



ASISTENCIA CIRCULATORIA MEDIANTE OXIGENACIÓN POR MEMBRANA EXTRACORPÓREA



ECMO IMPLICACIONES HEMODINÁMICAS

DR. IGNACIO MORENO PUIGDOLLERS
SARTD HOSPITAL LA FE

ECMO POSTCARDIOTOMÍA

SHOCK CARDIOGÉNICO

Estado de hipotensión persistente e hipoperfusión tisular debido a una disfunción cardíaca con presencia de un adecuado volumen intravascular.

Signos Clínicos: hipotensión, taquicardia, frialdad cutánea, oliguria (<0.5 ml/kg/h), acidosis láctica y estado mental alterado.

Datos Hemodinámicos:

arterial sistólica (PAS) < 90 mmHg durante 30´

-Presión

-Presión capilar pulmonar > de 20 mmHg,

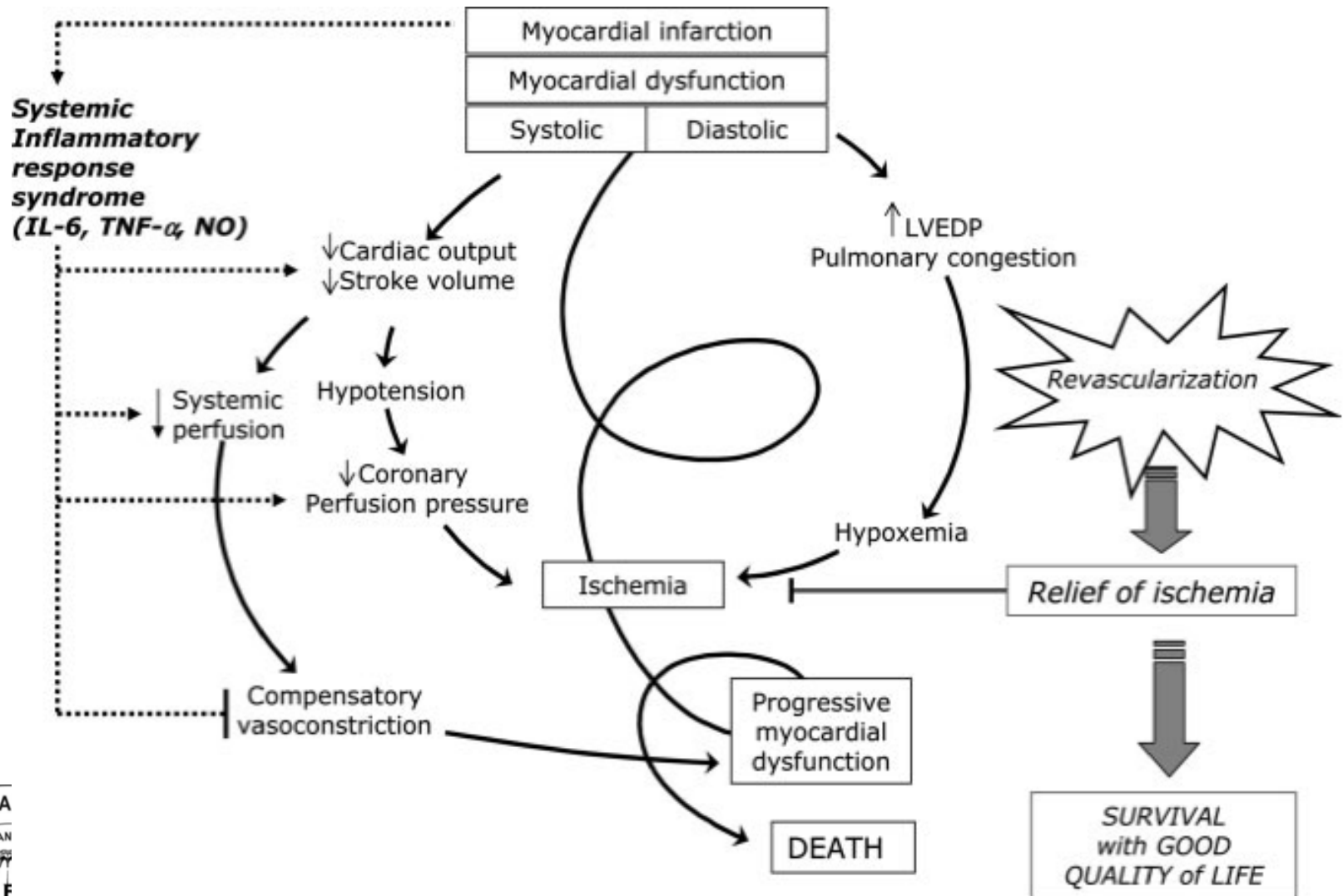
-Índice cardíaco < de 2.2 l/m²,

-Presión de llenado ventricular izq. alta (PAI > 20 mmHg)

-Resistencias Vasculares a nivel sistémico aumentadas.



ECMO POSTCARDIOTOMÍA



ECMO POSTCARDIOTOMÍA

Shock poscardiotomía o Síndrome de Bajo Gasto (SBGC)

2-6% de todas las intervenciones cardíacas

- Alta morbi-mortalidad 17%.
- Una vez agotadas las posibilidades del tratamiento médico inotrópico y BCPIAo persiste la situación de bajo gasto en aproximadamente el 0'5-1%.
- El daño miocárdico como consecuencia de la lesión de isquemia-reperfusión (*stunning* miocárdico) es la causa más importante.
- El trasplante cardíaco (TCO) puede desarrollar HTP postoperatoria resistente a vasodilatadores pulmonares, apareciendo *shock* cardiogénico secundario a ICD



ECMO POSTCARDIOTOMÍA

Los pacientes intervenidos de CC bajo circulación extracorpórea (CEC) con isquemia miocárdica global por pinzamiento aórtico presentan grados variables de disfunción ventricular transitoria en el postoperatorio inmediato en ausencia de infarto de miocardio.

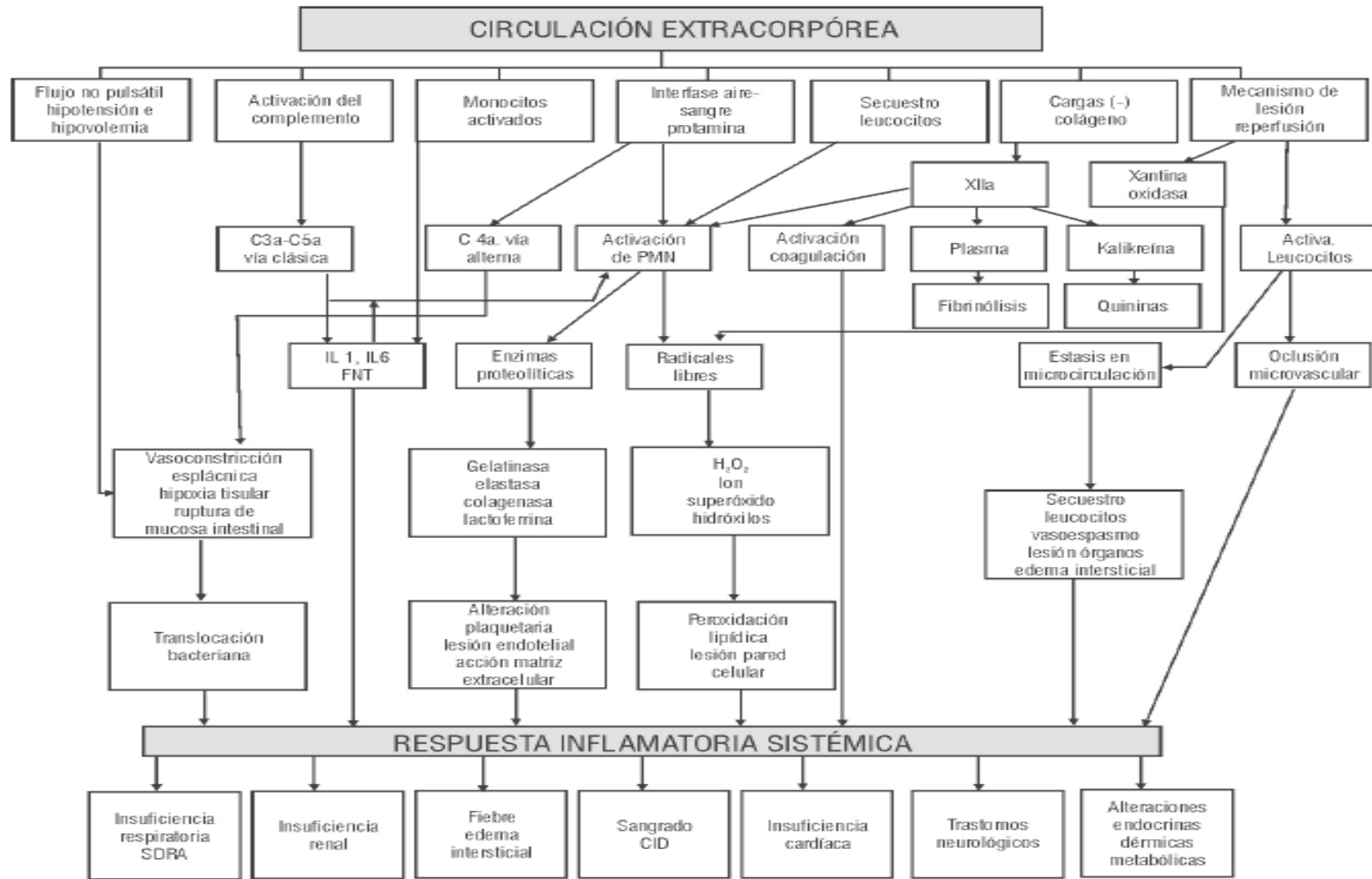
Causas de Aturdimiento

- Isquemia miocárdica durante el clampaje,
- Daño de reperfusión,
- Disfunción miocárdica inducida por cardioplegia (mala preservación)
- Activación de las cascadas de la inflamación y de la coagulación,
- Administración de fármacos anestésicos, inotrópicos.
- Una situación previa irreversible de disfunción miocárdica

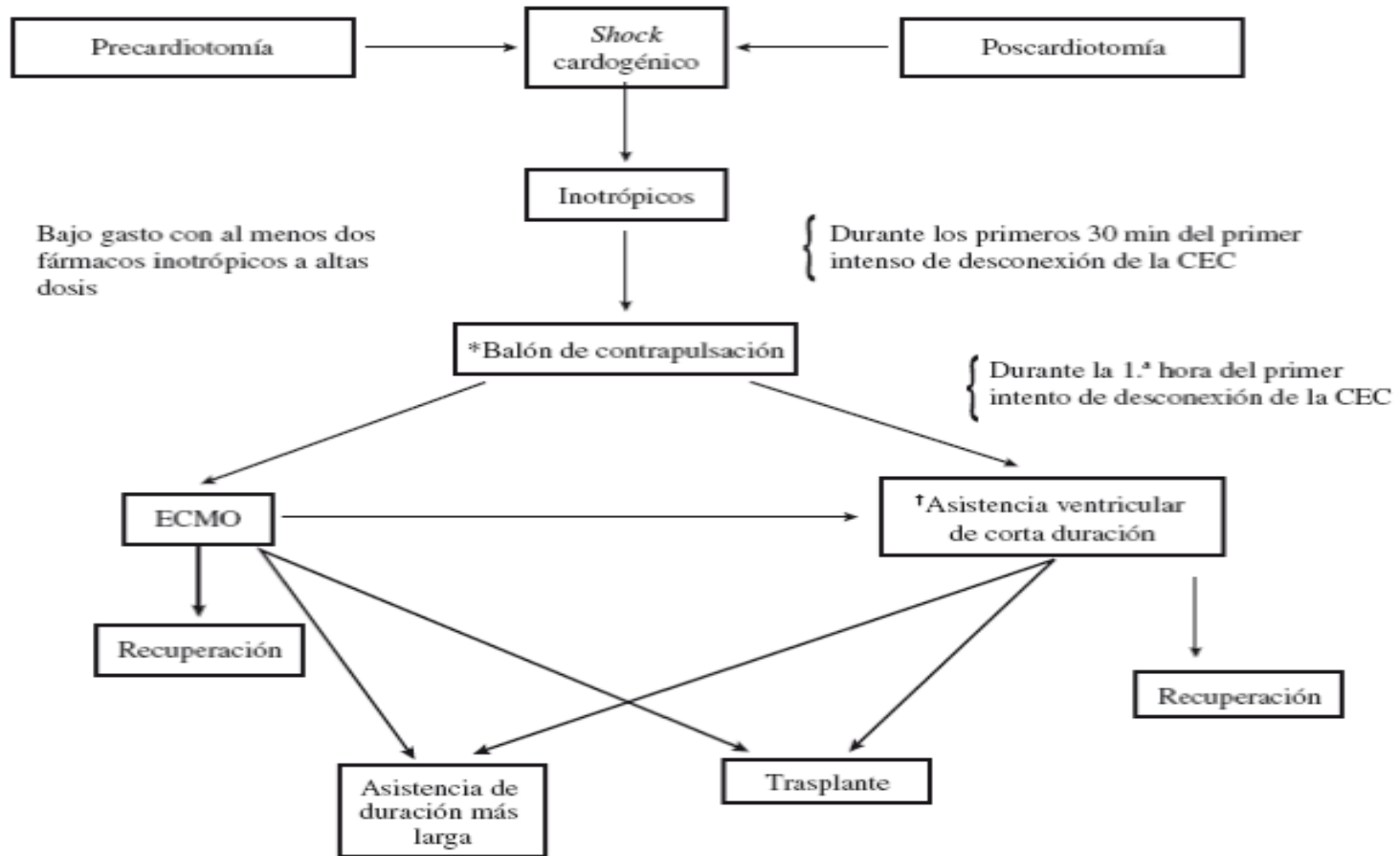
Lesión de isquemia-reperfusión

- Depleción de fosfatos de alta energía,
- Sobrecarga intracelular de calcio,
- Generación de radicales libres,
- Alteraciones de la microcirculación coronaria,
- Pérdida de miofilamentos,
- Reducida sensibilidad al Calcio,
- Inactivación de enzimas
- Estimulación de la apoptosis celular en los miocardiocitos.

ECMO POSTCARDIOTOMÍA



ETAPAS TTO SBGC



*El implante del BIACP es opcional si se piensa directamente en una asistencia ventricular.

†La mayoría de los casos comienzan con fracaso de VI y pueden ser manejados con asistencia izquierda sola. Si se retrasa la colocación es más frecuente que se necesite una asistencia biventricular.



ECMO POSTCARDIOTOMÍA

SALIDA DE BOMBA (FRACASO VENTRICULO IZQUIERDO)

DISFUNCION VENTRICULAR	IC > 2.2 No	IC < 2.2 e IC > 1.2 MODERADA	IC < 1.2 SEVERA
TAS < 70 (RVS BAJAS)	Noradrenalina o fenilefrina	Adrenalina o Dobutamina + noradrenalina	Adrenalina o Dobutamina + noradrenalina. BIAC o CEC o asistencia ventricular
TAS < 100 y TAS > 70 (RVS MODERADAS)	Noradrenalina o fenilefrina .	Adrenalina o Dobutamina + noradrenalina	Adrenalina o Dobutamina + noradrenalina BIAC o CEC o asistencia ventricular
TAS > 100 (RVS NORMALES- ALTAS)		Dobutamina o Levosimendan.*	Levosimendan + adrenalina. BIAC o CEC o asistencia ventricular

*La administración de levosimendan suelen disminuir la presión arterial lo que obliga a una administración en perfusión continua lenta y, ocasionalmente la combinación con inotrópicos vasopresores como la noradrenalina.



TTO SBGC

SALIDA DE BOMBA CON FRACASO VENTRICULO DERECHO CON IC DISMINUIDO

DISFUNCION VENTRICULAR	LIGERA	MODERADA	SEVERA
TAS < 70 (RVS BAJAS Y RVP BAJAS)	Noradrenalina	Noradrenalina o (Dobutamina + noradrenalina) o Adrenalina	(Dobutamina + noradrenalina) o Adrenalina. CEC + BIAC o asistencia ventricular
TAS < 70 (RVS BAJAS Y RVP ALTAS)	(Noradrenalina + Óxido nítrico) o (Noradrenalina + dobutamina + Óxido nítrico)	(Noradrenalina + Óxido nítrico) o (Noradrenalina + dobutamina + Óxido nítrico)	(Dobutamina + noradrenalina) o Adrenalina. CEC + (BIAC o asistencia ventricular) + Óxido nítrico
TAS < 100 y TAS > 70 (RVS MODERADAS Y RVP BAJAS)	Dobutamina o Milrinona o levosimendan + Noradrenalina*	Dobutamina o Milrinona o levosimendan + Noradrenalina*	(Dobutamina + noradrenalina) o Adrenalina o (Milrinona o levosimendan) + noradrenalina* Asistencia ventricular***
TAS < 100 y TAS > 70 (RVS MODERADAS Y RVP ALTAS)	(Dobutamina o Milrinona o levosimendan) + Noradrenalina* + Óxido nítrico	Óxido nítrico + (Dobutamina o Milrinona o levosimendan) + Noradrenalina* Isoproterenol**	Óxido nítrico + (Dobutamina + noradrenalina) o (Milrinona o levosimendan) + noradrenalina* o Adrenalina o isoproterenol*** Prostaglandinas# Asistencia ventricular***
TAS > 100 (RVS NORMALES- ALTAS Y RVP BAJAS)	Milrinona o levosimendan o Dobutamina	Milrinona o levosimendan o dobutamina	Milrinona o levosimendan o dobutamina o adrenalina. Asistencia ventricular##
TAS > 100 (RVS NORMALES- ALTAS Y RVP ALTAS)	Milrinona o levosimendan o Dobutamina o Nitritos u Óxido nítrico	Óxido nítrico + (Milrinona o levosimendan o dobutamina) o Prostaglandinas# o isoproterenol**	Óxido nítrico + (Milrinona o levosimendan o dobutamina o adrenalina) + Prostaglandinas# Asistencia ventricular##



INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support)

Estratificación de la IC avanzada en siete niveles en función de su perfil hemodinámico y el grado de daño de órganos diana. Se definió en el marco de un registro multicéntrico de dispositivos de asistencia ventricular con el objetivo de unificar criterios en la descripción del estado clínico de los pacientes con IC avanzada, optimizar la predicción de su riesgo perioperatorio y clarificar las indicaciones de cada una de las alternativas terapéuticas disponibles.

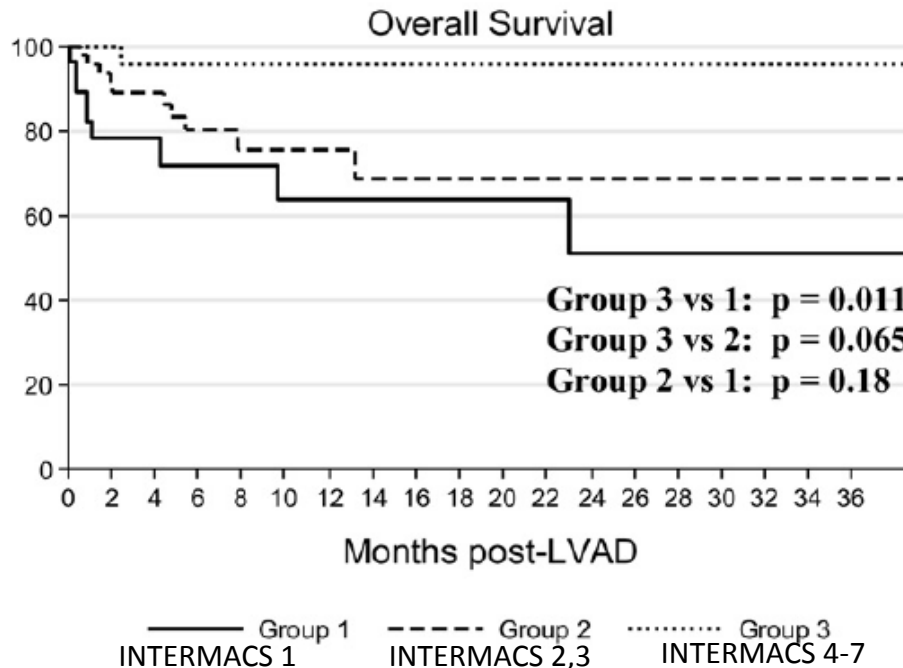
Perfiles	Definición	Descripción
INTERMACS 1	«Crash and burn»	Inestabilidad hemodinámica pese a dosis crecientes de catecolaminas y/o soporte circulatorio mecánico con hipoperfusión crítica de órganos diana (<i>shock</i> cardiogénico crítico)
INTERMACS 2	«Sliding on inotropes»	Soporte inotrópico intravenoso con cifras aceptables de presión arterial y deterioro rápido de la función renal, el estado nutricional o los signos de congestión
INTERMACS 3	«Dependent stability»	Estabilidad hemodinámica con dosis bajas o intermedias de inotrópicos e imposibilidad para su retirada por hipotensión, empeoramiento sintomático o insuficiencia renal progresiva
INTERMACS 4	«Frequent flyer»	Es posible retirar transitoriamente el tratamiento inotrópico, pero el paciente presenta recaídas sintomáticas frecuentes, habitualmente con sobrecarga hídrica
INTERMACS 5	«Housebound»	Limitación absoluta de la actividad física, con estabilidad en reposo, aunque habitualmente con retención hídrica moderada y un cierto grado de disfunción renal
INTERMACS 6	«Walking wounded»	Menor limitación de la actividad física y ausencia de congestión en reposo. Fatiga fácil con actividad ligera
INTERMACS 7	«Placeholder»	Paciente en clase funcional NYHA II-III sin balance hídrico inestable actual ni reciente

NYHA: New York Heart Association.



Clinical outcomes for continuous-flow left ventricular assist device patients stratified by pre-operative INTERMACS classification

Boyle et al.



The Journal of Heart and Lung Transplantation, Vol 30, No 4, April 2011

INTERMACS ha demostrado su valor para predecir mortalidad y complicaciones postoperatorias tras TCO e implante de dispositivos de asistencia ventricular.



GUIAS ESC IC 2012 (Soporte circulatorio mecánico)

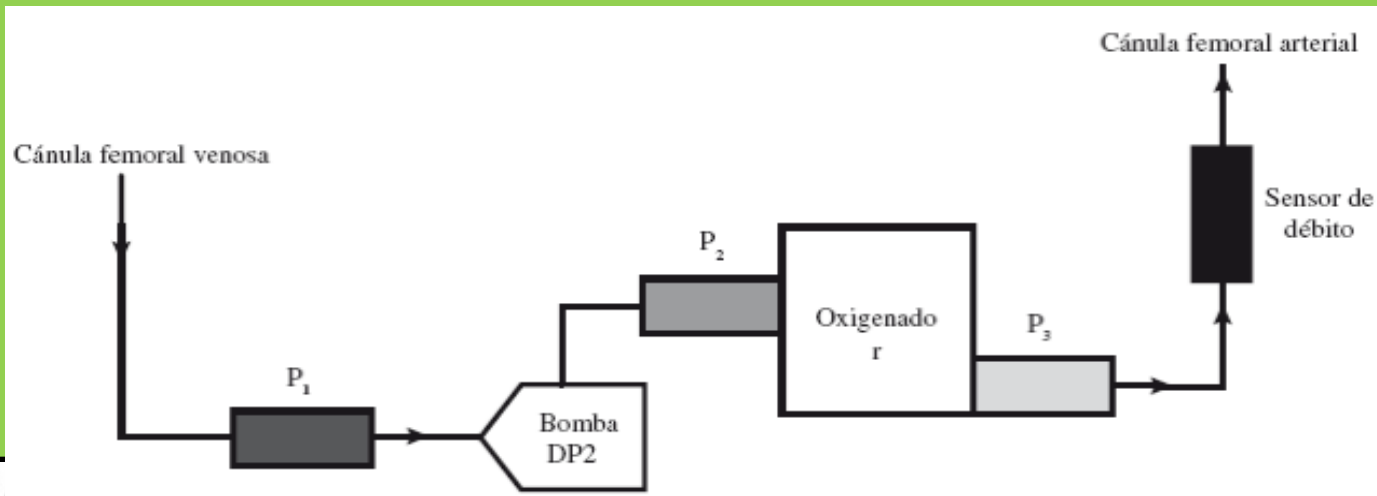
- Destacan el protagonismo creciente del soporte circulatorio mecánico debido al aumento del número de enfermos en IC avanzada, la escasez de órganos y los avances tecnológicos .
- Se recomienda que tales dispositivos se implanten y manejen en centros terciarios para IC, con personal especializado y trasplante.
- Nomenclatura según su función (puente a la decisión, a la candidatura, al trasplante, a la recuperación y terapia de destino).
- En la IC aguda o shock cardiogénico se incluye por primera vez, además del BCIA la opción del ECMO como puente a la recuperación o a la decisión.
- Necesidad de aplicar el soporte mecánico circulatorio antes de que el paciente sufra disfunción ventricular derecha o fallo multiorgánico, ya que se relaciona claramente con mejor supervivencia.
- Los pacientes con infección activa, insuficiencia renal, pulmonar o hepática grave o estado neurológico incierto tras parada cardíaca o debido a shock cardiogénico no suelen ser aptos para puente al trasplante o terapia de destino pero pueden serlo para puente a ser candidato.



ECMO POSTCARDIOTOMÍA

El Oxigenador de Membrana Extracorpóreo (ECMO)

- Sistema de asistencia biventricular temporal que proporciona apoyo hemodinámico y respiratorio en situación de shock cardiogénico.
 - Durante días o semanas
 - Puente a la recuperación, a la candidatura.
 - Puente al trasplante cardíaco
 - Puente a un dispositivo de asistencia ventricular de medio/largo plazo.
- Existen dos tipos de ECMO: veno-arterial (VA) y veno-venoso (V-V).

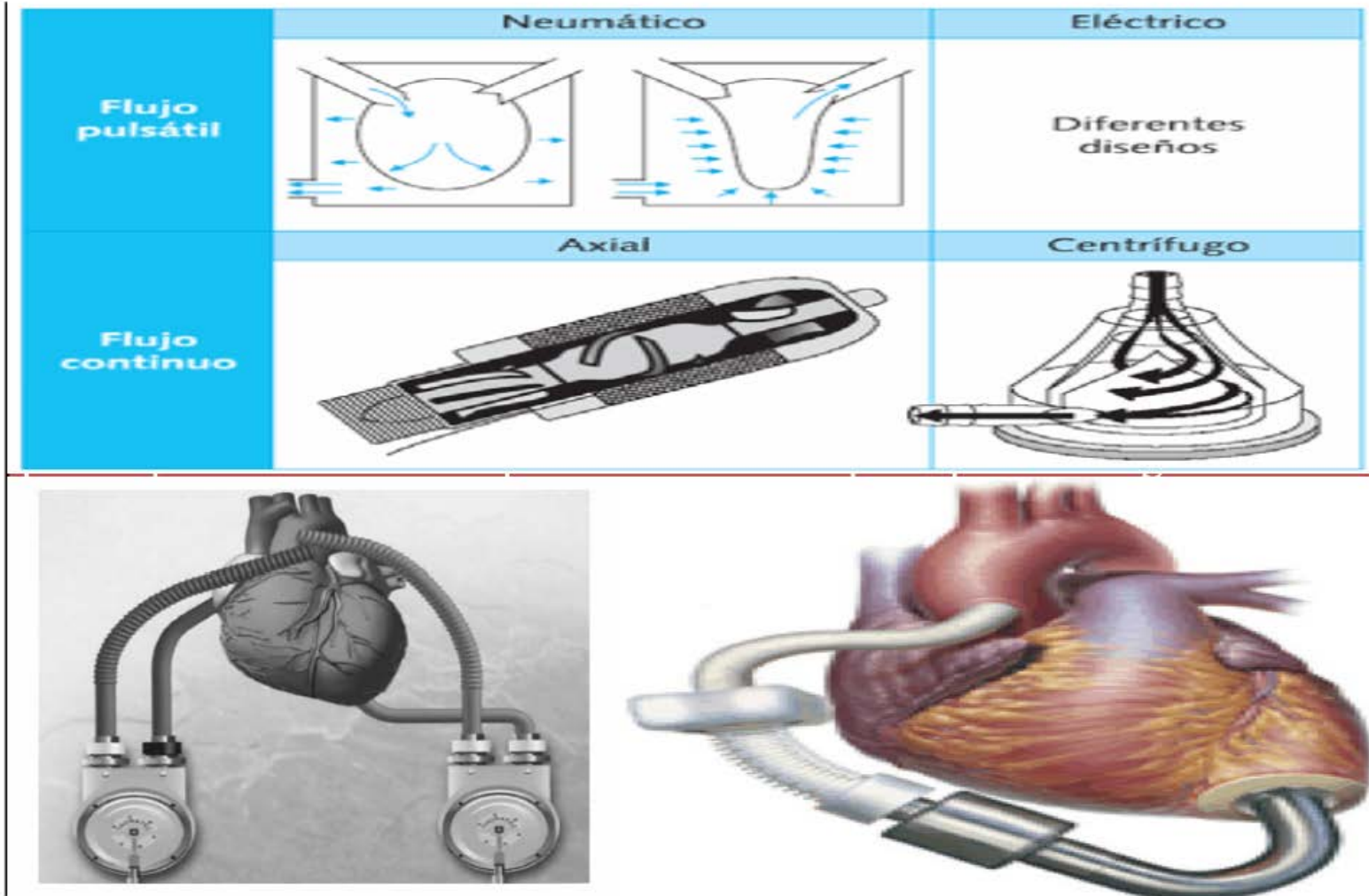


ECMO POSTCARDIOTOMÍA

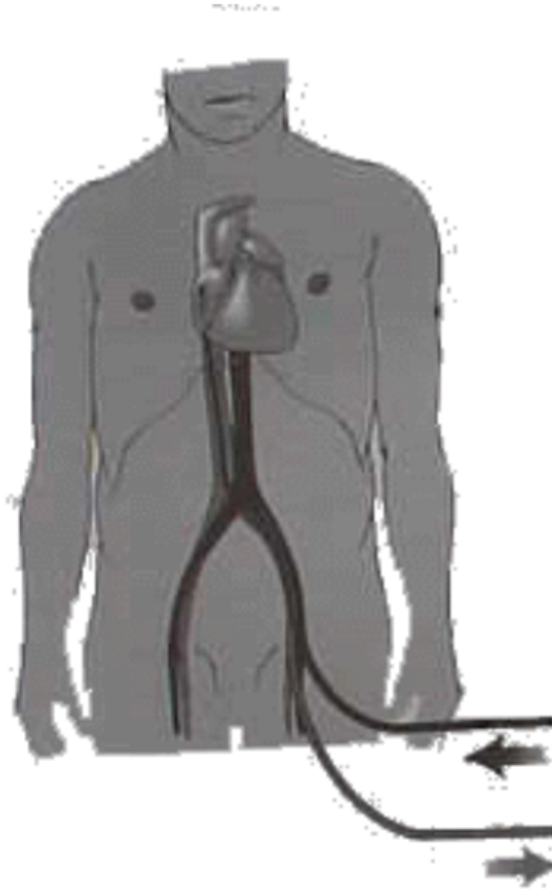


SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 4 de Marzo de 2014

ECMO POSTCARDIOTOMÍA



MODO V-A: SOPORTE CARDIACO O RESPIRATORIO



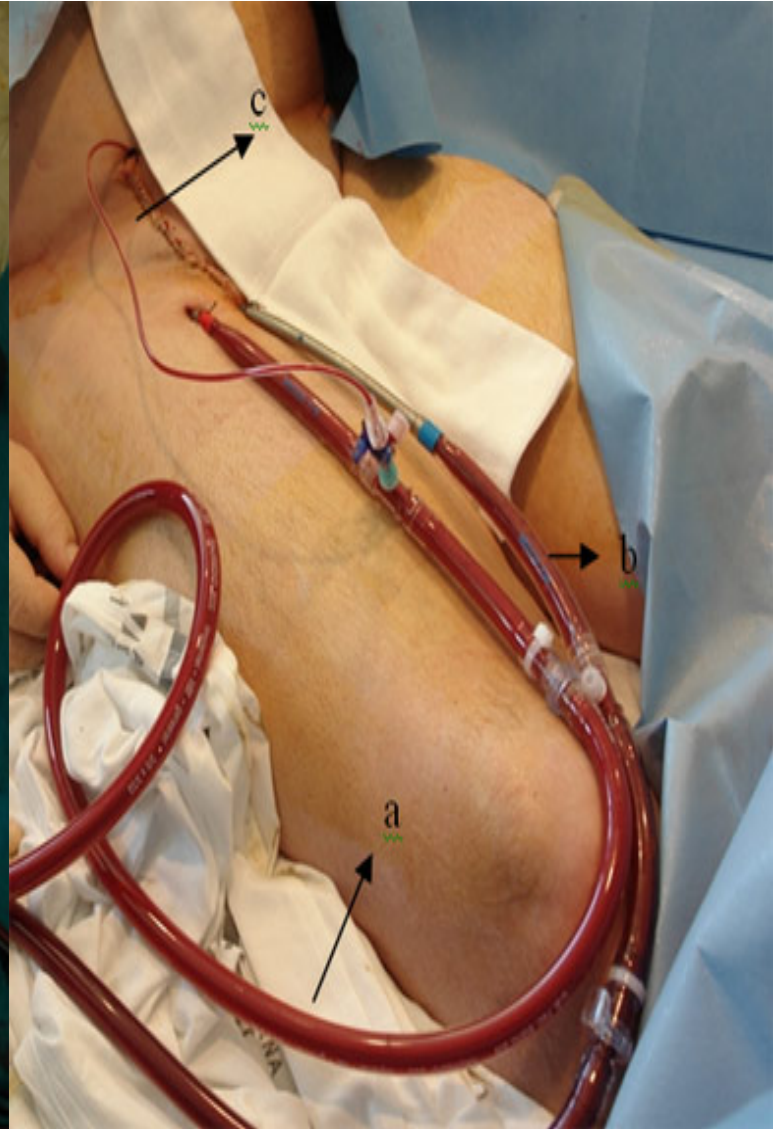
CANULACION A. SUBCLAVIA:

ARTERIOSCLEROSIS AORTO-ILIACA

OXIGENACION CEREBRAL Y
CARDIACA EN ASISTENCIA
RESPIRATORIA

SIEMPRE MENOS EMERGENCIA ?





SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continua
Valencia 4 de Marzo de 2014

Extracorporeal membrane oxygenation

Warwick Butt¹⁻³ and Graeme MacLaren^{1,2,4*}

Addresses: ¹Paediatric Intensive Care Unit, Royal Children's Hospital, 50 Flemington Road, VIC 3052, Australia; ²Department of Paediatrics, The University of Melbourne, VIC 3010, Australia; ³Murdoch Children's Research Institute, Clinical Sciences, 50 Flemington Road, VIC 3052, Australia; ⁴Cardiothoracic Intensive Care Unit, National University Health System, 5 Lower Kent Ridge Road, Singapore 119074

* Corresponding author: Graeme MacLaren (gmaclaren@iinet.net.au)

F1000Prime Reports 2013, 5:55 (doi:10.12703/P5-55)

ORIGINAL BREVE

Oxigenador de membrana extracorpóreo en 12 casos de shock cardiogénico tras cirugía cardíaca

I. Moreno¹, A. Soria¹, A. López Gómez¹, R. Vicente¹, J. Porta¹, J. L. Vicente², M. Barberá³

Servicio de Anestesiología y Reanimación. Hospital Universitario La Fe. Valencia.

Extracorporeal membrane oxygenation after cardiac surgery in 12 patients with cardiogenic shock

Abstract

Objectives: Mortality is high when cardiogenic shock develops after cardiomy, making it impossible to discontinue extracorporeal circulation and/or leading to low postoperative cardiac output that is refractory to treatment with vasoactive drugs or implantation of an intra-aortic balloon pump. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) provides temporary assisted circulation, lending hemodynamic and respiratory support to the patient with cardiogenic shock in order to prevent multiple organ failure and death. **Material and methods:** For this retrospective study of cases in which ECMO was applied in our hospital's assisted circulation unit, we analyzed demographic data, indication, score on the European system for cardiac operative risk evaluation (Euroscore), duration of assistance, complications, and survival. **Results:** In the first 3 years after the assisted circulation unit was established, during which 1375 cardiac interventions took place, ECMO was used postoperatively in 12 patients (0.87%). In 8 of the patients, assistance was provided during cardiac surgery following cardiomy and in 4 transplant patients it was used following primary graft failure. The mean (SD) patient age was 56.8 (9.1) years. The Euroscore predicted 37.3% (16.7%) of the deaths. ECMO was used for a mean of 5.4 (2.5) days. The most frequent complications were bleeding in the surgical area, cardiac tamponade, and acute renal insufficiency. Overall in-hospital mortality was 50%, lower than rates reported in the literature. **Conclusions:** ECMO provided viable temporary support, maintaining adequate cardiac output while the patient's condition could be observed and heart function evaluated. Mortality was reduced.

Keywords: Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). Assisted circulation. Cardiac surgery. Heart transplantation. Cardiogenic shock.

SARTD-CHGV Sesión de Formación Continuada
Valencia 4 de Marzo de 2014



CONTRA/INDICACIONES ECMO

Indicaciones:

- Índice cardíaco $< 1,8$ l/min/m².
- PAS < 80 mmHg, o PAM < 65 mmHg.
- Presión capilar pulmonar > 20 mmHg.
- ≥ 2 inotrópicos a dosis máximas + (BIACP) y relleno durante al menos 1 hora.
- Inicio Acidosis Metabólica (pH $< 7,3$, láctico > 3 mmol/L, diuresis $< 0,5$ ml/kg/h

Contraindicaciones absolutas:

- + Insuficiencia aórtica grave, disección Ao.
- + Parada cardíaca no presenciada,
- + Enfermedad terminal (cirrosis hepática, cáncer, insuficiencia renal o diabetes),
- + Fracaso multiorgánico establecido
- + Daño neurológico irreversible.
- + Sepsis grave generalizada.





Table 7: Indications for ECMO in cardiac surgery patients

Cardiogenic shock not responding to maximal intervention
Volume/inotropes/vasoconstrictors
Intra-aortic balloon counterpulsation
Global myocardial failure
Failure to wean from CPB
Temporary bridge to cardiac rest and recovery

Table 3: General exclusion criteria for ECMO

Terminal disease
Irreversible central nervous system injury or malformation
Recent neurosurgical procedure < 10 days
Intracranial hemorrhage - Grade II or more
PaO₂ / FiO₂ < 100 for > 10 days (infants)
> 5 days (adults)
Immunodeficiency
Chronic myocardial dysfunction and not a candidate for transplantation
Multi-organ Dysfunction Syndrome Uncontrolled metabolic acidosis
Chronic organ dysfunction (emphysema, cirrhosis, renal failure)
Prolonged Cardiopulmonary Resuscitation without adequate tissue perfusion
Compliance (social, cognitive, psychiatric or financial limitations)



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

- 1) Optimización de volemia
- 2) Monitorización
- 3) BIACP
- 4) Flujo del ECMO
- 5) Oxigenador del ECMO
- 6) Ventilación del Respirador
- 7) Anticoagulación
- 8) Plaquetas
- 9) Frecuentes controles
- 10) Destete



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

1) Optimización de la volemia

PVC > 8 mmHg para asegurar un flujo pulmonar suficiente

P_1 (mmHg) máx. permitida -30/-70 mmHg	P_2 (mmHg) máx. permitida 350 mmHg	P_3 (mmHg) máx. permitida 350 mmHg	$P_2 - P_3 = \Delta P$ (mmHg) oxigenador	Diagnóstico
↗	↘	↘	↘	La resistencia a la aspiración aumenta: el paciente necesita aumentar volemia Taponamiento cardíaco, neumotórax, hemotórax Cánula femoral venosa de ECMO o la línea de aspiración están acodadas u obstruidas
↘	↘	↘	↘	Fallo de la bomba Mecánico (cable, motor...) Trombo intrabomba
↘	↗	↘	↗	Fallo del oxigenador Trombo intraoxigenador
↘	↗	↗	↘	Obstáculo a la eyección Paciente semisentado Línea de reinyección o cánula femoral arterial de ECMO están acodadas u obstruidas

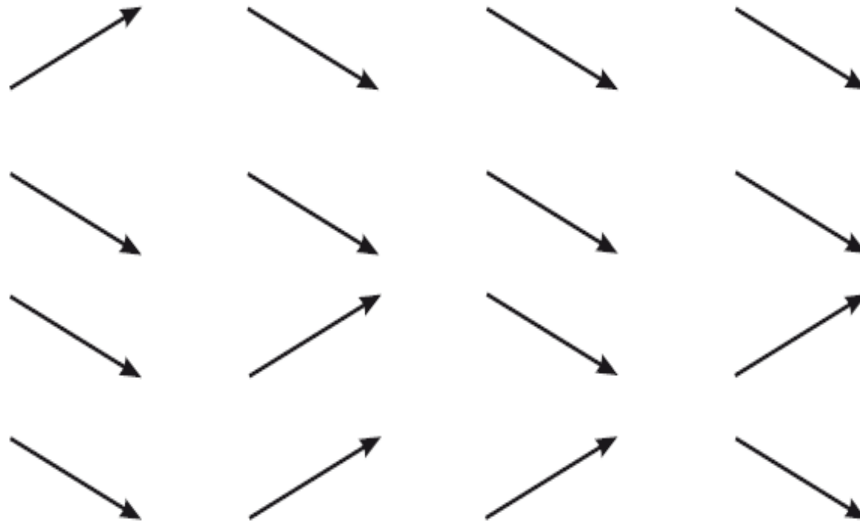


MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

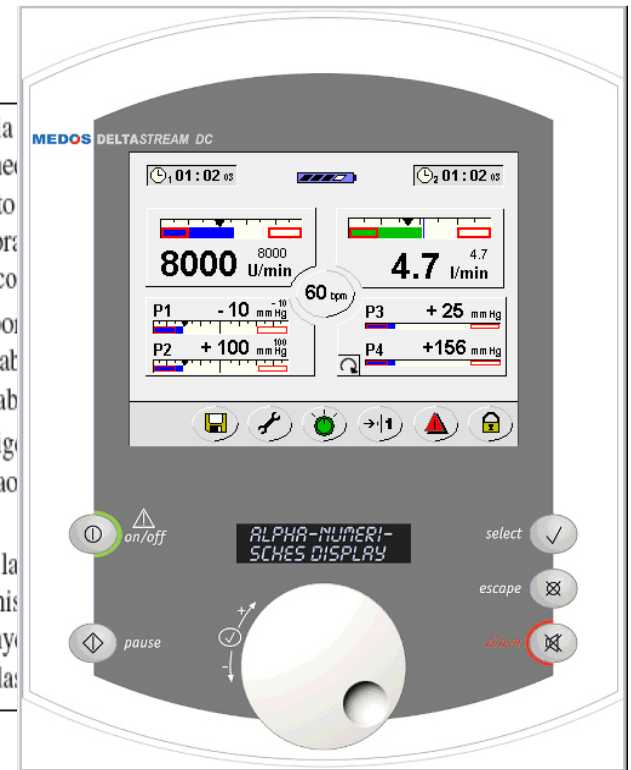
1) Optimización de la volemia

PVC > 8 mmHg para asegurar un flujo pulmonar suficiente

P_1 (mmHg) máx. permitida -30/-70 mmHg	P_2 (mmHg) máx. permitida 350 mmHg	P_3 (mmHg) máx. permitida 350 mmHg	$P_2 - P_3 = \Delta P$ (mmHg) oxigenador	Diagnóstico
--	--	--	---	-------------



La resistencia
 el paciente ne
 Taponamiento
 Cánula femora
 ción están ac
 Fallo de la bo
 Mecánico (cá
 Trombo intrab
 Fallo del oxig
 Trombo intrao
 Obstáculo a la
 Paciente semis
 Línea de reiny
 están acodada:



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

- 2) Monitorización: GC, PAP (Swanz- Ganz) y ETE diaria.
- 3) BIACP (compensa incremento de la postcarga y genera pulsatilidad)
- 4) Flujo del ECMO (< 3,5 L/min) evitar la destrucción celular sanguínea pero suficiente para retirar los fármacos vasoactivos + **Levosimendan** 0,2 mcg/kg/min en 48 horas



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

2) Monitorización: GC, PAP (Swanz- Ganz) y ETE diaria.

3) BIACP (compensa incremento de la postcarga y genera pulsatilidad)

4) Flujo del ECMO (< 3,5 L/min) evitar la destrucción celular sanguínea pero suficiente para retirar los fármacos vasoactivos + **Levosimendan** 0,2 mcg/kg/min en 48 horas

Time	Parameters
Hourly	Activated Clotting Time Urine output Ventilator settings Invasive BP, HR, CVP Temperature (avoid rectal temperature monitoring, may cause mucosal bleed) SaO ₂ (continuously) - Pulse oxymeter and Oxsat in line SmvO ₂ (continuously) - Oxsat in line Negative pressure in venous line 0-40 mmHg in Pediatrics 0-80 mmHg in Adults Pressure before oxygenator Pressure after oxygenator Temperature patient / heat exchanger % O ₂ on Mixture
As and when required	Arterial blood gas – oxygenator and arterial line Serum electrolytes Hemoglobin Hematocrit Ultrasound-Caput/abdomen in newborn (bleed in closed space) Cardiac (PDA/suspected residual defects/shunts) Cannula position Chest X-Ray
Daily	Hemolysis tests - Plasma free hemoglobin, Electrolytes - routine and P. Mg, Ca (ionized) Urine Electrolytes Coagulation status including Antithrombin III Hemoglobin Hematocrit Platelets Total and differential leukocyte counts C-reactive protein Ultrasound - Caput / abdomen in newborn Cardiac (ductus arteriosus shunt) Cannula position



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

5) Oxigenador del ECMO

FiO₂ 50% y Flujo gas / Flujo sanguíneo:

0.5-1/1 para:

Sat.Vm de O₂ > 70%,

PaCO₂ (37-42 mmHg),

PaO₂ postOxigenador > 300 mmHg.



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

5) Oxigenador del ECMO

FiO₂ 50% y Flujo gas / Flujo sanguíneo:

0.5-1/1 para:

Sat.Vm de O₂ > 70%,

PaCO₂ (37-42 mmHg),

PaO₂ postOxigenador > 300 mmHg.



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

Rev Esp Anesthesiol Reanim. 2013;xxx(xx):xxx-xxx



Revista Española de Anestesiología y Reanimación

www.elsevier.es/redar



CASO CLÍNICO

Evaluación de las mediciones de hemoglobina no invasiva con el dispositivo Masimo Rainbow Radical-7® en un paciente portador de oxigenación extracorpórea de membrana

I. Moreno*, O. Artieda, R. Vicente, I. Zarragoikoetxea, J.L. Vicente y M. Barberá

Servicio de Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor, Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia, España

Recibido el 11 de febrero de 2013; aceptado el 23 de junio de 2013



SARTD-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia 4 de Marzo de 2014

MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

6) Ventilación mínima de protección con el respirador para evitar el barotrauma, incrementando el retorno venoso y el GC. (FR 4-6 rpm, PEEP 8)

7) Anticoagulación: HPNF 2 mg/Kg/día para (ACT) entre 160-180 segundos (controles/ 2 horas).
Depende del flujo.
No si sangrado activo ó antes 1ª 24 h.

8) Plaquetas: recuentos $> 100.000 \text{ mm}^3$.
PFC, CH, Fibrinógeno según hemostasia y tromboelastograma.



MANTENIMIENTO ECMO POSCARDIOTOMIA

9) Frecuentes controles:

Analíticos y gasométricos incluyendo ácido láctico e inspección MMII canulado.
Mantener ECMO 48-72 horas.
+ Sedación: Diazepam i.v. pc
+ Antifúngico: Anidulafungina.

10) Destete:

Progresivo bajo control eco posible cuando flujo ≤ 1 l/min manteniendo un IC > 2 l/min y hemodinámica estable.



Early and late outcomes of 517 consecutive adult patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postcardiotomy cardiogenic shock

Ardawan Julian Rastan, MD, PhD, Andreas Dege, MD, Matthias Mohr, MD, Nicolas Doll, MD, PhD, Volkmar Falk, MD, PhD, Thomas Walther, MD, PhD, and Friedrich Wilhelm Mohr, MD, PhD

Objective: Adult postcardiotomy cardiogenic shock potentially requiring mechanical circulatory support occurs in 0.5% to 1.5% of cases. Risk factors influencing early or long-term outcome after extracorporeal membrane oxygenation implantation are not well described.

Methods: Between May 1996 and May 2008, 517 adult patients received extracorporeal membrane oxygenation support for postcardiotomy cardiogenic shock. Procedures were isolated coronary artery bypass grafting (37.4%), isolated valve surgery (14.3%), coronary artery bypass grafting plus valve surgery (16.8%), thoracic organ transplantation (6.5%), and other combinations (25.0%). Fifty-four preoperative and 42 procedural risk factors concerning in-hospital mortality were evaluated by logistic regression analyses.

Results: Mean age was 63.5 years, 71.5% were male, ejection fraction was $45.9\% \pm 17.6\%$, logistic EuroSCORE was $21.6\% \pm 20.7\%$. Extracorporeal membrane oxygenation was established through thoracic (60.8%) or extrathoracic (39.2%) cannulation. Extracorporeal membrane oxygenation support was 3.28 ± 2.85 days. Intra-aortic balloon pumps were implanted in 74.1%. Weaning from extracorporeal membrane oxygenation was successful for 63.3%, and 24.8% were discharged. Cerebrovascular events occurred in 17.4%, gastrointestinal complications in 18.8%, and renal replacement therapy in 65.0%. Risk factors for hospital mortality were age older than 70 years (odds ratio, 1.6), diabetes (odds ratio, 2.5), preoperative renal insufficiency (odds ratio, 2.1), obesity (odds ratio, 1.8), logistic EuroSCORE greater than 20% (odds ratio, 1.8), operative lactate greater than 4 mmol/L (odds ratio, 2.2). Isolated coronary artery bypass grafting (odds ratio, 0.44) was protective. Cumulative survivals were 17.6% after 6 months, 16.5% after 1 year, and 13.7% after 5 years.

Conclusions: Extracorporeal membrane oxygenation support is an acceptable option for patients with postcardiotomy cardiogenic shock who otherwise would die and is justified by good long-term outcome of hospital survivors. Because of high morbidity and mortality, extracorporeal membrane oxygenation must be decided by individual risk profile. (J Thorac Cardiovasc Surg 2010;139:302-311)



NUESTRA EXPERIENCIA CON EL SISTEMA ECMO

SIETE AÑOS

(Desde Diciembre de 2006 a Febrero de 2014)

- 3198 pacientes intervenidos de Cirugía Cardíaca programada ó urg. **(190 Trasplantes Cardiacos [5,96%])**
- Se precisó ECMO por shock cardiogénico refractario a las medidas convencionales en 53 pacientes (1,65%)
- (30 [56%] poscardiotomía en C. Cardíaca y 23 [44%] tras fallo primario del injerto postrasplante cardiaco).

Causa de implantación:

- Imposibilidad desconexión CEC 34 (64%)
- Shock postoperatorio inmediato 19 (36%)
- 8 ECMO VV por Insuficiencia respiratoria. (SDRA/DPI)



DATOS DEMOGRÁFICOS Y CLÍNICOS PREVIOS

	Total	Cirugia Coronaria	Cirugia Valvular	C. Combinada/ Otras	Trasplante Cardiaco
Número	53	9 (16%)	11 (21%)	10 (19%)	23 (44%)
Hombres	37 (64%)	6	7	7	17
Mujeres	16 (36%)	3	4	3	6
Edad (años)	56 ± 9.1	61 ± 10.1	64 ± 4.9	65 ± 9.4	47 ± 11.5
HTA	31 (59%)	7	6	5	13
DM	20 (38%)	5	3	6	6
INTERMACS	I 40 (76%)	I 6	I 8	I 6	I 20
	II 12 (24%)	II 3	II 3	II 4	II 3



RESULTADOS DE LOS DIFERENTES GRUPOS DE ECMO

	Total	Cirugia Coronaria	Cirugia Valvular	C. Combinada /Otras	Trasplante Cardíaco
Número	53	9	11	10	23
Tiempo CEC (min)	291 ± 36	290 ± 28	250 ± 39	300 ± 34	347 ± 42
Tiempo Isquemia (min)	180 ± 25	154 ± 26	134 ± 21	187 ± 31	289 ± 26
Flujo Máximo ECMO (L/min)	3.6 ± 0.3	3.4 ± 0.4	3.6 ± 0.2	3.1 ± 0.2	3.8 ± 0.4
Duración ECMO (días)	6.4 ± 2.5	5.7 ± 2.8	6.8 ± 2.3	6.4 ± 2.7	6.9 ± 2.5
Desconexión del ECMO	39 (73%)	6	7	7	19
Puente al Trasplante	2 (3%)	1	1	0	0
Estancia Reanimación (días)	20.9 ± 11	11.7 ± 6.1	29.5 ± 16.2	17 ± 10	22.3 ± 12
Estancia Hospital (días)	34.3 ± 20.16	42.5 ± 18.6	30 ± 21.2	30 ± 13,5	34.6 ± 19.6
Alta de Reanimación	28 (57%)	4	6	3	15
Mortalidad Hospitalaria	26 (49%)	5	6	7	8



COMPLICACIONES DURANTE EL MANTENIMIENTO

	Número	%
Hemorragia zona quirúrgica	33	63
Taponamiento	25	47
Insuficiencia Renal Aguda	19	36
Complicaciones Neurológicas/Miopatía	18	35
Fallo Multiorgánico	9	18
SDRA/sepsis	9	18
Isquemia Miembro Inferior	5	10
Complicaciones Neurológicas	1	2,6
Decanulación accidental	1	2,6

TABLE 4. Postoperative complications

Rethoracotomy	
Total (no.)	425 (82.2%)
For bleeding (no.)	300 (58.0%)
For sternal wound revision (no.)	20 (3.9%)
IABP support (d, mean \pm SD)	5.93 \pm 5.31
Ventilation	
Total ventilation time (h, mean)	339
Reintubation (no.)	119 (23.2%)
Tracheostomy (no.)	95 (18.4%)
Pneumonia (no.)	111 (21.5%)
Adult respiratory distress syndrome (no.)	48 (9.3%)
Postoperative drainage loss (mL)	
First 24 h	3080
First 48 h	4245
Blood product transfusion in first 48 h	
Total (units, mean \pm SD)	29.4 \pm 25.6
Red blood cells (units, mean \pm SD)	13.6 \pm 12.1
Fresh-frozen plasma (units, mean)	14.0 \pm 13.0
Platelets (units, mean \pm SD)	1.72
Renal replacement therapy	
Use (no.)	336 (65.0%)
Duration (d)	9.7
ECMO leg complications	
Leg ischemia (no.)	28/141 (19.9%)
With distal leg perfusion cannula (no.)	3/33 (9.1%)
Without distal leg perfusion cannula (no.)	25/108 (23.1%)
Leg fasciotomy (no.)	13/141 (9.2%)
With distal leg perfusion cannula (no.)	1/33 (3.0%)
Without distal leg perfusion cannula (no.)	12/108 (11.1%)
Gastrointestinal complication (no.)	97 (18.8%)
Laparotomy (no.)	28 (5.4%)
Cerebrovascular events	
Total (no.)	90 (17.4%)
Cerebral bleeding (no.)	19 (3.7%)
Cerebral stroke (no.)	28 (5.4%)
New atrial fibrillation (no.)	103 (19.9%)

ECMO, Extracorporeal membrane oxygenation; IABP, intra-aortic balloon pump.



COMPLICACIONES DURANTI

	Número	%
Hemorragia zona quirúrgica	33	63
Taponamiento	25	47
Insuficiencia Renal Aguda	19	36
Complicaciones Neurológicas/Miopatía	18	35
Fallo Multiorgánico	9	18
SDRA/sepsis	9	18
Isquemia Miembro Inferior	5	10
Complicaciones Neurológicas	1	2,6
Decanulación accidental	1	2,6

Table 24: Complications on ECMO

Mechanical circuit complications	Patient complications
Cannula and tubing	Renal
Wrong size	Capillary leak syndrome
Bleeding	Loss of auto regulation
Malposition	Fluid retention
Clotting	Hematological
Dissection	Hemolysis'
Decannulation	Thrombo-occlusive disorders
Bladder	Coagulopathy
Inadequate return	Neurological
Hypovolemia	Intracranial bleed
Increased intra-thoracic pressure	Sinus thrombosis
Venous cannula occlusion	Cerebral Infarction
Capillary leak Syndrome	Seizures
Air embolism	Cardiovascular
High FiO ₂	Myocardial stunning
Inlet obstruction	Sub-endocardial ischemia
Gas - blood leak	Poor capillary refilling
Pump	Hypoxia re-perfusion injury
Pump failure	Pulmonary
Loss of occlusion	Pulmonary fibrosis
Oxygenator -	Pneumonitis
Thrombosis – Membrane/Inlet/Outlet port	Consolidation
Fluid in Gas phase	Pulmonary hypertension
Failing oxygenator -	
Decreased O ₂ /CO ₂ transfer	
Widened pre- and post-membrane gradient	
Increased hemolysis	
Coagulopathy	
Heat exchanger	
Corrosion and leak	
Hemolysis, dilution and electrolyte imbalance	
Sepsis	



Figure 5: Patient outcome as per extracorporeal life support organisation (ELSO) 2010 registry. (Courtesy Curtis Froehlich), Surv ECLS - Survival on extra corporeal life support, Surv to DC - Survival to discharge

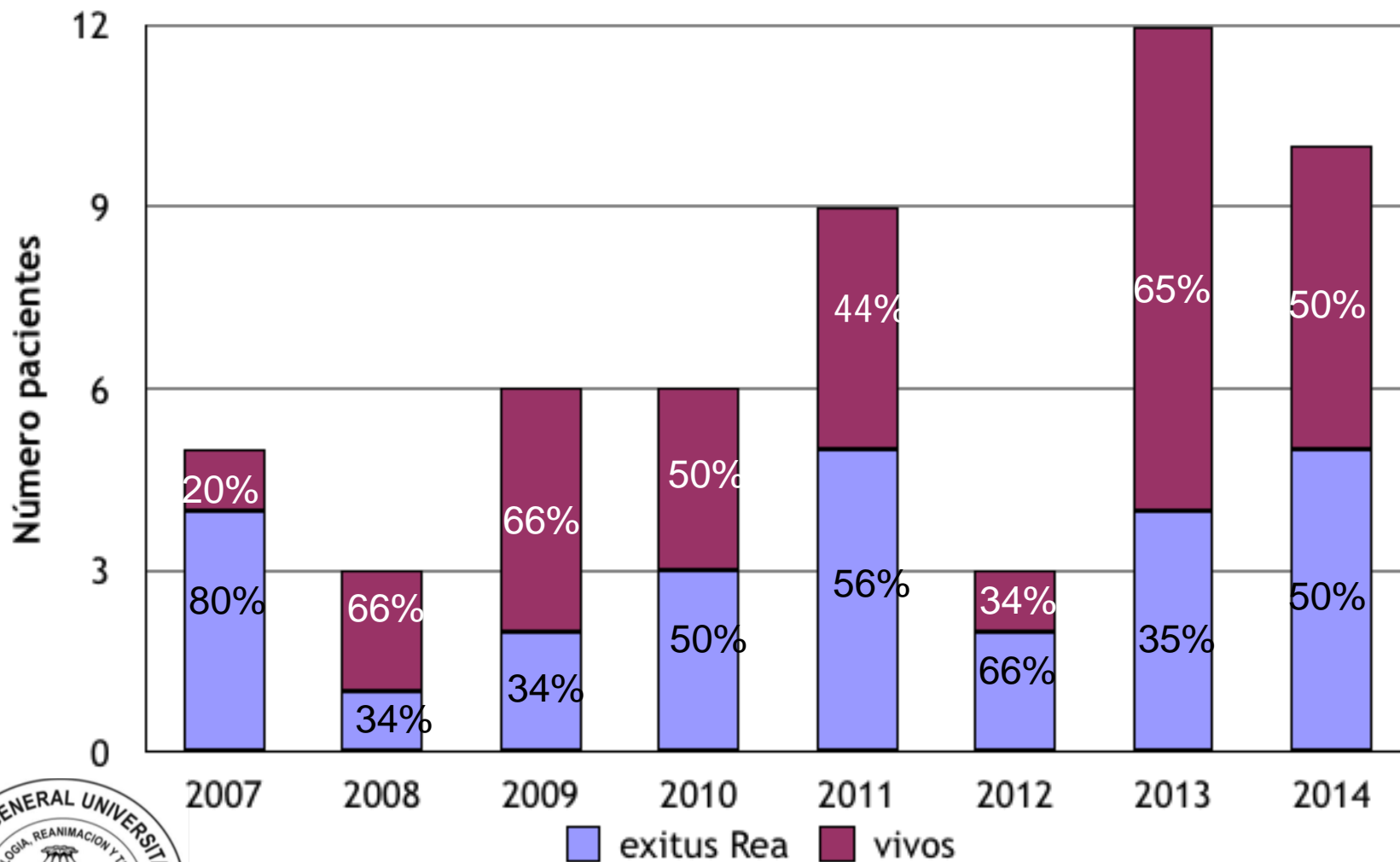
Overall Patient Outcomes					
	Total	Surv ECLS		Surv to DC	
Neonatal					
Respiratory	23,558	19,964	85%	17,720	75%
Cardiac	3,909	2,338	60%	1,515	39%
ECPR	537	340	63%	203	38%
Pediatric					
Respiratory	4,376	2,831	65%	2,431	56%
Cardiac	4,776	2,995	63%	2,250	47%
ECPR	1,003	528	53%	387	39%
Adult					
Respiratory	1,860	1,140	61%	968	52%
Cardiac	1,131	541	48%	379	34%
ECPR	406	147	36%	109	27%
Total	41,558	30,824	74%	25,962	62%

ELSO Registry, 2010.

Total 27 personas (51%) viven gracias al ECMO



RESULTADOS ECMO INTERANUAL



VENTAJAS

- Soporte biventricular
- Soporte pulmonar
- Rapidez y sencillez de instauración vía periférica, sin necesidad de quirófano, y mientras se llevan a cabo las maniobras de RCP
- Instauración extrahospitalaria (rapidez aplicación asistencia)
- Más económico que otros dispositivos de asistencia ventricular
- Salvación de pacientes que no podrían sobrevivir con ningún otro medio terapéutico actual (parada cardíaca, asistencia respiratoria)



CONCLUSIONES

- La implantación del ECMO postcardiotomía está resultando una técnica fiable y con óptimos resultados.
- Preferible en un centro trasplantador.
- Técnica exportable.
- Mejoría de los sistemas y experiencia del personal.
- Excelente labor de enfermería.

