

INSUFICIENCIA CARDIACA

Guillermo E. Moreno

Unidad de Cuidados Intensivos Cardiacos

Hospital de Pediatría “Dr. Juan P. Garrahan”



Hospital de Pediatría
Garrahan

ICC

El fallo miocárdico o insuficiencia cardíaca en niños es un síndrome clínico y fisiopatológico:

- Sobrecarga de volumen
 - CC Izq - Der: CIV – Ductus – Canal AV
 - Sobregarga de presión
 - Coartación de Aorta
 - Disfunción ventricular
 - Miocarditis, Miocardiopatías Dilatada
 - Combinación de éstos
-

ICC

Las causas pueden ser por cardiopatías congénitas o adquiridas o no cardíacas:

- **Cardiopatías congénitas (> frecuencia)**
 - Pos- op ccv
 - Miocarditis
 - Miocardiopatías
 - Arritmias: taquimiocardiopatías
 - Enfermedades valvulares cardíacas
 - Tóxicas (drogas): antraciclínicos
 - IAM
 - Otras (sepsis, metabólica)
-

CAMBIOS CIRCULATORIOS AL NACER

Con el nacimiento se produce la Transición de la circulación fetal a la neonatal

- *Disminución de las RVP* con la expansión de los pulmones
- Aumento de las RVS y remoción de la Placenta



- ↓ presión en AD y ↑ flujo en AI ⇒ Cierre del F Oval (FO)
- Cierre del ductus

➤ Disminución de las RVP  las CC con shunt Izq – Derecha:
CIV Canal AV, Ductus

➤ El cierre Ductal y FO separan las circulaciones y se establece
circulación en serie  las CC que dependen del Ductus:
Coartación de Aorta neonatal

ICC

Signos y síntomas característicos:

- Retraso del crecimiento
 - Dificultad para alimentación
 - Sudoración excesiva
 - Intolerancia al ejercicio
 - Fatiga
 - Alt. circulatorias, neurohormonal y moleculares
-

ICC

Examen Físico

- Taquicardia
 - Taquipnea – Dificultad respiratoria – (Edema de pulmón)
 - Hepatomegalia
 - Cardiomegalia
 - Pulsos débiles
 - Mala perfusión periférica
-

GRADO DE SEVERIDAD

Table 1 Heart Failure Severity Classifications

Class	NYHA	Ross
I	No limitations of physical activity	No limitations or symptoms
II	May experience fatigue, palpitations, dyspnea, or angina during moderate exercise but not during rest	Mild tachypnea or diaphoresis with feeding
III	Symptoms with minimal exertion that interfere with normal daily activity	Infants with growth failure and marked tachypnea or diaphoresis with feedings, older children with marked dyspnea on exertion
IV	Unable to carry out any physical activity because they typically have symptoms of HF at rest that worsens with any exertion	Symptoms at rest such as tachypnea, retractions, grunting, or diaphoresis

GRADO DE SEVERIDAD

	SCORE de ROSS (PUNTAJE)		
	0	1	2
HISTORIA			
DIÁFORESIS	Solo en la cabeza	Cabeza y cuerpo, durante el ejercicio	Cabeza y cuerpo durante el descanso
TAQUIPNEA	Raro	Muchas veces	Frecuente
EXAMEN FISICO			
ESFUERZO RESP	Normal	Retracciones	Disnea
FR x minuto			
0-1 año	< 50	50- 60	> 60
1-6 años	< 35	35- 45	> 45
7-10 años	< 25	25- 35	> 35
11-14 años	< 18	18- 28	> 28
FC x minuto			
0-1 año	< 160	160- 170	> 170
1-6 años	< 105	105- 115	> 115
7-10 años	< 90	90- 100	> 100
11-14 años	< 80	80- 90	> 90
HIGADO BRC	< 2 cm	2- 3 cm	> 3 cm
Modificado por Ross & Reithmann - HEART FAILURE in children and young adults, Chang & Towbin- 2006			

ICC AVANZADA

Marcadores de IC

- Péptido Natriurético Tipo B (BNP): < 120 pg/ml
- Troponina I (TN I): < 0,1 mcg/l

Cohen-Solal A, et al. Lowered B-Type Natriuretic Peptide in Response to Levosimendan or Dobutamine Treatment Is Associated With Improved Survival in Patients With Severe Acutely Decompensated Heart Failure. J Am Coll Cardiol. 2009;53(25):2343-2348

Eerola A, et al. Cardiac troponin I in congenital heart defects with pressure or volume overload. Scand Cardiovasc J. 2013 Jun;47(3):154-9

SHOCK CARDIOGENICO

Incapacidad del corazón para satisfacer las demandas metabólicas del organismo.

$$DO_2 = CaO_2 \times VM$$

$$CaO_2 = Hb \times 1.34 \times Sat \text{ art } O_2 + 0.003 \times PaO_2$$

$$VM = FC \times GS \quad (\text{precarga -contractilidad - poscarga})$$

Lactato: < 2 mmol/ litro

SVO2: > 60%

SHOCK CARDIOGENICO

Signos clínicos

- Taquicardia
- Palidez
- Relleno capilar > 2" (casi siempre)
- Taquipnea (frecuente)
- Oliguria /Anuria
- Hepatomegalia (signo importante en el lactante)
- Trastornos del sensorio (excitación / depresión)
- Piel "moteada" / cianosis (en ciertos casos)

SHOCK CARDIOGENICO

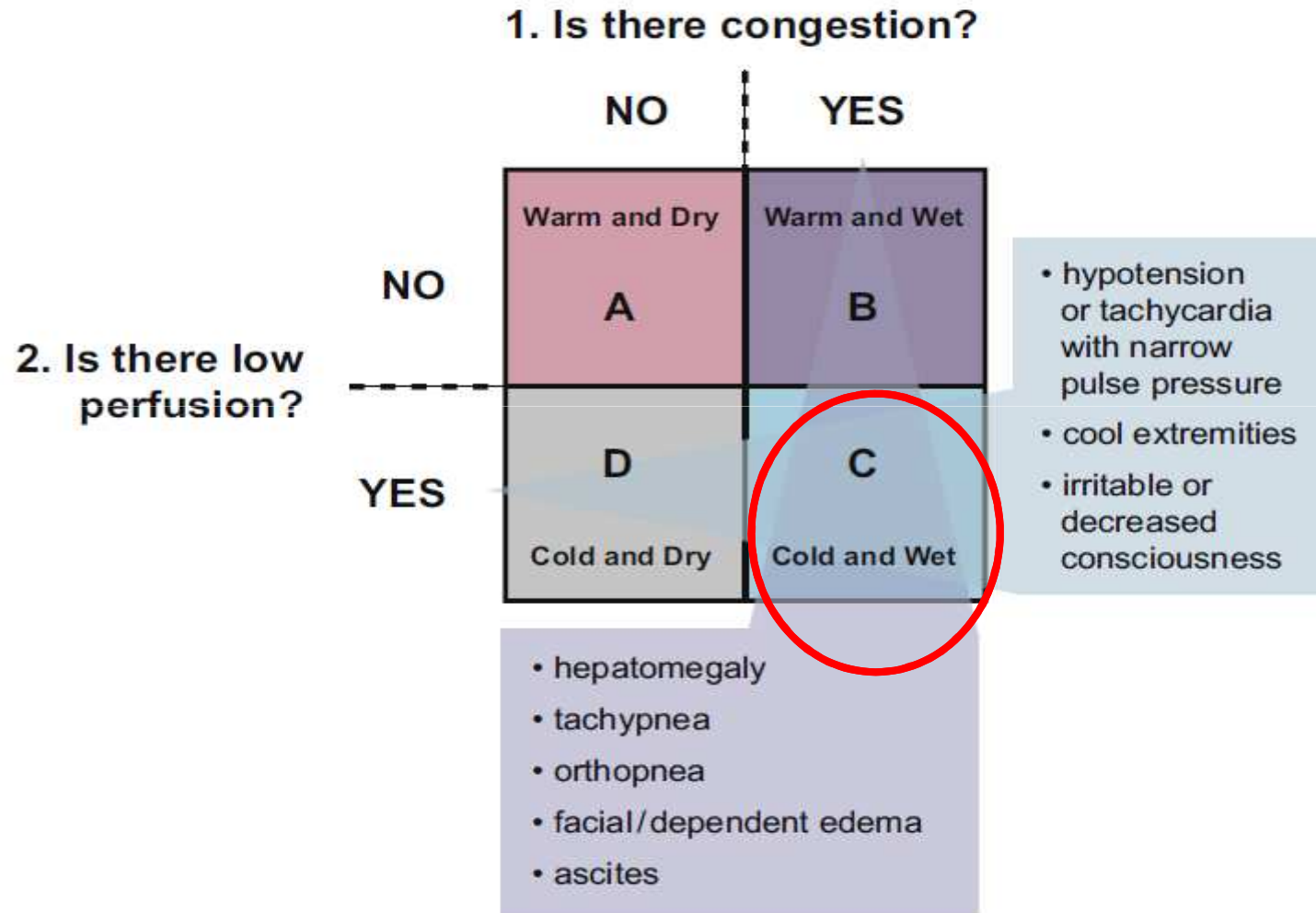
HIPOTENSION ARTERIAL

PALS-AHA: < Percentilo 5th de presión sistólica:

- < 60 mm Hg: (0 to 28 días) neonatos de término
- < 70 mm Hg: 1 a 12 meses
- < 70mmHg + (2 x edad en años): 1 a 10 años
- < 90 mm Hg en >10 años

La hipotensión arterial es un signo muy tardío de shock cardiogénico

SHOCK CARDIOGENICO



INSUFICIENCIA CARDIACA

TRATAMIENTO

1

MEDIDAS GENERALES

2

FARMACOLOGÍA

3

SOPORTE RESPIRATORIO

4

SOPORTE CIRCULATORIO

INSUFICIENCIA CARDIACA

1

MEDIDAS GENERALES

- Posición semi-sentado
 - Reposo
 - O₂ calentado y humidificado (no siempre)
 - Restricción hídrica (en ausencia de deshidratación)
 - Mantenimiento del medio interno:
 - ✓ Hematocrito,
 - ✓ Glucemia,
 - ✓ Na, K, Ca, pH
-

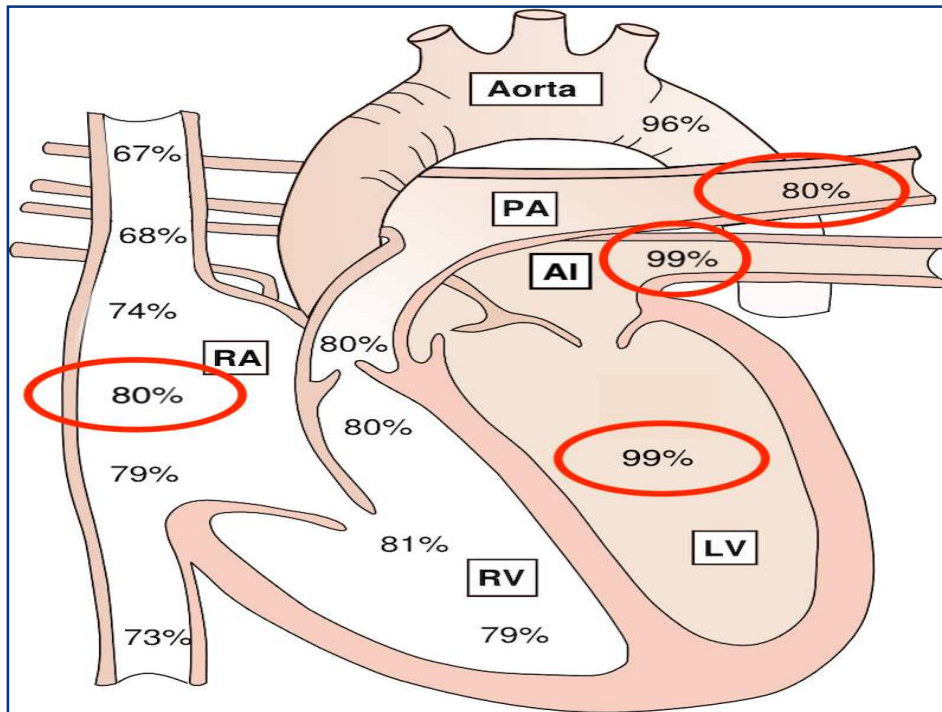
MEDIDAS GENERALES

☐ Oxígeno

- ✓ Calentado
 - ✓ Humidificado
 - ✓ FiO₂
 - Si presenta cardiopatía con cortocircuito Izq – Der:
 - CIV – DUCTUS – CANAL AV -
 - Adecuar la fracción inspirada
 - Objetivo 85- 90%
 - Evitar el desbalance de circulaciones
-

ECUACION DE FICK

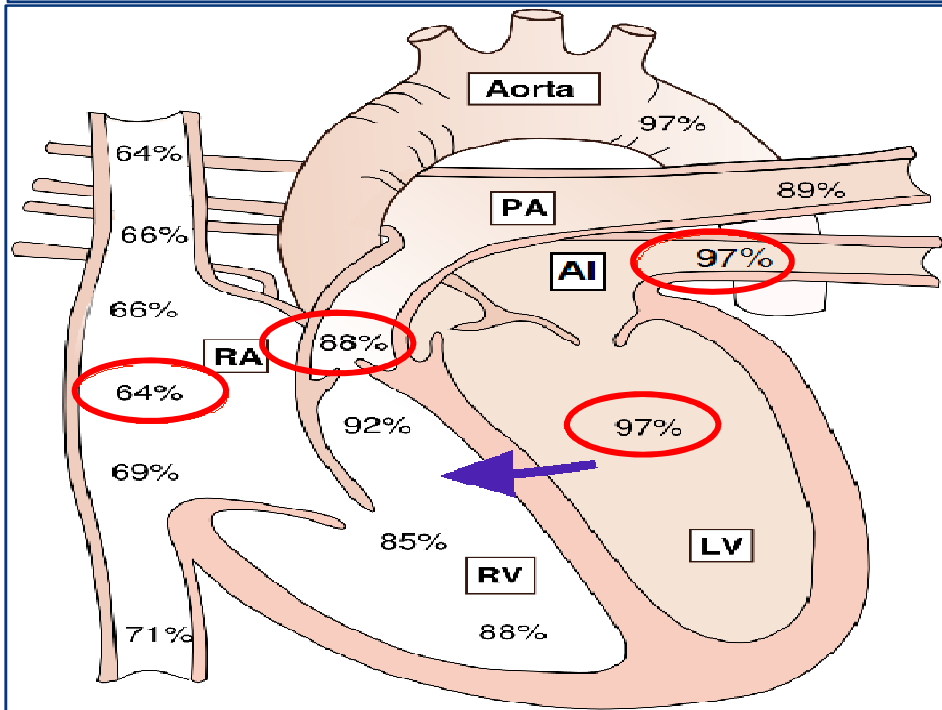
- Estimar flujo sanguíneo (Q) con la velocidad del uso de oxígeno
 - Captación de una sustancia = Flujo x [concentración de sustancia en - concentración de sustancia fuera]
 - **QP = flujo sanguíneo pulmonar QS = flujo sanguíneo sistémico = índice card**
 - $QP \text{ (L / min)} = \frac{\text{Consumo de oxígeno (ml / min)}}{\text{Contenido de O}_2 \text{ venoso pul} - \text{Contenido de O}_2 \text{ arterial pul}}.$
 - $QS \text{ (L / min)} = \frac{\text{Consumo de oxígeno (ml / min)}}{\text{Contenido sistémico de O}_2 \text{ art} - \text{Contenido mixto de O}_2 \text{ venoso}}.$
 - $Q_p: Q_s = \frac{\text{Sat Arterial Aorta} - \text{Sat Venosa Mixta}}{\text{Sat Venas Pulmonares} - \text{Sat Arteria Pulmonar}}.$
-



$$Q_p: Q_s = \frac{99\% - 80\%}{99\% - 80\%}$$

$$Q_p: Q_s = \frac{19}{19}$$

$$Q_p: Q_s = 1:1$$



$$Q_p: Q_s = \frac{97\% - 64\%}{99\% - 89\%}$$

$$Q_p: Q_s = \frac{33}{10}$$

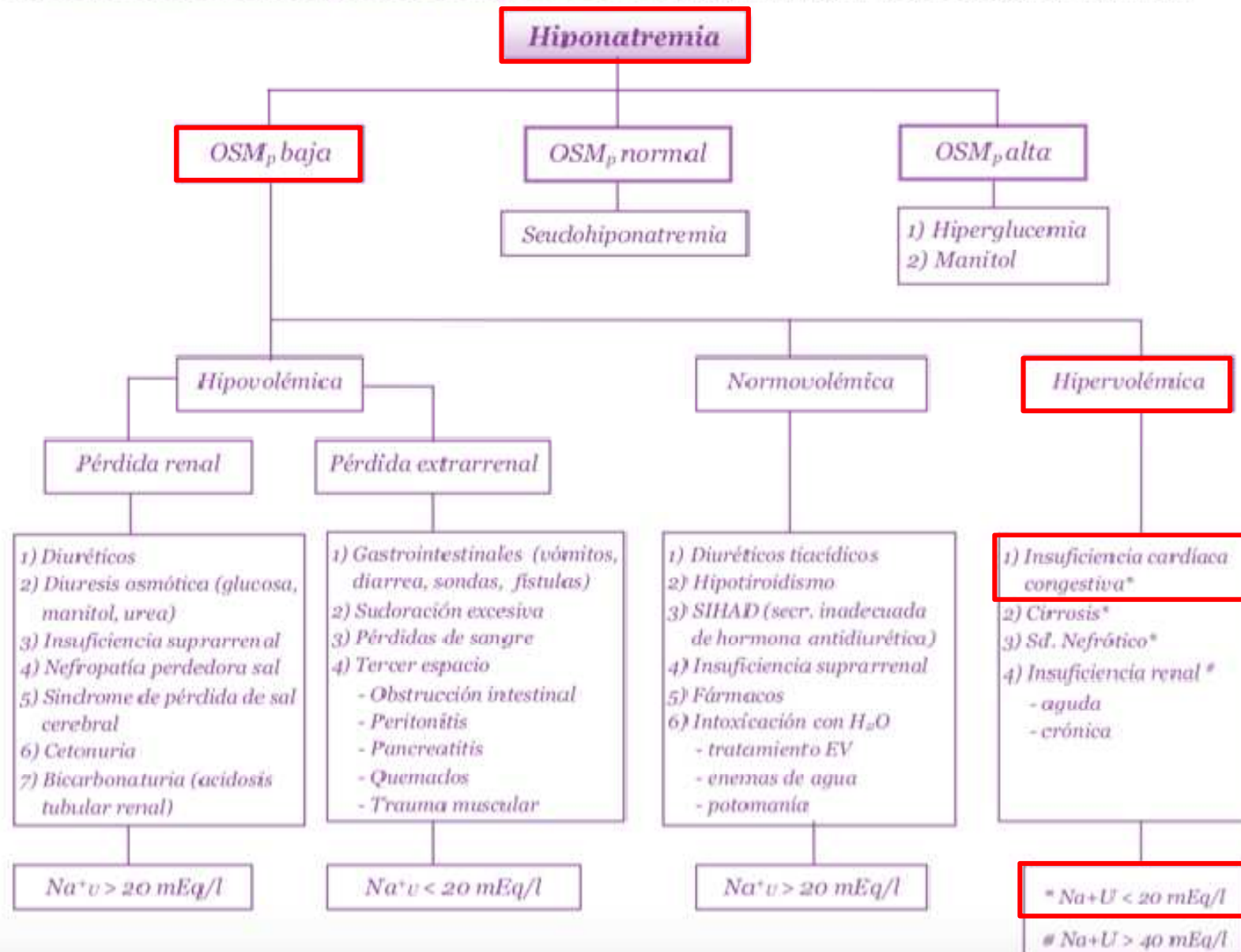
$$Q_p: Q_s = 3:1$$

MEDIDAS GENERALES

☐ Restricción Hídrica

- ✓ Restricción de agua libre
 - ✓ 2/3 de las necesidades basales
 - ✓ Peso diario!!!
 - ✓ Restricción de Sodio
 - ✓ Ingesta calórica 150 kcal/ kg/ d
 - ✓ Tomas pequeñas y frecuentes son mejor toleradas
-

La clasificación etiológica de la hiponatremia más utilizada es la asociada a la volemia:



INSUFICIENCIA CARDIACA

2


FARMACOLOGIA

- Diuréticos
- IECA
- Beta bloqueantes
- Digoxina
- Catecolaminas: Dobutamina
- Inhibidores de Fosfodiesterasa: Milrinona
- Sensibilizantes del Calcio: Levo

MECANISMOS COMPENSADORES



Activación crónica de SRAA




Angiotensina II:
vasoconstrictor que

- aumenta la pos carga y la demanda de oxígeno del miocardio
- causa hipertrofia y fibrosis de miocitos, y la secreción de aldosterona



Aumento tono adrenérgico



Catecolaminas circulantes
a largo plazo

- progresión de la ICC a través de múltiples mecanismos: fibrosis miocárdica y apoptosis,
- vasoconstricción periférica y retención de sal / agua por los riñones

DIURETICOS

- Furosemida - Tiazidas
 - Indicación en todos los pacientes con ICC y retención de líquidos para lograr un estado euvolémico
- Espironolactona
 - Mejora la sobrevida, No por efecto diurético, sino bloqueo de la aldosterona
 - La activación del sistema renina-angiotensina aldosterona (SRAA) es crítica en la patogenia de la ICC, y la interrupción es base de la terapia moderna
 - Efecto aditivo con los IECA

IECA

La meta del tratamiento de la ICC con IECA es:

- Interrupción de la activación del eje renina-angiotensina y
- Disminución del impulso adrenérgico cardíaco

- Usar de rutina para el tratamiento de disfunción del VI moderada o grave, con o sin síntomas
- Iniciar en dosis bajas, y aumentar hasta dosis segura máxima tolerada (Nivel de evidencia B; Fuerza de la Recomendación I)
- Puede requerir una reducción en la dosis de diuréticos
- En disfunción de VI descompensada no se recomienda como terapia inicial (Nivel de evidencia C; Fuerza de la recomendación IIb)

IECA

La meta del tratamiento de al ICC con IECA es:

- Interrupción de la activación del eje renina-angiotensina y
- Disminución del impulso adrenérgico cardíaco

ICC



activación crónica de SRAA y aumento del tono adrenérgico



aumenta la pos carga y la demanda de oxígeno del miocardio.



Angiotensina II es un vasoconstrictor que causa hipertrofia y fibrosis de miocitos, así como la secreción de aldosterona

BETA BLOQUEANDES ADRENERGICOS

La razón fundamental para el uso de antagonistas adrenérgicos en ICC es antagonizar los efectos nocivos de la activación simpática en el miocardio



Rosenthal D, et al. International Society for Heart and Lung Transplantation: Practice Guidelines for Management of Heart Failure in Children. The Journal of Heart and Lung Transplantation 2004; 23: 1312.

BETA BLOQUEANTES ADRENERGICOS

Riesgos:

- Hipotensión y empeoramiento: 48 hs después del inicio o en la titulación de la dosis
- Retención de líquidos: ajuste de diuréticos
- Bradicardia: reducir dosis si hay hipotensión asociada

Contraindicados:

- Estadios avanzados de ICC - Shock cardiogénico.
- Bradicardia severa, enf nodo sinusal y Bloqueo AV
- Asma bronquial

CARVEDILOL

- **Disminución de progresión clínica de la ICC y mortalidad**
- Bruns, et al. (n=46) cardiopatía (80%) y CC (20%) en 6 centros
 - Dosis 0.08 mg/ Kg/ día y se ajustó a dosis máx de 0.92 mg/ Kg/ día
 - NYHA en 67% y empeoró en 11% pac
 - FA mejoró ligeramente, 16.2% al 19.0%.
 - Efectos secundarios 54%
- Rusconi, et al. (n=24) MCD
 - Dosis máxima de 1.0 mg/ kg/ día. Tolerada en 22 pacientes.
 - F Eyección VI mejoró de 25% a 42% (p0.001)
- Azeka, et al. (n=22) MCD
 - Dosis más bajas pueden ser efectivas de 0,2 mg/ kg/ día
 - Toleraron todos los pacientes.

DIGOXINA

- Indicado en pacientes con disfunción ventricular y síntomas
- No se recomienda en disfunción ventricular izquierda asintomática
En ensayos adultos no cambió la sobrevida (Nivel de evidencia C; Fuerza de la Recomendación IIb)
- Las dosis más bajas son tan efectivas como las dosis más altas,
y pueden reducir la incidencia de efectos secundarios y toxicidad
(Nivel de evidencia B; Fuerza de la recomendación I)
- Niveles altos en suero se asociaron con mayor mortalidad,
independientemente de la tasa de filtración glomerular

INOTROPICOS EV - ISHLT

- **Indice Cardíaco bajo, TAM Normal y RVS ↑ (NE II)**

La reducción de la poscarga aumenta el vaciado ventricular

Milrinona y/ o Dobutamina:

pueden ser utilizados como primera línea de rescate

Milrinona: eliminación lenta puede provocar hipotensión, si la función renal o hepática anormal

Se pueden revertir, con noradrenalina o vasopresina o volumen

Levosimendán puede considerarse en caso de falta de respuesta a tratamiento convencional. (NE 2b, C)

Clinical practice parameters for hemodynamic support of pediatric and neonatal septic shock: 2007 update from the American College of Critical Care Medicine. Crit Care Med. 2009; 37(2): 666–688

Kirk R, et al. ISHLT Guidelines. J Heart Lung Transplant. 2014 Sep;33(9):888-909

INOTROPICOS EV - ISHLT

- Uso temporal en IC aguda con shock cardiogénico, con mala perfusión sistémica y distal. (NE 1, C)
- Los vasodilatadores se pueden usar en ausencia de hipotensión
- Combinación con diuréticos para aliviar edema pulmonar (NE 1, C)
- Uso temporal en IC aguda con hipotensión, BGC y compromiso de perfusión en órganos distales. NE 2a, C

CATECOLAMINAS - EFECTOS ADVERSOS

- Taquicardia
- Arritmias: puede inducirlas o exacerbarlas
- ↑ consumo de O₂
- ↑ Poscarga
- ↑ Aumento de la presión de fin de diástole extrema con altas dosis de dopamina
- Necrosis miocárdica

Caspi J et al: Effects of high plasma epinephrine and Ca²⁺ concentrations on neonatal myocardial function after ischemia. J Thorac Cardiovasc Surg 1993; 105:59–67

Caspi J, et al: Age-related response to epinephrine-induced myocardial stress: A functional and ultra-structural study. Circulation 1991; 84(Suppl III):III-394 –III-399

MILRINONA

Es un **inhibidor de PDE** con efecto sobre corazón y vasos pulmonares y sistémicos

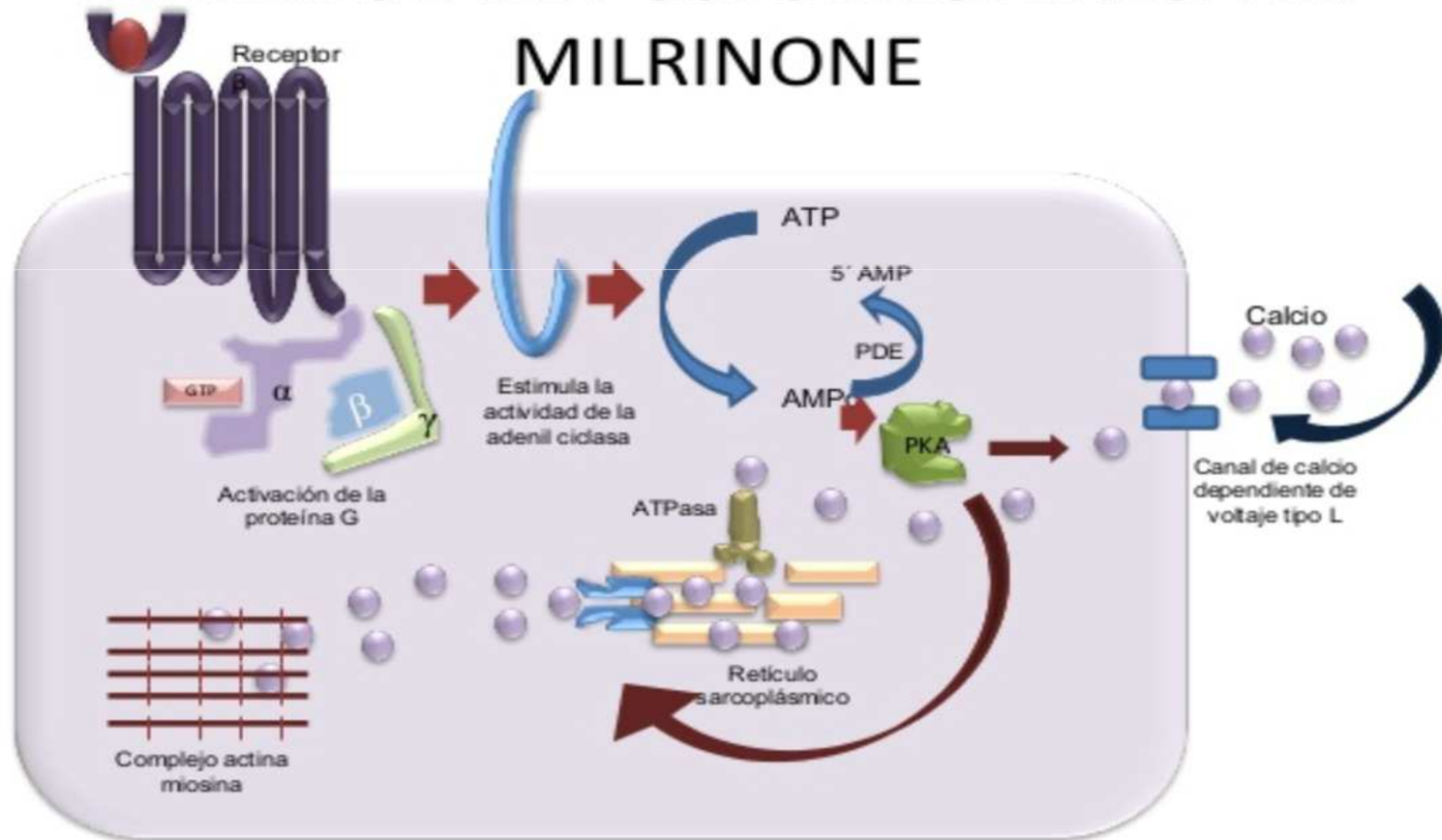
La PDE degrada el AMPc que permite acumulación Ca intracelular, independiente de receptores beta

↑ AMPc intracelular:

- Favorece transporte de Ca en la célula → ↑ **contractilidad del miocito**
 - La recaptura de Ca es un proceso dependiente de cAMP → **potencian la relajación diastólica** del miocardio aumentando la tasa de reabsorción de Ca después de la sístole (**lusitropía**)
-

MILRINONA

INHIBIDOR DE FOSFODIESTERASA III: MILRINONE



MILRINONA – ASPECTOS PRÁCTICOS

- Inotrópico positivo (sin \uparrow del consumo de O₂)
- Vasodilatación pulmonar y sistémica
- Relajación diastólica (lusitrópica)

Eficaz y segura en cirugía univentricular y biventricular

Su uso es muy frecuente en lesiones cardiacas complejas

Vida Media con función cardiaca y renal normal

- Niños \rightarrow 50 minutos
 - Lactantes \rightarrow 90 minutos
 - Neonatos \rightarrow 3,5 horas
-

LEVOSIMENDAN

Efecto inotrópico y vasodilatador

Efecto inotrópico → facilitar la unión complejo **Ca-troponina C**, sin ↑ la concentración de Ca^+ intracelular en el miocito

Mejora la contractilidad miocárdica sin ↑ el consumo de O_2 ni alterar la función diastólica

Efecto vasodilatador → músculo liso vascular es mediado por apertura de canales de K ATP-dependientes

- Vida Media corta (1 hr)
 - Efectos prolongado (80h) por metabolito activo (OR-1896) responsable de ↑ de la sensibilidad del la troponina C al Ca^+
-

INSUFICIENCIA CARDIACA

4

SOPORTE RESPIRATORIO

La Ventilación a Presión Positiva (VPP) provoca cambios en Presión Intra Torácica y la magnitud depende de:

- Función miocárdica alterada
- Flujo sanguíneo pulmonar
- Capacitancia venosa y resistencia arterial
- Cambios en el volumen pulmonar

INSUFICIENCIA CARDIACA Y VENTILACION CON PRESION POSITIVA

En el corazón normal la función del VI depende de las variaciones de la pre carga

En el corazón insuficiente la VPP mejora el GC por disminución de la post carga del VI

Altos niveles de PEEP:

- Disminuye el retorno venoso
- Aumenta la pos carga del VD
- Aumenta la RVP
- **Mejora la eyección del VI:**
 - Altera el grad de presión entre vasos intra- extra torácicos
 - Aumenta la capacitancia sistólica porque empuja sangre desde los vasos intratorácicos hacia los extratorácicos

INSUFICIENCIA CARDIACA Y VENTILACION CON PRESION POSITIVA

- **La VPP es un tratamiento de soporte para IC**
 - ARM convencional
 - VNI
- Considerar intubación endotraqueal y ARM para reducir las demandas metabólicas y el estrés de la pared del VI
- Los sedantes para la intubación endotraqueal junto con el inicio de VPP puede disminuir la precarga del VD
- Hipotensión significativa y PCR son comunes inmediatamente después de la intubación en pacientes con shock cardiogénico

Ureta B, et al. Uso de vni en una unidad de cuidados intensivos cardiovasculares pediátricos. Factores de riesgo asociados al fracaso. Medicina Infantil 2010; XVII: 345 – 352.

Montonati M, et al. Estudio comparativo de dos modos de ventilación no invasiva para retirar la asistencia respiratoria mecánica en lactantes post- operatorios de cirugía cardiovascular. Medicina Infantil 2014; XXI: 244-247

INSUFICIENCIA CARDIACA CONGESTIVA

Aumenta la presión AI
Congestión venocapilar
Disminuye la compliance pulmonar



RESPIRACIÓN ESPONTANEA

Presión negativa
Aumenta el trabajo respiratorio y
Pos carga ventricular



PRESIÓN POSITIVA

Disminuye el trabajo respiratorio
y consumo de O₂
Presión Positiva Pleural
Disminuye la pos carga del VI
➔ Aumenta el Gasto Cardiaco

INDICACIONES DE VNI

- Prevención de la intubación ET y ARM:
 - ✓ Edema pulmonar
 - ✓ Estabilización pre cirugía
 - ✓ Rescate contra la claudicación respiratoria.
 - ✓ Insuficiencia cardiaca
 - ✓ Antes de la cirugía mal estado clínico
- Posterior a ARM para extubación exitosa:
 - ✓ Destete después ARM prolongados
 - ✓ Prevención de falla de extubación en pacientes de alto riesgo
 - ✓ Mal estado clínico
 - ✓ Desnutrición
 - ✓ Insuficiencia cardiaca
 - ✓ Paresis diafragmática / parálisis
 - ✓ Hipotonía

CONTRAINDICACIONES



- Falta de protección de la vía aérea
 - Coma
 - Hemorragia digestiva activa / vómitos
 - Inestabilidad hemodinámica: shock.
 - Malformaciones y traumatismos cráneo-faciales.
 - ARDS
 - Insuficiencia respiratoria grave ($paO_2 / FiO_2 < 150$)
 - Secreciones generosas y espesas.
 - Neumotórax no drenado
 - Cirugía esofágica o gástrica reciente.
-



CANULA NASAL DE ALTO FLUJO

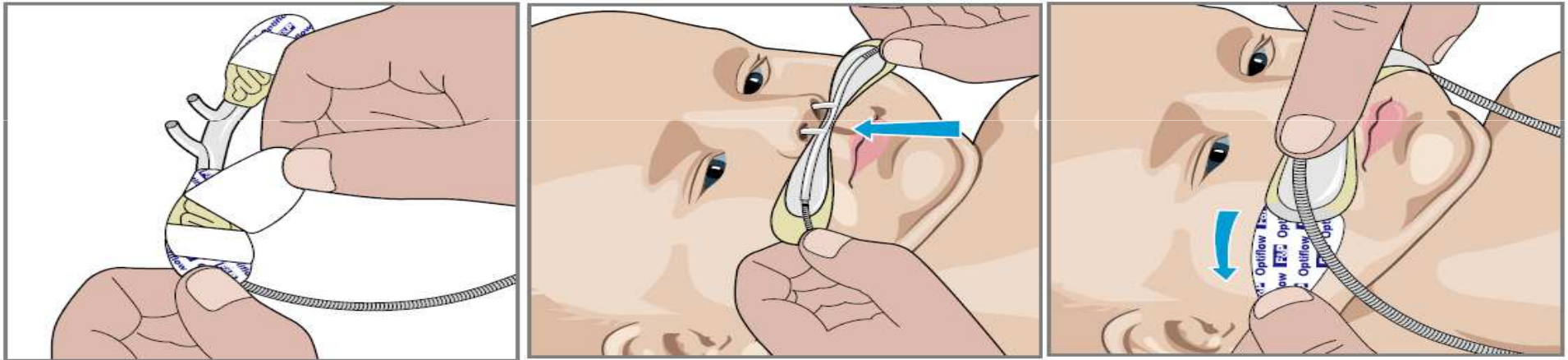
- CNAF es una herramienta de soporte respiratorio no invasivo
- Proporciona gas de flujo humidificado y calentado en la nariz
- Suministro de mezcla de gases (aire) y oxígeno.
- Los bebés, niños mayores y adultos requieren flujos altos (6 - 60 lpm)
- Humidificación y calentamiento adecuado para evitar daños en la vía aérea y comodidad del paciente

Jan Hau Lee KJ, et al. Use of high flow nasal cannula in critically ill infants, children, and adults: a critical review of the literature. *Intensive Care Med* (2013) 39:247-257.

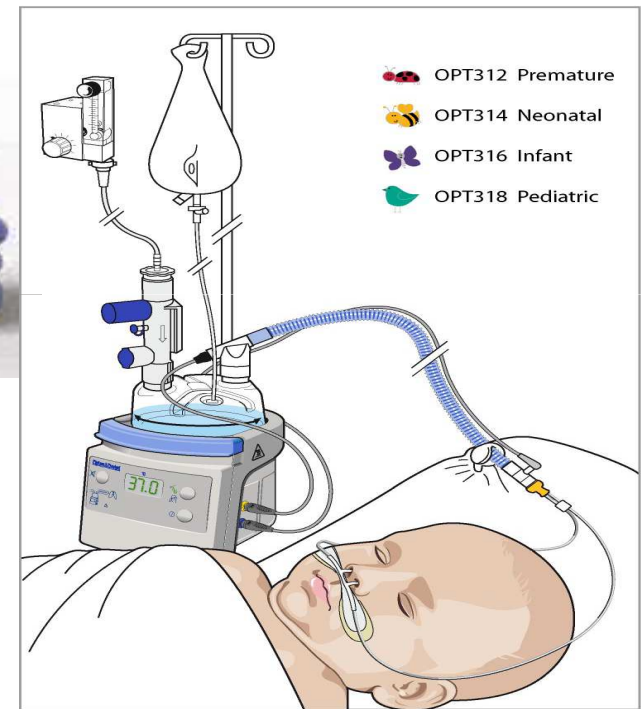
Ward JJ. High-Flow Oxygen Administration by Nasal Cannula for Adult and Perinatal Patients.

Holleman-Duray, et al. Heated humidified high-flow nasal cannula: use and a neonatal early extubation protocol. *Journal of Perinatology* (2007) 27, 776-78

CANULA NASAL DE ALTO FLUJO



CANULA NASAL DE ALTO FLUJO



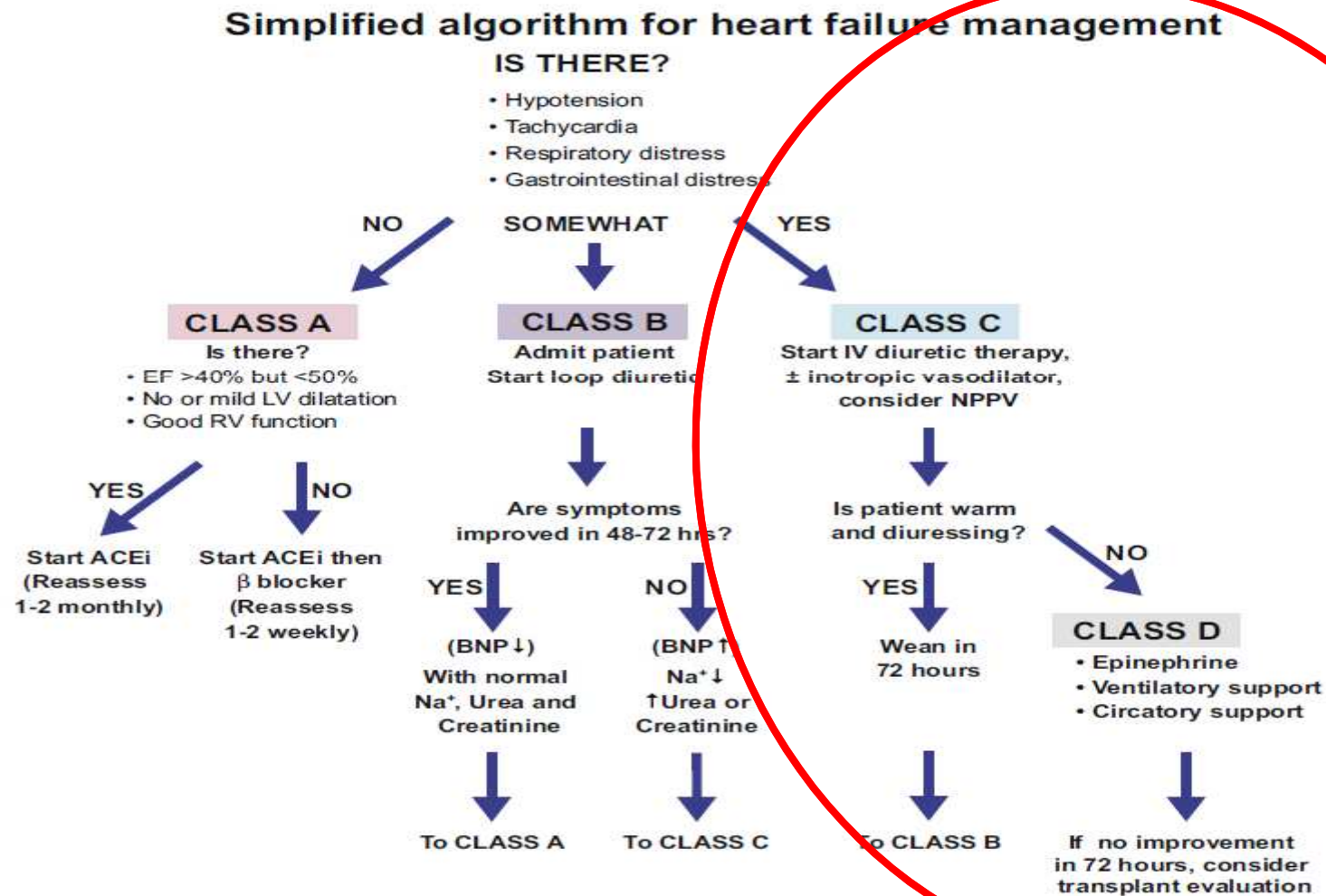
INSUFICIENCIA CARDIACA

4

SOPORTE CIRCULATORIO

- Luego de la estabilización inicial, considerar:
 1. Continuar optimizando el tratamiento farmacológico
 2. “Terapia de rescate”, es decir una intervención urgente:
 - Puente al trasplante
 - Puente a al recuperación
 - Puente al puente: un dispositivo de corta duración, que de tiempo a recuperar la FMO, evaluación neurológica, para luego DAV prolongado
 - Terapia de destino

IC AGUDA DESCOMPENSADA



IC AGUDA DESCOMPENSADA

IS THERE?

- Hypotension
- Tachycardia
- Respiratory distress
- Gastrointestinal distress

YES

CLASS C

Start IV diuretic therapy,
± inotropic vasodilator,
consider NPPV

Is patient warm
and diuressing?

IC AGUDA DESCOMPENSADA

Is patient warm
and diuressing?

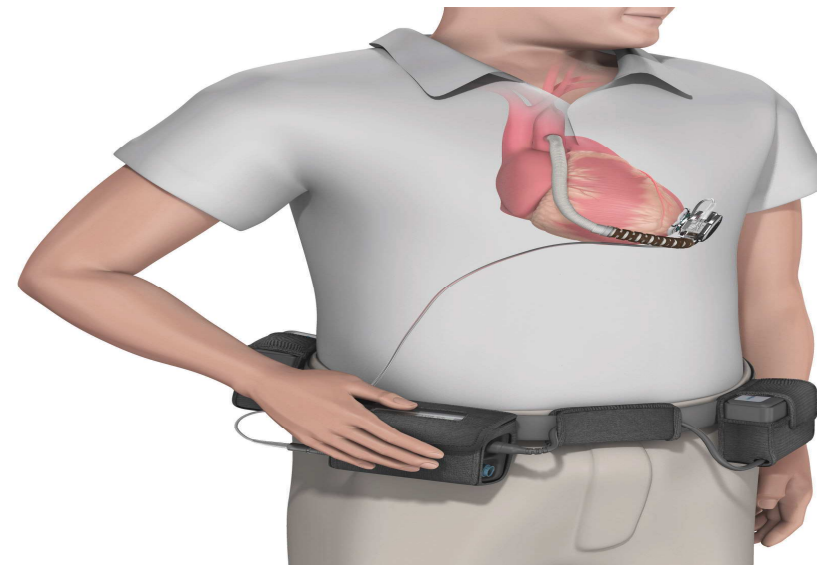
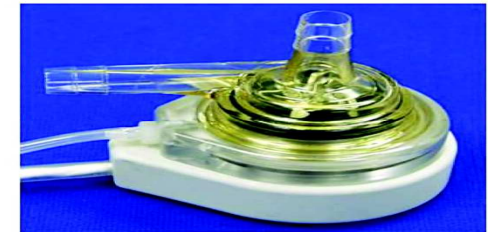
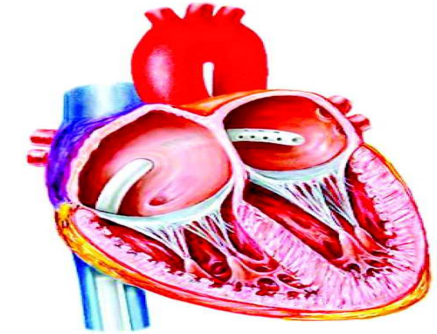
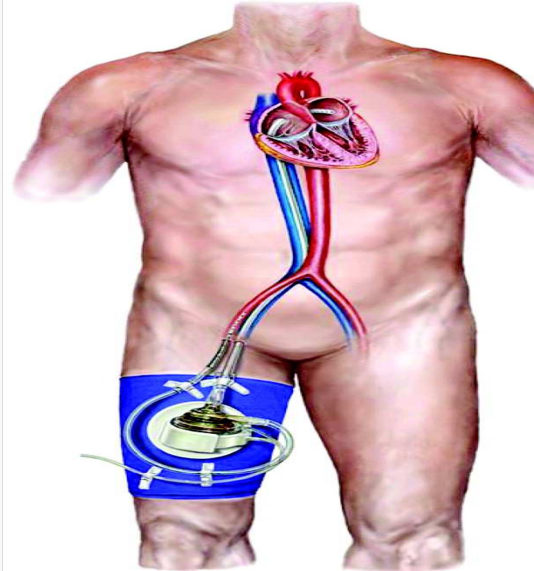
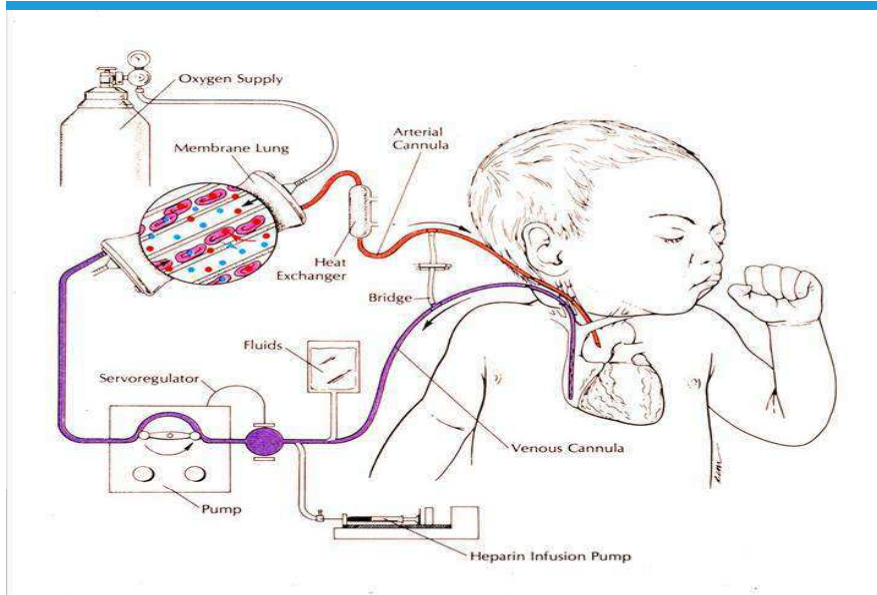
NO

CLASS D

- Epinephrine
- Ventilatory support
- **Circulatory support**

If no improvement
in 72 hours, consider
transplant evaluation

TIPO DE DISPOSITIVO



MUCHAS GRACIAS

