

# Circulación extracorpórea (CEC) con hipotermia moderada, parada circulatoria y perfusión cerebral selectiva (anterógrada)

## PREPARACIÓN DE LOS RECURSOS DE CEC

### Montaje de la Bomba de CEC

- Impulsión de sangre Arterial (determinación).
  - \* Rodillo o Centrífuga (Canulación Arterial central y/o Periférica, duración estimada del procedimiento).
  - \* Bomba Centrífuga (dispositivo de elección en caso de canulación arterial periférica). Numerosos estudios avalan la ventaja de realizar una canulación a través de la Arteria Axilar mediante la anastomosis de un tubo de Dacron®.
    - Dependencia de Resistencias Vasculares Periféricas (mayores resistencias ofrecidas por arterias periféricas que por canulación central, Aorta Ascendente).
    - Menor índice de hemólisis que con cabezal de rodillo (ante un procedimiento de mayor duración estimada).
    - No existe riesgo de espalación.
    - Inconvenientes:
      - ◇ Incremento de costes (nuestro «Custom Pack» está diseñado para cabezal de rodillo).
      - ◇ Sistema no oclusivo.
      - ◇ Mayor velocidad de rotación, mayor calentamiento, por tanto, incremento del riesgo de formación de micro émbolos gaseosos.
- Drenaje Venoso Activo (determinación).
  - \* Canulación Venosa Central y/o Periférica.
    - Usado en casos en los que la canulación venosa sea a través de la Vena Femoral o Vena Yugular.
    - Presión negativa de succión: 40-45 mmHg.
    - Colocación de una válvula de sobrepresión en reservorio venoso.
- Medición de la Temperatura.
  - \* Sensor de línea Arterial del Monitor de Gases en Línea.
  - \* Temperatura Cerebral (Timpánica).
  - \* Temperatura Sistémica (Retorno Venoso).
- Monitor de Gases en línea (CDI).
  - \* Sensor de línea Arterial.
  - \* Sensor de línea Venosa.
- Hemoconcentrador.
- Enfriador de Cardioplejia (CPG) (valoración).
  - \* Infusión de solución Cardiopléjica a una Temperatura (T<sup>a</sup>) determinada constante.



Javier García Menéndez

Perfusionista

Hospital Universitario Central de Asturias (Oviedo)

Correspondencia:  
Javier García Menéndez  
Hospital Universitario Central de Asturias  
Avenida de Roma, s/n - 33011 - Oviedo  
xabel\_73@icloud.com

Recibido: septiembre de 2014  
Aceptado: febrero de 2015

- \* Control de la T<sup>a</sup> durante la reperfusión cardiaca.
- Inconvenientes:
  - \* Incremento de costes (en nuestro centro hospitalario la estrategia de protección miocárdica está basada en la administración de Solución Cristaloide fría junto con la adicción de iones (Potasio y Magnesio).

## PREPARACIÓN DE LA MEDICACIÓN A USAR DURANTE EL PROCEDIMIENTO

- Heparina (50 mgr).
- Corticoides (2gr Metilprednisolona).
- Cloruro Potásico (80 mEq. 40 ml.).
- Sulfato de Magnesio (6 gr. 40 ml.).
- Calcio (1-2 gr.).
- Lidocaína 2% (200 mgr.).
- Midazolam 15mgr.
- Cloruro Sódico 20% (20 ml.).
- Vasodilatadores
  - Urapidil (50 mgr./10 ml.).
- Vasoconstrictores (Bolus, Perfusión continua).
  - Noradrenalina.
    - \* Bolus: 1 mgr.
    - \* Perfusión Continua.
      - Dilución: 4 mgr Noradrenalina / 100 ml Suero Glucosado 5%.
- Bicarbonato 1M (250 ml.).

## PRIMING

- 1500cc Cristaloide (Plasmalyte) o 1000cc Cristaloide y 500cc Coloide (vida plasmática entre 4/6 horas, dosis máxima 50ml/kg/24 horas).
- Uso de 500cc de Coloide H.E.A. (Voluven 6%).
- Recomendación de la Asociación Española de Perfusión (A.E.P.): balancear el Priming de C.E.C. en relación Cristaloide / Coloide 2:1.
- Valoración de la función renal del enfermo.
- 100cc de agente Osmótico (Manitol 20%).
- 100cc de Suero Salino Fisiológico (Priming de línea de administración de solución Cristaloide para protección Miocárdica).
- Valoración de la reducción del Priming total en relación a Peso, Talla, Hemoglobina (Hb) basal del enfermo.
- Valorar la realización de un Priming utilizando Concentrado de Hematíes de Banco en relación a unos niveles basales de Hb disminuidos (menores o iguales de 10gr/dl de Hb).
- Valorar la realización de un Priming Hemático Autólogo, en caso de que el enfermo presente unos

valores de Hb basales que permitan la extracción de sangre (Hemodilución Normovolémica).

- Priming de Circuito de Líneas de CEC: 34° Centígrados (°C).
- Comprobación de los sistemas de seguridad del dispositivo.
  - Sensor de Nivel.
  - Sensor de Burbuja.
  - Clamp de Línea Arterial.
  - Presiones:
    - \* Presión de Línea Arterial.
    - \* Presión de Línea de Cardioplejia.

## CEC

- Entrada en CEC y enfriamiento gradual hasta alcanzar la T<sup>a</sup> protocolizada con anterioridad (26 – 28 °C.).
  - Entrada en CEC a 34°C.
  - Iniciar Hemofiltración para la retirada de componente inflamatorio.
  - Pinzamiento de Arteria Aorta.
  - Parada Cardiaca y Protección Miocárdica.
    - \* Cardioplejia Cristaloide
      - 10ml/kg de Solución Cristaloide (Solución de Celsior®).
    - \* Adicción de Iones
      - Potasio
        - ♦ Bolus de 1200ml/min. hasta conseguir parada cardiaca.
        - ♦ Perfusión continua mientras se administra la solución cristaloide a un ritmo de infusión de 20ml/min.
      - Magnesio
        - ♦ Bolus de 1200ml/min. hasta conseguir parada cardiaca.
        - ♦ Perfusión continua mientras se administra la solución cristaloide a un ritmo de infusión de 20ml/min.
  - Enfriamiento gradual hasta alcanzar la T<sup>a</sup> protocolizada.
  - Enfriamiento lento (30 minutos).
  - Ajuste de los débitos de CEC según T<sup>a</sup>.
  - Vigilancia exhaustiva de Presión Arterial Media (PAM), diuresis mínima (1ml/kg/h), Resistencias Vasculares Periféricas (RR.VV.PP.), Glucemia, Oximetría Cerebral e Índice Biespectral (B.I.S.: 40-50) en relación a débitos de CEC y T<sup>a</sup>.
    - \* RR.VV.PP. cálculo:
      - PAM – PVC x 80 / Qbomba.
      - Rango: 1200-1400 Dinás.
      - Valorar uso de fármacos vasoactivos.
        - ♦ Noradrenalina.

- # Bolus: 1 mgr.
- # Perfusión Continua:
  - × Regulador de Caudal.
- ◇ Urapidil
  - # Bolus: 5 mgr. y observar respuesta, repetir dosis de 5 mgr. hasta alcanzar el rango de PAM deseado.
- Hemoconcentración y Niveles de Hb en rango terapéutico acorde con el procedimiento a realizar (CEC en Hipotermia)
  - \* Intentar conseguir y mantener:
    - Hb.: 8-9 gr/dl. (mínimo).
    - Htcto.: 24-27%.
  - Manejo de la gasometría para un mantenimiento del EAB en rango terapéutico durante las distintas fases del procedimiento (método alfa-Stat), apoyado en la monitorización de los gases en línea (Rango Acidótico Celular: pH 7.35. pCO<sub>2</sub>: 45mmHg).
    - \* Rango Acidótico:
      - Compensación de la elevación del pH debido al enfriamiento.
      - Comportamiento de la Hb en rango Acidótico Celular (mayor liberación de Oxígeno a los tejidos).
    - \* pCO<sub>2</sub>:
      - Vasodilatación cerebral.
      - Reactividad cerebral al CO<sub>2</sub>.
- T<sup>a</sup> Protocolizada, Parada Circulatoria y Perfusión Cerebral Selectiva (Anterógrada).
  - Parada Circulatoria.
    - \* Pinzamiento de Línea Arterial.
    - \* Vaciado del corazón por Línea Venosa.
    - \* Pinzamiento de Línea Venosa.
    - \* Cada 5 minutos apertura de Línea Venosa para vaciado total del corazón.
  - Perfusión Cerebral Anterógrada.
    - \* Unilateral (Tronco Braquiocefálico / Arteria Carótida Derecha, siempre que el Polígono de Willis esté permable).
      - Flujo Sanguíneo Cerebral (FSC): 10ml/Kgr.
      - Presión de Perfusión Cerebral (PPC): rango de presión nunca superior de 40/60mmHg.
      - Vigilancia exhaustiva:
        - ◇ PPC.
        - ◇ FSC.
        - ◇ Oximetría Cerebral.
          - # Evitar un descenso inferior al 21% de los valores de Oximetría basales.
        - ◇ Índice B.I.S.: 0-10.
        - ◇ Equilibrio Ácido Base (EAB).
        - ◇ Glucemia (rango inferior a 170 mg/dl.).
- ◇ Diuresis.
- ◇ Control de la Coagulación (Tiempo de Coagulación Activado en un rango comprendido entre 350-450 segundos).
- \* Bilateral (para el caso de un Polígono de Willis NO permeable) puede optarse por:
  - Mantener la perfusión por el Tronco Braquiocefálico, a través de cánula axilar, con el módulo Arterial (ART) y perfundir con canulación selectiva independiente a través de la Arteria Carótida Izquierda con el módulo de Cardioplejia (CPG) o:
    - Realizar canulación selectiva independiente de ambas Carótidas, conectadas a través de una «Y» a la línea de cardioplejia perfundiendo con el módulo de CPG.
      - ◇ FSC: 10ml/Kgr.
      - ◇ PPC: rango de presión nunca superior de 40/60mmHg.
      - ◇ Compensar el FSC teniendo en consideración que estamos perfundiendo con una misma línea a través de las dos Arterias Carótidas, sin sobrepasar nunca los rangos de PPC.
- PRECAUCIÓN
  - # Desvincular el módulo de CPG del módulo de impulsión de Sangre Arterial (*una vez finalizada la Perfusión Cerebral volver a vincular módulo de CPG con módulo ART*).
  - # La Bomba de CEC utilizada para describir este procedimiento tiene en todo momento activada la función «Stop Link» que vincula el módulo de CPG con el módulo ART para que el flujo máximo alcanzado por el módulo de CPG nunca sea superior al del módulo ART.
  - # Secuestro de suministro de sangre por parte del módulo de CPG.
  - # Compensación del suministro de sangre con el módulo ART.
- ◇ Vigilancia exhaustiva:
  - # PPC.
  - # FSC.
  - # Oximetría Cerebral.
  - # Índice B.I.S.
  - # EAB.
  - # Glucemia.
  - # Diuresis.
  - # Control de la Coagulación.
- Calentamiento
  - Gradientes de T<sup>a</sup> (en función de la T<sup>a</sup> mínima alcanzada)

- \* Hasta 28°C: gradiente de 6°C.
- \* A partir de 28°C: gradiente de 10°C.
- Calentamiento gradual.
  - \* Evitar un calentamiento excesivamente rápido (durante 30 – 40 minutos).
  - \* Evitar Hipertermia Maligna (rango de Temperatura a alcanzar 36-36.5°C).
  - \* Reversión gradual del Rango Acidótico Celular hasta alcanzar un Rango Alcalótico Celular (apoyados en Monitor de Gases en Línea).
    - pH en rango Alcalótico.
      - ◊ Disminución del riesgo de sangrado.
      - ◊ Disminución de las Resistencias Vasculares Pulmonares.
      - ◊ Compensación del éstasis sanguíneo en Circulación Pulmonar (sangre retenida en Circulación Pulmonar: acidótica, activada, pobre en oxígeno).
      - ◊ Comportamiento de la Hb en rango Alcalótico Celular.
    - Infusión de Bicarbonato 1M
      - ◊ Cálculo de corrección EB: peso x 0.3 x EB.
      - ◊ 1-2 ml/kg.
      - ◊ EB durante CEC: +/- 2/3.
    - Infusión de Agente Osmótico:
      - ◊ 0.25/0.5 ml/kg.
  - \* Adecuación de los débitos de CEC según T<sup>a</sup> alcanzada.
  - \* Vigilancia exhaustiva:
    - PAM.
    - RR.VV.PP.
    - Valorar uso de fármacos vasoactivos.
    - Oximetría Cerebral.
    - Índice B.I.S..
    - Diuresis.
    - Glucemia (valores inferiores a 170 mg/dl.).
    - Control de la coagulación.
- Reperusión Cardíaca con sangre caliente e Iones
  - \* Infusión de Potasio
    - Mantener valores dentro del rango terapéutico:
      - ◊ 3.5 / 4.5 mmol/L.
  - \* Infusión continua de Magnesio
    - Ritmo de infusión: 20/30 ml/min.
  - \* Repleción de Calcio.
    - Obtener unos valores superiores a 1.00 mmol/L.
  - \* Administración de Lidocaína en Bolus.
    - 1-2 mgr/kg.
  - \* Previo despinzamiento de Arteria Aorta, administración de 25-50 ml de agente osmótico e iniciar Hemofiltración para la retirada del componente inflamatorio.

## REFERENCIAS

1. Kaplan A. Cardiac Anesthesia. Third edition. WB Saunders Company, 1990.
2. Brodie JE MS, CCP, Pa. The manual of clinical perfusion. Second edition. Glendale medical corporation. August, GA 1997.
3. Murtra M. The Adventure of Cardiac Surgery. Eur J Cardiothoracic Surg. 2002.
4. Mentzer RM, Jahania MS, Lasley RD. Myocardial protection. En: Cohn E (ed). Cardiac surgery in the adult. 3<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill. 2008.
5. Bachel J. What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Selective antegrade cerebral perfusión. Cardiol Clin. 2010.
6. Elefteriades JA. What is the best method for brain protection in surgery of the aortic arch? Straight DHCA. Cardiol Clin. 2010.
7. AEP: Asociación Española de Perfusionistas [internet]. AEP; [citado 10 abr 2015]. Cebado del circuito de circulación extracorpórea en adultos [aprox. 1 pantalla]. Disponible en: <http://www.aep.es/comisiondocumentos>