

# Estudio comparativo de la cirugía de los aneurismas de aorta ascendente y arco con/sin parada circulatoria y diferentes técnicas de protección cerebral

## RESUMEN / ABSTRACT

**Introducción y objetivos:** Presentamos nuestros resultados en la cirugía de aorta proximal, comparando pacientes sin parada y con parada circulatoria. Identificamos predictores de mortalidad y complicaciones en ambos grupos.

**Material y métodos:** De 2006 al 2015, 500 pacientes fueron intervenidos de aorta proximal, 381 sin parada y 119 con parada y protección cerebral. Realizamos un análisis comparativo, estableciendo variables relacionadas con las complicaciones en ambos grupos.

**Resultados:** En el grupo de parada hubo más cirugía previa, insuficiencia renal y cirugía urgente/emergente (52.9% frente a 7.4%,  $p < 0,001$ ), y el euroscore fue mayor. El 58% de la cirugía urgente se realizó en hipotermia profunda frente a un 42% de hipotermia moderada ( $p < 0,001$ ). La protección cerebral en hipotermia moderada fue mediante perfusión cerebral anterógrada bilateral (83.6%) o unilateral (16.4%). La mortalidad y las complicaciones fueron más frecuentes en el grupo de parada, al igual que en los casos de cirugía urgente. La hipotermia profunda asoció más insuficiencia renal ( $p = 0,033$ ) e intubación prolongada ( $p < 0,001$ ) que la hipotermia moderada. La cirugía previa, cirugía asociada, grado NYHA, la parada circulatoria y la edad fueron predictores de mortalidad, siendo la cirugía urgente/emergente el único predictor independiente de mortalidad y hemorragia en los pacientes con parada.

**Conclusiones:** La parada circulatoria en la cirugía de aorta proximal conlleva una mayor morbilidad y mortalidad, en relación a un perfil de riesgo mayor, mayor incidencia de cirugía urgente/emergente y mayor complejidad de la reparación quirúrgica. La hipotermia profunda tiene mayor riesgo de fracaso renal y extubación tardía por lo que recomendamos menor grado de hipotermia con el uso de perfusión cerebral selectiva anterógrada siempre que sea posible.

**Palabras clave:** cirugía de aorta, parada circulatoria, hipotermia moderada, hipotermia profunda, protección cerebral, perfusión cerebral anterógrada.

**Introduction and objectives:** We show our experience in proximal aortic surgery, comparing patients without and with circulatory arrest. The aim is to identify predictors of death and complications in both groups.

**Methods:** From 2006 to 2015, 500 patients underwent proximal aortic surgery, 381 without and 119 with circulatory arrest and brain protection. We did a comparative analysis, identifying variables related to complications in both groups.

**Results:** Circulatory arrest group had more previous surgery, renal insufficiency and urgent/emergent procedures (52.9% versus 7.4%,  $p < 0,001$ ) and euroscore was also greater. 58% of urgent surgery was done under deep and 42% under moderate hypothermia ( $p < 0,001$ ). In patients under moderate hypothermia, cerebral protection was achieved by bilateral (83.6%) or unilateral (16.4%) antegrade brain perfusion. Death and complications were higher in the circulatory arrest group, as well as in urgent surgery. Deep hypothermia was associated to a higher incidence of renal insufficiency ( $p = 0,033$ ) and prolonged intubation ( $p < 0,001$ ) than moderate hypothermia. Previous surgery, combined procedures, NYHA class, circulatory arrest and age were predictors of mortality, being urgent surgery the only predictor of death and bleeding in patients with circulatory arrest.

**Conclusions:** Circulatory arrest in proximal aorta surgery carries a higher morbidity and mortality in relation to a greater risk profile, increased incidence of urgent/emergency surgery and increased complexity of surgical repair. Deep hypothermia has higher risk of renal failure and delayed extubation and therefore we recommend a lesser degree of hypothermia using antegrade selective cerebral perfusion whenever possible.

**Key words:** aorta surgery, circulatory arrest, moderate hypothermia, deep hypothermia, brain protection, antegrade cerebral perfusion.



Eva Mª Borrás Parra

Perfusionista

Servicio de cirugía cardíaca

Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia

Francisco José Valera Martínez

Jefe de sección

Servicio de cirugía cardíaca

Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia

Verónica Monfort Dragó

Perfusionista

Servicio de cirugía cardíaca

Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia

Mª José Puig Sánchez

Perfusionista

Servicio de cirugía cardíaca

Hospital Universitario y Politécnico La Fe, Valencia

Correspondencia:

Eva Mª Borrás Parra

Servicio de cirugía cardíaca.

Hospital Universitario y Politécnico "La Fe"

Av. Fernando Abril Martorell, 106

46026 Valencia

evamariaborrasparra@hotmail.com

Recibido: octubre 2017

Aceptado: febrero de 2018

## INTRODUCCIÓN

La cirugía del arco aórtico ha experimentado una evolución rápida debido a la incorporación de nuevas estrategias de protección cerebral, que permiten ampliar el tiempo de parada circulatoria atenuando las complicaciones que de ello se derivan.

En 1975<sup>1</sup> se estudiaron los primeros casos de reconstrucción de arco con hipotermia profunda a 18°C durante la parada circulatoria. En estas circunstancias, el consumo metabólico de los tejidos y en especial del cerebro es mínimo, con lo que es posible parar la circulación extracorpórea (CEC) teniendo un margen de seguridad de 25-30 minutos. Las limitaciones de esta técnica han hecho que se desarrollen diferentes estrategias de protección cerebral que amplían ese margen de seguridad.

Mills y Ochsner en 1980 describieron el uso de la perfusión cerebral retrograda (PCR) para el manejo del embolismo aéreo en bypass cardiopulmonar pero fue Ueda<sup>2</sup> en 1990 quien la empleó en la cirugía de aorta como estrategia de protección cerebral. Esta técnica se basa en perfundir a través de la vena cava superior, tiene una eficacia dudosa debido al escaso aporte que llega al cerebro y posible riesgo de edema cerebral debido al incremento de flujo para mantener una adecuada protección neurológica.

La alternativa de elección más empleada en la actualidad es la perfusión cerebral anterógrada (PCA) descrita por Kazui et al.<sup>3</sup> en 1994 que consiste en infundir flujo arterial cerebral, directamente, a través de los troncos supraaórticos con hipotermia a 22°C. Esta técnica demostró que se conserva una perfusión arterial cerebral de los dos hemisferios canulando carótida izquierda y tronco braquiocefálico derecho administrando 10ml/Kg/min de perfusión cerebral selectiva, que es el flujo óptimo de perfusión bihemisférica sin provocar edema cerebral. Actualmente se realiza con hipotermia moderada a 25-28°C y estrategia de gases Alpha-stat<sup>4</sup>. El empleo de hipotermia moderada frente a profunda tiene como ventaja una menor incidencia de coagulopatía y una disminución del periodo de recalentamiento disminuyendo de este modo complicaciones sistémicas.

La PCA ha demostrado una excelente protección cerebral mostrando una baja incidencia postoperatoria de disfunción neurológica. Desafortunadamente, con períodos superiores a 90 minutos de parada circulatoria existe riesgo de lesiones neurológicas graves.

Presentamos nuestra experiencia en un grupo consecutivo de 500 pacientes con aneurisma/disección de aorta proximal, analizando comparativamente los pacientes intervenidos con y sin parada circulatoria, con diferentes técnicas de protección cerebral con el fin de evaluar nuestros resultados en términos de morbimortalidad y tratar de identificar predictores de mortalidad y complicaciones postoperatorias.

## MATERIAL Y METODOS

Presentamos un estudio comparativo retrospectivo de 500 pacientes consecutivos que fueron intervenidos de cirugía de aneurismas de aorta proximal (raíz, aorta ascendente, arco) desde enero del 2006 hasta enero del 2015.

381 pacientes (76,21%) no precisaron de parada circulatoria frente a 119(23,8%) que requirieron periodos limitados de parada circulatoria con diferentes estrategias de protección cerebral (hipotermia profunda con/sin perfusión cerebral selectiva anterógrada e hipotermia moderada con perfusión cerebral anterógrada).

El consenso de temperaturas que establecemos para el estudio (Tabla 1) lo dividimos en hipotermia profunda <22°C e hipotermia moderada entre 22 y 28°C. La temperatura objetivo en nuestro centro es de 25°C nasofaríngea para el inicio de la parada cardiocirculatoria. Del grupo de pacientes con parada circulatoria, 45 (37,8%) fueron con hipotermia profunda y 74 (62,2%) con hipotermia moderada.

La cirugía electiva consistió en cirugía de aorta ascendente con o sin afectación de arco aórtico y la urgente en su mayoría fue por disección aguda de aorta tipo A. Realizamos parada circulatoria en aquellos casos de cirugía electiva que requirieron de sustitución parcial o total del arco o en los que no se pudo proceder al clampaje de aorta ascendente por la extensión del aneurisma al arco proximal.

Actualmente la estrategia de protección cerebral que aplicamos en nuestro centro es la perfusión cerebral selectiva anterógrada con hipotermia moderada.

El material utilizado para la realización de la perfusión es el siguiente:

- Circuito de circulación extracorpórea con oxigenador biocompatible preconectado con tubos de PVC, línea venosa 1/2", línea arterial 3/8" con filtro arterial y reservorio abierto de cardiostoma.
- Sistema de cardioplegia 4:1 y 1:4.
- Bomba centrífuga biomedicus.
- Línea arterial con derivación en "Y" (3/8-3/8-3/8) para perfusión sistémica posterior tras parada circulatoria (imagen 1 y 2).
- Cánulas para administración de cardioplegia vía anterógrada y retrógrada y de aspiración de vent.
- Cánula arterial EOPA (18,20 Fr) para axilar/injerto dacron 8 mm o MAQUET (17,19,21Fr). percutáneas para femoral.
- Canulación venosa cavoatrial o en caso de acceso femoral cánulas venosas multiperforadas (21,23,25fr Biomedicus medtronic).
- Cánula de retroplegia 14fr para la carótida izquierda con conexión y control de presión y fogarty del nº 6 para la subclavia izquierda.
- Recuperador celular de piel a piel.

La monitorización específica que empleamos en nuestro protocolo de protección cerebral consta de:

- Índice bispectral BIS para valorar la actividad eléctrica.
- Saturación regional de oxígeno cerebral INVOS de Somanetics evitando una caída >20% respecto a valores basales.
- Temperatura nasofaríngea y vesical, en caso de venir ya sondado sin sonda de medición de temperatura se coloca sonda de medición rectal.
- Control de gases en línea de circuito de CEC. (SvO<sub>2</sub>, Hto, PO<sub>2</sub>).
- Control estricto glucemia <190mg/dl.

El protocolo de perfusión cerebral lo dividimos en varias etapas según la técnica quirúrgica (Tabla 2). Durante el enfriamiento mantenemos flujos altos en CEC, administramos sevoflurano entre 0.5-1%, realizamos control de gases con técnica alpha stat manteniendo niveles de carbónico  $\geq 41$ mmHg, Saturación venosa mixta mantenida >98% en monitor de gases de circuito de CEC y mantenemos gradientes de temperatura del intercambiador con la sangre del paciente entre 7-10°C hasta alcanzar temperatura objetivo.

Cuando faltan 1-2°C para alcanzar temperatura objetivo administramos medicación neuroprotectora y colocamos casco de hielo en la cabeza. La medicación consta de tiopental 10mg/kg/iv (BIS 0) y metilprednisolona 15mg/kg/peso. Previamente hasta alcanzar dicha temperatura administramos manitol 20% a goteo 250cc.

Una vez alcanzada la temperatura deseada se coloca el paciente en trendelenburg y se procede a la parada circulatoria y al inicio de la perfusión cerebral anterógrada. La línea venosa se deja sin clampar. Reducimos litros de aire y oxígeno del intercambiador de gases y disminuimos el flujo de CEC a 5 ml/kg/min, pinzando el tronco arterial braquiocefálico en su origen e iniciando la perfusión cerebral unilateral. Tras retirar el clamp de aorta se canula de manera directa la carótida izquierda con la cánula de retroplegia 14fr de Edwards (Imagen 3), aumentamos el flujo a 10ml/kg/min, y la subclavia izquierda se ocluye con un fogarty del número 6. Vigilamos continuamente que la presión en línea no exceda los 100mmHg y en caso de tener monitorizada la radial derecha mantenemos unas presiones entre 40-60mmHg. Durante este periodo debemos de realizar un control estricto del INVOS y BIS. Reflejamos en gráfica cada 10 minutos flujos y datos de la monitorización neurológica.

Tras finalizar la técnica de reparación distal se restablece la CEC a flujos totales (2.2-2.6 l/min/m<sup>2</sup>), retirando el clamp del tronco braquiocefálico y purgando el aire a través del injerto aórtico para clamparlo después. Aumentamos el

lavado de aire y oxígeno del intercambiador de gases, administramos manitol al 20% 250cc a goteo, 20mg furosemida y corregimos el exceso de bases negativo con bicarbonato 1M. Procedemos al calentamiento lentamente (superior a 45 minutos), manteniendo unos gradientes de temperatura entre 7-10°C del agua del intercambiador respecto a la del paciente. Cuando la temperatura del enfermo es >34°C administramos seroalbumina 20% 30gr (100-150cc). Al alcanzar normotermia se procede a la salida de CEC.

Realizamos un análisis comparativo entre ambas muestras de pacientes, estableciéndose variables pre e intraoperatorias relacionadas con las complicaciones. Las variables preoperatorias recogidas en ambos grupos fueron demográficas (edad, sexo) y de perfil de riesgo quirúrgico: euroscore logístico y II, HTA, diabetes, dislipemia, disfunción ventricular izquierda (FEVI<50%), insuficiencia renal, ACV preoperatorio, clase funcional NYHA>2, cirugía previa, cirugía urgente y reintervención.

En relación a las variables intraoperatorias se monitorizaron en ambos grupos los tiempos de circulación extracorpórea, de isquemia miocárdica, la cirugía asociada y la temperatura media, y en el grupo de parada circulatoria también se registró el tiempo de parada y el tipo de protección cerebral y de hipotermia que se les aplicó.

Las variables resultado que analizamos en ambos grupos son: la mortalidad antes del alta hospitalaria, el bajo gasto cardiaco como hipotensión con necesidad de inotrópicos, la insuficiencia renal postoperatoria definida como aumento de creatinina >1.6 o 2 veces su valor basal, el ACV postoperatorio de nueva aparición comprobado con técnica de imagen, el deterioro mental transitorio, la hemorragia con necesidad de revisión quirúrgica y la intubación prolongada >24h.

Análisis estadístico: Las variables continuas se expresaron como las medias  $\pm$  desviación estándar y las variables cualitativas con sus porcentajes. El estudio univariado se hizo mediante chi cuadrado y t de Student. Se realizó una regresión logística binaria para establecer predictores independientes de complicaciones postoperatorias y mortalidad.

## RESULTADOS

### DIFERENCIAS PREOPERATORIAS

Las diferencias preoperatorias se muestran en la Tabla 3. Con respecto al grupo sin parada, en el grupo de pacientes sometidos a parada circulatoria hubo una mayor tendencia de sexo femenino (29,4% frente a 21%), había mayor porcentaje de cirugía previa (15.1% frente a 9,7%) y de insuficiencia renal preoperatoria (26,1% frente a 15,2%). La clase funcional NYHA también era mayor (37.3%) en el grupo de parada circulatoria con respecto al otro grupo (22.8%). El

euroscore (logístico y II) fue mayor en el grupo de parada circulatoria, así como la frecuencia de cirugía urgente/emergente (52.9%) frente al grupo sin parada circulatoria (7.4%) ( $p < 0,001$ ). La cirugía urgente/emergente fue sobre todo por disección aguda de aorta tipo A. Aunque sin significación estadística, el porcentaje de ACV preoperatorio y de reintervención del grupo de parada circulatoria fue mayor.

## DIFERENCIAS INTRAOPERATORIAS

La canulación arterial distinta a aorta ascendente fue mucho más frecuente en el grupo con parada circulatoria (99.1% frente a 53%,  $p < 0,001$ ). Las zonas más frecuentes de canulación fueron por orden de frecuencia (Figura 1): arteria axilar, arteria femoral, arco aórtico, tronco arterial braquiocefálico y otras.

Los pacientes con parada circulatoria presentaron tiempos de CEC y de isquemia más largos, el porcentaje de cirugía asociada también fue mayor y lógicamente la temperatura media fue menor en este grupo (Tabla 4).

El estudio comparativo del tipo de cirugía y la técnica de protección cerebral mostró que el porcentaje de hipotermia profunda (58%) fue superior a la hipotermia moderada (42%) en la cirugía urgente/emergente ( $p < 0,001$ ). Hubo diferencia significativa en la técnica de protección cerebral según el grado de hipotermia, en la mayoría de pacientes con hipotermia moderada ( $n=74$ ) se utilizó la PCA bicarótidea (Tabla 5).

## RESULTADOS POSTOPERATORIOS

El estudio de morbimortalidad en la serie global mostró que los pacientes con parada circulatoria tuvieron mayor mortalidad (26,9%) que los pacientes sin parada (4,5%) ( $p < 0,001$ ), así como más complicaciones postoperatorias (Tabla 6). En cirugía electiva la parada circulatoria siguió asociando mayor mortalidad (14,3% frente a 4,3%), insuficiencia renal postoperatoria (33,3% frente a 11,8%), deterioro mental transitorio (20,8% frente a 0,9%) e intubación prolongada (24,5% frente a 7,8%) (Tabla 7). Comparado con la cirugía electiva, la cirugía urgente/emergente tuvo más mortalidad y complicaciones postoperatorias (Tabla 8).

En el estudio comparativo en pacientes con parada circulatoria y diferentes grados de hipotermia, el subgrupo de hipotermia profunda mostró más incidencia de insuficiencia renal (52,3% frente a 28,4%,  $p = 0,033$ ) y de intubación prolongada (56,8% frente a 16,2%,  $p < 0,001$ ). Aunque no hubo significación estadística la incidencia de mortalidad, hemorragia y ACV postoperatorio también fue mayor (Tabla 9).

## PREDICTORES DE MORTALIDAD Y COMPLICACIONES POSTOPERATORIAS

El modelo de regresión logística evidenció como predictores independientes de mortalidad hospitalaria la cirugía previa (OR 1,27 [1,06-1,53]  $p = 0,009$ ), la cirugía asociada (OR 2,5 [1,21-5,30]  $p = 0,013$ ), el grado NYHA (OR 1,5 [1,12-2,25]  $p = 0,009$ ), la necesidad de parada circulatoria (OR 7,17 [3,36-15,27]  $p < 0,001$ ) y la edad (OR 1,04 [1,01-1,08]  $p = 0,011$ ). El único predictor de mortalidad en los pacientes con parada circulatoria fue la cirugía urgente/emergente (OR 2,2 [1,16-4,45]  $p = 0,017$ ).

Los predictores de hemorragia postoperatoria en la serie global fueron la cirugía urgente/emergente (OR 1,9 [1,3-2,7]  $p = 0,002$ ), la parada circulatoria (OR 2,3 [1,2-4,5]  $p = 0,019$ ) y la cirugía asociada (OR 2,7 [1,5-4,8]  $p = 0,001$ ). La cirugía urgente/emergente (OR 1,7 [1,1-2,6]  $p = 0,026$ ) fue el único predictor en los pacientes con parada circulatoria.

El único predictor de ACV postoperatorio fue la cirugía urgente/emergente (OR 2,4 [1,4-4,1]  $p = 0,001$ ). No se encontraron predictores de ACV en los pacientes con parada circulatoria.

## DISCUSIÓN

La cirugía de los aneurismas de aorta que precisa de periodos limitados de parada circulatoria y estrategias de protección cerebral tiene más riesgo debido a su complejidad, afecta a pacientes más pluripatológicos y con mayor extensión de enfermedad aórtica frente a la cirugía de aneurismas que no precisa de parada.

En nuestra experiencia el porcentaje de cirugía urgente/emergente es muy elevado en el grupo de cirugía de aneurismas con parada circulatoria, con un número mayor de casos de disección aguda de aorta tipo A, lo cual se asocia a unos resultados menos satisfactorios.

La estrategia de protección cerebral que más empleamos con la hipotermia moderada es la perfusión cerebral anterógrada selectiva; sin embargo en la cirugía urgente/emergente hay más frecuencia de uso de hipotermia profunda. Algunos estudios<sup>4,6</sup> hacen énfasis en que el uso de la hipotermia moderada a 25°C reduce los problemas derivados de la coagulación y las complicaciones sistémicas, sin embargo para periodos prolongados de parada circulatoria la evidencia científica de esta última década sostiene que la hipotermia profunda entre 18-20°C disminuye el daño cerebral, visceral y medular<sup>7</sup> pero son muchos los estudios que comparan ambas y que no observan diferencias significativas entre ellas<sup>6,8</sup>.

En nuestros resultados la hipotermia moderada se asocia a un menor riesgo de mortalidad o incidencia de hemorragia postoperatoria, pese no haber significación estadística. Por otro lado, la hipotermia profunda sí tiene más riesgo

de fracaso renal e intubación prolongada; como se ha mencionado antes la hipotermia profunda se empleó en mayor número en la cirugía urgente/emergente que tiene mayor complejidad al ser disecciones agudas aórticas.

Destacan como predictores potentes de mortalidad tanto en la serie global como en el subgrupo de parada, la cirugía previa o asociada al igual que la cirugía urgente/emergente. El único predictor de complicaciones postoperatorias tales como hemorragia con revisión quirúrgica y ACV fue la cirugía urgente/emergente.

El predictor de cirugía urgente/emergente se repite tanto para la mortalidad como para las complicaciones derivadas de la cirugía.

## CONCLUSIONES

La cirugía de aorta que precisa por su complejidad de tiempos limitados de parada circulatoria tiene una mayor mortalidad y complicaciones en el postoperatorio ya que este grupo de pacientes su perfil de riesgo preoperatorio es mayor y en su mayoría son cirugías urgentes/emergentes.

La cirugía urgente/emergente es un predictor clave en nuestro estudio de mortalidad y complicaciones sistémicas, tanto en la muestra global como en el grupo de parada circulatoria. La cirugía urgente/emergente con parada circulatoria se realizó en su mayoría con hipotermia profunda en lugar de moderada y evidencia resultados peores.

La implementación conjunta de técnicas de perfusión cerebral anterógrada y de hipotermia moderada contribuyen a mejorar la morbimortalidad intrahospitalaria aunque no hay significación estadística y recomendamos su uso siempre y cuando sea posible ya que en nuestra experiencia la hipotermia profunda sí tiene más riesgo de fracaso renal y de intubación prolongada.

El presente estudio está sujeto a las limitaciones de un estudio retrospectivo y no aleatorizado. El tamaño muestral en el periodo de estudio evidencia la necesidad de aumentar el número de casos con hipotermia moderada en la cirugía urgente para corroborar la tendencia de los resultados expuestos.

Divulgación: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

## REFERENCIAS

- Griep RB. Cerebral protection during aortic arch surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2001 Mar;121(3):425-7.
- Ueda Y, Miki S, Kusuhara K, Okita Y, Tahata T, Yamanaka K. Surgical treatment of aneurysm or dissection involving the ascending aorta and aortic arch, utilizing circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1990 Sep-Oct;31(5):553-8.
- Kazui T1, Washiyama N, Muhammad BA, Terada H, Yamashita K, Takinami M, et al. Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg*. 2000 Jul;70(1):3-8.
- Kazui T. Total arch replacement with separated graft technique and selective antegrade cerebral perfusion. *Ann Cardiothorac Surg*. 2013 May;2(3):353-7. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.05.05.
- Bashir M, Shaw M, Desmond M, Kuduvalli M, Field M, Oo A. Cerebral protection in hemi-aortic arch surgery. *Ann Cardiothorac Surg* 2013;2(2):239-244. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.02.04
- Englum BR, Andersen ND, Husain AM, Mathew JP, Hughes GC. Degree of hypothermia in aortic arch surgery – optimal temperature for cerebral and spinal protection: deep hypothermia remains the gold standard in the absence of randomized data. *Ann Cardiothorac Surg* 2013;2(2):184-193. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.01
- Yan TD, Bannon PG, Bavaria J, Coselli JS, Elefteriades JA, Griep RB, et al. Consensus on hypothermia in aortic arch surgery. *Ann Cardiothorac Surg* 2013;2(2):163-168. doi: 10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.03
- Kunihara T, Grün T, Aicher D, Langer F, Adam O, Wendler O, et al. Hypothermic circulatory arrest is not a risk factor for neurologic morbidity in aortic surgery: a propensity score analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005 Sep;130(3):712-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2005.03.043

**Tabla I. Clasificación grados hipotermia**

Hipotermia profunda	18-22°C nasofaríngea
Hipotermia moderada	22-28°C nasofaríngea
Hipotermia ligera	28.1-34°C nasofaríngea

**Tabla II. Protocolo perfusión cerebral anterograde Hospital La Fe**

<b>CIRCUITO CEC Y MONITORIZACIÓN</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bomba centrífuga.</li> <li>Derivación en Y 3/8-3/8-3/8 línea arterial si doble canulación arterial o injerto con rama lateral.</li> <li>Gases en línea.</li> <li>Monitorización presiones en línea y radial derecha (si interposición de injerto en axilar).</li> <li>Monitorización temperatura vesical/ rectal y nasofaríngea.</li> <li>Monitorización neurológica BIS e INVOS, control pupilas.</li> <li>Control de glucemia (valores &lt;195 mg/dl).</li> </ul>
<b>ENTRADA CEC Y ENFRIAMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada CEC flujo altos.</li> <li>Enfriamiento lento hasta alcanzar temperatura objetivo.</li> </ul> <p>Gradientes temperatura vesical-nasofaríngea 2-4°C, gradiente 7-10°C intercambiador y temperatura sangre enfermo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manitol 20% (250cc) a goteo.</li> <li>SvO<sub>2</sub> &gt;98%.</li> <li>Control de gases alpha-stat.</li> </ul>
<b>DOS GRADOS ANTES DE ALCANZAR TEMPERATURA OBJETIVO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Frío local en cabeza.</li> <li>Administración medicación neuroprotectora (thiopental 10mgr/kg/iv) (metilprednisolona 15mgr/kg/iv).</li> <li>Posición enfermo trendelemburg.</li> </ul>
<b>PARADA CIRCULATORIA TOTAL Y PCA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reiniciamos perfusión a 5ml/kg/min por axilar derecha.</li> <li>Línea de retorno venosa desclampada.</li> <li>Canulación directa de carótida izquierda con canula retroplegia.</li> </ul> <p>Una vez canulada aumentamos flujos a 10ml/kg/min. Comprobamos retorno sangre por subclavia izquierda y se ocluye con fogarty nº6.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presión línea arterial &lt;100mmHg, presión radial derecha 40-60mmHg, presión carótida izquierda 25-40mmHg.</li> <li>Control INVOS, BIS, Temperaturas.</li> </ul>
<b>REINICIO CEC Y CALENTAMIENTO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentamos flujos de CEC a índices 2.5-2.6 l/min/m<sup>2</sup>, aumentamos lavado de carbónico y de oxígeno.</li> <li>Añadimos manitol 20% a goteo durante recalentamiento, seguril 20mgr y bicarbonato 1M según exceso negativo de bases. Seroalbúmina 20% entre 20-30gr.</li> <li>Calemtamiento lento &gt;40 MINUTOS manteniendo gradientes 7-10°C.</li> </ul>

**Tabla III. Variables preoperatorias**

<b>Variables preoperatorias (500 pacientes)</b>	<b>Sin parada circ (381)</b>	<b>Con parada circ (119)</b>	<b>p</b>
Edad	62,3±14,0	61,7±11,8	ns
Sexo	79% ♂ // 21% ♀	70,6% ♂ // 29,4% ♀	0,057 (ns)
FEVI < 50%	22,6%	15,0%	ns
Enf coronaria	16,6%	23,2%	ns
Cirugía previa	9,7%	15,1%	0,029
HTA	59,1%	66,1%	ns
Diabetes	14,2%	12,7%	ns
Dislipemia	35,5%	28,8%	ns
OCFA	17,7%	14,5%	ns
Insuf renal	15,2%	26,1%	0,007
ACV preoperatorio	4,5%	8,4%	ns
NYHA > II	22,8%	37,3%	<0,001
Euroscore logístico	12,8±9,4	18,8±12,6	0,014
Euroscore II	6,6±5,2	8,5±5,9	0,011
Cirugía Urgente**	7,4%	52,9%	<0,001
Reintervención	7,4%	11,8%	ns

**Tabla IV. Variables intraoperatorias**

<b>Variables intraoperatorias</b>	<b>Sin parada circ</b>	<b>Con parada circ</b>	<b>p</b>
Canulación arterial ≠ Ao ascendente	53%	99,1%	<0,001
T CEC	150,5±50,1	200,2±59,6	<0,001
T Isquemia	111,5±36,8	127,5±43,2	0,002
Cirugía asociada	34,2%	23,5%	0,029
Temperatura media	31,0±1,6	22,9±3,0	<0,001

Tabla V. Protección cerebral según hipotermia

Tipo de protección cerebral	Hipotermia	PCS unilateral	PCS bilateral	P
Hipotermia profunda	29,6%	29,6%	40,9%	
Hipotermia moderada	0%	16,4%	83,6%	<0,001

Tabla VI. Morbimortalidad con/sin parada en el total de pacientes

VARIABLES POSTOPERATORIAS	SIN PARADA CIRC	CON PARADA CIRC	P
Mortalidad	4,5%	26,9%	<0,001
Hemorragia	7,6%	13,9%	<0,001
Insuf renal postoperatoria	12,6%	37,8%	<0,001
Bajo Gc	8,1%	19,3%	0,001
ACV postoperatorio	1,8%	7,6%	0,003
Deterioro mental transitorio	2,4%	11,8%	<0,001
Intubación > 24 h	9,5%	31,1%	<0,001

Tabla VII. Morbimortalidad en cirugía electiva

VARIABLES POSTOPERATORIAS	SIN PARADA CIRC	CON PARADA CIRC	P
Mortalidad	4,3%	14,3%	0,007
Hemorragia	4,8%	9,2%	0,057
Insuf renal postoperatoria	11,8%	33,3%	0,001
Bajo Gc	8,2%	13,2%	ns
ACV postoperatorio	1,9%	4,1%	ns
Deterioro mental transitorio	0,9%	20,8%	<0,001
Intubación > 24 h	7,8%	24,5%	0,001

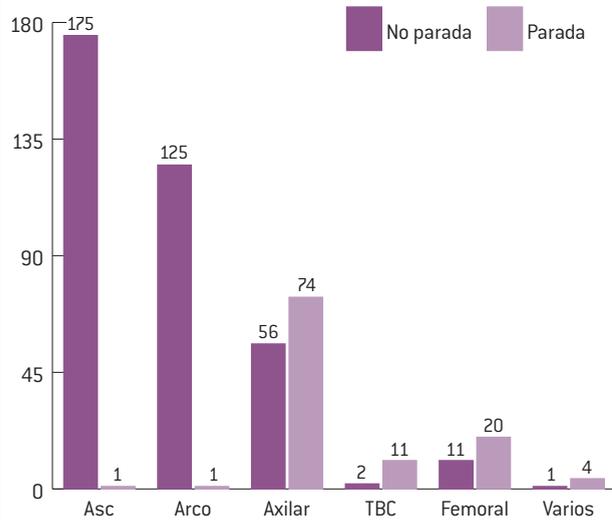
Tabla VIII. Morbimortalidad: comparativo entre cirugía electiva/urgente

VARIABLES POSTOPERATORIAS	CIRUGÍA ELECTIVA	CIRUGÍA URGENTE	P
Mortalidad	5,8%	22,7%	<0,001
Hemorragia	7,1%	14,4%	<0,001
Insuf renal postoperatoria	14,2%	32,8%	<0,001
Bajo Gc	8,9%	16,8%	<0,001
ACV postoperatorio	2,1%	6,7%	0,002
Deterioro mental transitorio	3,4%	8,4%	0,001
Intubación > 24 h	9,7%	30,3%	<0,001

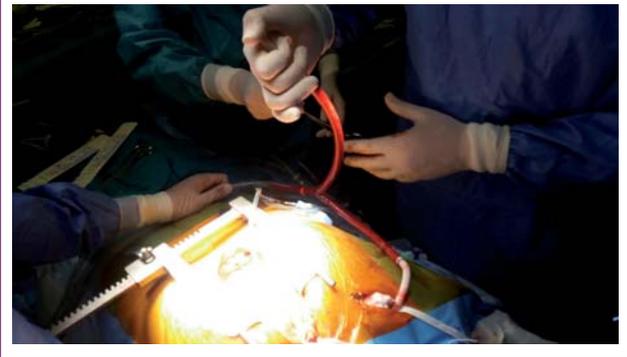
Tabla IX. Estudio comparativo de resultados en pacientes con parada circulatoria y diferentes grados de hipotermia

VARIABLES POSTOPERATORIAS	HIPOTERMIA MODERADA	HIPOTERMIA PROFUNDA	P
Mortalidad	23%	36,4%	ns
Hemorragia	9%	14,7%	ns
ACV postoperatorio	6,8%	9,1%	ns
Insuf renal postoperatoria	28,4%	52,3%	0,033
Intubación > 24 h	16,2%	56,8%	<0,001

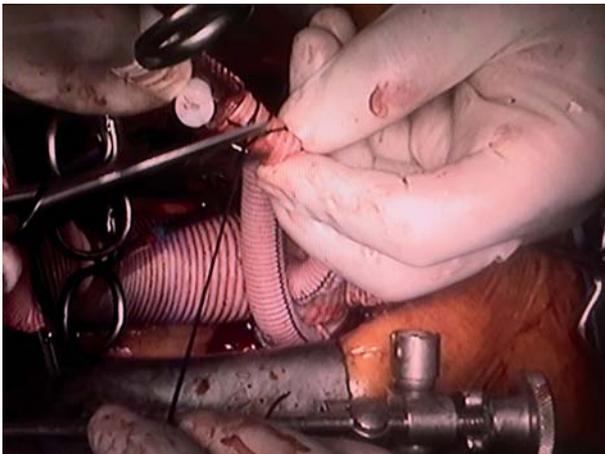
**Figura 1. Zonas de canulación arterial en los pacientes sin y con parada circulatoria**



**Figura 2. Derivación en Y línea arterial**



**Figura 3. Rama lateral con conexión en Y de la línea arterial para perfundir sistémicamente**



**Figura 4. Cánula de retroplegia en carótida izquierda**

