



CONSORCI  
HOSPITAL GENERAL  
UNIVERSITARI  
VALÈNCIA



# ECMO y Asistencia ventricular. Manejo postoperatorio

**Dra. Iratxe Zarragoikoetxea.**

**Hospital Universitario y Politécnico La Fe.  
Servicio de Anestesiología y Reanimación.**

**La Fe**  
Hospital  
Universitari  
i Politècnic



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada  
Valencia 11 de Marzo de 2019

# Introducción: ECMO y asistencia ventricular.



- La insuficiencia cardíaca aguda se trata de un diagnóstico de novo en pacientes sin antecedentes de enfermedad cardíaca, o una descompensación en pacientes con insuficiencia cardíaca conocida.
- En Europa, aproximadamente el 50% de estos pacientes reingresarán a los 12 meses, y el 30% fallecerá en 1 año.
- A pesar de numerosos ensayos clínicos y múltiples estrategias médicas se ha logrado poca mejoría en los resultados de la insuficiencia cardíaca aguda.
- Trasplante cardíaco: recurso limitado por la escasa disponibilidad de órganos y tiempos de espera aumentados, la necesidad de apoyo cardíaca mecánico como puente a trasplante también ha aumentado.



# Introducción: ECMO y asistencia ventricular.

INTERMACS level	NYHA Class	Description	Device	1y survival with LVAD therapy
1. Cardiogenic shock "Crash and burn"	IV	Haemodynamic instability in spite of increasing doses of catecholamines and/or mechanical circulatory support with critical hypoperfusion of target organs (severe cardiogenic shock).	ECLS, ECMO, percutaneous support devices	52.6±5.6%
2. Progressive decline despite inotropic support "Sliding on inotropes"	IV	Intravenous inotropic support with acceptable blood pressure but rapid deterioration of renal function, nutritional state, or signs of congestion.	ECLS, ECMO, LVAD	63.1±3.1%
3. Stable but inotrope dependent "Dependent stability"	IV	Haemodynamic stability with low or intermediate doses of inotropics, but necessary due to hypotension, worsening of symptoms, or progressive renal failure.	LVAD	78.4±2.5%
4. Resting symptoms "Frequent flyer"	IV ambulatory	Temporary cessation of inotropic treatment is possible, but patient presents with frequent symptom recurrences and typically with fluid overload.	LVAD	78.7±3.0%
5. Exertion intolerant "Housebound"	IV ambulatory	Complete cessation of physical activity, stable at rest, but frequently with moderate fluid retention and some level of renal dysfunction.	LVAD	93.0±3.9%
6. Exertion limited "Walking wounded"	III	Minor limitation on physical activity and absence of congestion while at rest. Easily fatigued by light activity.	LVAD / Discuss LVAD as option	-
7. "Placeholder"	III	Patient in NYHA Class III with no current or recent unstable fluid balance.	Discuss LVAD as option	-

INTERMACS Registry: > 15.000 patients

Kirklin J JHLT 2015; 34; 1498-1504



# ECMO: Intermacs 1, 2.



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 11 de Marzo de 2019**

# ECMO VA: Conceptos fundamentales.

## Flujo sanguíneo

- Flujos de hasta 3L/m<sup>2</sup>/min (60cc/kg/min). Los factores determinantes: el tipo de acceso vascular utilizado, la resistencia ofrecida por las tubuladuras del sistema y las propiedades de la bomba centrífuga.
- El acceso será siempre VA en el caso de soporte cardiaco. A pesar de que a través de la asistencia VV se puede producir una mejoría de la función biventricular y especialmente del ventrículo derecho con la mejoría de la oxigenación y disminución de la poscarga del mismo, solo se debe elegir este acceso si tenemos la certeza de una correcta función cardiaca.
- En ocasiones al aumentar las revoluciones de la bomba centrífuga no conseguiremos un aumento del flujo sanguíneo debido a drenaje insuficiente, hipovolemia o taponamiento.



# ECMO VA: Conceptos fundamentales.

## Intercambio gaseoso.

- Tanto el flujo sanguíneo como el oxigenador deben ser suficientes para poder eliminar CO<sub>2</sub> hasta alcanzar niveles fisiológicos y ofrecer una correcta entrega de oxígeno tanto en la asistencia VA como en la VV (paciente adulto ~3cc/kg/min).
- El CO<sub>2</sub> excederá siempre a la capacidad de oxigenación y con flujos relativamente bajos seremos capaces de lavar CO<sub>2</sub> a través del mezclador de gas oxígeno-aire que como norma general se establece en niveles de 1:1 con respecto al flujo sanguíneo.
- La entrega de oxígeno a los tejidos estará determinada por diferentes factores como: el flujo sanguíneo, el tipo y el estado de la membrana oxigenadora, el nivel de hemoglobina, la función cardiorrespiratoria nativa y los parámetros de la ventilación mecánica.
- Generalmente la PaO<sub>2</sub> en la cánula de salida del ECMO es superior a 300mmHg. En el caso contrario descartar flujos inadecuados debido a resistencias elevadas, escaso drenaje o funcionamiento incorrecto del oxigenador debido a trombos o a la presencia de exceso de agua en la fase gaseosa del oxigenador.



# ECMO VA: Conceptos fundamentales.

## Manejo hemodinámico del paciente.

- El flujo sanguíneo nativo a través de la válvula aórtica junto con el flujo administrado con el ECMO y las resistencias vasculares son los principales factores que determinan la hemodinámica del paciente.
- Tras iniciar el ECMO la presión de pulso se reducirá. El objetivo inicial es mantener una presión de pulso de al menos 10mmHg para mantener flujos pulmonares y aórticos y una PAM entre 50-70 mmHg que será suficiente para una correcta perfusión

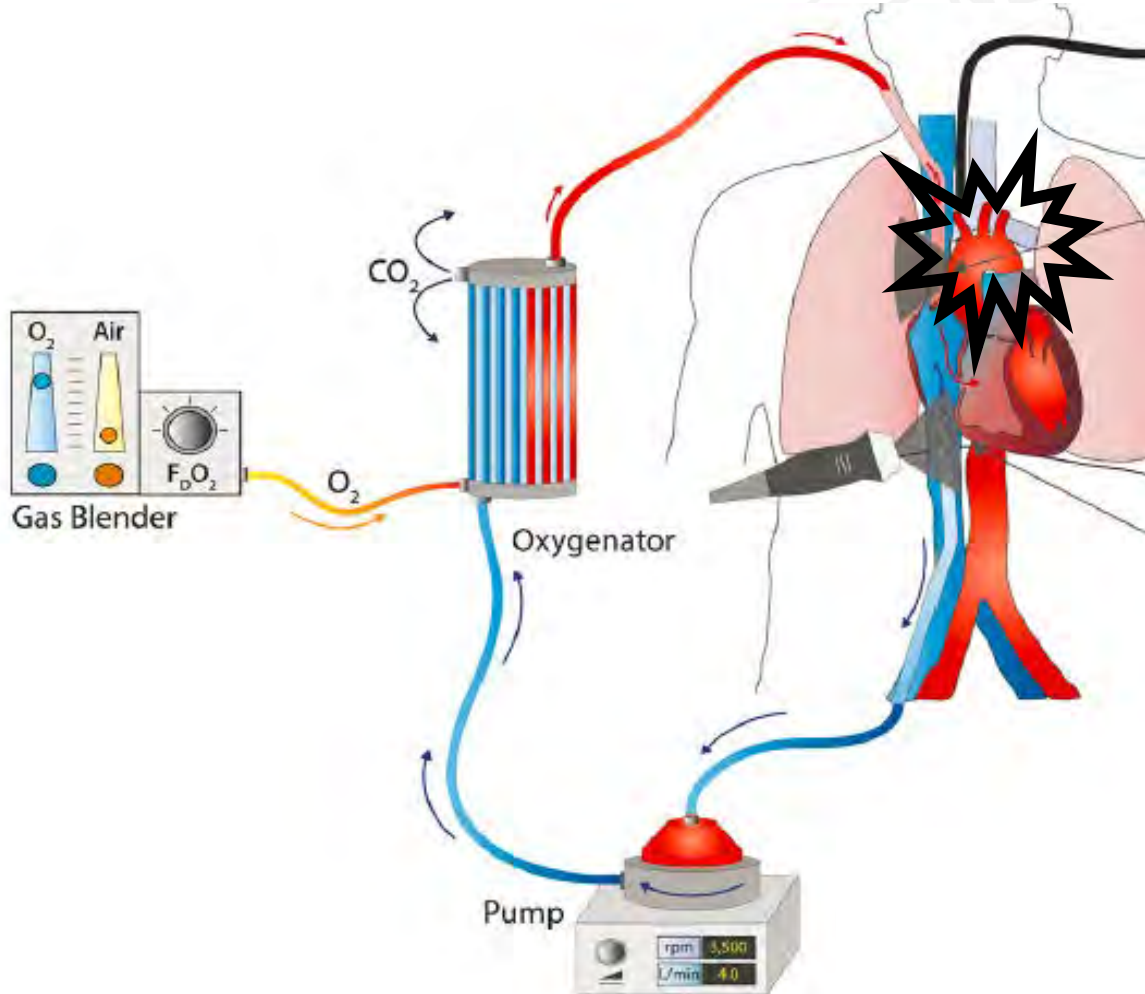
## Manejo respiratorio del paciente.

- El objetivo es poder realizar una ventilación mecánica de protección pulmonar. Fijaremos una frecuencia respiratoria por lo general  $\leq 12$ rpm, aumentaremos el tiempo inspiratorio, se reducirá el aporte de oxígeno lo máximo posible, mantendremos una presión plateau inferior a 25cmH<sub>2</sub>O y fijaremos un nivel de PEEP entre 5-15cmH<sub>2</sub>O aportando con estos parámetros un volumen tidal (Vt) de 1-5 cc/kg.

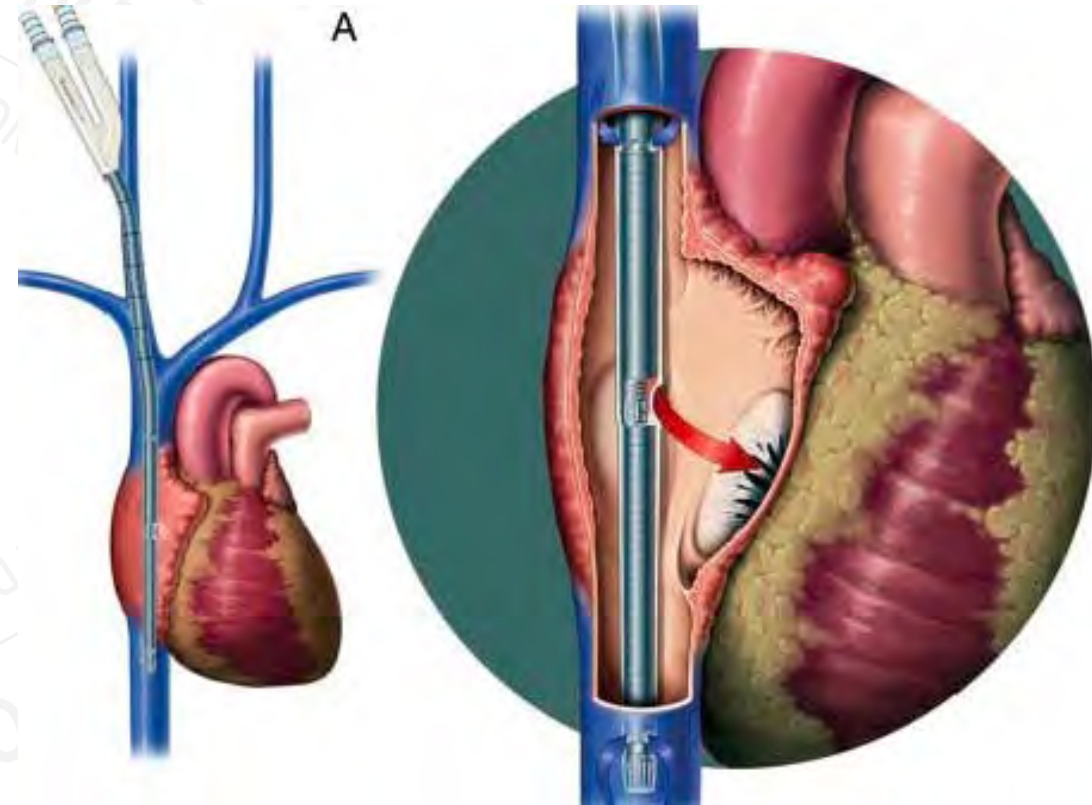


# Tipos de ECMO

- **ECMO VV: Doble cánula cava-cava/cava-yugular.**

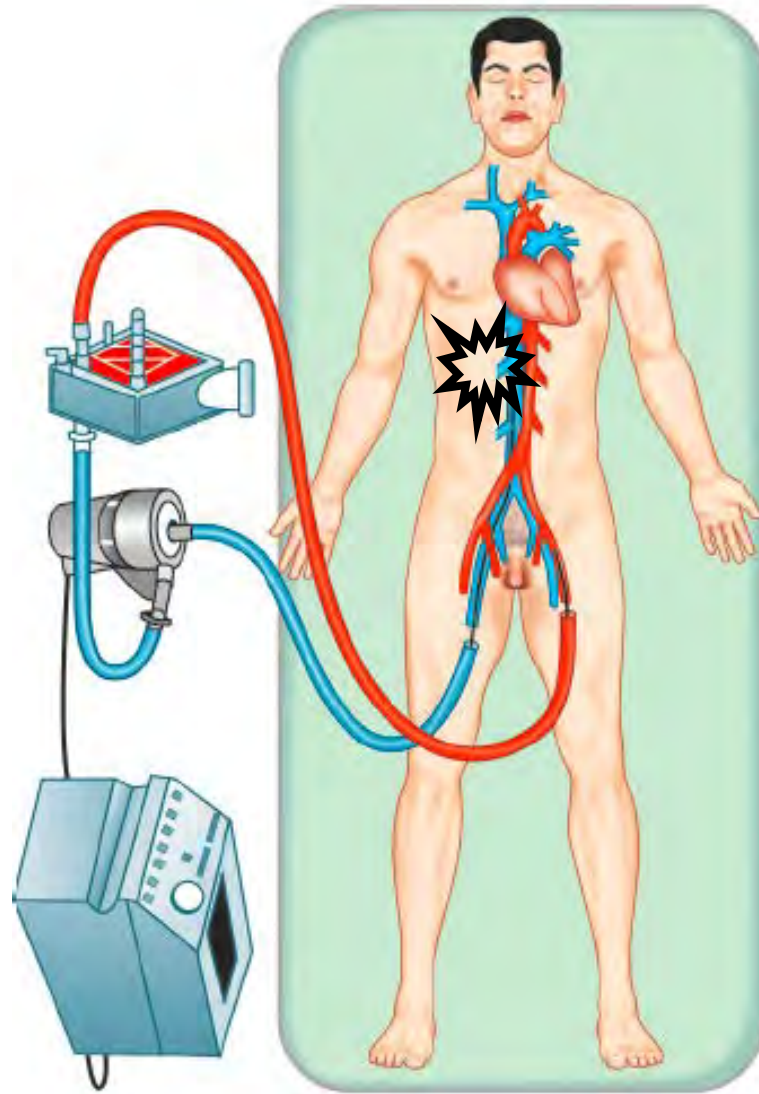


- **ECMO VV: Cánula única. Cánula AVALON**





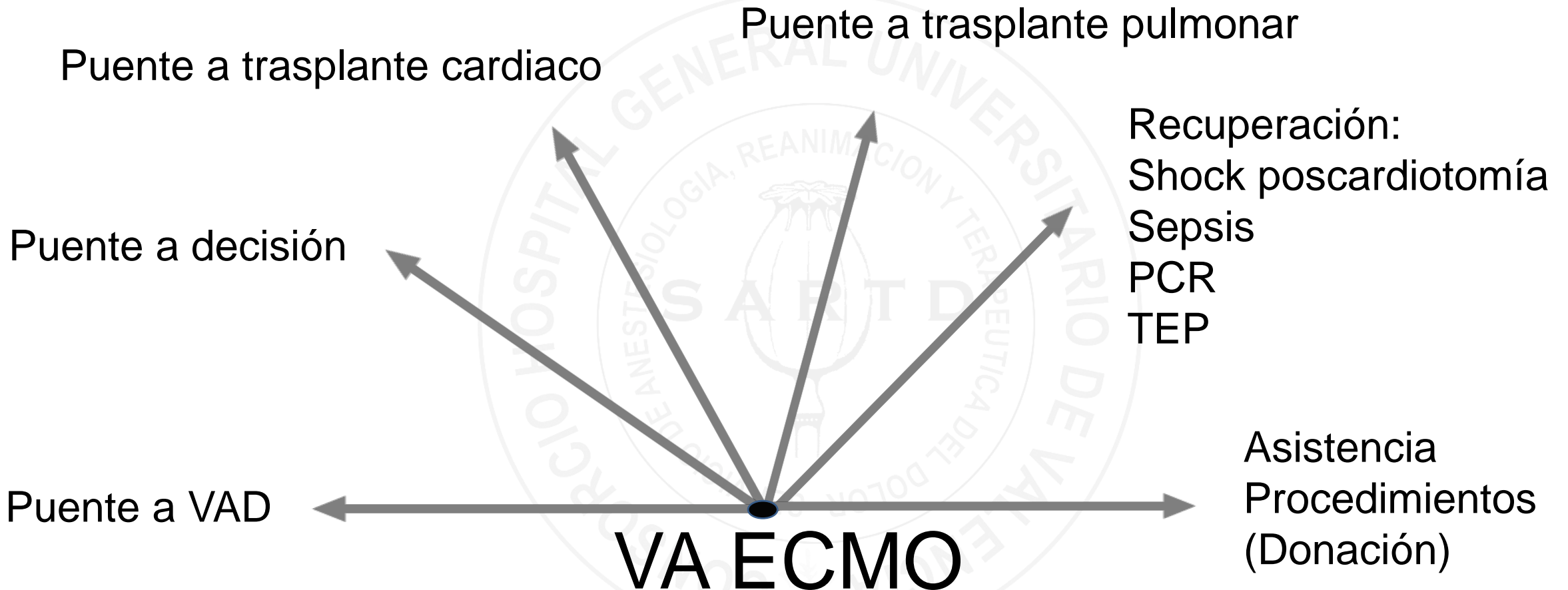
# Tipos de ECMO.



- **ECMO VA:** *Canulación central/ canulación periférica.*

SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 11 de Marzo de 2019

# ECMO: Indicaciones.



Gattinoni, L., E. Carlesso, and T. Langer, *Clinical review: Extracorporeal membrane oxygenation. Crit Care*, 2011. **15(6): p. 243.**



# ECMO: Contraindicaciones

## **Absolutas.**

- PCR no presenciada.
- RCP >1h.
- Enf terminal.
- Neo maligna activa.
- Daño neurológico irreversible.

## **Relativas.**

- Edad >70 años.
- Peso>120kg
- Hemorragia incoercible
- Contr. para heparina

## **VA ECMO. Absolutas.**

- IAo severa.
- Dissección aórtica.

## **RELATIVAS**

- Arteriop periférica.

## **VV ECMO. Absolutas.**

- PAPm>50
- Disfunción VD.
- FEVI<25%.
- Parada cardiaca.



# ECMO: Monitorización.

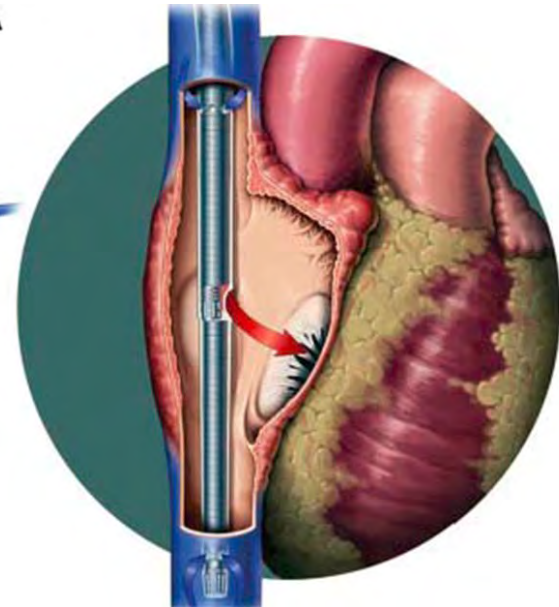
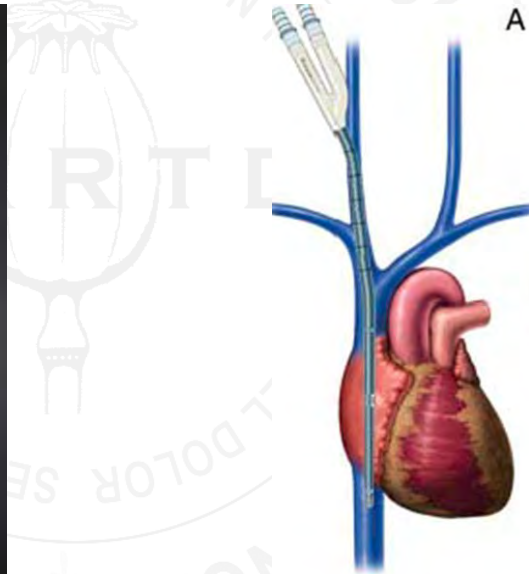
1. El gasto cardíaco a través de la termodilución tradicional es de un valor limitado en ECMO.
2. Contorno del pulso, el Doppler esofágico, determinación del gasto cardíaco a través de la reinhalación, y la bioimpedancia torácica no son fiables.
3. Ecocardiografía: tecnología que se puede utilizar a pie la cama a cualquier hora del día para una monitorización precisa del ECMO.

1. Cavarocchi, N.C., et al., *Weaning of extracorporeal membrane oxygenation using continuous hemodynamic transesophageal echocardiography. J Thorac Cardiovasc Surg*, 2013. **146(6): p. 1474-9.**
2. Greenhalgh, D.L. and M.R. Patrick, *Perioperative transoesophageal echocardiography: past, present & future. Anaesthesia*, 2012. **67(4): p. 343-6.**
3. Mayo, P.H., M. Narasimhan, and S. Koenig, *Critical Care Transesophageal Echocardiography. Chest*, 2015. **148(5): p. 1323-32.**



# ECMO: ETT o ETE.

1. La ETT se debe considerar en primer lugar si el paciente tiene ventanas acústicas adecuadas. La ETE debe considerarse si la transtorácica es subóptima.
2. En el caso de la cánula bi-cava doble lumen para VV ECMO (Avalon Elite®) se debe considerar su implante con control a través de ETE.



ELSO Guidelines for Cardiopulmonary  
Extracorporeal Life Support.



# Fases ECMO

- 1. Pre ECMO: Selección de pacientes y canulación.
- 2. ECMO: Monitorización y complicaciones.
- 3. Weaning ECMO.



# ECMO: Selección de pacientes.

- Ventrículo izquierdo.  
Morfología y dimensiones.  
Función sistólica: FE, VTI  
TSVI.  
Función diastólica.
- Aurícula izquierda.
- Válvulas: IAo.**
- Prótesis valvulares.

- Ventrículo derecho.  
Morfología y dimensión.  
Función sistólica: TAPSE, TDI  
, FAC.
- Septo interventricular.
- Regurgitación tricúspide.
- Aurícula derecha.

## Otros.

- Taponamiento.**
- FOP.
- Vena cava inferior.
- Red de Chiari.
- Seno coronario.
- Vascular: Trombosis,  
**disección**, ateroma.



# ECMO: Selección de pacientes.

- Ventrículo izquierdo.  
Morfología y dimensiones.  
Función sistólica: FE, VTI  
TSVI.  
Función diastólica.
- Aurícula izquierda.
- Válvulas: IAo.
- Prótesis valvulares.

- Ventrículo derecho.  
Morfología y dimensión.  
Función sistólica: TAPSE,  
TDI, FAC.
- Septo interventricular.
- Regurgitación tricúspide.
- Aurícula derecha.

## Otros.

- Taponamiento.
- FOP.
- Vena cava inferior.
- Red de Chiari.
- Seno coronario.
- Vascular: Trombosis,  
disección, ateroma.





# ECMO: Fases.

- 1. Pre ECMO: Selección de pacientes y canulación.
- 2. ECMO: Monitorización y complicaciones.
- 3. Weaning ECMO.



# ECMO: Monitorización y complicaciones.



**Isquemia mmii**

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 11 de Marzo de 2019**



# ECMO: Monitorización y complicaciones.

P1 Máx. -70 mmHg	P2 Max 250 - 300	P3 Max 250 - 300	P2 – P3 $\Delta$ P Oxigenador	
↑	↓	↓	↓	<b>Resistencia a la aspiración aumentada</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cánula venosa acodada</li> <li>• Hipovolemia</li> <li>• Taponamiento</li> <li>• Neumo o hemotórax</li> </ul>
↓	↓	↓	↓	<b>Fallo de bomba</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánico</li> <li>• Trombo en bomba</li> </ul>
↓	↑	↓	↑	<b>Fallo del oxigenador</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trombo en oxigenador</li> </ul>
↓	↑	↑	↓	<b>Obstáculo a la eyección</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cánula arterial acodada</li> <li>• Paciente incorporado</li> <li>• Obstrucción cánula</li> </ul>



# ECMO: Monitorización y complicaciones.

## Anticoagulación con heparina sódica

50-100 Unidades/Kg (0,5-1mg/kg) previa a la canulación del paciente. Individualizada según presencia de hemorragia.

Generalmente en el shock poscardiotomía se inicia a las 12-24 horas de la cirugía SIEMPRE QUE NO EXISTA HEMORRAGIA Y LOS CONTROLES DE HEMOSTASIA SEAN NORMALES.

ACT objetivo será entre 160-180 seg.

## Antiagregación.

(100 mgr/VO/24h) plaquetas  $>$  de  $50-75 \times 10^3 / \mu\text{L}$  y retirarla si  $<$   $50 \times 10^3 / \mu\text{L}$ . En aquellos en que la cifra de plaquetas aumente por encima de  $400 \times 10^3 / \mu\text{L}$  y/o en aquellos casos en los que se aprecie un depósito precoz y masivo de fibrina se puede administrar conjuntamente aspirina y clopidogrel (75 mgr/VO/24h).



# ECMO: Monitorización y complicaciones.

## **Déficit de AT.**

Se debe sospechar un déficit de AT adquirido ante el aumento progresivo de los requerimientos de heparina sin conseguir un rango terapéutico de anticoagulación. Si los niveles bajos de AT son confirmados se debe considerar la administración de AT para conseguir el rango terapéutico de anticoagulación.

## **Monitorización de la anticoagulación.**

No hay un consenso para su monitorización y existen muchas diferencias interinstitucionales. Entre los más habituales se encuentran ACT, TTPa, niveles de anti-factor Xa (anti-Xa), tromboelastografía (incluyendo ROTEM), concentración de heparina.



# ECMO: Monitorización y complicaciones.

- Trombosis del paciente y del circuito.
- Trombopenia asociada a la heparina (HIT).
- Trombopenia.
- Hemólisis.
- Coagulación intravascular diseminada.
- Hiperfibrinólisis.
- Síndrome de von Willebrand adquirido.
- Hemorragia.



# ECMO: Monitorización y complicaciones.

- **Hipoxia cerebral (síndrome del arlequín)**

Es una complicación exclusiva de la ECMO VA con retorno por arteria femoral en casos con insuficiencia respiratoria grave y suficiente reserva funcional miocárdica

Hay que pensar en esta complicación si el paciente presenta un estado confusional que dificulte la progresión a extubación o recuperación. En situaciones extremas, la cabeza del paciente adquiere un color cianótico mientras que los miembros inferiores estarán sonrosados

Los gases arteriales extraídos de la línea arterial femoral muestran una sangre completamente saturada mientras que en los extraídos de la arteria radial generalmente derecha hay hipoxemia (en ocasiones la izquierda esta oxigenada mediante el ECMO). El tratamiento consiste en transferir al paciente a un ECMO VV. Si no fuera posible, se puede añadir una cánula arterial a nivel de la arteria subclavia.

- **Accidentes cerebrovasculares hemorrágicos o isquémicos .**

El riesgo de accidente cerebrovascular isquémico o hemorrágico según diferentes registros y estudios se sitúa alrededor del 10% siendo los pacientes con hemorragia cerebral los pacientes con mayor mortalidad.



# ECMO: Fases.

- 1. Pre ECMO: Selección de pacientes y canulación.
- 2. ECMO: Monitorización y complicaciones.
- 3. Weaning ECMO.





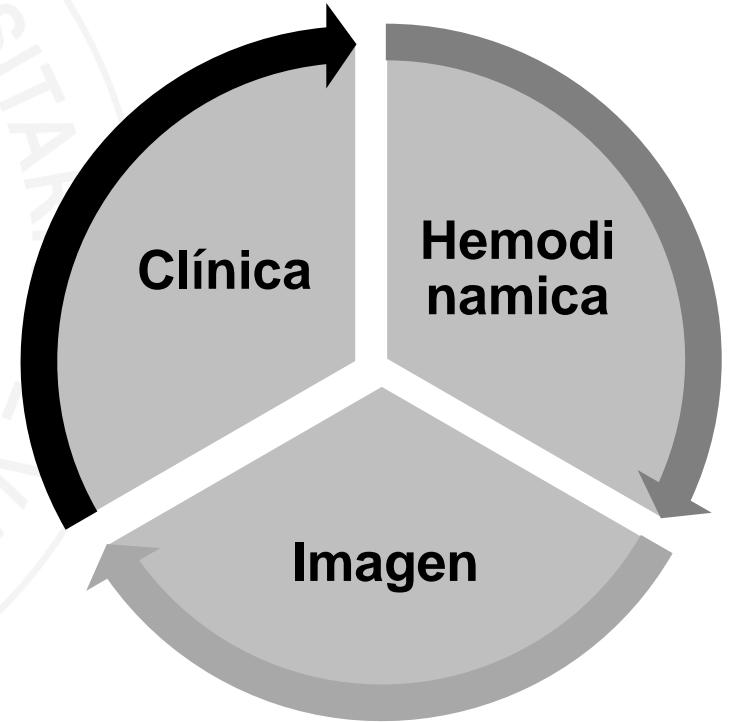
# ECMO: Weaning.

Aumentar los parámetros de la ventilación mecánica al mismo tiempo que se reduzca el flujo sanguíneo.

**NO SE DEBE APAGAR EL MEZCLADOR DE GASES en el destete de ECMO VA.**

**Flujo a 1,5 l/min 30 min (ACT):**

- FEVI 25%.
- VTI TSVI 12 cm.
- TDI lat S' 6 cm/s.
- Función VD
- VCI.
- Ausencia de taponamiento.
- Pulmón.



Echocardiography for adult patients supported with extracorporeal membrane oxygenation, Ghislaine Doufle et al. Critical Care 2015.

**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 11 de Marzo de 2019**

# Asistencia ventricular izquierda: Intermacs 2, 3, 4.

**Echocardiography in the Management of Patients with Left Ventricular Assist Devices: Recommendations from the American Society of Echocardiography** Raymond F. Stainback, MD, FASE, Chair, Jerry D. Estep, MD, FASE, Co-Chair, Deborah A. Agler, RCT, RDCS, J Am Soc Echocardiogr 2015;28:853-909.



**SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua  
Valencia 11 de Marzo de 2019**

# Asistencia ventricular: Introducción.

- El **flujo continuo** mostró ser superior en supervivencia reduciendo la incidencia de eventos adversos significativos (infección, insuficiencia cardíaca derecha y arritmias) y la necesidad de reemplazo de la bomba.
- La supervivencia a 1 y 2 años para el **flujo continuo fue de 68 y 58%**, respectivamente, en comparación con **55 y 24%** con el **flujo pulsátil**.
- Las **tasas de supervivencia de ambos**, continuo-pulsátil, son marcadamente mejores en comparación con la terapia médica.

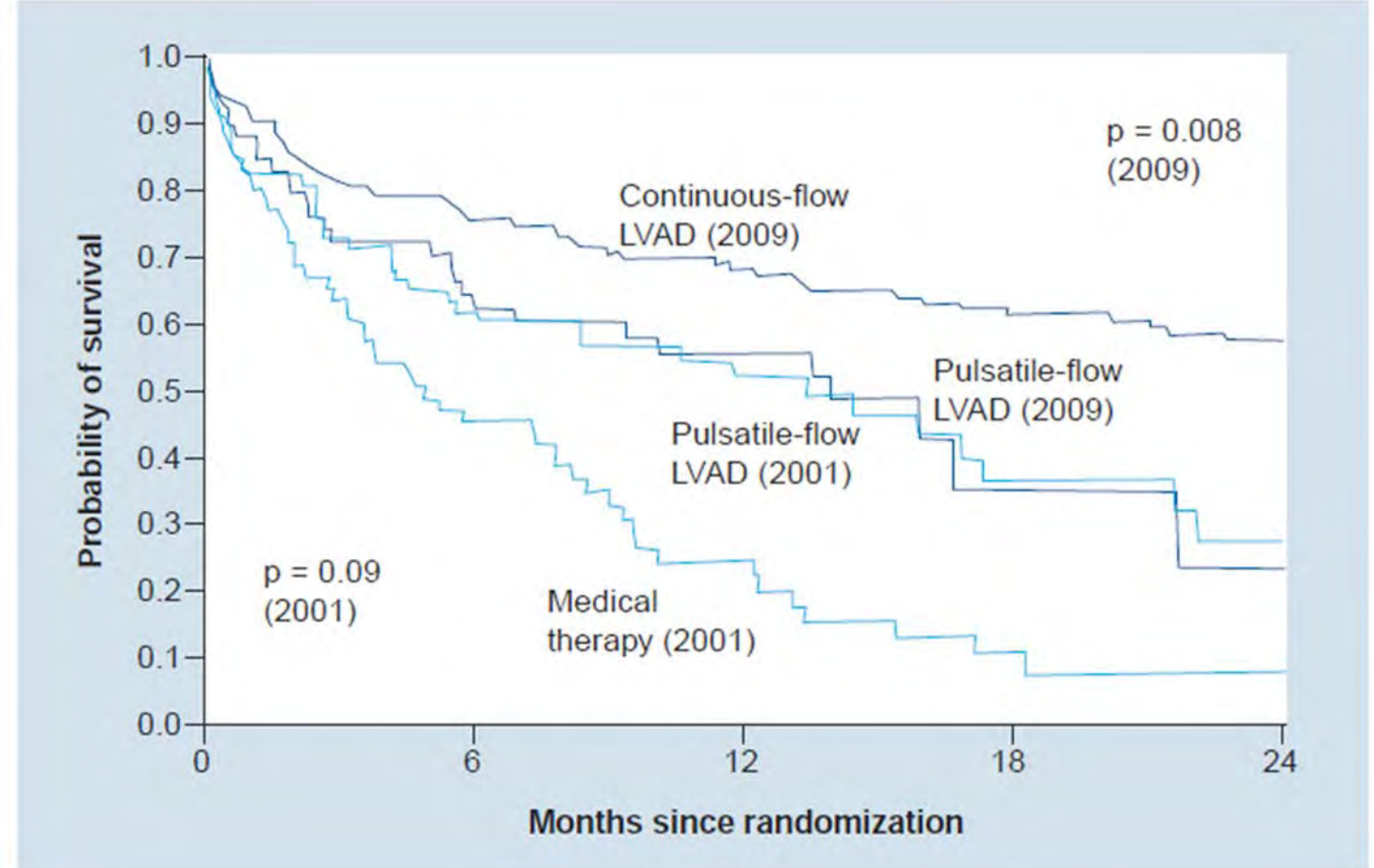


Figure 3. Two-year survival rate summary of two separate clinical trials.



# Asistencia ventricular: Introducción.

- Los dispositivos de flujo continuos son superiores a la generación anterior de dispositivos pulsátiles, siendo actualmente la tecnología predominante y ha dado lugar a un uso creciente del apoyo circulatorio mecánico (MCS), como puente al trasplante (BTT) y la terapia de destino (DT).

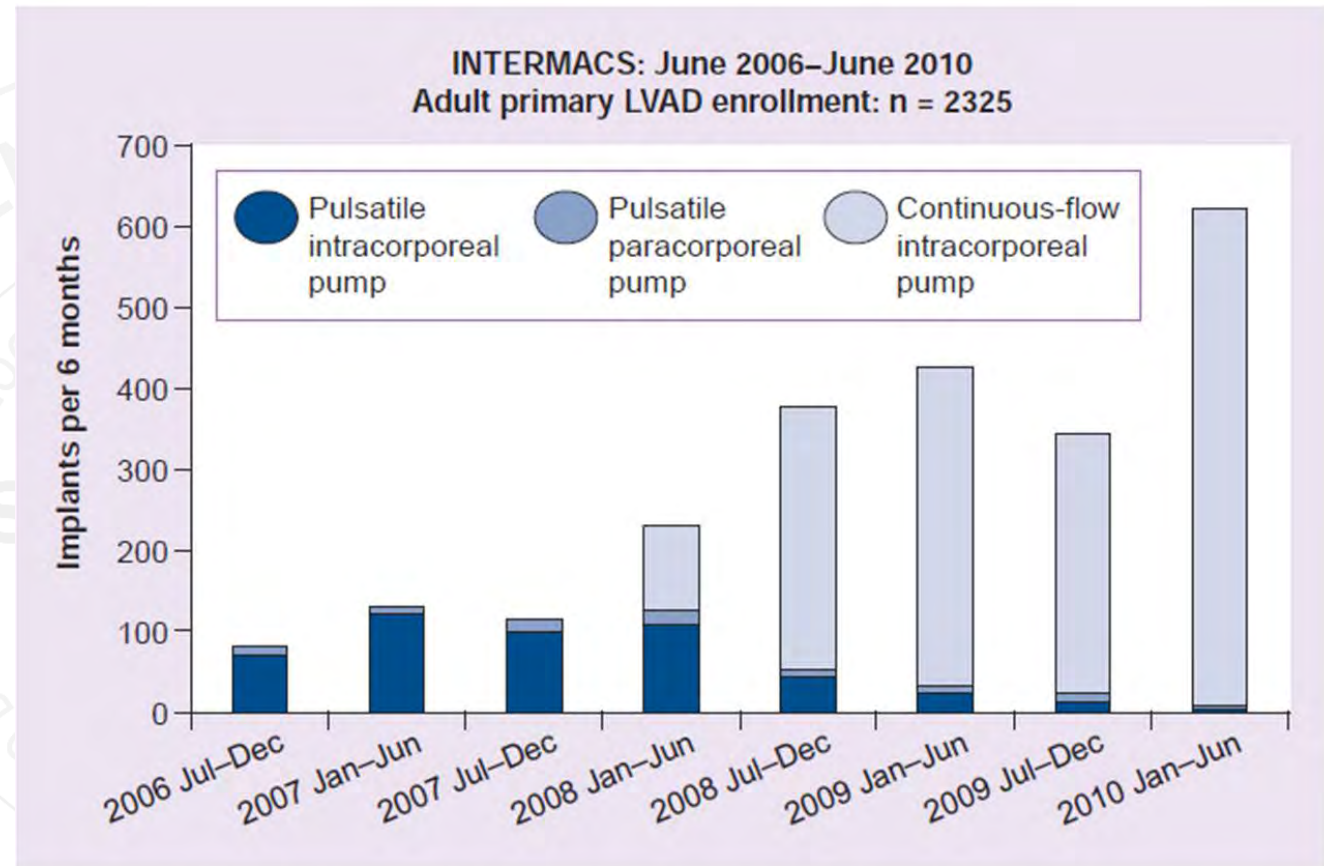


Figure 4. Types of left ventricular assist devices placed since the Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support was begun. Note the



# Asistencia ventricular: Dispositivos.

Berlin Heart® EXCOR® and EXCOR® Pediatric2 (Berlin Heart, Inc., Northborough, MA)



Flujo pulsátil neumático. Asistencia izquierda, derecha o biventricular. Consola portátil.  
<http://www.berlinheart.com/englich/medpro/excor pediatric/pumpen/>



# Asistencia ventricular: Tipos.

Levitronix® CentriMag®

IMPELLA® LP2.5, LP5.0, CP, RP (Abiomed Inc., Danvers, MA)



Implante percutáneo o quirúrgico, asistencia izquierda o derecha, flujo continuo axial.

<http://news.bbc.co.uk/1/hi/health/3980263.stm>

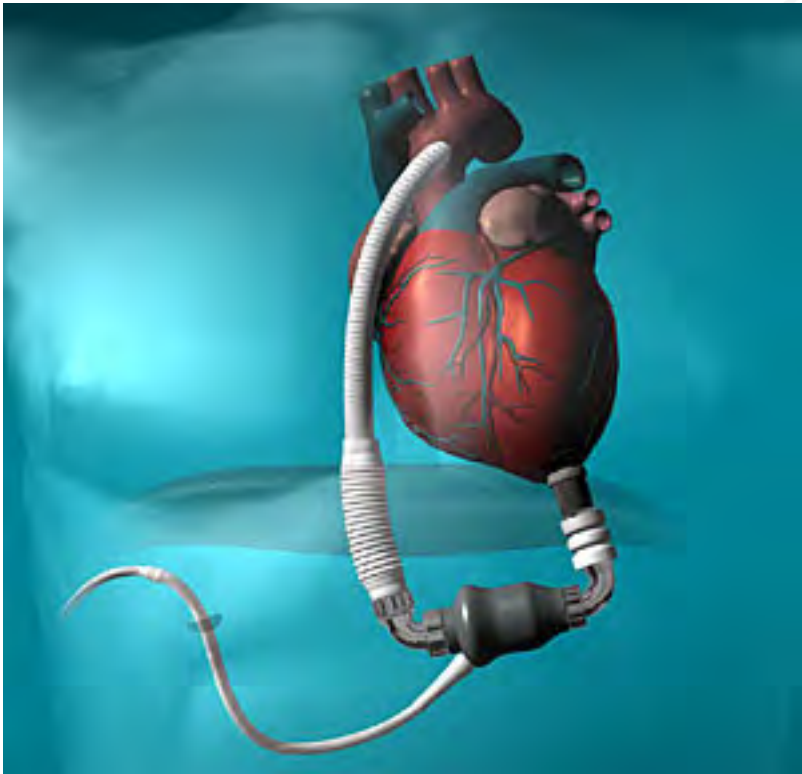


Asistencia izquierda, derecha o biventricular temporal a través de flujo continuo y centrifugo. Implante quirúrgico.



# Asistencia ventricular: Tipos.

**HeartMate® II** (Thoratec Corporation, Pleasanton, CA)7



Flujo continuo axial, implante peritoneal.

**HeartMate® III**

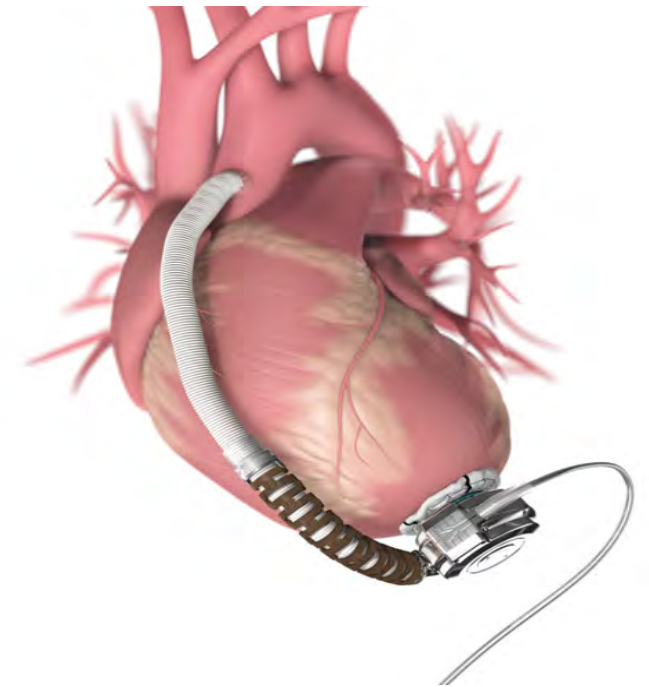


Pulsatilidad intrínseca, implante intrapericárdico, centrífuga con levitación magnética



# Asistencia ventricular: Tipos.

**HeartWare HVAD™** (HeartWare Ltd., Sydney, Australia)



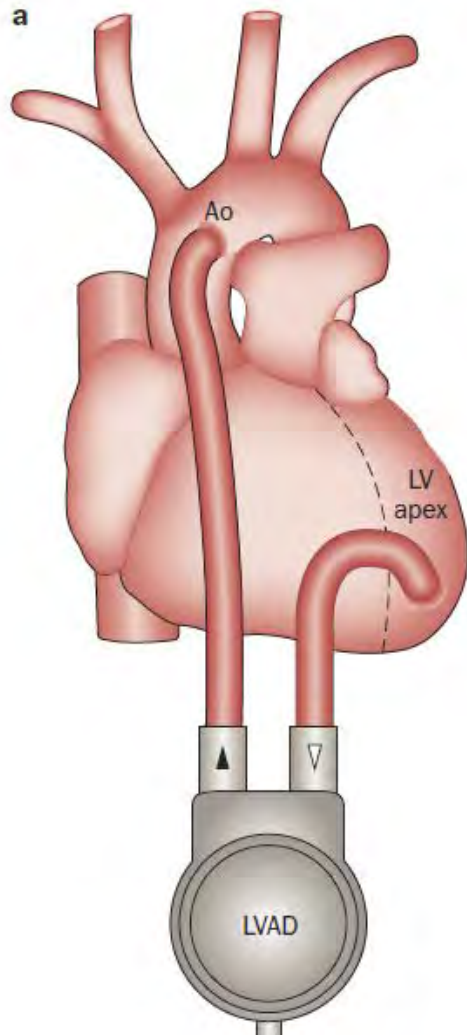
Flujo continuo bomba centrífuga. Implantable en pericardio.

[http://www.heartware.com.au/IRM/content/usa/media\\_images.html](http://www.heartware.com.au/IRM/content/usa/media_images.html)





# Asistencia ventricular izquierda: Principios básicos.



## ✓ **Descompresión VI:**

↓ Presiones pulmonares.

Disminución o anulación de la IM.

Movimiento septal, interdependencia (malposición, hipovolemia, taponamiento).

## ✓ **Flujo aórtico continuo:**

Pulsatilidad variable (apertura VA).

Reducción (1 de cada 3) o nula apertura válvula aórtica

Fusión de válvula aórtica.

Flujo continuo tisular. MAV.

## ✓ **Ventrículo derecho:**

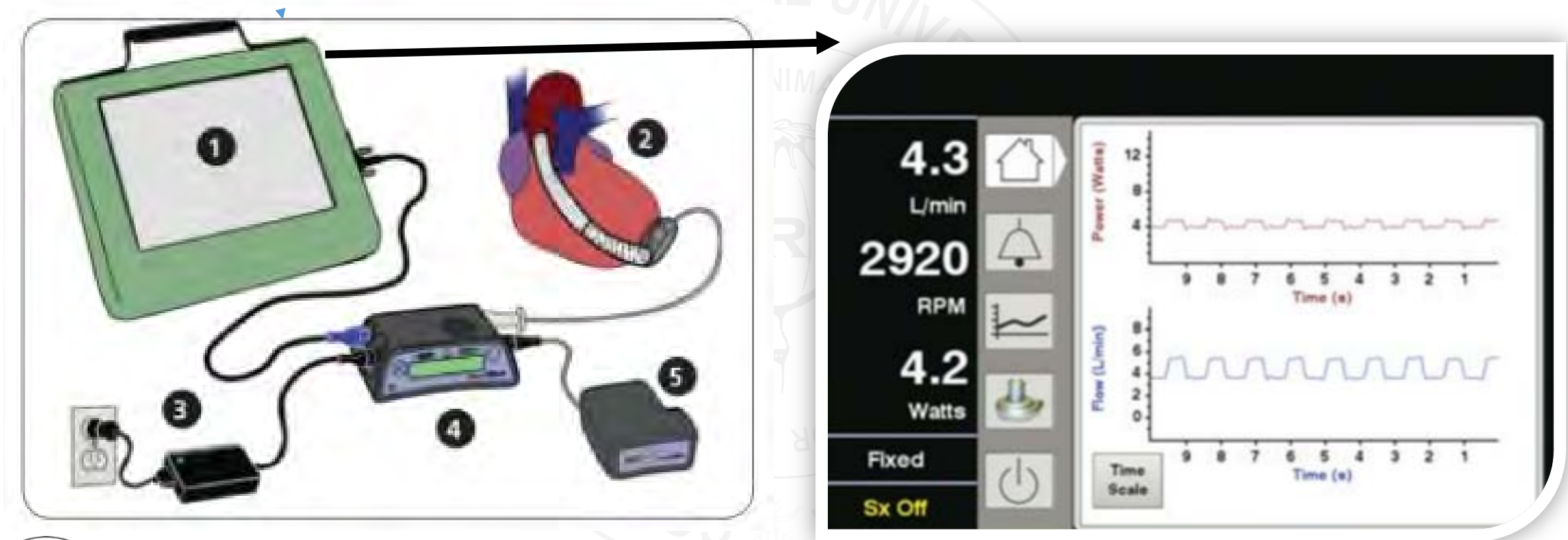
Mejoría de la poscarga. Cuando?

Aumento de la precarga: Fallo VD.

Movimiento septal e interdependencia: Fallo VD.

Fluidos, transfusión y ventilación.

# Asistencia ventricular: Postoperatorio inmediato.



# Conceptos fundamentales

- Objetivo: PAM: 65-90mmHg.
- Presión de pulso y apertura de válvula aortica.
- No precipitarse con la **anticoagulación y antiagregación**, la hemorragia es más frecuente.
- No elevar excesivamente las revoluciones inicialmente: Fracaso ventricular derecho.
- Evitar la HTA: hemorragia cerebral y malfuncionamiento dispositivo.

## Complicaciones inmediatas fundamentales

- Hemorragia.
- Hipotensión.
- Hipoxemia.
- Hipertensión.
- ACV.
- Infección.
- Arritmias/PCR.



# Asistencia ventricular: Postoperatorio inmediato.

**Table 3. LVAD Dysfunction and Post-Implant Complications Detected by Echo**

Pericardial effusion with or without cardiac tamponade

RV failure (increased RV size, decreased RV systolic function, increased right atrial pressure, and increased tricuspid regurgitation)

Inadequate LV filling (small LV dimensions)

LVAD-induced ventricular ectopy or tachycardia (underfilled LV and mechanical impact with septum)

LVAD-related continuous aortic insufficiency (aortic regurgitation throughout cardiac diastole and systole)

Intracardiac thrombus (including right and left atrial, LV apical, and aortic root thrombus)

Pulsatile pump inflow valve regurgitation (apical inflow cannula turbulent flow detected by color Doppler during LVAD ejection, dilated LV, frequent opening of the AV, and reduced outflow graft flow  $<1.8$  m/s)

Pulsatile pump apical inflow obstruction (intermittent interruption of usual laminar LVAD diastolic inflow using pulsed-wave Doppler with inflow velocities  $>2.5$  m/s and color flow aliasing at the cannula orifice)

Continuous pump apical inflow abnormality due to inflow cannula obstruction, malposition, or hyperdynamic apical LV function (color Doppler high-velocity aliased flow at the cannula orifice with a peak Doppler velocity  $\geq 2$  m/s)

Cannula kinking or complete thrombosis (loss of Doppler signal in all echo views and loss of RV outflow tract stroke volume with speed change)

Hypertensive emergency, continuous flow pump (minimal AV opening, dilated LV, worsening MR, and peak outflow cannula velocity  $>2$  m/s)

Impeller cessation, continuous flow pump (dilated LV, acute reversal of apical inflow flow direction using spectral or color Doppler, worsening MR, and decreased RV outflow tract stroke volume)

AV = aortic valve; LV = left ventricle; MR = mitral regurgitation; RV = right ventricle; other abbreviations as in Table 1.

# Asistencia ventricular: Disfunción ventricular derecha.

- Imagen.
- Clínica.
- La insuficiencia del VD tras el implante LVAD se ha asociado a peores resultados, incluyendo aumento de la estancia hospitalaria y de la morbimortalidad a corto y largo plazo.

## Box 1

### Most commonly used definitions of acute RV failure after LVAD implant

1. The presence of any one of the following: the need for postoperative intravenous inotrope support for >14 days, the need for inhaled nitric oxide for >48 hours, the need for right-sided MCS, and/or hospital discharge on an inotrope
2. The presence of 2 or more of the following in the first 48 hours after LVAD implant in the absence of tamponade: mean arterial pressure <55 mm Hg, central venous pressure >16 mm Hg, mixed venous oxygen saturation <55%, cardiac index <2.0 L/min/m<sup>2</sup>, inotropic support >20 units (according to the inotropic score)



# Asistencia ventricular: Disfunción ventricular derecha.

## Box 2

Predictors of post-LVAD RV failure most consistently found among published studies

### *Consistent Predictors of Post-LVAD RV Failure*

Need for vasopressor or short-term MCS use before LVAD to preserve end-organ perfusion (ie, a "bridge to a bridge")

Hepatic dysfunction

Renal dysfunction

High right atrial pressures

Low RVSWI

*Abbreviation:* RVSWI, right ventricular stroke work index, calculated as (mean pulmonary arterial pressure minus mean right atrial pressure)  $\times$  (cardiac index/heart rate).

Optimización preoperatoria:

- Volumen.
- Nutrición.
- Coagulación.

# Asistencia ventricular: Tratamiento disfunción VD.

- **Prevención:** Restricción hídrica (mantener PVC<15mmHg), evitar hipoxemia e hipercarbia, evitar sobredistensión pulmonar, reclutar antes de la separación del Bypass cardiopulmonar, normotermia, mantener ligera alcalosis y tratar la acidosis.
- Marcapasos. Estimulación 100-110lpm.
- Adecuada velocidad del VAD 1800rpm-2400rpm para conseguir una adecuada descompresión del VI pero mantener el tabique en posición neutra. INTERDEPENDENCIA.
- Catecolaminas y vasodilatadores pulmonares: Milrinona, dobutamina, adrenalina, óxido nítrico.
- Implante precoz de RVAD en el caso de disfunción.



# Hipotension

<b>PAM</b>	↓	↓	↓	↓
<b>PVC</b>	↓	↑	↑	↑
<b>PAP</b>	↓	↓	↓ ↑	↑
<b>PEAP</b>	↓	↓	↓ =	↑
<b>Ecocardiografía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VI vacío</li> <li>• VCI pequeña</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame pericárdico</li> <li>• Compresión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dilatación VD</li> <li>• Disfunción VD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VI dilatado</li> <li>• Cánula malposicionada</li> <li>• VA abre.</li> </ul>
<b>Diagnóstico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipovolemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taponamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disfunción VD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obstrucción/Trombosis</li> </ul>
<b>Tratamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluídos/Transfusión</li> <li>• Revisar hemorragia activa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cirugía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catecolaminas</li> <li>• Inodilatadores</li> <li>• Vasodilatadores pulmonares</li> <li>• RVAD</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fibrinólisis</li> <li>• Cirugía</li> </ul>

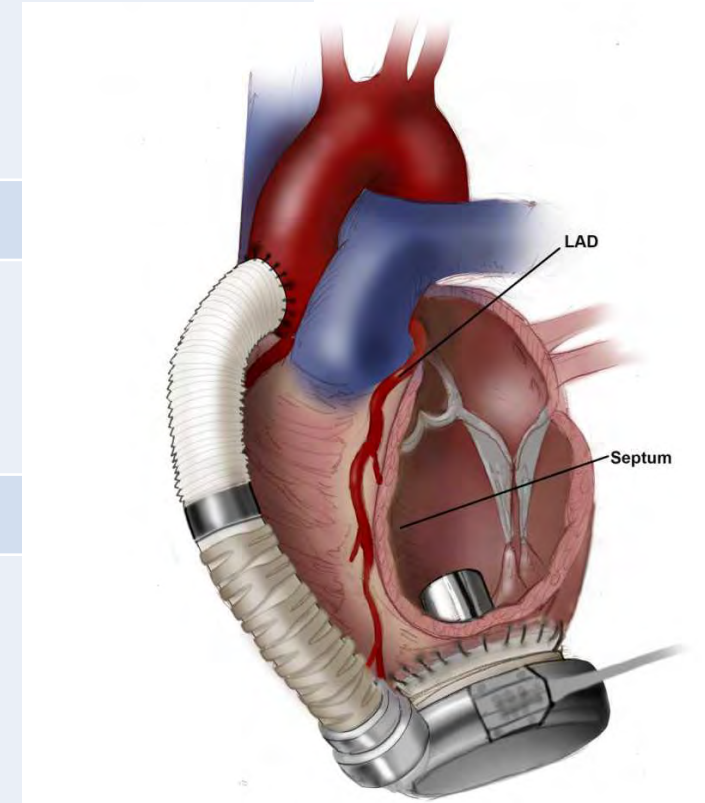


Figura 1. Abreviaturas. PAM: Presión arterial media, PVC: Presión venosa central, PAP: Presión de arteria pulmonar, PEAP: Presión de enclavamiento de arteria pulmonar, VI: Ventrículo izquierdo, VD: Ventrículo derecho, VA: Válvula aórtica, RVAD: Right ventricular assist device (asistencia ventricular derecha).



# Hipotension

MONITOR	CAUSAS
Flujos altos	Vasodilatación Sepsis
Flujos bajos	Hipovolemia Hemorragia Arritmias
Pulsatilidad alta	Mejoría de la función ventricular
Pulsatilidad baja	Hipovolemia Muy mala función ventricular nativa Revoluciones muy elevadas
Potencia alta	Trombosis del dispositivo
Succión (asociado en general a pulsatilidad baja y flujos bajos)	Hipovolemia Disfunción del VD Taponamiento Revoluciones muy elevadas Arritmias (en general VI poco lleno o muy descargado)



# Hemorragia postoperatoria.

- Prevención: Reversión completa de la cirugía /No introducir de forma precoz la anticoagulación.
- Disminuir/retirar ACO, heparina.
- Disminuir/retirar antiagregantes.
- Transfusión CH, plasma, plaquetas, fibrinógeno, factores.
- CIRUGIA.

## Hipertensión

- PAM objetivo: 65-90mmHg.
- Tratamiento de las mecanismos causales.
- Tratamiento farmacológico: betabloqueantes, IECA, ARAll, calci antagonistas.



# Accidente cerebrovascular.

- Control estricto de la hipertensión.
- Riesgo de conversión hemorrágica:  
Disminuir/retirar anticoagulación.
- Técnica de imagen.
- Cirugía si precisa.



# Infecciones.

- Si shock séptico DD de la hipotensión: PAM baja, PVC baja, flujos normales o altos.
- Infecciones:
  - Infecciones específicas de LVAD (la bomba, la cánula, driveline).
  - Infecciones relacionadas con LVAD (endocarditis, infecciones del torrente sanguíneo, mediastinitis).
  - Infecciones no específicas de LVAD (neumonía, tracto urinario).
- Curas y cuidados, enfermería, paciente y familia adiestrados.



# Arritmias y parada cardiaca

- Mantenimiento de RS. FC 90-110lpm. Estimulación eléctrica.
- Tratamiento farmacológico o eléctrico.
- Repercusión sobre el funcionamiento del dispositivo y función ventricular(VD).
- Si parada y RCP comprobar posteriormente el dispositivo.



# Asistencia ventricular: Complicaciones tardías.

**Table 1. Complication rates of continuous-flow left ventricular assist devices post-US FDA approval in the Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support database.**

Complication	Incidence
Infection	44.4%
Bleeding	41.4%
Arrhythmias	27.5%
Respiratory failure	22.8%
Right heart failure	13.3%
Renal dysfunction	11.2%
Pericardial drainage	10.9%
Psychiatric episode	9.2%
Hypertension	8.6%
Venous thromboembolism, non-neurological	7.1%
Stroke	5.9%
Hepatic dysfunction	5.9%
Other neurological dysfunction	5.9%
Need for device replacement	4.4%
Hemolysis	2.1%
Wound dehiscence	1.8%
Myocardial infarction	1.2%
Arterial thromboembolism, non-neurological	0.9%

- Hemorragia gastrointestinal 10-40%. MAV, Von Willebrand.
- Infección 40%.
- Arritmias 20-30%.
- Trombosis y embolismo: TVP o trombosis arterial 7-9%, ACV isquémico o hemorrágico 7-15% (raíz aórtica), trombosis de la bomba.
- Fallo de la bomba <5%.