

**Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular  
ICCCV**

**Departamento de Perioperatorio Cardiovascular  
Protocolo de Anestesiología Cardiovascular.**

Año 2010

Los principios en los que se basa la conducción de la anestesia en cirugía son: inducir y mantener la inconciencia, analgesia y amnesia, mantener una adecuada oxigenación y mantener estable el ritmo del corazón y la perfusión tisular, aportar protección neurovegetativa y facilitar la labor del cirujano. También se puede incluir la recuperación rápida de la conciencia y un adecuado intercambio gaseoso al final de la operación.

Estos principios en gran medida son igualmente pilares fundamentales de la administración de la anestesia a pacientes tributarios de la cirugía cardiovascular, a los que hay que añadir la prevención de arritmias, el mantenimiento del equilibrio hidromineral y ácido base, la prevención y tratamiento de las coagulopatías, la regulación térmica corporal y las modificaciones que la tasa metabólica cambiante ejerce sobre el consumo y eliminación de agentes anestésicos, opioides, hipnóticos, miorelajantes y otras drogas.

La preservación de las reservas energéticas del corazón y su viabilidad es un objetivo fundamental bien definido de la anestesia moderna para la cardiocirugía.

**1. Evaluación preoperatoria.**

- Conocer y evaluar el estado físico, capacidad funcional y la preparación del paciente mediante el estudio de la historia clínica, el interrogatorio, el examen físico, los estudios complementarios y su tratamiento.
- Las enfermedades asociadas, la insuficiencia cardíaca, las arritmias, los desórdenes electrolíticos y del equilibrio ácido-base deben ser controlados antes del procedimiento anestésico.

- En ausencia de fibrilación auricular e insuficiencia cardiaca severa rebelde, los digitálicos, (Digoxina) deben suspenderse 48 horas y los diuréticos el día antes de la operación.
- Los beta-bloqueadores, anticálcicos y nitratos (atenolol, diltiazem, nitrosorbide etc.) se mantendrán hasta el momento de la operación. Los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina de larga duración (enalapril, ramipril, lisinopril, etc.), se suspenderán 24 horas antes de la intervención así como los bloqueadores de los receptores de angiotensina,
- La Aspirina debe suspenderse 4 días antes de la operación. El Clopidogrel de 7-10 días antes. En los enfermos con angina inestable o coronariopatía muy grave, se continuará con la administración de heparina sódica hasta 10 horas antes de la operación o continuar con heparinas de bajo peso molecular.
- La disfunción hepática (hepatopatía congestiva o crónica) debe ser corregida y evaluada por la prueba de retención de bromosulfaleína. Una retención mayor de 12% contraindica la operación inmediata.
- Igualmente la función renal evaluada a través de las cifras de azoados en sangre debe ser determinada y mejorada la disfunción antes de la operación. Urea alta y/o cifras de Creatinina mayor de 140 mmol/l contraindican la operación de inmediato. En pacientes ancianos es más preciso considerar el Aclaramiento de la Creatinina o el Filtrado Glomerular que el valor aislado de la Creatinina.
- La función pulmonar debe ser evaluada y mejorada al máximo. La fisioterapia ventilatoria, el drenaje postural, la terapia inhalatoria, los expectorantes, broncodilatadores y el no fumar, logran resultados sorprendentes.
- Los déficits nutricionales deben estar corregidos. Una dieta hiperprotéica e hipercalórica complementada con vitaminas del complejo B, Vit. C, ácido fólico y hierro deben ser indicados siempre. El uso de la Eritropoyetina, hierro, ácido fólico y vitamina C deben estar indicados desde semanas

antes para elevar el Hto preoperatorio en todos aquellos pacientes con Hto inferior a 0.35 vol% y en Testigos de Jehová

- a. La hemoglobina debe ser mayor de 11 g/dl.
- b. El hematocrito mayor de 36 vol. %.
- c. Las proteínas séricas mayor de 6.7 gm/1.
- Las enfermedades asociadas: hipertensión arterial, Diabetes Mellitus, endocrinopatías, asma bronquial, epilepsia, etc., deben estar bien controladas. Un ACV de menos de 6 meses contraindica una operación electiva. Debe ser reevaluada.
- Descartar estados de depresión inmunológica y conocer sus alergenos, haciendo énfasis en las alergias conocidas al látex, pescado, mariscos y frutas tropicales, por su relación con la administración de Protamina y el uso de elementos con látex.
- Descartar la ingestión prolongada de esteroides y de haber existido, administrar 200 mg. de hidrocortisona IV la víspera y 2 horas antes de la inducción anestésica.
- Las alteraciones de la coagulación sanguínea deber estar controladas. La presencia de una coagulopatía contraindicará de inmediato el proceder quirúrgico hasta su corrección.
- Brindar al paciente, confianza y apoyo psicológico, estableciendo el necesario rapport, con una explicación clara y sencilla de todas las etapas de la intervención y el periodo postoperatorio, en el cual tendrá una participación activa en la fisioterapia respiratoria y general.
- Complementarios exigidos en la evaluación preoperatoria:
  - a. RX de Tórax.
  - b. EKG de 12 derivaciones.
  - c. Ecocardiograma transtorácico o transesofágico si lo requiere.
  - d. Coronario grafía selectiva ó tomográfica.
  - e. Hemograma con leucograma
  - f. Eritrosedimentación.
  - g. Coagulograma completo.

- h. Glicemia en ayunas.
- i. Creatinina en ayunas.
- j. Proteínas totales en ayunas.
- k. Lipidograma en coronarios
- l. Ionograma sérico.

## **2. Medicación pre-anestésica.**

La medicación preanestésica incluye la asociación de un tranquilizante, narcótico y antihistamínico. Se traducirá en un paciente tranquilo, soñoliento con amnesia anterógrada, pero cooperativo, sin depresión respiratoria o cardiovascular.

- Sedación nocturna.

-Diazepam ó Midazolam oral: 0.2 – 0.3 mg x kg x dosis (10 pm).

- Sedación matinal preanestésica.

-Diazepam oral o IM 0.3 mg. x kg x dosis (6 am) ó

-Midazolam 2 a 3 mg IV previo inmediato a inducción.

-Difenhidramina H1: 40 mg IM 1 hora antes de la inducción

-Antihistamínico – H2 si antecedentes de alergia

## **3. Anestesia para cirugía a corazón abierto.**

Se basa en la anestesia balanceada con el empleo de Propofol, Midazolam ó Thiopental como hipnóticos de inducción y morfínicos (Fentanil ó Remifentanilo) intravenosos asociados a una mezcla de oxígeno-aire al 50% y relajantes musculares no depolarizantes (Vecuronio – Atracurio - Pancuronio), complementados con anestésicos halogenados (Isoflurane ó Sevoflurane) actuando como modulador hemodinámico y protector miocárdico y/o mini dosis de Clorhidrato de Ketamina en infusión. En indicaciones precisas el miorelajante de elección será el no depolarizante: Succinilcolina

La anestesia total intravenosa (TIVA) es una alternativa, como también lo es la anestesia combinada anestesia general+anestesia epidural, siempre que se

respeten los protocolos de utilización en pacientes anti coagulados, sobre todo en aquellos a los que se les realizará toracotomía o laparotomía.

La ventilación pulmonar será controlada con un equipo de alto rendimiento (estación de trabajo anestésico) y estará orientada a mantener la PaO<sub>2</sub> de 120 a 150 mm Hg y la PaCO<sub>2</sub> de 32 a 38 mmHg con un volumen minuto de 6-8 ml/kg, FR de 18 a 20 por minuto en una relación I: E de 1:2. La alcalosis extrema y la acidosis respiratoria deben ser evitadas. En las cardiopatías cianóticas, en especial la Tetralogía de Fallot, y en las cardiopatías dilatadas con baja fracción de eyección ventricular (< 0.4), el Clorhidrato de Ketamina combinado a benzodiazepinas, por sus propiedades farmacodinámicas es el agente anestésico de elección.

Por otra parte, su uso es relativamente contraindicado como agente principal en las cardiopatías hipertensivas y ante la presencia de hipertensión vascular pulmonar severa.

La Ketamina en dosis analgésicas de 0.15 a 0.3 mg x kg x h, es una excelente opción para analgesia preventiva con efectos colaterales mínimos.

El Sevoflurano y el Isoflurano son empleados por su efecto modulador de la hemodinamia y protector del miocardio ante la isquemia. Siempre debe tomarse en cuenta el efecto que la hipotermia ejerce sobre el metabolismo y depuración de anestésicos, narcóticos, hipnóticos, relajantes musculares y anticoagulantes.

Las enfermedades CCV tributarias de este procedimiento son:

- Defectos septales en los tabiques.
- Estenosis valvular aórtica.
- Estenosis pulmonar infundibular.
- Atresia valvular tricúspidea.
- Tetralogía de Fallot.
- Tronco común.
- Transposición de grandes vasos.
- Drenaje anómalo total de venas pulmonares.
- Fístulas coronarias.

- Cardiopatía isquémica.
- Cardiomiopatías dilatadas
- Cardiomiopatías hipertróficas

#### **4. Inducción y mantenimiento.**

- En recién nacidos y lactantes la anestesia se inducirá con Thiopental al 1% en dosis de 3 – 5 mg/kg de peso corporal ó Midazolam 0.05 a 0.1 mg/kg. Opcionalmente con Sevoflurane 8% ó Halothane 2%.
- En adultos la anestesia puede ser inducida con Midazolam intravenoso en dosis 0.15 – 0.3 mg/kg de peso corporal; seguido de Fentanil 0.005-0.010 mg/kg de peso corporal. Alternativamente el Propofol en dosis de 0.5-1mg/Kg ó en TCI.
- La relajación muscular necesaria, se obtendrá con Pancuronio ó Vecuronio 0.1 mg/kg/IV. En IRC, emplear Atracurio ó Cisatracurio. El Suxametonio 0.5-1.5mg/ IV tiene indicación en los pacientes de urgencia con estómago lleno o en aquellos pacientes a los que la evaluación preoperatoria diagnóstica como de probable vía aérea anatómicamente difícil para la laringoscopia e intubación endotraqueal.
- La intubación endotraqueal se realizará por laringoscopia directa, previa oxigenación de no menos de 3 min. con FiO<sub>2</sub> de 1.0 vía máscara facial y cánula naso u orofaríngea. En niños menores de 8 años se prefiere la vía naso traqueal.
- En vía aérea superior anatómicamente difícil para intubación se emplearan las alternativas contempladas en los protocolos de la ASA especialmente la bujía de McIntosh-Eischmann, el estilete luminoso, la máscara laríngea Clásica o la Fast Trach con propósito transitorio. No se recomienda la intubación por vía retrógrada, por la probabilidad de lesión de la mucosa que puede desencadenar un sangramiento incontrolable luego de la heparinización y el mayor trauma. Si la intubación no es factible por laringoscopia directa convencional, intentar con fibra óptica. La cricotirotomía y la traqueostomía son indicaciones de excepción.

Atención especial se la brindará a la fijación del tubo endotraqueal en su ubicación definitiva dentro de la tráquea a distancia de 22 cms desde el reborde dental. Evitar la intubación esofágica o bronquial selectiva observando la monitorización del CO<sub>2</sub> espirado (EtCo<sub>2</sub>) desde la inducción. Una vez fijado el tubo con tela adhesiva comprobar la ventilación pulmonar bilateral se, acorta la longitud de la sonda endotraqueal para disminuir la turbulencia en las vías aéreas superiores..

- La ventilación pulmonar se controlará con un ventilador ciclo métrico o volumétrico preferentemente parte integral de una Estación de Trabajo anestésico.
- El modo de ventilación, el volumen minuto de 6-8ml/kg,, el volumen corriente, la frecuencia respiratoria de 16-20/min y el radio I.E de 1:2, así como la necesidad de PEEP se dosificará acorde al peso, la edad y la indicación y se ajustará según el resultado del análisis de los gases en muestras de sangre arterial, la capnometría y la oximetría de pulso.
- La anestesia será mantenida durante el periodo pre-CEC mediante la infusión de opioides (Fentanil o Remifentanilo) y/o Ketamina en forma continua, asociados a Propofol igualmente en infusión (TCI), aunque la combinación con agentes inhalatorios potentes como el Sevoflurano o Isoflurano, garantizan una modulación hemodinámica favorable y potencialmente producen un pre-acondicionamiento isquémico farmacológico, además de que el efecto neuroprotector es mas potente.

#### **Fentanil.**

- 2.5 -5 mcg/Kg/ hora en infusión continua

#### **Ketamina**

- 200 mg en 50 ml de solución salina, regulándose la velocidad de infusión para obtener la dosis deseada (0.2- 0.4 mg/kg/h).
- La relajación muscular se obtendrá con un relajante muscular de los siguientes:

### **Pancuronio.**

- 0.1 mg/kg de peso corporal (una dosis).
- **Vecuronio**
- 0.1 mg/kg de peso corporal (una dosis).

### **Atracurio.**

- 0.08 mg/kg de peso corporal (repetible).

La mezcla gaseosa de ventilación pulmonar será oxígeno-aire al 50%. En pacientes muy cianóticos se empleará oxígeno al 100%. Las altas dosis de opioides a emplear estarán orientadas a obtener una analgesia profunda que impida la respuesta neuroendocrina a los estímulos nociceptivos de la agresión quirúrgica y evitar con el Midazolam estados de conciencia y recuerdos.

### **Los objetivos a alcanzar serán:**

- I. Menor consumo de oxígeno miocárdico a través de una frecuencia cardiaca moderada.
- II. Menor trabajo contra resistencia de los ventrículos a través de una ligera reducción de la postcarga.
- III. Garantizar la perfusión del miocardio, mantener TA y evitar la anemia.
- IV. Prevenir ó eliminar las arritmias ventriculares y supraventriculares.
- V. Prevenir ó tratar la isquemia, las alteraciones electrolíticas y de ácidos .
- VI. Lograr adecuada respuesta a las drogas cardioactivas y vasoactivas.
- VII. Proteger neurológicamente mediante una reducción del consumo de oxígeno cerebral y lograr un balance metabólico positivo.
- VIII. Evitar períodos de hipoperfusión cerebral.
- IX. Facilitar el enfriamiento corporal y su recalentamiento posterior.
- X. Facilitar la tolerancia a la sonda endotraqueal y la ventilación pulmonar artificial durante y después de la operación.



El periodo anterior a la perfusión cardiopulmonar (CEC) es una etapa difícil. La cardiopatía aún no ha sido corregida y la agresión anestésica y quirúrgica puede deteriorar la circulación. Periodo de inestabilidad hemodinámica, isquemia, arritmias, hipovolemia y bajo gasto cardiaco.

Durante esta etapa es necesario:

- Iniciar antibioticoterapia: Cefazolina ó Claforan ó Rocephin. 1 a 2 gr/IV 30 minutos antes de la inducción anestésica.
- Antifibrinolítico profiláctico.
  - I. **EACA**: 8g IV (100-120 mg/Kg) antes de la cirugía y al terminar la CEC antes de la administración de Protamina.
  - II. **Acido Tranexámico** (10-15 mg/Kg) en iguales momentos
  - III. **Aprotinina**: 500,000 UI antes de la cirugía y 100,000 UI cada hora hasta terminar la cirugía.
- Prevenir arritmias: CLK 1 ml/10kg de peso y Sulfato de Magnesio 10% 1gm en infusión lenta. Si fibrilación o flutter auricular de aparición súbita aplicar cardioversión y administrar Amiodarona 150-300 mg/IV.
- Evitar hipoxia. Mantener PaO<sub>2</sub> de 100 a 160 mm/Hg SpO<sub>2</sub> > 96%
- Evitar hipotensión arterial. Administrar Fenilefrina 0.05 mg si TAM < 60 mmHg ó Efedrina 10mgs IV en bolo si hay bradicardia asociada (FC. menor de 50 latidos x mto). Si disfunción ventricular Dobutamina / Epinefrina/ Levarterrenol.
- Evitar bloqueo AV. Si bloqueo AV incompleto o bradicardia: Atropina 0.5–1.0 mg/IV si bloqueo A-V completo emplear Isoprenalina 1-2 microgramos/min y proceder a instalar Marcapaso.
- Evitar acidosis metabólica. Si EB > - 6 meq administrar Bicarbonato de sodio al 8% según fórmula de Astrup, limitada la dosis al 50%.
- Aportar Ringer Lactato, Almidón, Gelafusín o Sol. Albúmina 4% para evitar ó tratar hipovolemia en caso de pérdidas de sangre significativas.
- Evitar alcalosis respiratoria. Ajustar la ventilación pulmonar y mantener CO<sub>2</sub> EF ó PaCO<sub>2</sub> de 32 a 38 mm hg.

- Vigilar intensamente registros de presión arterial, presión venosa central ó presión capilar pulmonar, ritmo, frecuencia y conducción cardiaca, durante manipulación del corazón y tracción pericárdica.
- En insuficiencias mitrales y aórticas infundir NTG según necesidad.
- Inmediatamente antes de canular arteria (aorta, axilar o ileofemoral) anticoagular el paciente con heparina 4 ml/kg y esperar 3 minutos hasta. (TCA > 480 seg.)
- Si se presenta hemorragia durante la canulación de grandes vasos transfundir rápidamente por vía arterial desde el oxigenador de la máquina.
- Inyectar Dexametasona para reducir la respuesta inflamatoria sistémica desencadenada por la CEC; una dosis igual al tercio del peso en Kg, 30-60 minutos antes de CEC.

**.Mantenimiento anestésico durante la perfusión cardiopulmonar.**

- Durante la perfusión cardiopulmonar (CEC) la narcosis será mantenida al mismo nivel con el aporte al oxigenador de la maquina de CEC de las mismas drogas empleadas durante el periodo pre perfusión, en dosis iguales al 50% de las empleadas para la inducción anestésica, evitando la dilución de las concentraciones plasmáticas por el volumen de la ceba de la maquina de CEC. Mantener la infusión de Fentanil, preferiblemente reducirla a 2.5 mcg x Kg x hora, así como la Ketamina y el Propofol a igual ritmo de infusión.
- Los movimientos respiratorios serán evitados mediante la adición de ser de una o más dosis del relajante elegido (Pancuronio, Vecuronio o Atracurio) según monitoraje electromiográfico.
- Durante la perfusión cardiopulmonar total, la ventilación se detendrá previa insuflación pulmonar justo antes del pinzamiento aórtico. Los pulmones se mantendrán detenidos a presión atmosférica ó inflados a 5 cms de H<sub>2</sub>O.
- Durante la perfusión, la temperatura nasofaríngea descenderá a 33 y 34° c. En pacientes que requieran de paro circulatorio total, la temperatura nasofaríngea se reducirá a 16°C. Durante el recalentamiento este se hará

lentamente sin gradientes agua-sangre > de 5°C hasta alcanzar los 36°C en la temperatura del recto.

- Pinzada la aorta se iniciará de inmediato la infusión por raíz de aorta (anterógrada) o seno coronario (retrógrada) de la solución de cardioplejia sanguínea ó cristalóide a 200 – 300 ml/minuto a presión suficiente que logre detener la contractilidad cardiaca en menos de 20 segundos.
- Nuevas dosis anterógradas o retrógradas se pasarán c/ 20-40 minutos. El enfriamiento del saco pericárdico durante la asistolia será opcional,.
- Al final de la perfusión total, se reiniciará la ventilación pulmonar tan pronto recomience la circulación previa insuflación manual de los pulmones. Igualmente se empleará oxígeno al 100% y PEEP + 3 cms H<sub>2</sub>O si no hay contraindicación.

#### **Mantenimiento anestésico post – perfusión.**

Mantener la infusión de analgésicos e hipnóticos según la hemodinamia y el estado de profundidad de la conciencia; los relajantes musculares casi nunca se necesitan, La infusión de Propofol y el efecto residual de los hipnóticos, narcóticos y relajantes administrados anteriormente, así como factores aún no esclarecidos, son suficientes para mantener la adecuada analgesia e inconciencia durante este periodo.

#### **La analgesia preventiva al final de la operación.**

La utilización de Ketamina en dosis analgésicas en infusión continua, asociada a la administración de Tramadol 50-100 mg IM durante el cierre esternal produce un nivel de analgesia postoperatoria adecuada, que puede ser potenciada con el uso de morfina SC 0.1 mg/ kg. Opcionalmente usar técnicas combinadas con el uso neuroaxial de morfina + Fentanil. Una adecuada analgesia favorece una evolución postoperatoria más favorable: positivismo y colaboración, extubación temprana, ejercicios respiratorios, ambulación precoz y menor estadía en UCIQ.

El uso de AINES debe ser a partir de las 24 horas por sus potenciales efectos colaterales sobre la coagulación y la función renal.

## **Cuidados generales.**

Monitorización:

La vigilancia intensiva de las funciones respiratorias y circulatorias necesitará de un complejo sistema de monitoraje que incluye:

- I. Registro electrocardiográfico con análisis de ST.
- II. Registro de presión intraarterial.
- III. Registro de presión venosa central.
- IV. Registro de presión arterial pulmonar.(opcional)
- V. Registro de presión aurícula izquierda. (opcional)
- VI. Ecocardiografía transesofágica(opcional).
- VII. Registro de temperatura cerebral y central (nasofaríngea y recto).
- VIII. Pulsioximetría y capnografía.
- IX. Registro de la diuresis.
- X. Registro periódico de gases y electrolitos en sangre.
- XI. Enzimas y glicemia según indicación.
- XII. Monitorización periódica del Hto.

## EKG.

Se registrarán las derivaciones D II y CVS a una velocidad de 25mm/seg. y se reflejará en la pantalla a una velocidad de 25 a 50 mm/seg.

Los electrodos de registro se colocarán tan pronto el paciente arribe a la sala de pre-operatorio en posición CV5.

## Registro de presión intraarterial.

Se registrará en forma continua reflejada en la pantalla y *display* digital del monitor hemodinámico por medio de un transductor de presión acoplado a una cánula arterial G-20 insertada en la Arteria Radial por función percutánea en la sala de pre-operatorio previa prueba de ALLEN y preferiblemente en el brazo no dominante.

El esfigmomanómetro será retirado tan pronto se inicia el registro intraarterial.

Las arterias braquial y femoral serán alternativas de acceso intraarterial.

### Registro de P.V.C.

Se registrará en forma continua reflejada en la pantalla y *display* digital monitor hemodinámico por medio de un transductor de presión acoplado a catéter venoso insertado en una vena central profunda (preferiblemente la vena yugular interna derecha) por función percutánea en el salón de operaciones, preferiblemente por el método de Seldinger, con la colocación de un catéter mono y/o bilumen y si lo requiere, un introductor arterial para la colocación posterior del catéter de Swan Ganz, todo siempre después de anestesiado el paciente.

### Registro de la presión auricular izquierda.

Se registrará en forma continua reflejada en la pantalla y *display* del monitor por medio de un transductor acoplado a un catéter introducido por el cirujano en la aurícula izquierda durante el periodo de perfusión, su empleo opcional es contraindicado después de sustituciones valvulares con prótesis mecánica. Este tipo de monitorización es sustituida por la colocación de un catéter en la arteria pulmonar, mucho más eficaz en la actualidad y con mayores prestaciones.

### Registro de presión arterial y capilar pulmonar.

Se registrará en forma continua reflejada en la pantalla y display digital del monitor por medio de un transductor acoplado a un catéter de flotación (Swan-Ganz) introducido en la arteria pulmonar. Indicado en las disfunciones de ventrículo izquierdo (FEVI < 40%) y en la HTP, también en cirugías coronarias con lesiones de TCI, complejas o síndromes coronarios agudos.

### Registro de temperatura central.

A través de un tele termómetro colocado en la nasofaringe, y en el recto.

### Registro de diuresis.

Con el auxilio de un catéter de Foley insertado en vejiga y conectado a urinómetro calibrado. Se medirán los volúmenes durante los periodos pre, intra y post-perfusión.

Todos los registros de presiones se recogerán en papel milimetrado en barrido lento a partir del arribo del paciente a la mesa operatoria previa calibración de los transductores. Para la limpieza de las cánulas se empleará suero salino heparinizado (50mg/litro) a 300 mm Hg en el saco de presión.

Los catéteres y cánulas se emplearán también para la toma de muestras de sangre, que serán analizadas para determinación de gases, ph, k sérico y tiempo de coagulación en las siguientes etapas:

- 1.- Después de la inducción anestésica.
- 2.- A los 5 minutos de iniciado el By Pass y después c/ 30 min.
- 3.- Diez minutos después de administrada la protamina.
- 4.- Al término de la operación.

#### Pulsioximetría, capnografía y capnometría.

Registrar mediante sensores de rayos infrarrojos de distinta longitud de onda de la saturación de O<sub>2</sub> en la hemoglobina a nivel de los pulpejos de los dedos, oreja ó mejilla, y del EtCO<sub>2</sub> (al final de la espiración) en la vía aérea.

#### Heparinización.

Dosis inicial 4 mg/kg de peso de heparina sódica.

A la ceba del oxigenador de la máquina de CEC se le agrega heparina igualmente.

Dosis adicionales de heparina (1mg/Kg.), se inyectará si el TCA se muestra inferior a 480 segundos.

La revascularización coronaria sin el empleo de CEC (corazón batiente) la anticoagulación debe tener el objetivo de obtener un TCA superior a 300 segs, por lo que la dosis de 1.5 a 2 mg/kg/h es suficiente, debe seguirse cada una hora el TCA y añadir dosis subsiguientes si los valores caen por debajo de esa cifra.

Al final de la perfusión, la heparina residual es neutralizada con Sulfato de Protamina en la proporción de 1/1 de la dosis inicial de heparina, diluida en 50 ml de dextrosa al 5%; su administración será lenta (15 – 20 min) asociada a 1g de Cloruro o Gluconato de Calcio para antagonizar el deprimir la contractilidad y/o provocar hipotensión arterial a causa de la histamina liberada.

Si la coagulación demora o el tiempo de coagulación activado es mayor de 140 segundos, se adicionarán pequeñas dosis de 50 mg de Protamina.

La anti fibrinólisis profiláctica se completa con al final del by pass cardiopulmonar con Acido. Tranexámico según se haya utilizado antes de CEC. La aparición del llamado “rebote de heparina” se tratará de igual forma siguiendo los tiempos de coagulación activada.(Normal de 120 a 140 seg.)

En ciertos casos, la hipofibrinogenemia marcada y la trombocitopenia de menos de 100,000 plaquetas con sangramiento anormal, exigen de transfusión de plasma fresco congelado, crio precipitado y/ó concentrado fresco de plaquetas.

En pacientes con fibrinólisis secundaria, Aprotinina en dosis de 250,000 U es útil.

La adhesividad plaquetaria se activa con hidrocortisona 200mg.

#### Periodo post perfusión.

- Al reiniciarse la circulación pulmonar, poco antes de abrir la pinza de conclusión aórtica, se recomienza la ventilación pulmonar.
- En este momento se realizan las maniobras de extracción de aire del corazón y grandes vasos (posición de Trendelemburg, maniobra de Valsalva por hiperinflación pulmonar repetida de los pulmones, sangrado del corazón previo llenado de sangre, movimientos de la jaula torácica, entre otras)
- Si se presenta fibrilación ventricular aplicar choque eléctrico directo a los ventrículos de 5 a 40 Joules. Si no hay respuesta después de 3 choques, inyectar un “bolo” de lidocaína de 100 mg y/ó Amiodarona 150 mg/IV. Si se hace recidivante inyectar Verapamilo en dosis de 2.5mg hasta 10mg total. Valorar la posibilidad de hipotermia, hipopotasemia, hipocalcemia ó hipercalemia y tratarla de inmediato.
- Recuperado el ritmo sinusal, mantener el K sérico alrededor de 5 meq/l, reducir la frecuencia cardiaca con dosis de Fentanil y elevar la PVC. a 15 mm hg. Calentar hasta alcanzar 36°C de temperatura rectal.
- Facilitar la recuperación miocárdica continuando la perfusión cardiopulmonar en forma total a un 100% de productividad y descargar el VI. con la ayuda del ventilador pulmonar.
- Para facilitar el recalentamiento y disminuir la postcarga, comenzar con infusión de NTG (10 mg en 50 ml de solución salina fisiológica).
- La normalización del segmento ST, el acortamiento del intervalo P-R, el estrechamiento del complejo QRS, la normalización de la frecuencia cardiaca, la ausencia de extrasístoles ventriculares multifocales y la aparición de una onda de presión arterial de buena morfología y área con

signos de adecuada reactivación y recuperación cardiaca. Indican buena función ventricular.

- La aparición de signos de falla cardiaca, indican mala función ventricular.
- La aparición de un bloqueo cardiaco exige de la estimulación eléctrica inmediata con marcapaso externo y electrodos epicárdicos.
- En los menos, el corazón se muestra incapaz de bombear adecuadamente. Se dilata, desfallece, surgen arritmias, se bloquea, toma un tinte azulado y la curva de presión es pequeña y redondeada con cifras bajas.
- Se hace necesario prolongar la perfusión cardiopulmonar en forma total y analizar el resultado de la corrección realizada. Si la corrección quirúrgica es adecuada.
- Iniciar al apoyo con adrenérgicos (Epinefrina, Dobutamina, Dopamina, Isuprel, Enoximone o Amrinone).
- Optimizar la ventilación pulmonar y la oxigenación.
- Adecuar el volumen sanguíneo elevado, la PVC a 16mmHg y/ó PAI. a 20 mm hg. (presión auricular izquierda).
- Administrar esteroides (Betametazona)
- Controlar arritmias y optimizar frecuencia cardiaca.
- Usar Solución Despolarizante (100 ml de glucosa 30% + insulina simple 30U+ cloruro de potasio 30 m/moles).
- Indicar si hay signos de isquemia miocárdica o “atontamiento”; la colocación del Balón de Contrapulsación Intraaórtica, conduce a una mejor perfusión miocárdica, reducción de la postcarga, disminuir el trabajo cardiaco y dejarlo reposar en busca de la recuperación de energía.
- Reducir de los apoyos inotrópicos, siempre guiarse para el manejo hemodinámico por la monitorización invasiva y del Gasto Cardiaco.
- Una vez estabilizada la circulación, se estimulará la diuresis con Furosemida 10 – 20 mg /IV y se iniciará la compensación del K que se pierde con una infusión de 10 – 25 meq del catión.



- Controlado el sangramiento, recuperado el TCA (120-140 seg.) con presencia de coágulos en el campo operatorio, se colocarán electrodos epicárdicos y drenajes en mediastino y pleura, si esta se abrió.
- Los pulmones se insuflarán manualmente y se dejará una presión espiratoria final de + 3 - 5 cm de H<sub>2</sub>O, si no está contraindicada.
- Se deben enviar las indicaciones postoperatorias a la UCIQ con tiempo suficiente para que sea preparada adecuadamente la recepción por parte del personal de enfermería, llenando para ello el modelo establecido por el Servicio.
- Terminada la operación, se comprobará el grado de recuperación de la conciencia y acción motora; si hay estabilidad hemodinámica o requerimientos altos de drogas cardio y vasoactivas; si existe sangramiento dentro de los límites permisibles, si la temperatura es aceptable y si eléctricamente no hay alteraciones que sugieran isquemia aguda.,
- Hemoterapia. Se repondrán las perdidas sanguíneas peroperatorias según los parámetros de monitorización, gasometría, cálculo de las máximas perdidas permisibles y el valor del Hto siempre con sangre total inicialmente y glóbulos acorde a una política de transfundir solamente lo necesario. En los casos de auto donación y hemodilución controlada, se re infundirá la sangre extraída al inicio del proceder como primer reemplazo y de cualquier manera antes de la terminación de la operación. El Anestesiólogo a cargo del paciente tomara todas las medidas farmacológicas y no farmacológicas para disminuir el sangrado y por ende la necesidad de transfundir sangre homóloga o hemoderivados.
- Cerrada la herida quirúrgica y cubierta la misma; pinzado los drenajes mediastinales y pleurales, se procede al traslado en su tablero quirúrgico hacia la UCIQ previo aviso a la misma, custodiado por un anestesiólogo, un cirujano y una enfermera.
- La ventilación pulmonar, la vigilancia hemodinámica y el aporte de medicamentos se mantendrá durante el traslado a la UCIQ.

## Conducción clínica en cirugía a corazón batiente

La anestesia para procedimientos de revascularización aotocoronaria con mínimo acceso (MIDCAB) y de cirugía revascularizadora en corazón batiente (OPCAB).

Los Objetivos básicos en ambos procedimientos anestésicos son similares:

- Monitorización invasiva
- Canulación arterial
- Canulación venosa central
- Electrocardiografía CV5
- Detector de desplazamiento ST
- Detector de arritmias cardiacas
- Ecocardiografía transesofágica
- Inducción anestésica general
- Intubación endotraqueal

Diferencias en el enfoque anestésico

- Analgesia postoperatoria neuroaxial, intercostal ó paravertebral (opcional)
- Tubo de doble luz para ventilación mono pulmonar (disección de AMI)
- Apoyo vasopresor usualmente necesario
- Monitorización hemodinámica intensiva.

- Posicionamiento

La cirugía de revascularización aotocoronaria por mínimo acceso (MIDCAB) y a corazón batiente (OPCAB) se asocia a cambios hemodinámicos como resultado del posicionamiento y estabilización del miocardio durante las anastomosis. A ello se añade la oclusión de la coronaria para la anastomosis distal que puede provocar isquemia las alteraciones hemodinámicas.

Los dispositivos que inmovilizan el corazón pueden ser divididos en dos grupos:

- Los que usan la succión y suspender el corazón (OCTOPUS, Medtronic)
- Los que usan compresión (CoroNeo retractors)

Los cambios hemodinámicos varían acorde al estabilizador empleado, la técnica quirúrgica, el uso de shunt intracoronario, el uso de la posición de Trendelenburg y los inotropos ó vasopresores empleados para afrontar los cambios hemodinámicos causados por los cambios de posición del corazón

La elevación del corazón da lugar a una caída de la presión media arterial en 26%, un descenso del gasto cardiaco de 37% y una disminución del volumen sistólico de 44%- Esto se asocia a una reducción del flujo coronario de 25%-50%

La posición de Trendelenburg restaura la hemodinámica y el flujo coronario sin embargo el ventrículo derecho habitualmente permanece insuficientemente lleno debido a la angulación y distorsión que sufre el corazón.

La revascularización aotocoronaria a corazón batiente se asocia consistentemente a caída de la presión arterial sistémica y a elevación de la presión arteria pulmonar; igualmente de la presión capilar pulmonar y de la aurícula derecha. Ello significa una disminución de la compliance ventricular y no a aumento de la precarga como ha sido demostrado eco cardiográficamente.

El posicionamiento del corazón para abordaje posterior se asocia a una descenso significativo del Gasto Cardiaco y de la perfusión orgánica.

Cambios de ST, de voltaje y eje son frecuentes y hacen difícil la interpretación del ECG; adicionalmente la distorsión del corazón y la isquemia provocan regurgitación mitral, mayor aún en aquellos pacientes que ya presentan alguna regurgitación previamente y no son raras las alteraciones de la movilización segmentaria de pared ventricular por isquemia y fijación de estabilizador.

La bradicardia ocurre frecuentemente durante la anastomosis de la arteria coronaria derecha por isquemia de los nódulos sinusal y aurículo ventricular.

## Tratamiento

- Colocar en posición de Trendelemburg 30°
- Elevar precarga aportando volumen suficiente p elevar presión en AD
- Administrar vasopresor: Epinefrina o Norepinefrina
- Administrar NTG si cambios de ST (supra o infra)
- Introducir shunt intracoronario
- Reposicionar el corazón
- Abrir el pericardio y la pleura derecha
- Asistir mecánicamente con IABP
- Entrar en circulación extracorpórea

## Conversión a circulación extracorpórea

El pasar a circulación extracorpórea en situación de emergencia hemodinámica no da buenos resultados a menos de que se haga tempranamente tan pronto la inestabilidad hemodinámica se hace patente y refractaria a tratamiento. El sentido común nos debe aconsejar de abandonar el proceder cuando aun el paciente está relativamente estable lo que permite al corazón recuperarse fácilmente, el organismo no sufre ni se desgasta y la conversión se hace tranquilamente; para ello todo el equipamiento necesario debe estar preparado de antemano.

Profesor Humberto Sainz Cabrera

Profesor Consultante

Jefe de Servicio Anestesiología y Reanimación y UCIQ

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular