

## **Título: ANESTESIA Y REANIMACIÓN EN EL TRASPLANTE CARDÍACO**

### **Autores:**

**Dr. Antonio de Jesús Cabrera Prats.** Especialista de 1<sup>er</sup> y 2do Grado en Anestesiología y Reanimación CCV. Profesor Auxiliar.

**-Dr. Raúl Cruz Boza.** Especialista de 1<sup>er</sup> Grado en Anestesiología y Reanimación CCV. Profesor Asistente.

**-Dra. Juliette Marie Suárez López.** Especialista de 1<sup>er</sup> Grado en Anestesiología y Reanimación CCV. Profesora Asistente.

Servicio de Cirugía Cardiovascular

Email: [ccvtgt@hha.sld.cu](mailto:ccvtgt@hha.sld.cu)

### **Introducción**

El anesestesiólogo cardiovascular que realiza el trasplante cardíaco, cardiopulmonar y corazón artificial pertenece a la rama de la medicina perioperatoria aplicada a la cardiocirugía, el cual además de tener dominio, habilidades y conocimientos para realizar los diferentes procedimientos anestésicos en la cirugía cardiovascular, recibe un entrenamiento previo en la parte experimental con animales y posteriormente en el área clínica con humanos en centros hospitalarios altamente especializados, que lo capacita con un amplio desarrollo profesional relacionado con la trasplantología, para así poder llevar a cabo esa labor.

### **Objetivos**

- Desarrollar y actualizar el protocolo de trabajo de Anestesiología y Reanimación Cardiovascular para realizar trasplante cardíaco, cardiopulmonar y/o corazón artificial, el cual se lleva a cabo por un grupo multidisciplinario especializado para esta labor.

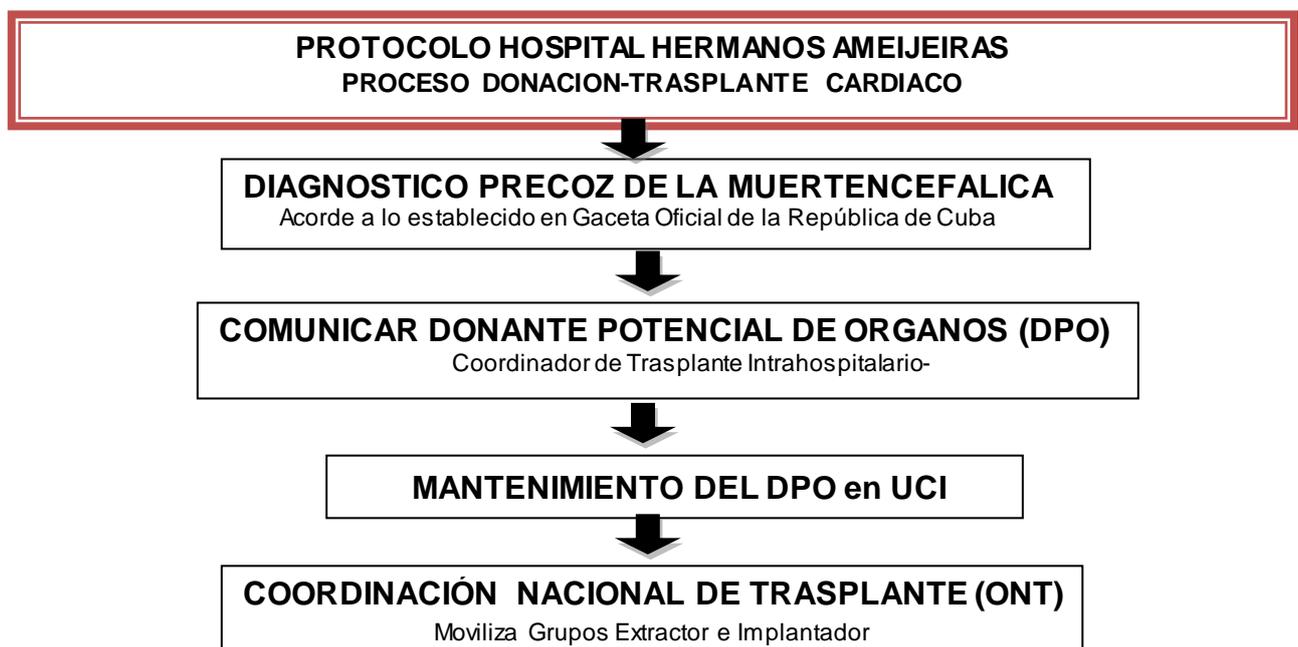
-Detallar minuciosamente, los pasos a seguir para realizar los diferentes procedimientos anestésicos, tanto para el donante, como en el receptor y que esto sirva principalmente en la formación del personal docente.

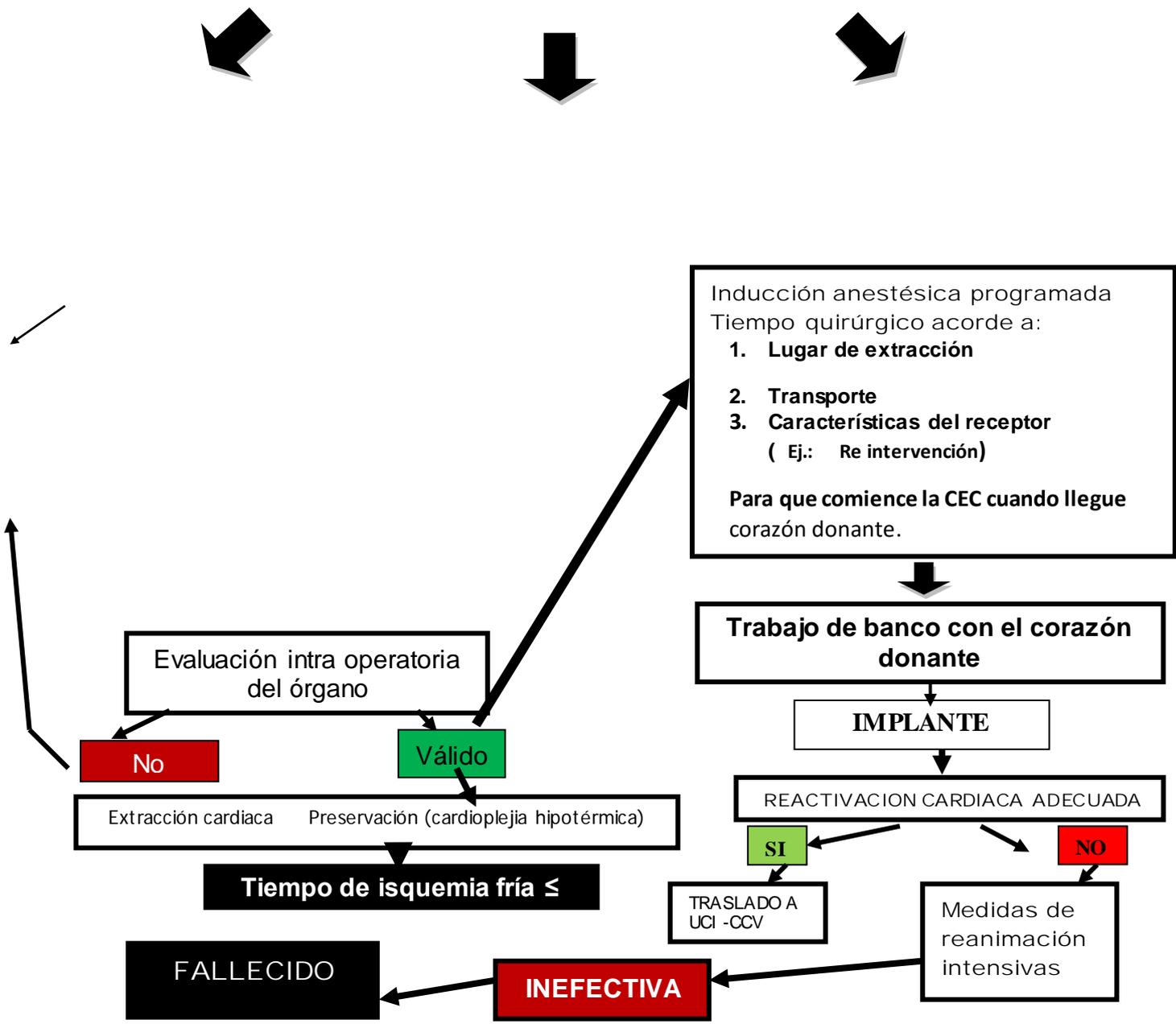
-Explicar detalladamente la importancia que tiene el llevar a cabo el trasplante en tiempo y precisión a través del centro de coordinador de órganos.

## **Desarrollo**

El trasplante cardíaco se lleva a cabo por medio de un grupo multidisciplinario integrado por cirujano, anestesiólogo, cardiólogo, intensivista, perfusionista, enfermeros, laboratorista, radiólogo, imagenólogo, el cual mantiene una estrecha comunicación e interrelación con el centro coordinador de trasplante de órganos.

Previamente el proceder anestésico-quirúrgico del donante y receptor para realizar el trasplante cardíaco lo detallamos por medio de un algoritmo que a continuación lo detallamos:





## **ANESTESIA EN EL DONANTE PARA TRASPLANTE CARDÍACO**

### **Muerte Encefálica**

En nuestro país, como en la mayor parte del mundo, el concepto utilizado es el de muerte encefálica (ME) global, que implica el cese irreversible de las funciones neurológicas de hemisferios cerebrales y tronco encefálico.

En la edición ordinaria de la Gaceta Oficial de la República de Cuba de septiembre del 2001 se da respuesta al Código Civil actual para la determinación y certificación de la muerte en Cuba.

### **Evaluación del donante potencial de órganos**

En las Unidades Médicas acreditadas como generadoras o dadoras de órganos para trasplante, todo paciente con disfunción neurológica progresiva donde sea previsible la ME debe ser considerado un donante potencial de órganos (DPO).

En nuestro país son catalogados como DPO aquellos pacientes con lesiones cerebrales graves (coma con escala de Glasgow inferior a ocho puntos). De este grupo, los pacientes que evolucionan hacia la ME podrán seleccionarse como posibles donantes de órganos si no existe contraindicación médica, ni negativa familiar.

A partir de lo pautado en la Resolución N° 90 de Salud Pública (Gaceta Oficial de la República) ante un DPO se realiza una exhaustiva valoración clínica e instrumental para hacer el diagnóstico de ME y determinar la idoneidad del mismo como donante de órganos para trasplante.

### **Criterios de selección del donante cardíaco**

Los DPO deben ser registrados y evaluados por el coordinador intrahospitalario de trasplante, quien a través de una estrecha relación con el personal médico de asistencia desarrollará las estrategias a seguir.

Los criterios generales de selección de un DPO ideal para obtener el corazón son:

- Edad  $\leq$  40 años
- No trauma cardiaco
- No paro cardiaco previo
- No antecedentes de enfermedad cardiaca conocida
- HIV/Hepatitis B negativos
- Compatibilidad ABO
- Función ventricular normal (evaluada por ECG, Ecocardiograma)
- Aminas (dopamina/dobutamina)  $\leq$  10  $\mu\text{cg/Kg./min}$
- Tiempo de isquemia fría  $\leq$  4 horas

En la actualidad existe el donante con criterios ampliados (DCA) que es aquel donante potencial cuyos órganos tienen un riesgo incrementado de función subóptima, temprana ó tardía, después de ser implantados en el receptor. Su selección depende de la experiencia de cada centro. En nuestro hospital no se utiliza de rutina el DCA. Se pudiera seleccionar un DCA excepcionalmente y siempre de forma individualizada.

### **Mantenimiento del DPO**

La ME es una situación patológica que incluye no solo al cerebro, sino que produce alteraciones fisiopatológicas en todo el organismo. Es un proceso dinámico caracterizado por una secuencia de eventos irreversibles, de intensidad y duración variables, que repercuten directamente en la calidad de cada órgano donante.

El cese de la circulación cerebral desencadena la aparición de fenómenos inflamatorios cerebrales y sistémicos que dan lugar a alteraciones hemodinámicas, endocrino- metabólicas e inmunológicas causantes de cambios significativos tanto estructurales, como funcionales de los órganos candidatos a trasplantar. Es por ello que el de mantenimiento del DPO debe estar encaminado a establecer una estrategia citoprotectora sistémica que pueda condicionar el éxito del órgano post trasplante y la mayor supervivencia del receptor.

Las principales complicaciones relacionadas con la muerte encefálica son:

Complicación	Causa
Hipotensión	Hipovolemia (absoluta/relativa), disfunción cardiaca multifactorial
Arritmias	Tormenta catecolaminérgica, alteraciones electrolíticas y hemogasométricas, hipotermia, isquemia miocárdica, fármacos inotrópicos y vasoactivos, trauma cardiaco
Alteraciones de la homeostasis interna	
Diabetes insípida Hipotermia Alteraciones electrolíticas Coagulopatía	Disregulación del eje hipotálamo-hipofisario Pérdida control hipotálamo Diabetes insípidas usan diuréticos. Isquemia cerebral
Alteraciones respiratorias	Edema pulmonar neurogénico, lesión pulmonar aguda (LPA)
Anemia	Hemorragia, hemodilución

Teniendo en cuenta los cambios fisiopatológicos que acompañan al DPO en ME, se deben realizar las siguientes investigaciones previas a la extracción:

1. Grupo sanguíneo/factor Rh.
2. Hemograma con diferencial.
3. Glicemia, urea, creatinina.
4. Gasometría arterial/Ionograma.
5. Coagulograma completo.
6. Rx de tórax.
7. Electrocardiograma.
8. Ecocardiograma.

Pautas generales de tratamiento en el DPO

- Mantener un estado hemodinámico suficiente y estabilizarlo con el menor soporte farmacológico.

- Normovolemia con expansión de volumen usando cristaloides y/o coloides
- Mantener presión arterial media óptima
- Vasopresores: **Dopamina de 200 mgs**, dosis < 10 µg/Kg./min,  
**Noradrenalina de 8 mgs**, dosis < 0.2 µg/Kg./min
- Optimización del gasto cardiaco  
Inotrópicos: **Dobutamina de 250 mgs.**, dosis < 12 µg/kg/min

Las estrategias de tratamiento para una mejor perfusión de órganos estarán guiadas por la normalización de los signos clínicos de perfusión:

Variables	Valores normales
Presión arterial media	70 mmHg
Presión venosa central	6-8 cmH <sub>2</sub> O
Diuresis	0.5-2 mL/Kg./h
Frecuencia cardiaca	60-120 Lat./min
Hemoglobina	Mayor de 10 mg/dL
SvO <sub>2</sub>	Mayor de 65 %

1. Optimizar oxigenación:  $p_{aO_2} \geq 100$  %, con la menor  $F_iO_2$ 
  - PEEP  $\geq 5$  cm H<sub>2</sub>O
  - VT  $\leq 10$  mL/Kg. ( $p_{aCO_2}$ : 30-35 mmHg, pH: 7.35-7.45,  $p_{va} < 30$  mm Hg.)
2. Equilibrio del eje endocrino-metabólico a través de una resucitación hormonal combinada:
  - **Metilprednisolona: bulbos de 500 mg** a la dosis de 15 mg/Kg.
  - **Triyodotironina:** 4 µg en bolo, seguido de infusión continua a 3 µg/h
  - **Arginina vasopresina:** 1U en bolo, seguida de infusión continua a 0.5-4 U/h
  - Normoglicemia (glicemia: 120-180 mg/dL)

**Insulina simple:** bulbos de 100 U/mL, dosis de 0.1-0.2 U/Kg., si es necesario.

La terapia hormonal es altamente recomendada en DPO con pobre respuesta a altas dosis de vasopresores/inotrópicos. En nuestro país no se realiza administración de triyodotironina, ni de arginina vasopresina.

3. Garantizar una correcta homeostasia

- Mantener la temperatura corporal  $> 35^{\circ}$  utilizando:

Soluciones EV calentadas

Control de la temperatura ambiental

Aislar al paciente (manta térmica)

Humidificar gases inspirados

4. Evitar la anemia aguda (Hto  $> 30$  Vol. %) con la administración de sangre o derivados del plasma en caso de coagulopatía.

## **Extracción del órgano**

Después de evaluado el DPO y obtenido el consentimiento familiar a la donación, se procede a la extracción de órganos para trasplante. A diferencia de otros órganos, la extracción del corazón debe realizarse precozmente tras el diagnóstico de muerte encefálica y mientras el órgano esté funcionando.

Cuando la extracción es intrahospitalaria normalmente, existe una comunicación directa entre la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) donde se encuentra el DPO y el quirófano.

El potencial donante se trasladará hacia el quirófano lo antes posible, siempre y cuando su estado clínico lo permita. El traslado debe ser realizado por el intensivista asesorado y con una adecuada monitorización. La responsabilidad final de aceptación del corazón recae en el equipo extractor tras la evaluación macroscópica del órgano previo al explante.

Si la extracción es extrahospitalaria será responsabilidad del Centro Coordinador de Trasplantes mantener la comunicación con el Centro Extractor donde se encuentra el DPO. El Centro Implantador debe recibir la información de forma detallada y precisa desde la valoración clínica conjunta del DPO, su aceptación como DPO, el traslado y arribo al quirófano, la valoración macroscópica del corazón y la extracción del mismo.

Los criterios de viabilidad macroscópica cardíaca son:

- Ausencia de hemopericardio
- Contractilidad normal
- No placas de ateroma en las coronarias
- No dilatación cardíaca

Antes de efectuar el traslado del paciente al quirófano, el anestesiólogo debe supervisar ese salón y optimizar las medidas para el recibimiento del DPO.

La familia debe conocer que el acto operatorio se realizará de forma convencional, el DPO recibirá fármacos y no percibirá ningún sufrimiento.

## **Periodo intraoperatorio**

El manejo clínico intraoperatorio del DPO consiste en mantener la estrategia de cuidados iniciada en la UCI, apoyada por la monitorización intensiva de cada constante vital, lo que garantizará una perfusión tisular y oxigenación óptimas.

Monitorización trans operatoria del DPO:

1. Electrocardiograma.
2. Temperatura corporal.
3. Presión arterial invasiva, presión venosa central.
4. Pulsioximetría.
5. Capnometría.
6. Gasto urinario horario.
7. Controles periódicos de hematocrito, glicemia, ionograma, gasometría.

El comportamiento hemodinámico será acorde a las características clínicas del paciente. Los fármacos vasoactivos, principalmente inotrópicos utilizados en la UCI deben mantenerse y variar su dosificación según la dinámica del acto anestésico-quirúrgico y sus implicaciones en el donante.

La corrección de las pérdidas intraoperatoria de líquidos (sangre, pérdidas por exposición, diuresis osmótica) debe ser minuciosa. Se debe mantener un hematocrito superior a 30 Vol. %.

La hipotermia debe ser prevenida utilizando soluciones tibias, controlando la temperatura ambiental y colocando manta térmica, o en su defecto abrigar lo mejor posible al donante.

Aunque con la ME desaparecen las funciones cerebrales y del tronco encefálico, la isquemia medular demora más tiempo en establecerse (progresión rostro-caudal). La conducción anestésica consistirá en administrar

un fármaco analgésico para atenuar la respuesta vasoconstrictora y la estimulación suprarrenal secundarias a reflejos espinales activados por estímulos quirúrgicos a nivel visceral, con lo que puede controlarse la aparición de taquicardia, hipertensión y arritmias refractarias que conllevan al deterioro precoz del corazón e incluso a la pérdida del órgano en el acto operatorio. La actividad neuromuscular mediada por reflejos somáticos raquídeos se suprime con el uso de un relajante muscular. Si el donante potencial tiene estabilidad hemodinámica, se puede administrar un anestésico volátil tipo halogenados a concentración por debajo del 1% (isoflurane, sevoflurane).

Los fármacos anestésicos y coadyuvantes utilizados de manera convencional en el periodo trans operatorio durante las maniobras de extracción son:

Fármacos	Dosificación	Presentación	Propiedades
<b>Fentanilo</b>	2-6 µg/kg en bolo	Amp de 3 ml con 50 µg/ml	Analgesia
<b>Isoflurano</b>	0.5-0.75 Vol%	Frasco de 100 ml Isoflurano 100%	Anestésico inhalatorio
<b>Pavulón</b>	0.1 mg/kg en bolo	Amp de 2 ml con 2 mg/ml	Relajante muscular
<b>Heparina sódica</b>	3 mg/kg en bolo	Bulbos de 5 ml con 50 mg/ml	Anticoagulante
<b>Metilprednisolona</b>	500 mg en bolo	Bulbos de 5 ml con 500 mg	Antiinflamatorio (inmunomodulador)
<b>Cefuroxima</b>	1.5 g en bolo	Bulbos de 5 ml con 750 mg	Antibiótico

### **Perfusión y preservación del corazón**

La gran sensibilidad del corazón a la isquemia y la lesión inducida durante la extracción, preservación y transporte, constituye una de las causas más

frecuentes del fracaso del injerto cardiaco. Antes de su extracción el corazón debe ser perfundido con una solución de preservación que minimizará los fenómenos celulares adversos secundarios al daño isquemia-reperusión.

En nuestro país hemos utilizado distintas soluciones hipotérmicas como cardioplejia anterógrada según la disponibilidad

1.-**Cristaloidea**: W. Wiscosin y/o St. Thomas II a 4° C,

- 1000 mls. de Dextrosa al 5%
- 19 mEq de Bicarbonato al 8 %.
- 25 mEq de Cloruro de Potasio.

Posteriormente durante el implante la protección miocárdica se realiza por parte de los anestesiólogos, en que mantiene la administración de una solución de ClNa 0,9 % fría por aurícula izquierda hasta momentos antes de terminar la sutura de la Aorta. Pero con el transcurso del tiempo, se comenzó a utilizar la protección miocárdica con sangre por vía anterógrada o retrógrada, porque aporta oxígeno y sustratos que permiten reiniciar el ciclo aeróbico y eliminar los metabolitos producidos en anaerobiosis durante el traslado.

2.- **Celsior**, Su preservación es de tipo extracelular, se puede utilizar también para cardioplejia en el donante y su composición química está orientada a:

1. Minimizar el edema celular inducido por la hipotermia.
2. Prevenir la acidosis intracelular.
3. Prevenir el daño inducido por los radicales libres.
4. Aportar sustancias que intentan regenerar los compuestos de fosfato de alta energía.

También el uso de Cardioplejia hemática tan pronto se pueda es necesaria, durante el implante, porque se logra una reparación celular y la reducción de la incidencia del fallo primario del injerto.

**3.- Costudiol o Solución HTK (histidina- tryptófano- ketoglutarato)**, de 1000mls., en que la Histidina, es una sustancia osmótica, tampón; el Tryptófano, es estabilizadora de la membrana celular y el Ketoglutarato, es estabilizador de la membrana celular, pero como componente energético.

Por lo que esta solución de uso actual, además de su composición electrolítica específica contienen aditivos químicos con carácter quimioprotector que previenen la tumefacción celular, el espasmo vascular y la formación de metabolitos tóxicos y también como nutriente que le proporciona fuente de energía al miocito.

El anesestesiólogo debe administrar las soluciones de preservación guiado por las recomendaciones individuales del fabricante. Generalmente éstas deben poseer una temperatura de 4-8 °C y se infunden a través de la raíz aórtica, en una cantidad de 1-1.5 L. Se colocan a 140 cm. de altura (equivalente a 100 mmHg) para garantizar una buena perfusión (por gravedad) en el lecho distal. Después de alcanzar la asistolia el líquido debe ubicarse a la mitad de la altura inicial (70 cm~50 mmHg). Para lograr una distribución homogénea el tiempo de perfusión será de 5-8 minutos.

En este momento comienza la fase de isquemia fría. El corazón extraído del donante será colocado en solución de preservación a bajas temperaturas (4-10°C), con la finalidad de enlentecer al máximo el metabolismo celular hasta su posterior implante en el receptor. Este período de isquemia fría suele durar en la práctica clínica de 3-4 horas. Es importante resaltar con precisión el

tiempo de pinzamiento aórtico a partir del cual comienza el período de isquemia fría, así como la ocurrencia de accidentes transoperatorios.

El proceder anestésico del donante concluye cuando la aorta proximal se cierre de forma quirúrgica. Después de este evento las medidas clínicas y la monitorización se retiran. Después de extraído el corazón, se conserva en un recipiente con solución salina fría a 4° C, su transportación es en bolsas plásticas estériles que contiene solución **Collins** a 4° C.

Es importante insistir en la reperfusión temprana del órgano con sangre, si el tiempo de isquemia fuera a prolongarse (mayor de 4 horas), la cual se puede utilizar la preservación del corazón con sangre del paciente y potasio por el método de cardioplejia hemática caliente continua por vía retrograda, a través del seno coronario a una temperatura de 34° C y posterior lavado de sangre a 37° C, o puede ser anterógrada intermitente, la utilización del **HTK**, con buenos resultados.

El tratamiento intensivo del donante es sin duda el factor primario para el buen funcionamiento del corazón posterior al trasplante. Optimizar el mantenimiento del DPO es el mejor tributo a quienes con verdadero gesto altruista y solidario contribuyen a dar vida después de la muerte.

### Conducta anestésica del paciente receptor de trasplante cardiaco

Cuando el paciente se encuentra clínicamente con una clasificación IV de la New York Heart Association, en que predomina una fracción de eyección baja, una inadecuada precarga, pobre contractilidad del miocardio y el consiguiente bajo gasto cardíaco, se califica que está en un estadio de falla cardíaca terminal, principalmente por miocardiopatía, coronariopatía o por enfermedades

valvulares reumática o congénita (en menor porcentaje), se cataloga de receptor de trasplante cardíaco (TC).

### **Evaluación preoperatoria**

Es importante ver el estado hemodinámico en que se encuentra el paciente debido a su etiología.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones preoperatorias:

**-Hipertensión pulmonar:** es necesario realizar cateterismo derecho para descartar la posibilidad de hipertensión pulmonar severa. Valores superiores a 8 unidades Word (UW), contraindican de maneja absoluta, su realización.

**-Evaluación de otros órganos: riñón, hígado, cerebro:** en caso de existir alguna disfunción, esta debe ser reversible, de manera que evitemos cualquier complicación sobreañadida.

**- Medicación pre operatoria:** Evaluar los medicamentos que el paciente esta tomando previo al acto quirúrgico (diuréticos,  $\beta$ -bloqueadores, vasodilatadores, digitálicos, antiarrítmicos, antiagregantes plaquetarios, anticoagulantes orales, etc.

Si el paciente se encuentra en un estado crítico con soporte farmacológico y circulatorio (balón de contrapulsación intra aórtico, asistencia uni ó biventricular), éste requiere de cuidados extremadamente especiales previo a la intervención.

Es de señalar que el paciente con antecedentes de cirugía cardíaca previa corre el riesgo de ser más propenso al sangrado, lo que exige al equipo de asistencia estar preparado para éste evento.

## **Criterios de selección para trasplante cardíaco**

Existen contraindicaciones relativas y absolutas para la realización del trasplante cardíaco y a continuación lo detallaremos:

### **1-Relativas**

Edad avanzada.

Diabetes Mellitus insulina dependiente.

Déficit mental y psicológico.

Enfermedad vascular periférica severa.

Infarto pulmonar.

### **2-Absolutas**

Enfermedad maligna incontrolable.

Hipertensión arterial pulmonar > 8 Unidades Wood.

Infección activa, incluyendo pacientes infectado con el VIH.

Pacientes con disfunción hepática, renal ó pulmonar irreversible.

Una vez que el paciente se ha aceptado como receptor se analiza y se discute su posible inclusión en la lista de espera por un grupo multidisciplinario integrado por cirujanos, cardiólogos, anestesiólogos y perfusiólogos.

## **Manejo anestésico peri-operatorio del receptor**

### **-Preparación pre inducción anestésica**

Es a través de un interrogatorio, investigaciones y examen físico de una forma minuciosa y consta de los siguientes acápite:

a) **Interrogatorio:** en él incluye los síntomas, antecedentes patológicos

personales, medicación previa, hábitos tóxicos, etc.

b) **Investigaciones clínicas** realizadas:

-Hemograma con diferencial,

-Hemoquímica: glicemia, urea, creatinina, ácido úrico, ionograma, proteínas totales, albúmina sérica.

-Gasometría arterial.

-Lipidograma completo.

-Coagulograma completo

- Serología, HIV.

- Estudio bacteriológico, virológico y micológico.

- Electrocardiograma.

- Ecocardiograma transtorácico y transesofágico.

- Imagenología: Rx. de tórax AP y lateral, TAC Simple de Pulmón.

- Prueba Funcional Respiratoria.

c) **Examen físico:** debe de ser exhaustivo principalmente en el aparato respiratorio, cardiovascular, neurológico, renal, osteomioarticular.

d) **Premedicación:** debe de ser administrada de forma cautelosa, ya que la mayoría de los pacientes presentan insuficiencia cardiaca descompensada, principalmente con precarga comprometida y debe evitarse cualquier complicación y ésta se puede administrar de la siguiente forma:

#### 1- Benzodiazepinas:

-**Midazolam**, de 10mgs. (150 µg/Kg.) o **Flunitrazepam** de 1 mgs.  
(15 µg/Kg.) ó

**2-Dehidrobenzoperidol** de 5mgs + **Fentanilo** de 0.15 mgs.:1 ml.(si < 60 Kg. peso) ó 2 mls. (si >60 kg. peso).

La dosis y la administración pueden variar acorde al estado físico del paciente.

**3-Profilaxis antimicrobiana:** con **Cefuroxima 1.5 g.**, endovenoso.

**e) La monitorización** dentro de la unidad quirúrgica debe ser muy exhaustiva, con estrecha vigilancia, la cual es muy amplia y a continuación describiremos.

**-Monitorización cardiovascular**

- Electrocardiograma continuo (frecuencia cardiaca, nivel ST, arritmias)
- Ecocardiografía trans esofágica transoperatoria (ETE)
- Presión arterial no invasiva e invasiva.
- Presión venosa central y presión capilar pulmonar.
- Monitoreo hemodinámico y del Gasto cardíaco, resistencia vascular periférica y pulmonar.

**-Monitorización Sistema pulmonar**

- Pulsioximetría (SpO<sub>2</sub>) y capnografía / capnometría (ETCO<sub>2</sub>).
- Frecuencia respiratoria (FR), Volumen corriente (VT), Volumen minuto (VM).
- Fracción de oxígeno inspirado (FiO<sub>2</sub>) y mezcla de gases inspirados.
- Presión positiva tele-espírotoria (PEEP).
- Presiones respiratorias (P<sub>1</sub> / P meseta).

**- Monitorización temperatura**

- Central y periférica (Nasofaríngea, esofágica y rectal).

**- Monitorización función renal**

- Sonda vesical para monitoreo del ritmo diurético.

- Ionograma sérico

#### **-Monitorización función neurológica**

-Monitoreo de la profundidad anestésica (BIS / CSI),  
electroencefalograma, potenciales evocados y oximetría cerebral.

#### **f) Anticoagulación**

Es necesario mantenerla a través del Tiempo de Coagulación  
Activado (TCA), que posteriormente describiremos.

#### **g) Inmunosupresión**

Es imprescindible la administración de las drogas inmunosupresoras de forma inmediata y mediata al trasplante, con el fin de evitar rechazo, administrándolos por vía oral ó parenteral, las cuales a través de pruebas sanguíneas se dosifica y según el resultado se toma la conducta que corresponda. Hay que destacar que la monitorización del perfil renal, conteo linfocitario y de leucocitos o de otro órgano ó sistema afectado en ese momento también es necesaria, así como el nivel sérico de algunas drogas inmunosupresoras administradas.

Existen múltiples drogas inmunosupresoras, utilizamos el siguiente esquema de las dosis:

##### **1) Prequirúrgica**

- **Ciclosporina-A de 100 mgs.:** 2.5 mg/kg de peso, vía oral.

Si creatinina > 128 mmol/l, se espera 48 h, para su administración.

- **Azatioprina (Inmuran) de 50 mgs.:** 4 mg/kg de peso, vía oral.

**Metilprednisolona de 500 mgs o 1 g.:** 1g endovenosa, post  
despinzamiento de la aorta.

## 2) Postquirúrgica

- **Ciclosporina- A de 100 mgs:** 2 mg/Kg. de peso/día

**Según registro ciclosporinemia (valor esperado 200-300 ng. /ml.)**

- **Ketoconazol (Nizoral) de 200 y 400mgs.:** 200 mg/día, vía oral.

-**Metilprednisolona de 500 mgs. y 1g.:** dosis de 125 mgs. cada 8 horas, vía endovenosa.

Otras drogas inmunosupresoras, si hay contraindicación a la Ciclosporina.

-**Myfortic (Micofenolato Sódico) tab. 360 mgs.,** dosis inducción: 720 mg.

Mantenimiento: 720 mg /12h.

-**Cellcept (Micofenolato Mofetilo) tab. 500 mgs. o cáps. 250 mg**

Dosis inducción 1g. Mantenimiento:1-3 g/día

Ambas se reajustan según conteo de linfocitos.

-**ATG (Globulina Antitimocítica) bbo. 100mgs.**

Dosis 10-15 mg/Kg./día.

### **Coordinación con la oficina de trasplante**

Es primordial, ya que a través de la misma se mantiene una estrecha comunicación con el lugar de origen del donante para determinar el momento preciso para comenzar la inducción anestésica del receptor y desencadenar el proceder quirúrgico, de manera que coincida la hora exacta de implantación del órgano y disminuir el tiempo de isquemia del mismo.

### **Inducción anestésica**

**a) Precauciones para evitar la broncoaspiración:** debido a que a muchos de estos pacientes le llega la información de su proceder quirúrgico de forma repentina, en ocasiones han ingerido alimentos

recientemente, más la Ciclosporina y líquido sobreañadido que son necesarios previo a su entrada al salón de operaciones; eso hace que se tomen una serie de medidas para evitar la broncoaspiración, que a continuación describimos:

- Administración de:

-**Antiácidos como son** los antagonista de los receptores H<sub>2</sub>

(Cimetidina, Ranitidina)

- **Antieméticos**

-**Ondasetrón de 4 y 8 mgs.**

- **Metoclopramida de 10 y 100 mgs.**

**Ambas pueden ser administradas por vía endovenosa acorde a las necesidades.**

**b) Agentes anestésicos:** una vez que el órgano esté en óptimas condiciones, se procede a la administración de los agentes anestésicos, manteniendo una adecuada precarga con estabilidad hemodinámica, y un consumo de O<sub>2</sub> mínimo (DO<sub>2</sub>).

Estos medicamentos pueden ser:

-**Midazolán de 10 mgs.:** 150-200 µg/kg peso

-**Fentanilo de 0.15 mgs.:** 4-100 µg/kg peso

-**Bromuro de Pancuronio (Pavulón) de 4 mgs:** 100 µg/kg peso

Es importante destacar que el relajante muscular no despolarizante a utilizar depende de las necesidades hemodinámicas y autonómicas individuales del paciente. El **Pavulón** es el más usado por sus propiedades vagolíticas y a su vez contrarresta los efectos vagotónicos de los narcóticos. Si se presentaran taquiarritmias ventricular extremas y con soporte de inotrópicos

previos, es preferible utilizar el **Vecuronio de 4 o 10 mgs.** , a dosis de dosis de 0.1-0.2 mg/Kg., por tener menos efectos cardiovasculares.

- **Betametasona de 4 mgs.:** dosis de 30 µg/kg peso (protección cerebral).

Se administra por vía EV, lentamente posterior a la inducción

**c) Laringoscopia** directa, previo spray de **Xilocaína 10 %** , intubación endotraqueal gentilmente y acople a la máquina de anestesia **Primus, Fabius o Fabius GS (Dragüer)**. Con los parámetros respiratorios establecidos, FiO2 alrededor de 0.5 % a expensas de O2 y aire, y control estricto de la oximetría a través del pulso periférico.

-La técnica anestésica utilizada es una ataranalgesia y/o balanceada.

**d) Sondajes** gástrico y vesical.

**e) Temperatura central y periférica**, a través de los termómetros nasofaríngeo, esofágico y rectal, colocados de forma gentil y lubricados.

**f) Otros datos importantes:**

-Vigilancia estricta de los parámetros biométricos:

TAS, TAD, TAM, PVC, PCP, y ante cualquier descompensación cardiovascular, tratarla ya sea con volumen y/o drogas vasoactivas.

-Administración de un antifibrinolítico de forma profiláctica con **Ácido Epsilon Aminocaprónico de 1 o 2 g.**, dosis de 100 mgs./kg. ó **Ácido Tranexámico de 500mgs. o 1 g.**, a dosis de 10-20 mgs./kg.de peso.

- El mantenimiento anestésico debe de tener una adecuada estabilidad hemodinámica y perfusión de los órganos, principalmente a expensas de benzodiazepina (**Midazolam**), narcótico (**Fentanilo**), y relajante muscular no despolarizante, a mitad de la dosis inicial, dependiendo del estado

físico que previamente tenga el paciente y/o en infusión continua mediante el uso de una bomba perfusora.

- Se inicia el proceder quirúrgico, continuando la monitorización estricta, la estrecha comunicación con el centro coordinador de trasplante para tener la información detallada sobre el proceder con el donante ya sea intra o extrahospitalario.

- Heparinización con Heparina Sódica de 5000 UI/ml, a una dosis de 3-4 mg/kg de peso cuando sea solicitada y obtener un tiempo de coagulación activado (TCA) por encima de 480 segundos.

- Comienzo de la circulación extra corpórea (CEC).

-Administración de los medicamentos descritos (a mitad de dosis)

**Tiopental sódico de 500 mgs.:** 2-3 mg/kg de peso (protección cerebral).

Una vez que tenga el órgano, se anota el momento del pinzamiento de la aorta del donante, con el objetivo de saber posteriormente el tiempo total de isquemia, se preparan y crean las condiciones para comenzar a implantar el órgano. Pasada las tres horas de isquemia, se le pone una infusión de cardioplejia hemática normotérmica durante la circulación extracorpórea, de forma intermitente ó continua o mediante el uso de cardioplejia cristalóidea con Custodiol o HTK, ésta se administrará en dependencia del tiempo de paro anóxico y a las necesidades.

Además, se administra Sulfaprim **de** 480 mg a pasar en 1 hora y repetir cada 8 horas.

Cuando falten 10 minutos aproximado para el despinzamiento de la aorta, se comienza una infusión de **Isoprenalina de 0.2 mgs**, a una dosis de inicio de 0.01-0.02 µg/kg. peso/min., con el objetivo de tener una mejor respuesta

a la conducción aurículo ventricular y conjuntamente con el marcapasos externo, contribuyen a evitar o mejorar el bloqueo aurículo-ventricular.

, Debe de existir un buen funcionamiento renal; de lo contrario, utilizar

**-Dopamina de 200 mgs., dosis de 1-3 mcgs./kg.**

**-Furosemida de 20 o 50 mgs, dosis de 20-40 inicialmente, posteriormente en dependencia a su respuesta, se le pone el esquema establecido. ó**

**-Droperidol, dosis de 2.5 a 5 mgs. de inicio.**

En el **momento del despinzamiento de la aorta** se debe de administrar:

**Metilprednisolona de 500 mgs. ó 1g. : 1 g**

**Cloruro de calcio de un 1 g.: 1 g.**

**Cefuroxima de 750 mgs.: dosis de 1.5 g endovenoso.**

**Se comienza la reactivación cardíaca que puede ser:**

- **Espontánea:** cuando tiene latido propio, administración de **Isoprenalina de 0.2 mgs.**, a una dosis de 0.01mcgs – 0.02 mcg/kg. de peso/min. y marcapasos.

- **Asistida:** por las complicaciones como son:

#### **a) Arritmias**

✦ **Asistolia o bloqueo cardíaco** debido a cardioplejia por potasio, cirugía (traumatismo de los tejidos nodales o conductores o fisiopatología preoperatorio).

Los pasos terapéuticos son:

◆ Marcapaso epicárdico externo ventricular, aurículo-ventricular secuencial en dependencia de sus necesidades, con una frecuencia cardíaca entre 90-110 por minutos.

- ◆ **Cloruro de calcio** de 1 g.: dosis 20-30 mgs./kg.
- ◆ **Bicarbonato de sodio 8%** de 19mEq, dosis 0.3/EB/kg.
- ◆ **Insulina simple (U-40)** 10 U, glucosa ± 10 g.
- ◆ **Isoproterenol** de 0.2 mgs., dosis de 0.01-0.02 µg/Kg.  
peso/min.)

#### ✦ **Taquiarritmia supraventricular**

- ◆ Aumentar la temperatura interna a 37°C
- ◆ Corregir las anomalías electrolíticas (K+, Mg++)
- ◆ Corregir pH, pCO<sub>2</sub>, y hematocrito.

#### **Tratamiento farmacológico**

- ◆ **Digoxina** de 0.5 mg, dosis de 0.25-1 mg o Ouabaína de 0.25 mg, dosis 0.1-0.2 mg.
- ◆ **Metoprolol** de 5 mgs., dosis de 5 mg EV, lentamente (no mejora: repetir a 10 min.)
- ◆ **Diltiazem** de 25 y 50 mgs., dosis de 5-25 mg EV en 1-3 minutos, más infusión.
- ◆ **Procainamida** de 100 mgs., dosis de 100 mg, EV lento, cada 5 min. hasta que haga efecto (5-15 mg/kg en total); después infusión 1-4 mg/min.

#### **Tratamiento eléctrico**

- ◆ Cardioversión sincronizada.

#### ✦ **Taquicardia o fibrilación ventricular recidivante**

- ◆ Aumentar temperatura interna a 37°C.

- ◆ Corregir las anomalías electrolíticas (K+, Mg++).
- ◆ Corregir pH, pCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> y hematocrito.
- ◆ Comprobar la posición del catéter de la arteria pulmonar.
- ◆ Mantener una adecuada hemodinamia.
- ◆ **Tratamiento farmacológico**
- ◆ **Lidocaína 2 %** sin preservo de 100 mgs.: bolo de 1-2 mg/Kg. más infusión de 2-4 mg/ min.
- ◆ **Procainamida**: ver más arriba.
- ◆ **Brettilo** de 150 mgs., dosis de 5-10 mg/Kg. EV, en 10 min. más infusión 1-2 mg/min.
- ◆ **Amiodarona** de 150 mgs., bolo de 150 mg a pasar lentamente (10-15 min.) bajo una monitorización estricta de la hemodinamia y en caso de ser necesario otra dosis, ponerla en infusión.

#### **Tratamiento eléctrico**

- ◆ Desfibrilación interna.

**b) Bajo gasto cardíaco.**

**c) Hipertensión pulmonar.**

**d) Acidosis metabólica, respiratoria o una de ellas.**

#### **Tratamiento de las complicaciones**

##### **A) Farmacológico**

**Drogas vasoactivas** para mejorar el gasto cardíaco, principalmente las siguientes:

- **Fármacos Aminosimpáticomiméticos**

**Dobutamina** de 250 mgs., dosis de 2-20 µg/Kg./min.

**Dopamina** de 200 mgs., dosis de 2-15  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{min}$ .

**Epinefrina** de 1 mg., dosis de 0.01-0.2  $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{fin}$ .

**Nor-epinefrina** de 8 mgs., dosis de 0.01-0.2  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

**Isoprenalina** de 0.2 mgs., dosis de 0.01-0.3  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

- **Fármacos No simpaticomiméticos**

◇ Inhibidores de la fosfodiesterasa

- **Amrinona** de 100 mgs., dosis de 5-10  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

- **Milrinona** de 10 y 20 mgs., dosis 0.4-0.8  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

◇ Digitálicos:

-**Digoxina de 0.5 mgs.**: dosis de 0.5 mgs.

-**Ouabaína de 0.25 mgs.** : dosis 0.25 mgs.

◇ Cloruro de Calcio de 1g.: dosis de 20-30 mgs./Kg. de peso.

◇ Glucagón.

- **Fármacos Vasopresoras:**

◇ **Fenilefrina** de 10 mgs. (bolos de 50-100  $\mu\text{g}$ ).

◇ **Dopamina de 200 mgs., dosis de 5-10 mcgs/ kg. / min.**

◇ **Epinefrina de 1 mg., dosis de 0.01-0.03 mcgs. / Kg./min.**

◇ **Norepinefrina de 8mgs., dosis de 0.01-0.05 mcgs/kg./min**

- **Fármacos Vasodilatadoras**

◇ **Nitroglicerina** de 5mgs.(NTG), dosis de 0.1-5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ .

◇**Nitroprusiato de sodio** de 20 mgs. (NTP) dosis de 0.1-5  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ )

◇ **Prostaciclina [I2 y E1]** de 500  $\mu\text{g}$ , dosis de 2-20  $\text{ng}/\text{kg}/\text{min}$ )

◇ **Droperidol**

◇ **Oxido nítrico.**

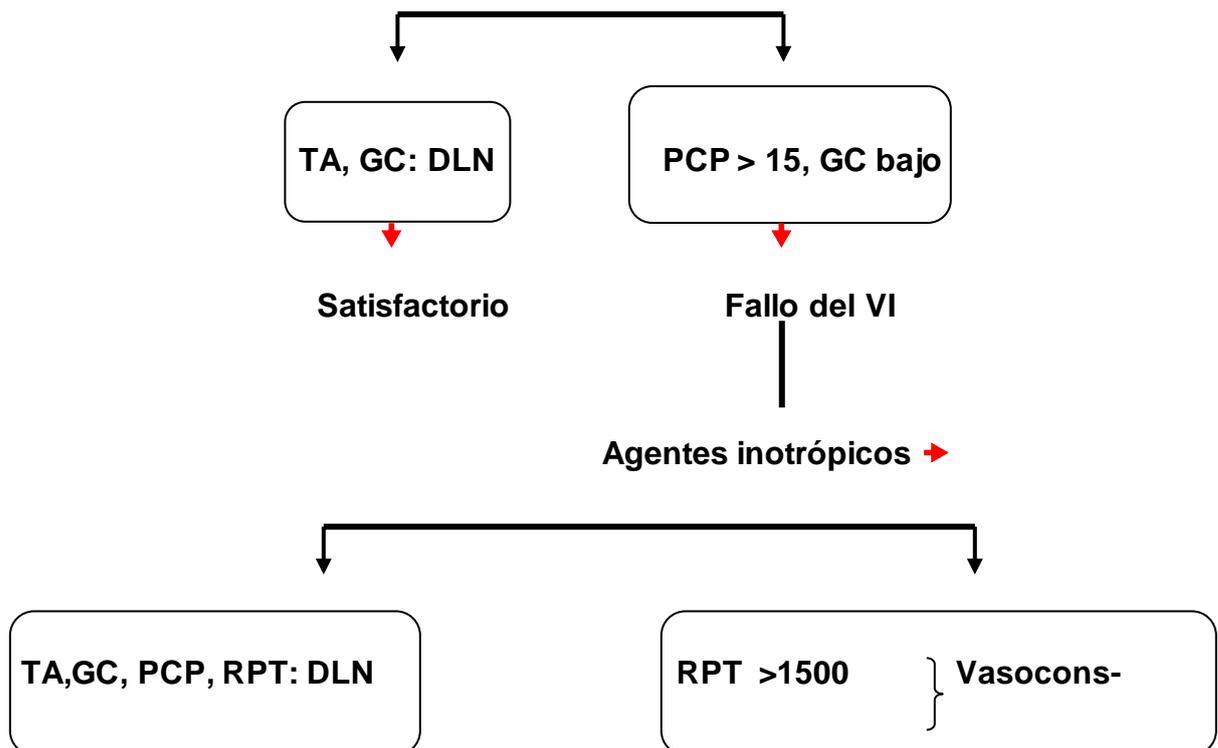
◇**Fentolamina** de 10 mgs, dosis de 5-20 mgs.

## B) Asistencia circulatoria mecánica (ACM)

Si persiste la inestabilidad hemodinámica, a pesar de administrar drogas inotrópicas y/o vasoactivas a dosis terapéuticas, se recurre a la asistencia circulatoria mecánica, con el objetivo de ayudar a optimizar la reserva energética y el aporte tisular de oxígeno de ese corazón desfalleciente.

- By-pass de apoyo.
- Balón de contrapulsación intraórtico,
- ECMO (Dispositivo de oxigenación con membrana extracorpórea)

### ALGORITMO DEL SÍNDROME DE BAJO GASTO CARDÍACO



↓  
**Satisfactorio**

**Dinas-seg/cm<sup>5</sup>    tricción**  
**GC L/min bajo**

→ **Fármacos vasodilatadores**

**TA, GC, PCP, RPT: DLN**

**Satisfactorio**

**PCP < 15, GC L/min bajo**

**Hipovolemia**

**Aumento de la volemia →**

**TA GC, PCP, RPT: DLN**

**Satisfactorio**

**PCP < 15, GCL/min bajo**  
**RPT < 1000 dinas/seg/cm<sup>5</sup>**

**Insuf cardiaca refractar.**

**Sistema de asistencia cardiaca**

**Recuperación**

**Muerte**

**Trasplante**

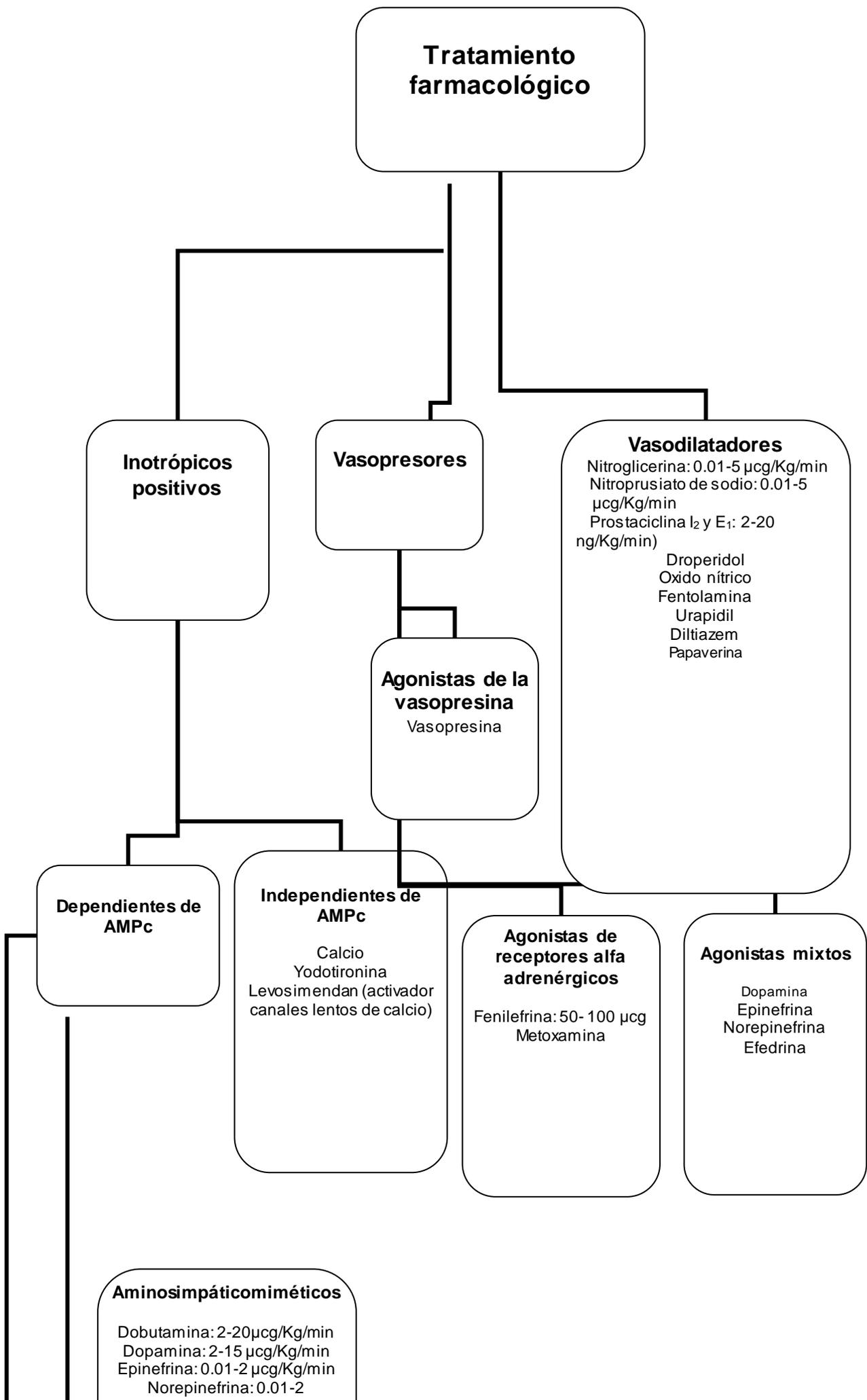
TA = tensión arterial  
GC = gasto cardiaco  
DLN= dentro limites normales  
PCP = presión en cuña capilar pulmonar  
PVC = presión venosa central  
RPT = resistencias periféricas totales

### **Algoritmo para el tratamiento de las situaciones de bajo gasto cardíaco**

La presión capilar pulmonar (PCP) es una valoración indirecta de la presión telediastólica del ventrículo izquierdo (PTDVI). Puede ser necesario mantener una PCP por encima de 15 mm Hg. en pacientes con gradiente de presión a través de la válvula mitral y en aquellos con PCP elevadas previo a la cirugía como resultado de una baja distensibilidad ventricular.

**ALGORITMO DEL TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DEL SÍNDROME  
DE BAJO GASTO CARDÍACO**





## **Problemas confrontados post-CEC**

La más importante y común descompensación cardiaca durante ó post CEC,

es el fallo ventricular derecho agudo, siendo la principal causa el aumento de la resistencia vascular pulmonar en el receptor o puede ser debida a un implante de corazón más pequeño y en el momento de la eyección dicha resistencia vascular pulmonar se eleva aún más. Todo esto se diagnostica cuando el paciente presenta aumento de la presión venosa central y de la arteria pulmonar a través del catéter de Swan-Ganz, obteniendo un gradiente importante; una vez que se calcule el gasto cardíaco se obtendrá la resistencia vascular pulmonar (en este caso muy elevada).

A partir de este diagnóstico y como tratamiento de primera línea para los pacientes con hipertensión pulmonar se instaura:

Hiperventilación para obtener una pCO<sub>2</sub> de 25-30 mm Hg

Desde el punto de vista farmacológico incluye:

Mantener el uso de inotrópico (**Isoprenalina de 0.2 mgs.**, a una dosis de 0.01-0.03 mcgs, /kgs. /min., y un vasodilatador pulmonar (**Prostaciclina de 200 o 500 mcgs., Prostaglandina E de 500 mcgs** a una dosis de 1-25 ng/kgs./min), o uno de ellos.

Otras complicaciones que se pueden presentar después de terminar la CEC

es la disfunción biventricular, disfunción del ventrículo izquierdo, colapso vascular sistémico, tomando la conducta acorde a su comportamiento.

La hemostasia es otra problemática post CEC, principalmente a nivel de las suturas en los sitios de implantes, por lo que hay que ser muy meticuloso al

realizar las suturas durante el acto quirúrgico y revisar muy bien antes del cierre del esternón. Además, puede existir coagulopatía principalmente por congestión hepática pasiva crónica, siendo necesario utilizar previamente antifibrinolíticos, plasma fresco y crioprecipitado

También puede existir una disfunción renal, en que es común la oligoanuria, y la etiología es multifactorial:

- Daño renal crónico secundario al bajo gasto pre existente.
- Uso crónico de diuréticos.
- Toxicidad renal de la ciclosporina.
- Efectos de la circulación extracorpórea.

El tratamiento consiste en mantener una adecuada precarga y gasto cardíaco, además continuar con su diurético preoperatorio existente.

#### **Terminación de la CEC y traslado hacia la UCI-CCV**

Cuando el paciente tenga una buena contractilidad del miocardio, y no exista descompensación hemodinámica, ni cardiovascular se inicia, paulatinamente, la desconexión de la máquina de circulación extracorpórea, bajo una estrecha monitorización de los parámetros biométricos, hasta terminar la misma.

Se antagonizará la **Heparina sódica** con **Sulfato de protamina de 50 mgs**, a dosis de 4.5 mg/kg de peso y así obtener un TCA de 120 segundos.

Posteriormente se administrará un antifibrinolítico de forma profiláctica.

Reposición de la volemia y electrolitos acorde a las necesidades.

Investigar: gasometría arterial, ionograma, glicemia, TCA.

Por último cuando se termine el tratamiento quirúrgico y el paciente esté hemodinámicamente estable, se trasladará hacia la sala de cuidados intensivos cardiovascular, bajo una monitorización estricta cardiovascular ventilatoria y se hace entrega personal en la misma.

## Indicadores

	Indicadores de estructura	Estándar
Recursos humanos	% de composición del GBT de especialistas y auxiliares entrenados en contenido del PA	> 95%
Recursos materiales	% de disponibilidad del equipamiento y material según PA	> 95%
	% de disponibilidad de material gastable según el PA	>95%
	% de disponibilidad de reactivos y equipos para asegurar los estudios complementarios	> 95%
	% de disponibilidad de medicamentos expuestos en el PA	> 95%
Recursos organizativos	% de elementos organizativos para aplicar todo el PA	100%
	% de planillas para la recogida datos del PA	100%
	% de base de datos electrónica	100%
<b>Indicadores de procesos</b>		<b>Estándar</b>
% de pacientes con Planillas de datos incluidas en la base de datos y código de clasificación		100%
% de pacientes de Tx con chequeo preoperatorio anestésico completo al momento de la discusión final colectiva.		100%
% de pacientes de Tx con cumplimiento del plan anestésico propuesto en el preoperatorio		100%
<b>Indicadores de resultados</b>		<b>Estándar</b>
% de pacientes de Tx, con complicaciones anestésicas durante el transoperatorio		< 1%
% de pacientes de Tx, con complicaciones anestésicas al momento de la reactivación cardíaca.		< 2%
% de pacientes de Tx, con complicaciones anestésicas por fallas en la protección sistémica.		< 0,5%

## Bibliografía

C.W. Yancy, M. Jessup, B. Bozkurt, J. Butler, D.E. Casey, M.H. Drazner, et al. (2013) **ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines**. *J Am Coll Cardiol.*, 62, pp. e147–e239

Dhital KK, Iyer A, Connellan M, Chew HC, Gao L, Doyle A, et al. (2015). Adult heart transplantation with distant procurement and ex-vivo preservation of donor hearts after circulatory death: a case series. *Lancet* 2015;385:2585-91. <http://doi.org/77p>

García-Dorado D. (2014) "**Protección contra el daño miocárdico por Isquemia- reperfusión en la práctica clínica**". *Rev Esp Cardiol.* 2014. En línea. Consultado 04/12/2014. URL Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2014.01.011> (m)

Goda, P. Williams, D. Mancini, L.H. (2011), Lund. **Selecting patients for heart transplantation: Comparison of the Heart Failure Survival Score (HFSS) and the Seattle Heart Failure Model (SHFM)**. *J Hear Lung Transplant.*, 30 pp. 1236–1243.

Gorenk B, Blomström Lundqvist C, Brugada Terradellas J, Camm AJ, et al. (2014) Cardiac arrhythmias in acute coronary syndromes: position paper from the joint European Heart Rhythm Association (EHRA), Acute Cardiovascular Care Association (ACCA) and the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) task force. *Europace*; 16, 1655-73.

Greilich PE, Jessen ME et al. (2009). "The effect of Epsilon-Aminocapróic acid And Aprotinin on fibrinolysis and blood loss in patients undergoing primary, Isolated coronary artery bypass surgery: A randomized, double-blind, placebo-Controlled, non inferiority trial". *Anesth Analg.*, 09: 15-24,

Gustavo Knop1 (2016) Trasplante cardíaco con donantes cadavéricos: de la investigación a la práctica clínica *Rev Argent Cardiol*;84:59-63. <http://dx.doi.org/10.7775/rac.es.v84.i1.7184>

Iyer A, Gao L, Doyle A, Kumarasinghe G, Jabbour A, Hicks M, et al. (2013) Hearts from Donation after Circulatory Death (DCD) Donors- Assessment in porcine transplant model utilising TransMedics Organ Care System for organ perfusion preservation. *J Heart Lung Transplant*;32:S68-9. <http://doi.org/77m>.

J. Stehlik, L.B. Edwards, A. Kucheryavaya, C. Benden, J. Chistie, A. Dipchand, et al. (2014), **The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: twenty-first official adult heart transplant report**. *J Hear lung Transplant.*, 31, pp. 1052–1064.

L.P. Cahalin, P. Chase, R. Arena, J. Myers, D. Bensimhon, M.A. Peberdy, *et al.* (2013) **A meta-analysis of the prognostic significance of cardiopulmonary exercise testing in patients with heart failure.** Heart Failure Reviews., 18, pp. 79–94

M.C. Alraies, P. Eckman. (2014), **Adult heart transplant: indications and outcomes,** J Thorac Dis., 6 pp. 1120–1128

Makar M, Taylor J, Zhao M, Farrohi A, Trimming M, DattellisM: (2010). "Perioperative Coagulopathy, bleeding, and Hemostasis during Cardiac Surgery: A comprehensive review". ICU Director, 1:17, Disponible en: <http://www.icu.sagepub.com/content/1/1/17>

Messer S, Ardehali A, Tsui S. (2015) Normothermic donor heart perfusion: current clinical experience and the future. Transpl Int 2015;28:634- 42. <http://doi.org/77n>

Osaki S, Locher MR, Lushaj EB, Akhter SA, Kohmoto T. (2014) Functional evaluation of human donation after cardiac death donor hearts using a continuous isolated myocardial perfusion technique: Potential for expansion of the cardiac donor population. J Thorac Cardiovasc Surg;148:1123-30. <http://doi.org/77k>.

*Robert O. Bonow y Charles J. Davidson. (2016). Cateterismo cardíaco. BRAUNWALD TRATADO DE CARDIOLOGÍA. TEXTO DE MEDICINA CARDIOVASCULAR Volumen 1(19):364-385.*