-11 = 2; 12-14 = 3; and ≥15 = 4

Lung compliance (mL/cm H<sub>2</sub>O), calculated as TV/PIP-PEEP: >80 = 0; 60-79 = 1; 40-50 = 2; 20-39 = 3; ≤ = 4

Quadrants infiltrated on chest radiograph: normal = 0; 1 point per quadrant infiltrated

---

Abbreviations: TV, tidal volume; PIP, peak inspiratory pressure.

Abbreviations: TV, tidal volume; PIP, peak inspiratory pressure.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Debe ser considerado como soporte respiratorio en pacientes con fallo respiratorio potencialmente reversible que amenaza la vida y en quienes no presentan contraindicación para soporte extracorporeo.
- En terminos generales, aquellos pacientes con  $PaO_2/FiO_2 < 100$  mmHg tienen indicación de ser derivados a un centro con capacidad de implantar ECMO, pacientes con  $PaO_2/FiO_2 < 50$  a 70 mmHg tienen indicación para implantar ECMO.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Fallo respiratorio de causa irreversible se considera una contraindicación absoluta debido a los pobres resultados en pacientes en los que se implanta ECMO previo al trasplante pulmonar, además, ECMO es una asistencia de corta duración comparado con los tiempos de espera necesarios para un trasplante pulmonar.
- La edad y el tiempo de ventilación mecánica son predictores independientes de resultados con ECMO. Muchos centros consideran que una edad superior de 60 a 65 años como una contraindicación absoluta y un tiempo de ventilación mecánica mayor de 5 a 10 días como una contraindicación relativa.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Recomendaciones ELSO:
  - Fallo respiratorio de cualquier causa (primario o secundario), se debe considerar implantar un ECMO cuando el riesgo de mortalidad es del 50% o mayor, y esta indicado cuando el riesgo es de 80% o mayor.
    - Mortalidad del 50% puede ser identificada por una  $PaO_2/FiO_2 < 150$  con  $FiO_2 > 90\%$  y/o Murray score 2-3
    - Mortalidad del 80% puede ser identificada por una  $PaO_2/FiO_2 < 80$  con  $FiO_2 > 90\%$  y Murray score 3-4.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- Recomendaciones ELSO:
  - Retención de CO<sub>2</sub> debido a asma o hipercapnia permisiva con una PaCO<sub>2</sub> > 80 o incapacidad para lograr presiones de inflado seguras (P<sub>plat</sub> ≤ 30 mmH<sub>2</sub>O) es una indicación de ECMO.
  - Síndrome de fuga aérea severo.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

- **Contraindicaciones (ELSO)**
  - No hay contraindicaciones absolutas para implantar ECMO, cada paciente debe ser considerado individualmente en relación al riesgo/beneficio. Existen condiciones que se asocian con pobres resultados a pesar de implantar ECMO:
    - Ventilación mecánica con altos parámetros ( $FiO_2 > 0,9$ ,  $P-Palt > 30$ ) por 7 días o más.
    - Inmunosupresión severa farmacológica (Neutrófilos absolutos  $< 400/mL^3$ )
    - Hemorragia SNC reciente o expandiéndose.

# ASISTENCIA RESPIRATORIA

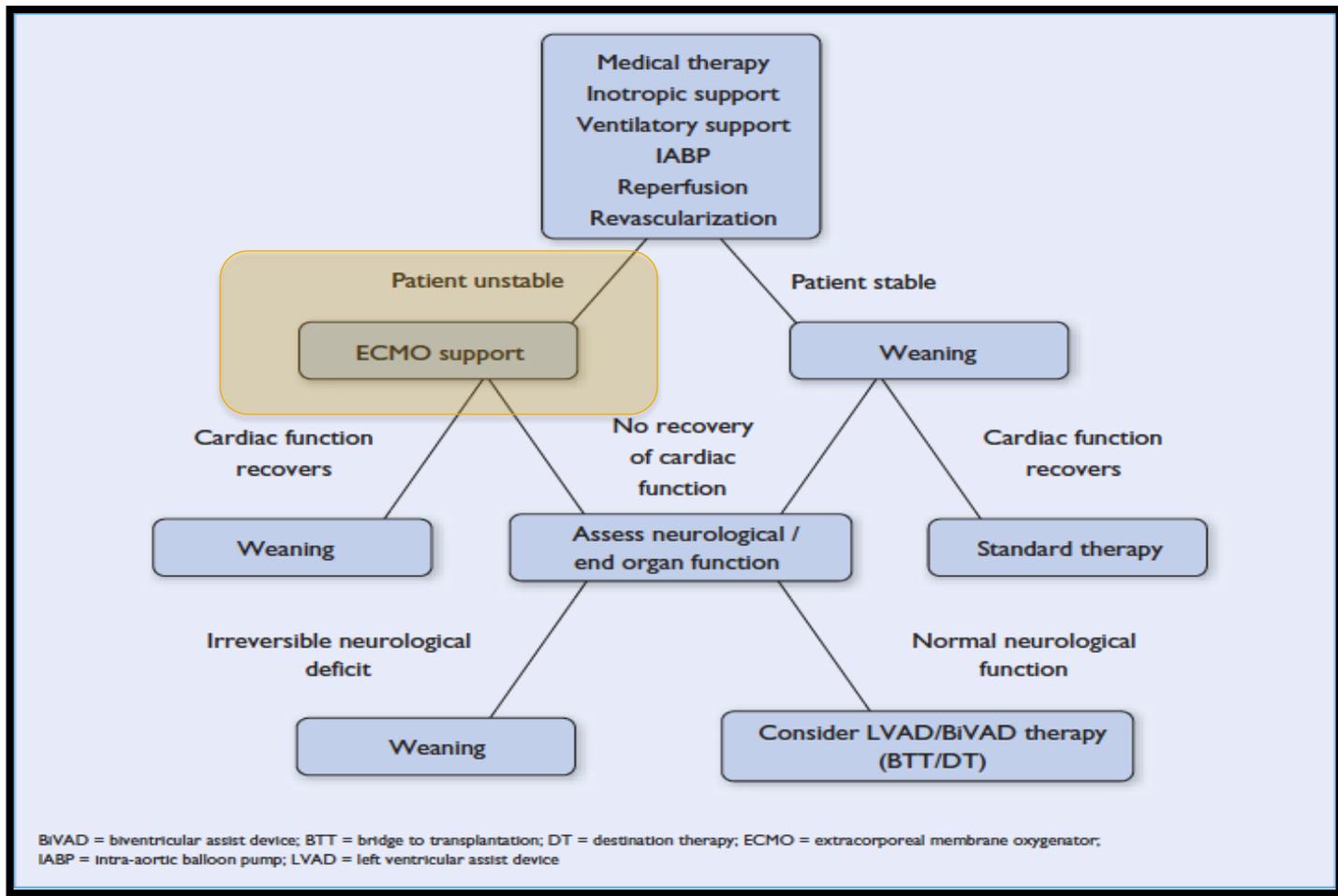
- Consideraciones especiales (ELSO):
  - Edad: No hay edad específica que se considere contraindicación pero se asume que a mayor edad mayor riesgo.
  - Peso: Peso superior a 125 kg puede asociarse a dificultades técnicas para la canulación, además existe riesgo de no obtener un adecuado flujo sanguíneo para el tamaño del paciente.
  - Puente a trasplante pulmonar: Generalmente es no práctico debido al número limitado de donantes.

# INDICACIONES DE ECMO EN ADULTOS. ASISTENCIA CARDIOPULMONAR.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- ECMO es una terapia apropiada en pacientes seleccionados con insuficiencia cardiaca que amenaza la vida. Las indicaciones de soporte cardiaco de la ECMO incluyen el fallo para destetar de Bypass Cardiopulmonar, Insuficiencia cardiaca grave que amenace la vida secundaria a IAM o miocarditis fulminante, y como adyuvante al resucitación cardiopulmonar convencional.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

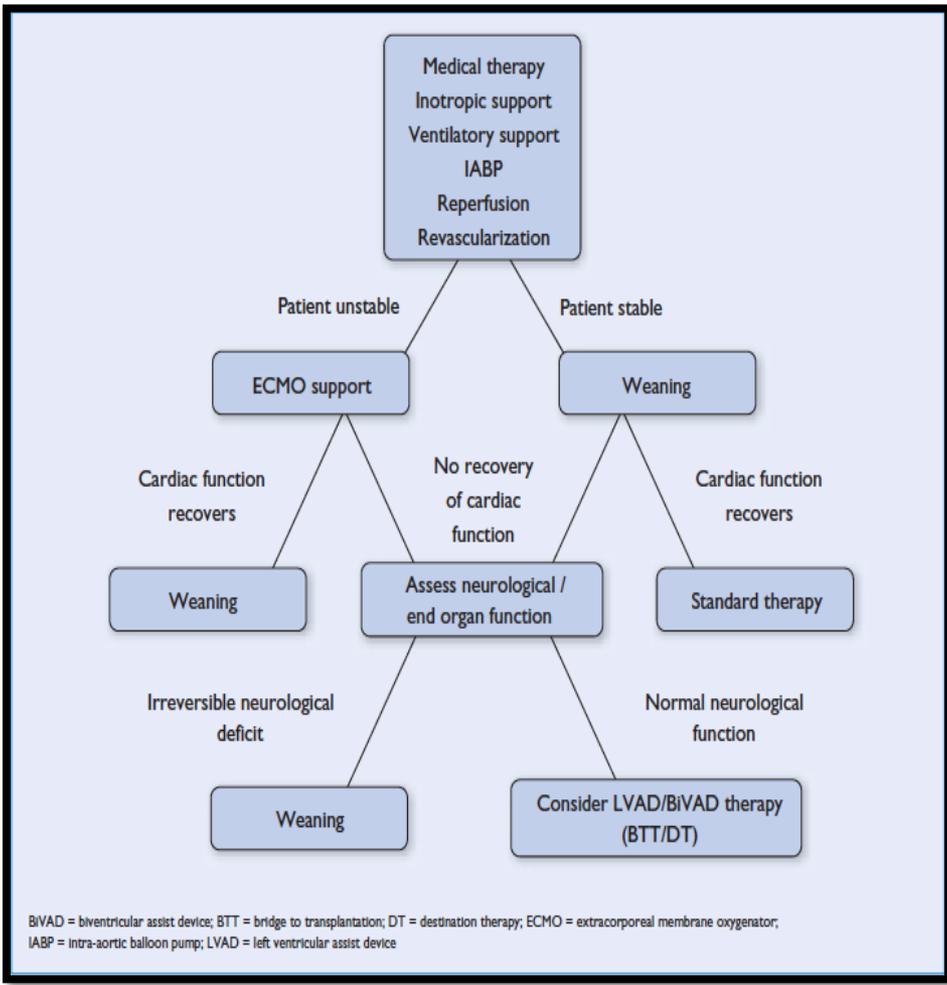


*Guidelines on myocardial revascularization. The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)*

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- Ventajas potenciales del ECMO sobre VAD son:
  - Ambos ventrículos y ambos pulmones son soportados por un único circuito.
  - Puede evitar la necesidad de esternotomía.
  - Puede decanularse sin necesidad de una nueva intervención.
  - Es mas económico.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR



VA-ECMO es particularmente útil cuando la situación neurológica del paciente es desconocida después de una parada cardiaca, si, después de varios días, la situación cardiaca permanece deteriorada y el estado neurológico es bueno, el paciente puede ser transferido a una VAD de larga duración como puente a trasplante o terapia definitiva.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- Pacientes en shock cardiogenico definido como:
  - Índice cardiaco  $< 2$  L/min/m<sup>2</sup>.
  - Presión sistolica menor de 90 mmHg
  - Acidosis láctica a pesar de máximo soporte inotropico, ventilación mecánica y balón de contrapulsación intra-aórtico

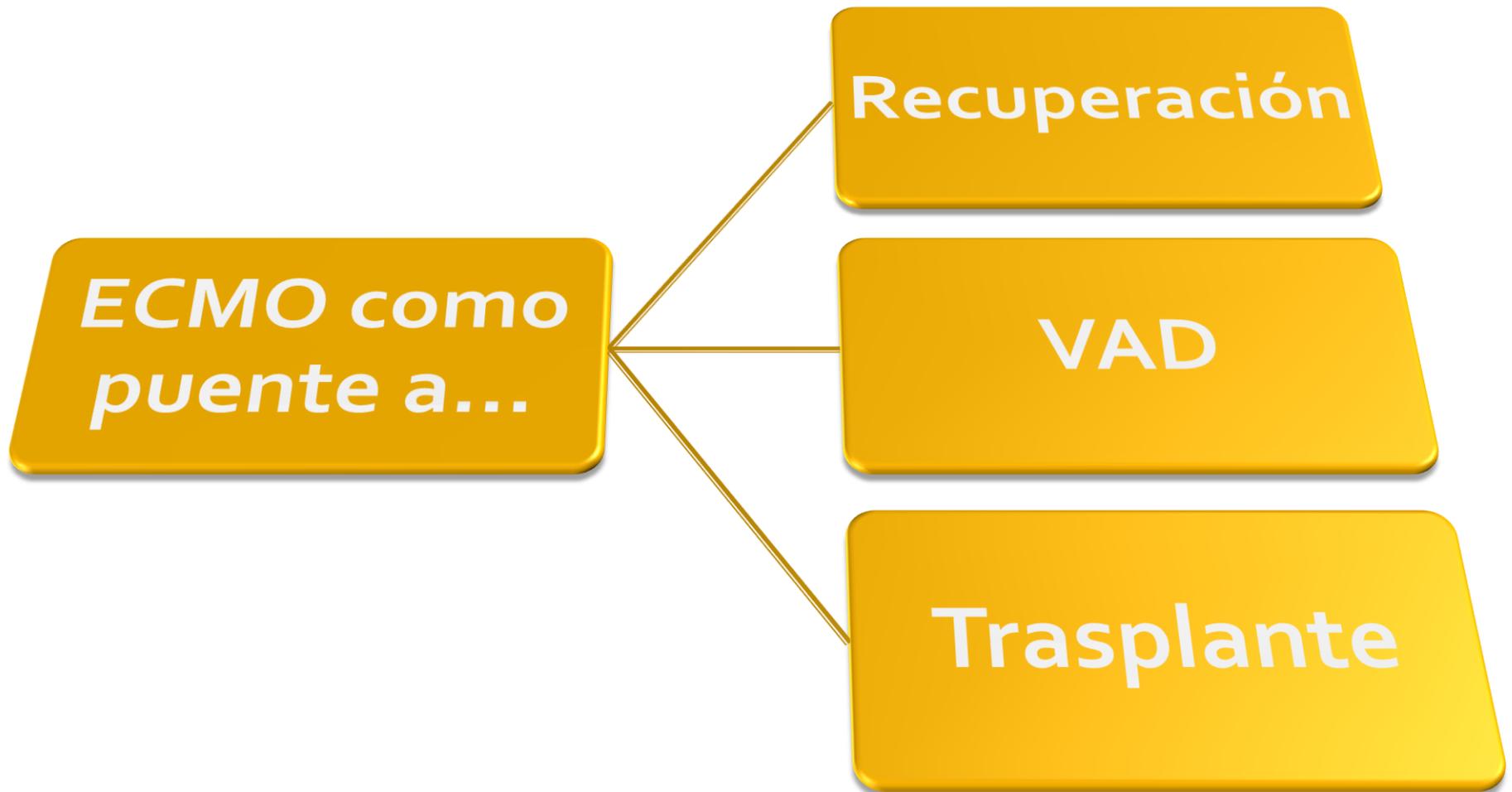
# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- La mayoría de pacientes con insuficiencia cardiaca que logran ser destetados del ECMO lo hacen entre el 2º y el 5º día, esto es debido a que se puede llevar a cabo una vez se resuelve el aturdimiento miocárdico. Así, a menos que se planee un VAD o un trasplante, hay poco acuerdo en continuar el soporte mediante ECMO mas allá de 5 a 7 días. Una excepción es el paciente con miocarditis quien requiere soporte por mas de 1 semana.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- INDICACIONES DE LA ELSO
  - Indicaciones para ECMO en adultos con fallo cardiaco en shock cardiogénico
    - Inadecuada perfusión tisular manifestada con hipotensión y bajo gasto cardiaco a pesar de un adecuado volumen intravascular
    - Shock persistente a pesar de administración de volumen, inotrópicos, vasoconstrictores y balón de contrapulsación intra-aórtico si este es apropiado
    - Causas mas frecuentes: IAM, Miocarditis, miocardiopatía periparto, ICC crónica descompensada, Shock postcardiotomía.

# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR



# ASISTENCIA CARDIOPULMONAR

- **CONTRAINDICACIONES (ELSO)**
  - **ABSOLUTAS:**
    - Cardiopatía no reversible y no candidato a trasplante cardiaco o VAD.
    - Disfunción orgánica crónica (enfisema, cirrosis, insuficiencia renal).
    - RCP prolongada sin adecuada perfusión tisular.
  - **RELATIVAS:**
    - Contraindicación para la anticoagulación
    - Obesidad,
    - Edad avanzada.

# ACCESO VASCULAR.

# ACCESO VASCULAR.

- El acceso vascular para instaurar el ECMO usualmente se obtiene a través de grandes vasos del cuello o la ingle. La resistencia al flujo sanguíneo del drenaje venoso determinará la cantidad de flujo que saldrá por el circuito. La resistencia de la cánula de retorno sanguíneo determinará la presión post-membrana del circuito.

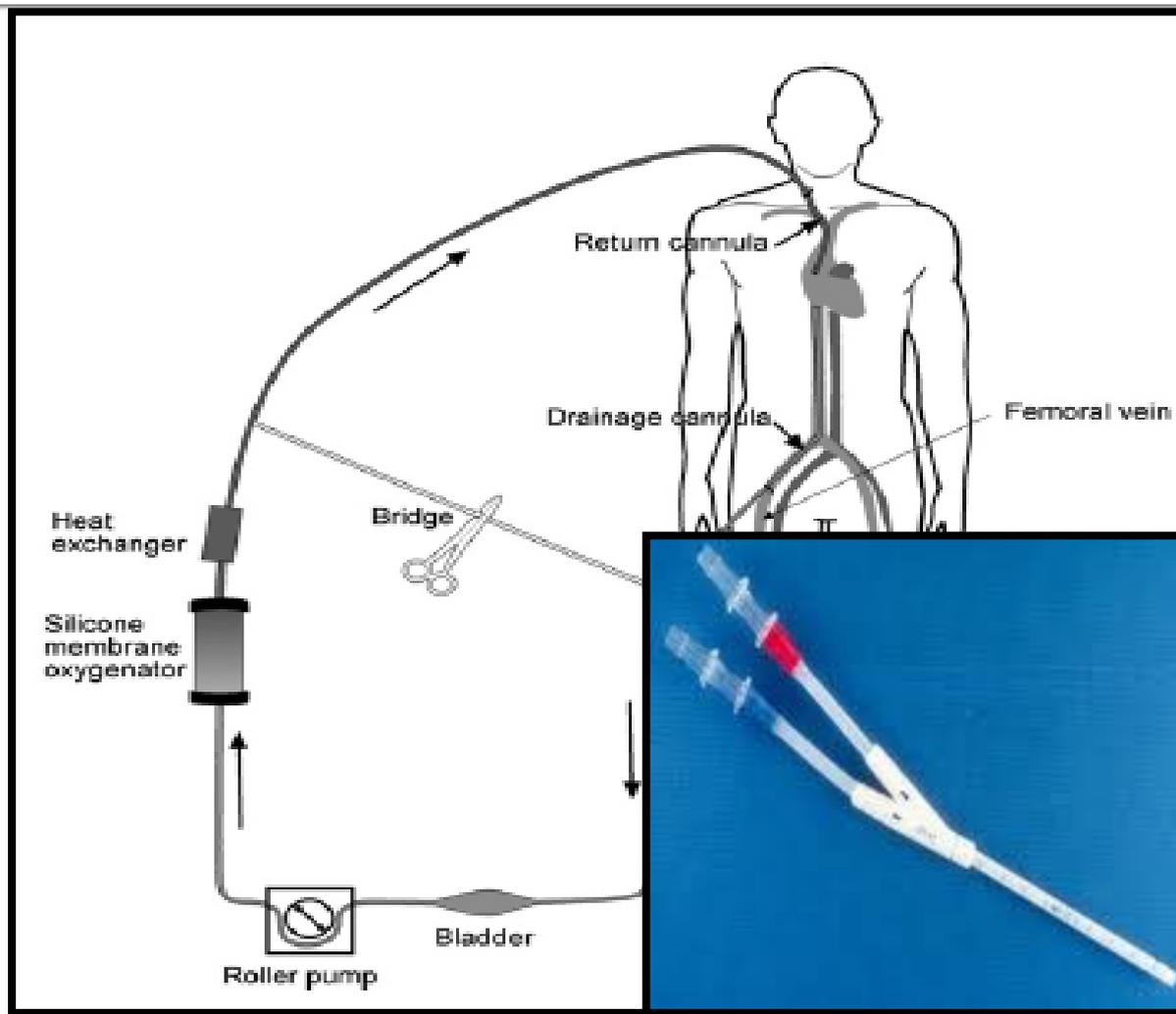
# ACCESO VASCULAR.

- En general se tienen 3 tipos de canulación:
  - ECMO Veno-Arterial (VA): se usa para asistencia cardiaca, puede ser apropiado para asistencia respiratoria.
  - ECMO Veno-Venoso (VV): No proporciona apoyo hemodinámico, es preferido para soporte respiratorio, evita el uso de grandes arterias limitando las complicaciones vasculares.
  - ECMO Arterio-Venoso (AV): Específicamente para remover CO<sub>2</sub>.

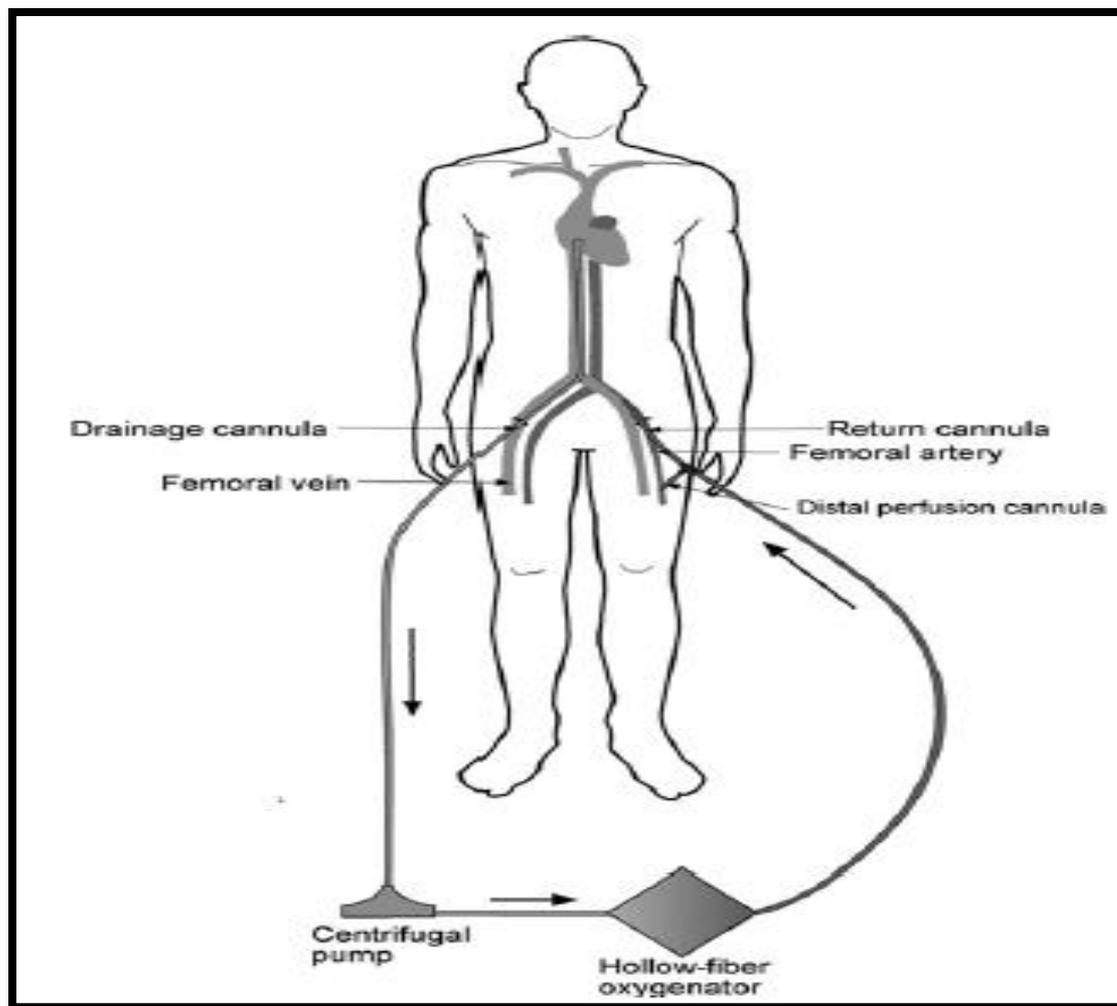
# ACCESO VASCULAR.

- **Canulación Percutánea:**
  - Se realiza en UCI con técnica totalmente estéril.
  - El equipo quirúrgico no es esencial pero debe disponerse de un plan de apoyo en caso de requerir acceso vascular quirúrgico.
  - Con técnica de Seldinger se procede a la canalización del vaso sanguíneo femoral, posteriormente se realiza una dilatación progresiva del vaso para, finalmente, implantar la cánula respectiva.

# ACCESO VASCULAR.



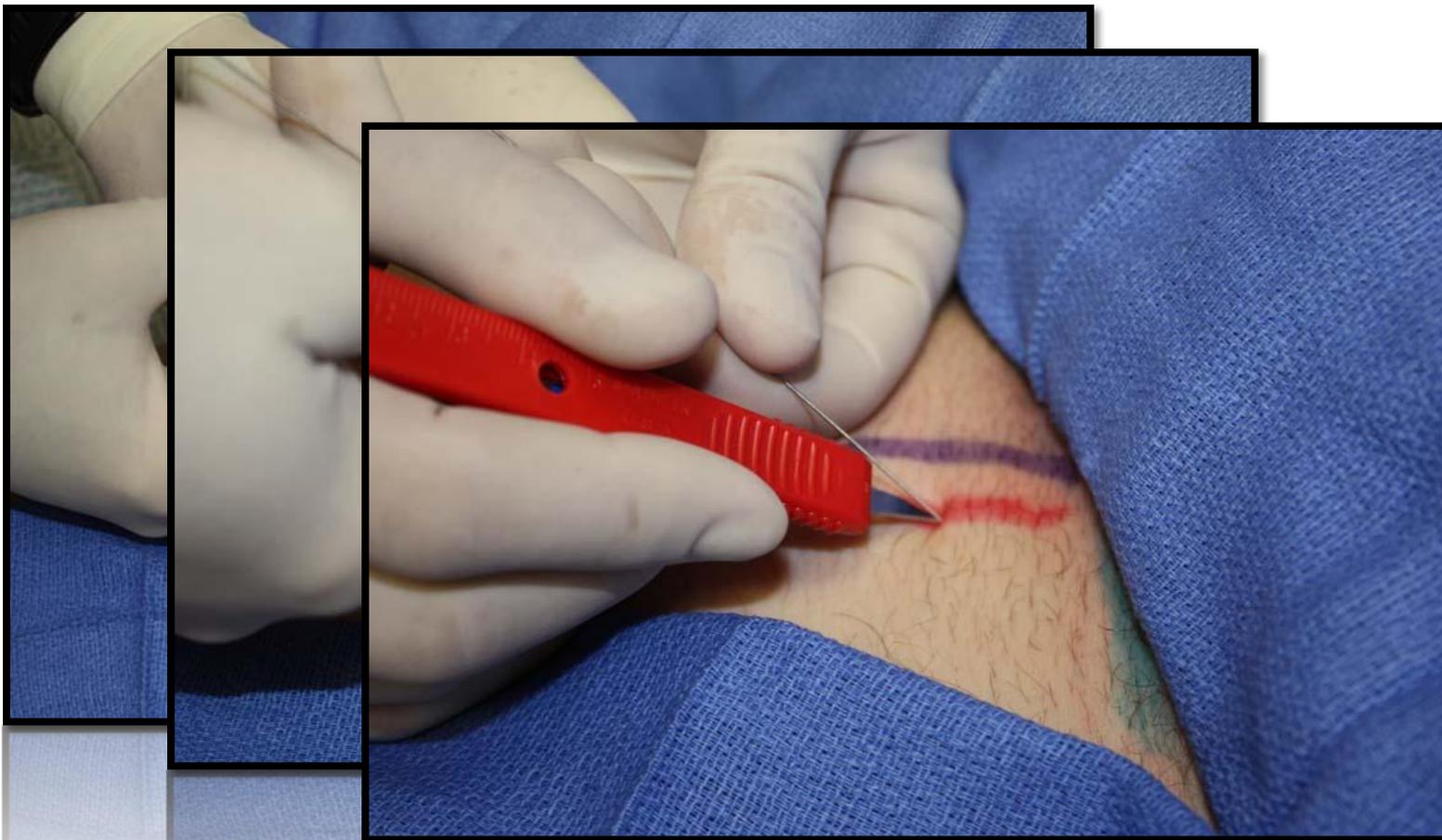
# ACCESO VASCULAR.



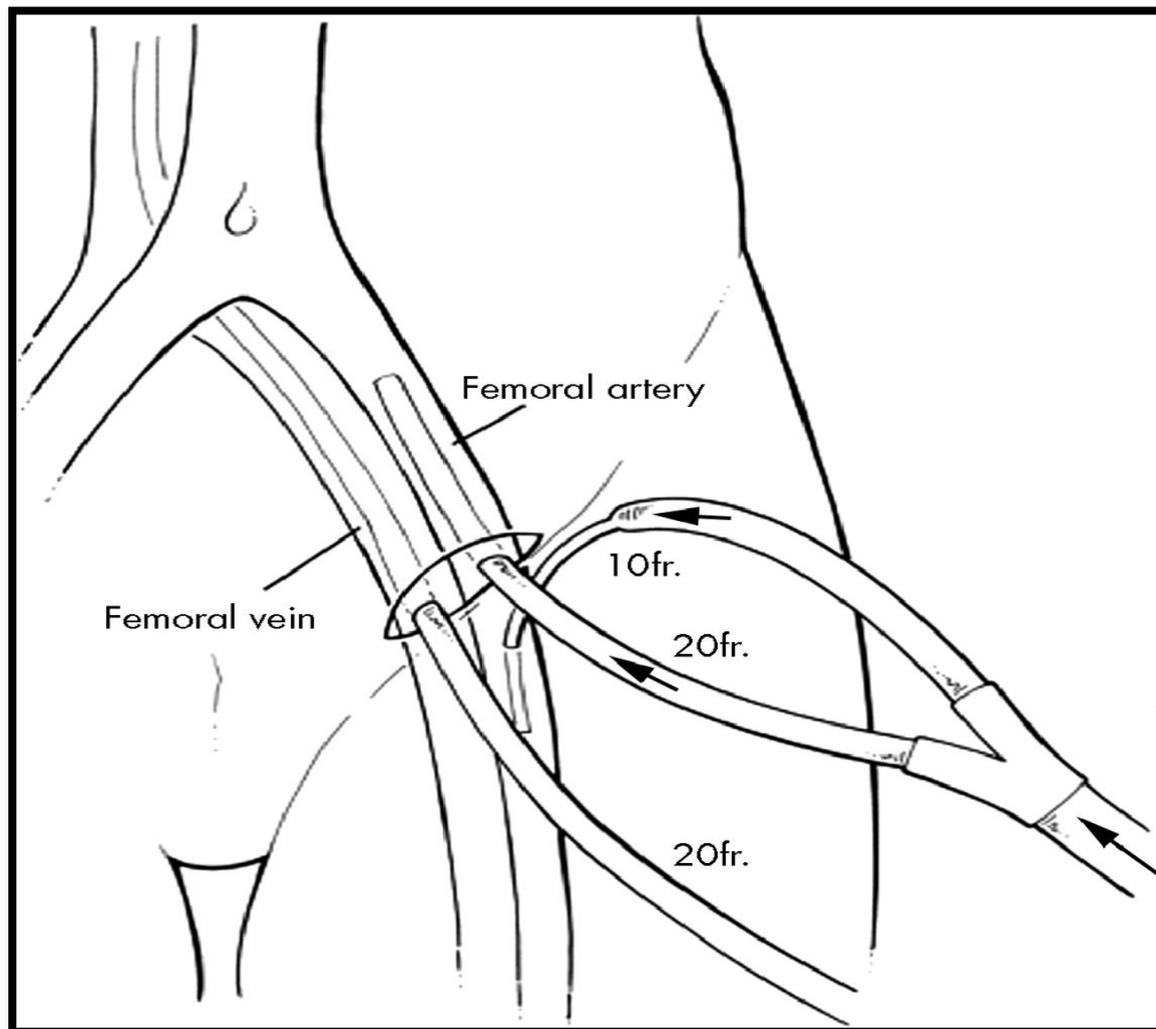
# ACCESO VASCULAR.

- Canulación Percutánea:
  - ECMO VV:
    - Venas femorales
    - Vena yugular interna (derecha).
  - ECMO VA:
    - Arterias femorales.
    - Arterias carótidas (no recomendado en adultos)
- El uso de ecografía o fluoroscopia puede ayudar a comprobar la adecuada posición de las cánulas.

# ACCESO VASCULAR.



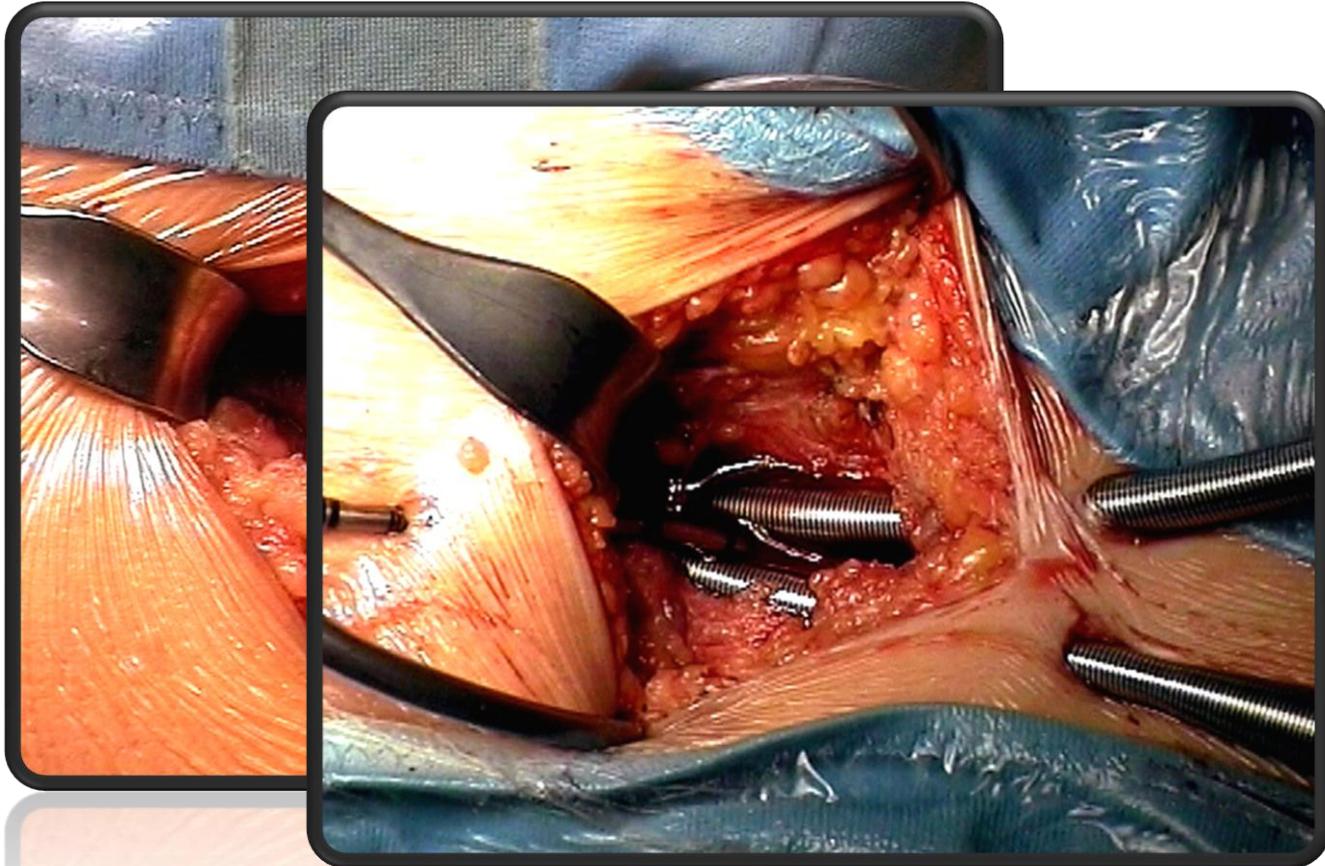
# ACCESO VASCULAR.



# ACCESO VASCULAR.

- Canulación periférica por técnica abierta:
  - La canulación puede realizarse en UCI con técnica totalmente estéril o en salas de cirugía.
  - Se realiza disección en la ingle o el cuello según el caso, para exponer los vasos femorales.
  - Se ocluye el vaso distal y proximal al sitio de canulación para posteriormente abrir el vaso e introducir la cánula
  - Finalmente el vaso es ocluido alrededor de la cánula con ayuda de las cintas pasadas previamente.

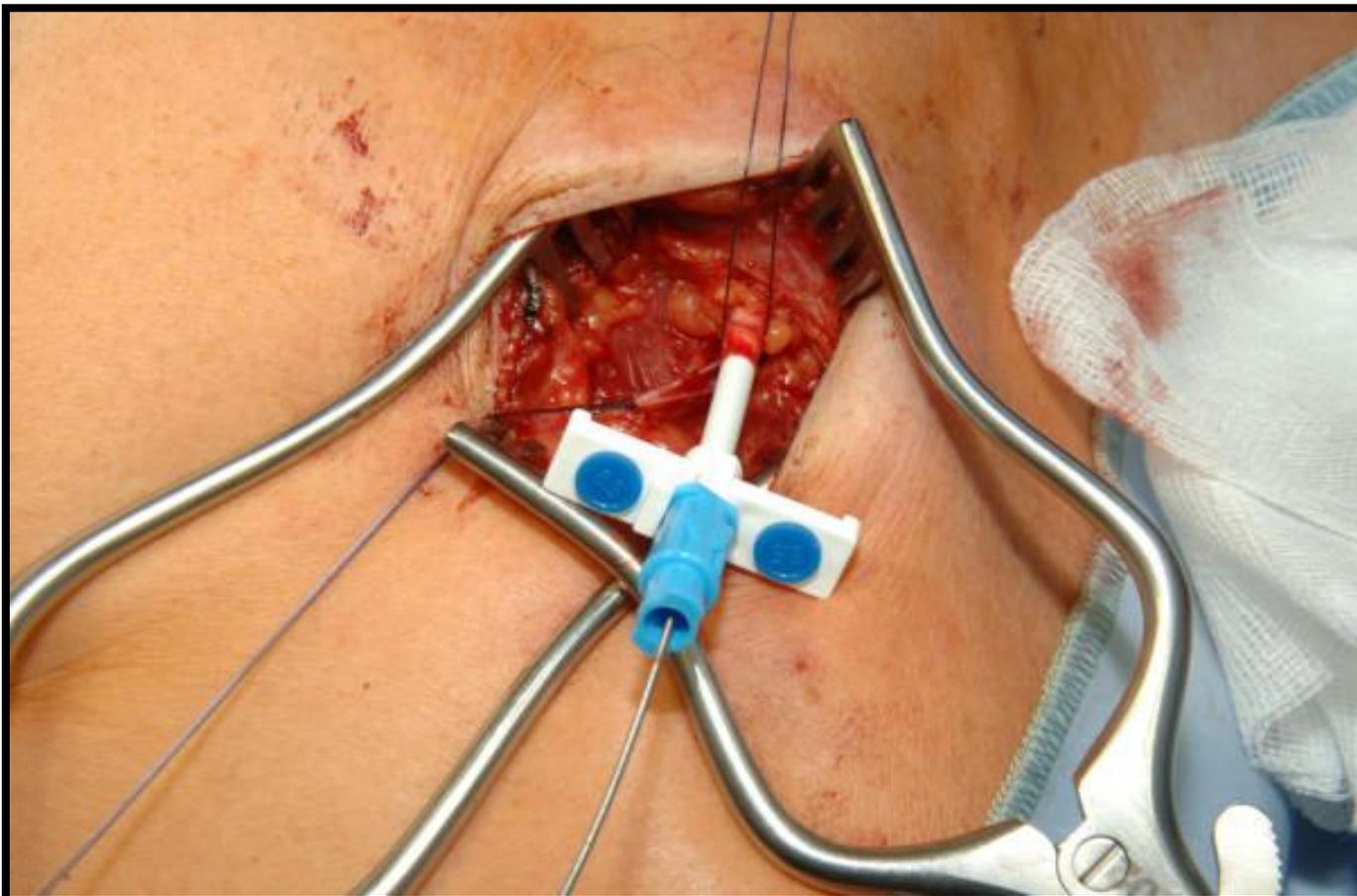
# ACCESO VASCULAR.



# ACCESO VASCULAR.

- Canulación periférica por técnica Semi-Seldinger:
  - Esta técnica puede realizarse en UCI o en sala de cirugía.
  - Los vasos se exponen como en la técnica abierta.
  - Un catéter es introducido a través de la piel distal a la incisión y se introduce en el vaso bajo visión directa.
  - Posteriormente se introducen dilatadores y posteriormente se implanta la cánula según la técnica percutánea.
  - Esta técnica tiene la ventaja de ser rápida, mayor precisión para evaluar el tamaño del vaso y el sitio de canalización y permite cierto grado de perfusión distal cuando se necesita la canulación de una arteria.

# ACCESO VASCULAR.



# ACCESO VASCULAR.



- **Canulación Central:**
  - Usualmente requerida en situaciones de Shock postcardiotomía.
  - Puede utilizarse las cánulas arteriales y venosas utilizadas durante la cirugía.
  - Generalmente no es posible cerrar el tórax y requerirá una nueva intervención cuando se decida explantar el ECMO.

# ACCESO VASCULAR.

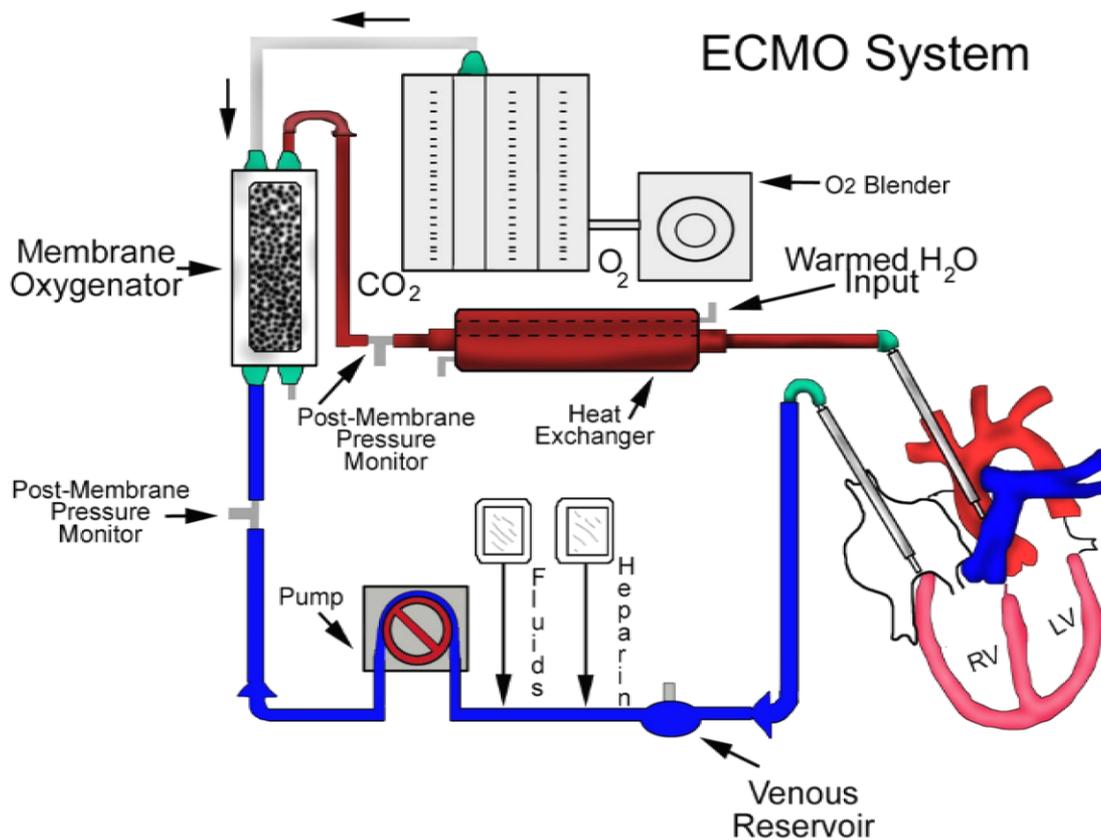
- Cuando se utiliza la vena yugular interna el retorno venoso es adecuado por circulación colateral.
- En caso de usar la vena femoral el retorno venoso es suplido por circulación colateral
- Arteria femoral: si la perfusión distal en la pierna es inadecuado es necesario implantar una línea de perfusión distal al sitio de canulación, esta puede ser insertada a través de visión directa en la técnica abierta o semi-seldinger, o puede implantarse a través de la arteria tibial posterior para perfusión retrograda.

# ACCESO VASCULAR.

- Cánulas adicionales o cambio de cánulas:
  - Si el drenaje venoso es inadecuado por resistencia alta de la cánula de drenaje, el primer paso es canular otra vena.
  - Puede ser posible cambiar a una cánula de mayor tamaño pero retirar una cánula e introducir otra puede ser difícil.
  - Si la cánula presenta algún daño, punción acodamiento o coágulos, la cánula debe ser cambiada.
  - Si la cánula fue implantada con técnica abierta, debe abrirse nuevamente la incisión para exponer el vaso y realizar el cambio bajo visión directa.
  - Si la cánula fue implantada de forma percutánea, se debe pasar una guía a través de la cánula para facilitar la introducción de una nueva.

# COMPONENTES DEL SISTEMA

# ACCESO VASCULAR.



# CIRCUITO

- El circuito se compone de tubos de tygon ó pvc de 3/8 de pulgada, tanto la línea venosa como la arterial, biocompatibles.
- Es un circuito cerrado y con el menor numero de conexiones intercaladas en su trayectoria para evitar flujos turbulentos, evitar entrada de aire
- Solo en la conexión de la cánula venosa, se deja una toma luer para medir la presión negativa de succión de la centrífuga.
- A la salida del oxigenador se coloca la toma de presión del circuito

# OXIGENADOR



- Los oxigenadores que se usan actualmente son de larga duración, la fibra es de polimethylpentene, lo que nos permite su uso prolongado, sin necesidad de cambiarlo, durante varias semanas, asegurando una buena oxigenación.

# CONSOLA

- Es la encargada del control hemodinámico del sistema, suministra fuerza motriz a la bomba sanguínea y regula el funcionamiento y traduce la información aportada por los sensores hemodinámicos implantados en el circuito.



# MEZCLADOR DE GASES.

- Por medio de este dispositivo se regula la proporción de oxígeno/aire y el flujo de esta mezcla de gases que entra en la fase del oxigenador.

# BOMBA CENTRIFUGA

- Es un dispositivo provisto de aspas ó conos magnético que cuando rota, se genera una fuerza centrífuga originando una presión negativa de succión a la entrada de la bomba y positiva a la salida, generando el flujo
- Todas las centrifugas existentes en el mercado, llevan un medidor de flujo que nos permite tener la correspondencia de L/min. y RPM.



# INTERCAMBIADOR DE CALOR

- La sangre que circula por el circuito va perdiendo calor en su recorrido, por lo que debe mantenerse en normotermia de  $36^{\circ}$ , para evitar complicaciones del ritmo cardíaco.

# MANTENIMIENTO DEL ECMO

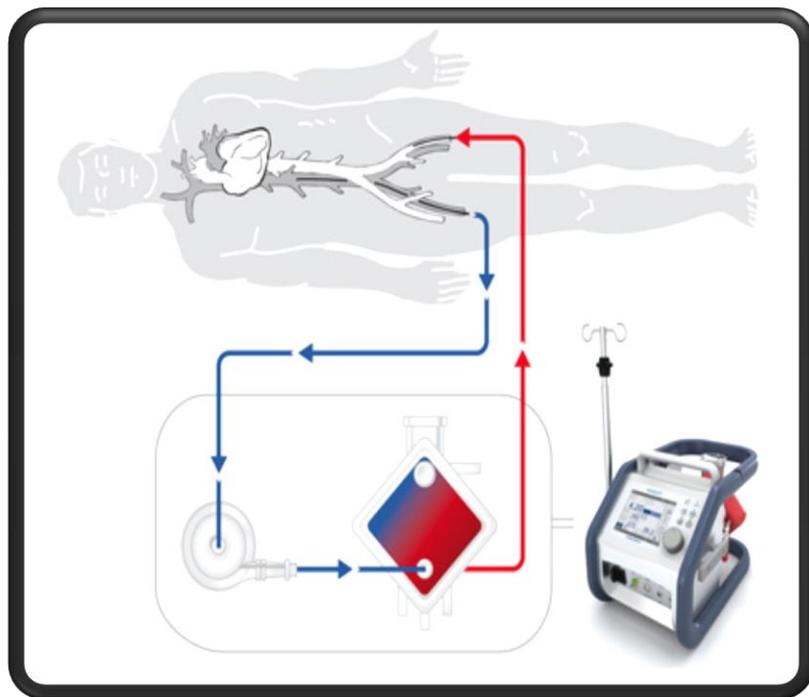
# ANTICOAGULACIÓN

- El control de la anticoagulación se realizará mediante la determinación del tiempo de coagulación activado (TCA)
- El TCA deseado varía según el flujo del ECMO y de la presencia o no de complicaciones hemorrágicas en el paciente.
- Los pacientes no anticoagulados y sin problemas de hemostasia recibirán bolo de heparina sodica de 1 mg/Kg y se iniciara perfusión con 2 mg/Kg/dia.
- El control posterior se realizara mediante la realización de TCA cada 2 horas y las variaciones correspondientes de la velocidad de perfusión de la heparina según el TCA deseado en función del flujo del ECMO y la aparición de complicaciones hemorrágicas.

# CEBADO DEL SISTEMA

- El priming del circuito se hace con cristaloides en la misma proporción que para cebar una extracorpórea convencional, si el ECMO se pone a un paciente que no ha estado en CEC.
- Si el ECMO se pone poscardiotomía, tendremos que hacer el cebado con sangre para así evitar más hemodilución

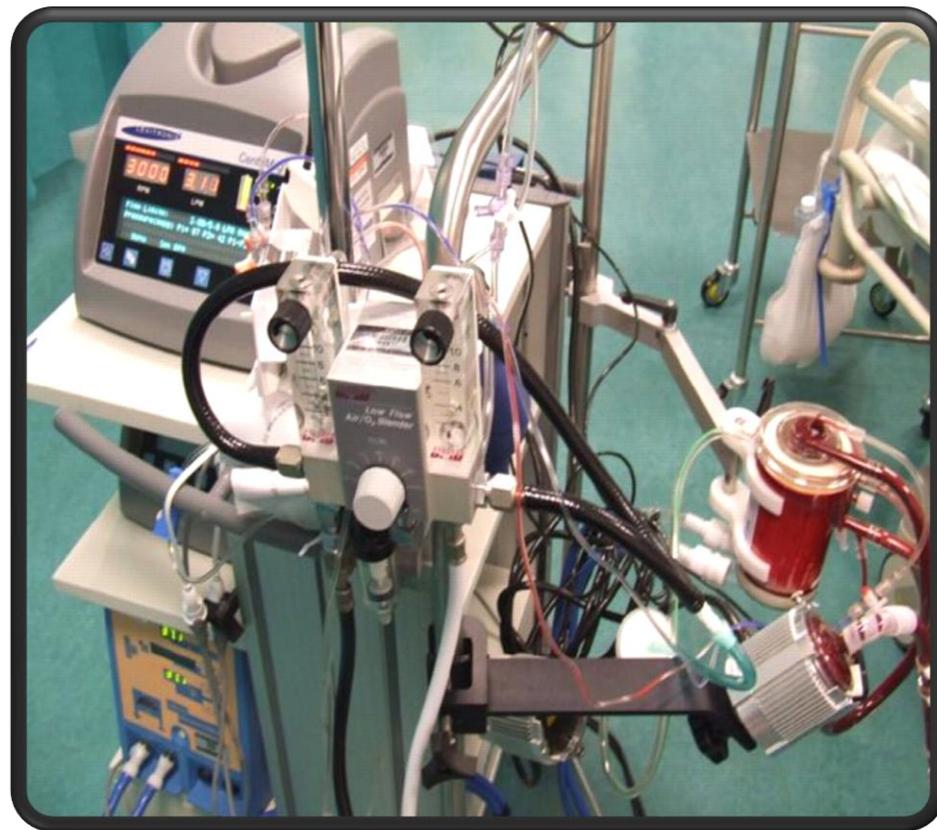
# MANEJO DEL ECMO



- Objetivos hemodinámicos:
  - Presión arterial media +/- 65 mmhg
  - Índice cardiaco +/- 2.5 l/min/m<sup>2</sup>
  - Saturación venosa mixta mayor de 65%
  - Restauración de la diuresis mayor de 0.5 ml/kg/h
  - Disminuir el ácido láctico en la primeras 4 horas

# MANEJO DEL ECMO

- PRESIONES ECMO A CONTROLAR
  - Presión negativa de succión venosa < de 80 mmHg
  - Presión premembrana, valores normales 250-350mmHg
  - Presión postmembrana, 200-300 mmHg



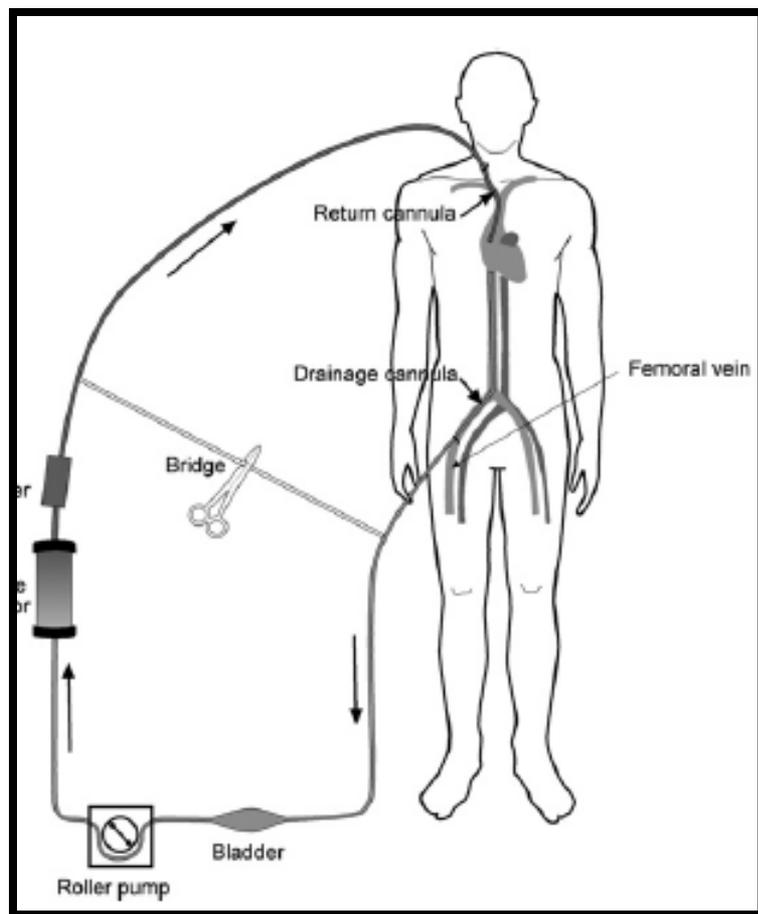
# MEZCLADOR GASES ECMO

- La entrada en ECMO se realiza con una  $FIO_2$  del 100% y la relación de sangre aire 1:1
- Una vez instaurado la asistencia se realizara gasometria del paciente y se modificaran los parámetros del mezclador según los niveles de  $CO_2$  y la relación de  $PO_2/FIO_2$ .
- En el seguimiento posterior, se realizaran controles gasometricos pautados diariamente al sistema y al paciente para valorar cuales son los parámetros a modificar si fueran necesarios.

# MANEJO DEL ECMO

- OBJETIVOS RESPIRATORIOS A LOGRAR
  - saturacion arterial de O<sub>2</sub>:
    - ECMO veno-arterial > 95%
    - ECMO veno-venoso 85-92%
  - PAO<sub>2</sub> > 60 mmHg
  - PAO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> del paciente > 200
  - PAO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> del ecmo > 150
  - PACO<sub>2</sub> 35-45 mmHg
  - pH 7,35-7,45

# ACCESO VASCULAR.



- Si el oxigenador de membrana proporciona una  $PAO_2/FIO_2 < 150$  aumentaremos la  $FIO_2$  al 100% y repetiremos la gasometria 1 horas después.
- También revisaremos el oxigenador para detectar la presencia de coagulos o fibrina en el mismo.
- Si persiste  $PAO_2/FIO_2 < 150$  hay que cambiar el oxigenador ( por tanto tambien todo el sistema) en las 4 horas siguientes.



# COMPLICACIONES POTENCIALES

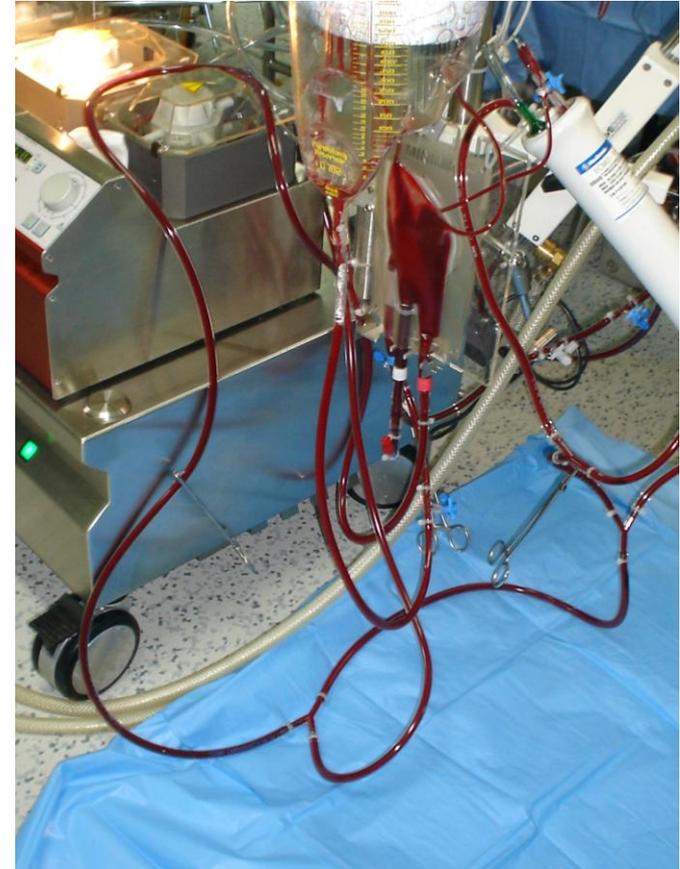
# FALLO DEL OXIGENADOR



- Sospechamos fallo del oxigenador cuando se vaya reduciendo la  $PO_2/FIO_2$  del ECMO progresivamente hasta niveles de  $< -150$  o que el  $CO_2$  sea cada vez mas costoso de lavar
- Las causas mas frecuentes del deterioro del oxigenador suelen ser la aparición de trombos y depósitos de fibrina en su interior.

# RUPTURA DE LAS TUBULADURAS

- Complicación potencialmente letal. Puede llevar al rápido desangramiento del paciente y la entrada de aire en el circuito
- Es una complicación rara, puede aparecer por acodaduras mantenidas de los tubos, pinzamientos accidentales con otro aparatos o durante la higiene del paciente.
- Lo primero que hay que hacer es clampar la línea arterial y la venosa lo mas rápido posible y parar la bomba.



# OTRAS COMPLICACIONES

- Salida de plasma por la salida de gases, lo que llamamos “edema agudo del oxigenador”, Produce disminución en la oxigenación por lo que habrá que cambiar el oxigenador.
- Entrada de aire en el circuito.
- Decanulación accidental
- Rotura de la membrana



MUCHAS GRACIAS...