

Paro Circulatorio Hipotérmico Profundo

Diarmaid Dillon

Specialist Trainee in Anaesthesia Belfast City Hospital UK

Editado por

Harjot Singh¹ and Gregory Klar²

¹Consultant Anaesthetist, University Hospitals Birmingham NHS Trust, UK

²Associate Professor, Queen's University, Canada

Traducido por

Dr. Medina-Vera, Adrián José

Anestesiólogo, Sociedad Venezolana de Anestesiología

Correspondencia a atotw@wfsahq.org



20 de Feb de 2018

Un cuestionario en línea está disponible para Educación Médica Continua autodirigida (CME). Se otorgará un certificado al pasar el examen. Por favor consulte las políticas de acreditación [aquí](#).

[Tome el quiz en línea](#)

PUNTOS CLAVES

- El paro circulatorio hipotérmico profundo (PCHP) es una técnica utilizada principalmente para facilitar la cirugía de arco aórtico compleja.
- La hipotermia profunda reduce el metabolismo celular y protege los tejidos de la isquemia durante el paro circulatorio, y lo más importante, el sistema nervioso central.
- Además de las complicaciones habituales de la cirugía cardíaca y el bypass cardiopulmonar, la hipotermia profunda induce una coagulopatía significativa.
- Incluso a temperaturas centrales muy bajas, el metabolismo cerebral no se abole y, por lo tanto, la duración de la PCHP debe ser lo más corta posible para reducir las complicaciones.
- La neuroprotección farmacológica y los métodos de perfusión adyuvante se usan a menudo para mejorar la seguridad de la técnica.

INTRODUCCIÓN

El paro circulatorio hipotérmico profundo (PCHP) es una técnica empleada para facilitar la cirugía cardiovascular compleja. Se induce el paro cardiopulmonar completo para permitir la cirugía en los vasos sanguíneos principales que no pueden derivarse durante la operación y de allí, que la cirugía normalmente causaría una alteración del flujo sanguíneo distal y hemorragia profunda en el campo quirúrgico. La hipotermia causa una depresión de la tasa metabólica y del metabolismo celular, protegiendo el sistema nervioso central (SNC) de la isquemia. La hipotermia se define como leve de 32 a 35°C, moderada entre 28 y 32°C y profunda en menos de 28°C.

Una quinta parte del consumo total de oxígeno es por el SNC, el 60% para mantener la integridad celular y el 40% para la neurotransmisión. En promedio, la tasa metabólica cerebral de oxígeno (CMCO₂) se reduce en un 7% por cada 1°C de disminución de temperatura desde 37°C y esta disminución se acelera por debajo de 20°C¹. Esto se combina con la reducción lineal en el flujo sanguíneo cerebral (FSC) con hipotermia y da como resultado el desacoplamiento del FSC y CMCO₂ a 22°C². A 18°C, 60% de los pacientes tendrá un electroencefalograma isoelectrico (EEG), aumentando a 99% de los pacientes a 12,5°C.¹ Esto representa una supresión profunda de la actividad metabólica cerebral y confiere la neuroprotección de la hipotermia profunda. El uso del paro circulatorio hipotérmico está limitado por la duración del paro circulatorio que se puede tolerar con seguridad antes de que se produzcan efectos secundarios neurológicos y multisistémicos significativos.

INDICACIONES PARA PCHP

El PCHP se usa con mayor frecuencia en la cirugía electiva de arco aórtico complejo en la que es imposible perfundir el cerebro a través de los vasos cerebrales mediante un bypass cardiopulmonar (BCP). El PCHP también se emplea comúnmente en la reparación de disección Tipo A en una emergencia. Otras indicaciones se muestran en la tabla 1.

Tipo de cirugía	Procedimiento
Cirugía cardiotorácica	Cirugía de arco Aórtico complejo Ateroma/calcificación aórtica intensa (donde el pinzamiento aórtico distal incrementaría el riesgo de accidente cerebrovascular Tromboendartectomía Pulmonar Reparación de Aneurisma Toracoabdominal
Cirugía de Vena Cava	Tumores que invaden la Vena Cava p.e. tumores renales
Cirugía Neurovascular	Malformaciones arteriovenosas cerebrales complejas Pinzamiento de aneurisma cerebral gigante/complejo Cirugía de vasos de cabeza y cuello

Tabla 1: mostrando otras indicaciones para Paro Circulatorio Hipotérmico Profundo

CONDUCTA DEL PCHP

La evaluación preoperatoria y la premedicación se realizan en cualquier procedimiento de corazón abierto. Un examen neurológico de base es útil antes del PCHP para establecer una referencia en caso de déficits neurológicos emergentes en el curso postoperatorio. Además, algunos centros emplean pruebas neurocognitivas para detectar cambios más sutiles después de la operación. La colocación de monitorización arterial invasiva y su interpretación se decidirá por la naturaleza de la cirugía, la ubicación de la canulación del bypass y si se deben utilizar complementos de perfusión, y puede requerir canulación de las extremidades superiores bilateral o una combinación de extremidad superior derecha y miembro inferior. La medición de la temperatura es de suma importancia en PCHP. A menudo, se usan dos sitios como temperatura nasofaríngea y esofágica o nasofaríngea y de la vejiga urinaria. El catéter de flotación de la arteria pulmonar y la temperatura de la línea de retorno del bypass son fuentes adicionales de información para la temperatura. El paciente es heparinizado y el BCP comenzado como estándar, pero los tiempos y el grado de hipotermia generalmente se instauran mediante el procedimiento quirúrgico.

Enfriamiento y paro

Una vez que se establece el BCP a la velocidad de flujo total de la bomba, el enfriamiento comenzará a la temperatura elegida. El gradiente de temperatura entre el flujo venoso al circuito de BCP y el flujo de salida arterial se mantiene a menos de 10°C.³ Muchos centros empacan la cabeza con hielo o usan un dispositivo de enfriamiento de cabeza para evitar el recalentamiento pasivo. Si los médicos eligen las modalidades de neuroprotección farmacológica, se administran antes del paro circulatorio. Los tipos de agentes neuroprotectores farmacológicos serán discutidos más adelante en el tutorial.

Los agentes anestésicos intravenosos, si se usan, pueden titularse, una vez que el paciente está por debajo de los 28 grados y los paráliticos adicionales pueden ser redosificados antes del paro circulatorio. Una vez que se alcanza la temperatura deseada, el paciente se exsanguina parcialmente en el circuito de BCP y el bypass finaliza. La sangre heparinizada durante el PCHP se encuentra en estasis y no se puede infundir más medicamento ni se pueden tomar muestras de sangre.

Temperatura óptima y duración del PCHP

Una temperatura óptima sigue siendo el tema de investigación en curso. Con diferentes metodologías de estudio y amplias variaciones en la práctica, es difícil lograr un consenso sobre una temperatura óptima. La mayoría de los centros realizarán el PCHP a una temperatura de 18-20°C.

Los estudios realizados en cerdos han demostrado que incluso a temperaturas centrales de 8°C, CMCO₂ permanece entre 8 y 11% del basal¹¹. Se ha llegado a la conclusión de que durante el PCHP, el consumo de oxígeno todavía se produce a pesar de un EEG isoelectrónico. Los resultados de los estudios sugieren que una duración del PCHP de 40 minutos es probablemente seguro después de lo cual la incidencia de accidente cerebrovascular y déficit neurológico comienza a aumentar marcadamente^{4,5}, por lo tanto, la duración del PCHP debe ser lo más breve posible.

Manejo de glucosa y hematocrito

Está bien establecido que la hiperglucemia se asocia con resultados adversos en el posoperatorio de la cirugía cardíaca². La hiperglucemia es común durante la PCHP. Los mediadores inflamatorios inducidos por el BCP intervienen en la resistencia a la insulina, mientras que la hipotermia causa disminución en la liberación de insulina. Además, los corticosteroides se administran comúnmente para la neuroprotección antes del PCHP, lo que agrava el problema. La hiperglucemia conduce a acidosis intracelular ya que el lactato se produce a partir de la glucosa y promueve la

excitotoxicidad. Los niveles de glucosa sanguíneos deben monitorearse cada 30 minutos con un objetivo de <10mmol.l⁻¹.

La hipotermia profunda conduce a un aumento de la viscosidad sanguínea, aumento de la rigidez de los glóbulos rojos, deterioro de la microcirculación y potencialmente a isquemia. Además, la curva de disociación de la oxihemoglobina se desplaza hacia la izquierda, lo que dificulta la entrega de oxígeno. La hemodilución mejora el flujo microcirculatorio, pero a expensas de una menor capacidad de transporte de oxígeno, pero esto es menos crítico durante la hipotermia profunda debido a la profunda disminución en el consumo de oxígeno. Aunque existen pruebas limitadas para sugerir un objetivo óptimo, generalmente se mantiene un hematocrito de 22% o Hb de 7.5 g/dL, y un estudio reciente no mostró ningún beneficio cuando la Hb se mantuvo a > 8 g/dL o >10 g/dL durante el PCHP⁶.

Monitorización Neurológica durante el PCHP

Este puede ser de dos formas:

1. **Eléctrico** – Electroencefalograma (EEG) o potenciales evocados somatosensoriales (PESS)
2. **Oximetría** – saturación de oxígeno en el bulbo venoso yugular (SyO₂) y espectroscopia de infrarrojo cercano (EIRC)

En algunos centros, se puede utilizar monitorización de la profundidad anestésica (p.e., la monitorización BIS), pero no está claro cómo interpretar estos valores en el contexto del PCHP. La Tabla 2 muestra las ventajas y limitaciones de los diferentes métodos.

Modo de Monitorización	Ventajas	Limitaciones
EEG	<ul style="list-style-type: none"> Indicador sensible de la función cognitiva postoperatoria. Puede detectar "EEG silencioso" como disparo para comenzar el PCHP. Puede detectar actividad epileptiforme. 	<ul style="list-style-type: none"> Pobre especificidad. No puede detectar actividad en regiones subcorticales/profundas. Requiere un técnico dedicado. Respuestas específicas del paciente a la hipotermia – EEG isoelectrico a diferentes temperaturas en distintos pacientes. Afectado por la radiación electromagnética (EM) ambiental, drogas anestésicas.
PESS	<ul style="list-style-type: none"> Fácil de evaluar e interpretar. Altamente sensible y específico en la predicción de eventos neurológicos postoperatorios tempranos³. 	<ul style="list-style-type: none"> No se ve significativamente afectado por las drogas anestésicas. No se ve significativamente afectado por la interferencia EM.
SyO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Infiere cambios en el metabolismo cerebral. Una SyO₂ baja refleja una alta absorción de O₂ que indica la posibilidad de daño neurológico. Se puede usar para medir la temperatura cerebral directamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Sólo refleja el flujo sanguíneo cerebral "global" (no refleja la isquemia regional). No se correlaciona directamente con los hallazgos del EEG (se puede observar una SyO₂ baja en el silencio EEG).
EIRC	<ul style="list-style-type: none"> Fácil de usar. La disminución de la rSO₂ es un indicador temprano de compromiso neurológico. 	<ul style="list-style-type: none"> Sólo monitorea una pequeña área de la corteza – no la función global. La diatermia interfiere con la función. No puede diferenciar la causa de una rSO₂ baja (embolia versus hipoperfusión)

Tabla 2. Ventajas y limitaciones de varias formas de monitorización neurológica durante el PCHP.

ESTRATEGIAS DE NEUROPROTECCIÓN ADICIONALES DURANTE EL PCHP

Neuroprotección farmacológica

Los agentes farmacológicos se administran comúnmente para potenciar el efecto neuroprotector de la hipotermia profunda. Durante el PCHP no se pueden agregar nuevos fármacos a la sangre del paciente por lo que los medicamentos deben administrarse antes de suspender la circulación. Una encuesta mundial reciente de 105 centros indicó prácticas diferentes.⁷ Los centros europeos administran más comúnmente tiopental en comparación con los centros no europeos (61,5% frente a 17,7%) quienes prefieren propofol (66,1% frente a 28,4%). Los corticosteroides se usaron de rutina en todos los centros (aproximadamente el 70% de los centros europeos y el 95% de los centros no europeos) y el agente más común fue la metilprednisolona.

El tiopental y el propofol disminuyen el CMCO₂ y disminuyen el FSC. Los mayores efectos neuroprotectores del tiopental se observan a altas dosis que tienden a causar depresión miocárdica. Además, esto puede conducir a un despertar y una extubación retardados. Este efecto no se ve con propofol pero hay poca evidencia que sugiera un mejor resultado neurológico con cualquier fármaco en PCHP¹. Los corticosteroides reducen la respuesta inflamatoria sistémica (SIRS)

generada por el BCP y reducen los niveles de citoquinas inflamatorias, pero hacen que el mantenimiento de la normoglucemia sea más difícil y pueden conducir a un mayor riesgo de sepsis. Una vez más, la evidencia contradictoria no indica un beneficio claro.

En algunas unidades, la anestesia general se mantiene usando agentes volátiles agregados a través del circuito. Los inhalatorios confieren protección cerebral global, deprimen la demanda metabólica y reducen la excitotoxicidad al inhibir la liberación de glutamato. Los agentes volátiles aumentan la tolerancia a la isquemia en modelos animales a través del precondicionamiento, pero aún no hay datos suficientes para inferir cómo esto se traduce en neuroprotección durante la PCHP. Varios otros agentes se utilizan con menos frecuencia, por ejemplo, magnesio, manitol y lidocaína. Además, se han investigado una multitud de otros agentes, sin embargo, gran parte de estos trabajos se realizan en modelos animales o cirugía cardíaca exclusiva de BCP, lo que significa que actualmente ningún fármaco tiene una eficacia establecida para mejorar el resultado neurológico en PCHP.

Manejo ácido base

La disminución de la temperatura sanguínea da como resultado una menor ionización del agua y un aumento de la solubilidad de los gases en sangre como se describe en la Tabla 3. Esto conduce a la alcalosis fisiológica de la hipotermia. Sin embargo, los analizadores de gases sanguíneos calientan la sangre a 37°C para su análisis, independientemente de la temperatura real del paciente, por lo tanto, los resultados de GSA mostrarán valores normales de pH y pCO₂. Para corregir esto, la temperatura se ingresa manualmente y la máquina calcula matemáticamente los valores para esa temperatura usando la corrección de Rosenthal (cambio en el pH = 0,015 unidades de pH por grado C de cambio de temperatura). Por ejemplo, el análisis sanguíneo arterial (GSA) realizado en un paciente a 20°C mostraría un pH de 7,65 a pCO₂ de 2.4kPa (18 mmHg) pero debe recordarse que el contenido total de CO₂ en sangre permanece igual.

Hay dos métodos para interpretar el análisis de gases en sangre en el paciente con hipotermia:

1. **El método pH-Stat.** El GSA se corrige para la temperatura del paciente y los resultados se interpretan contra los "valores normales" para 37°C, que son pH de 7,4 y pCO₂ de 5,3 kPa (40 mmHg). Como en el ejemplo anterior, un paciente enfriado a 20°C parecería alcalótico e hipocápnico. El perfusionista actúa para corregir estos valores a "normal", es decir, el objetivo es mantener un pH de 7,4 y pCO₂ de 5,3 kPa, independientemente de la temperatura real del paciente. Esto se logra agregando dióxido de carbono al circuito de BCP. La sangre del paciente ahora se vuelve acidótica e hipercápnica y hay un aumento en el contenido total de CO₂.
2. **El método Alpha-Stat.** El resultado de GSA NO está corregido por temperatura. Los resultados a 37°C se interpretan contra los "valores normales" para 37°C y el objetivo es mantener esos parámetros. Esto permite que ocurra la deriva fisiológica hipotérmica alcalina permitiendo que se mantenga el pH intracelular.

Variable	+1°C	-1°C
pH	-0.015	+0.015
pCO ₂	+0.27kPa (2mmHg)	-0.27kPa (2mmHg)
pO ₂	+0.6kPa (5mmHg)	-0.6kPa (5mmHg)

Tabla 3. Esquema de los cambios en gases sanguíneos observados con cada desviación de 1°C desde 37°C

La pCO₂ arterial es el principal factor regulador del flujo sanguíneo cerebral. El método pH-Stat aumenta la pCO₂ arterial que conduce a un aumento del flujo sanguíneo cerebral y una pérdida de autorregulación que permite un enfriamiento más rápido y homogéneo y una mejor entrega de oxígeno, pero permite un aumento de la carga embólica y puede contribuir a edema cerebral durante el calentamiento. Modelos porcinos muestran un mejor resultado neurológico cuando se usa pH-Stat durante el enfriamiento, incluso a pesar de una carga microembólica controlada⁸. Además, en neonatos y bebés, pH-Stat parece producir una mejoría de la mortalidad². Usando Alpha-Stat, la autorregulación cerebral se conserva reduciendo el riesgo de edema cerebral y émbolos, pero puede conducir a una distribución desigual del flujo sanguíneo en aquellos con vasculopatía cerebral subyacente. Sin embargo, la actividad enzimática cerebral está mejor conservada. Muchos estudios sugieren que Alpha-stat proporciona resultados neurológicos más óptimos en adultos, mientras que otros estudios no encontraron diferencias.

La evidencia contradictoria hace que sea difícil favorecer un método sobre el otro y, además, muchos estudios que comparan las dos estrategias se han centrado en casos únicos de BCP y, como tal, solo se pueden extrapolar a la fisiología única de PCHP. Svyatets et al⁹ recomiendan utilizar una estrategia combinada en la que pH-Stat se utiliza durante el enfriamiento y luego cambiar a Alpha-Stat en el momento del paro y el recalentamiento.

RECALENTAMIENTO

Después de completar la parte de la cirugía que requiere PCHP, se reinicia el BCP. Inicialmente, la hipotermia profunda se mantiene durante alrededor de 10 minutos con el fin de reperfundir el SNC con sangre fría para reducir la lesión isquémica por reperusión. Nuevamente, se mantiene un gradiente de temperatura arterio-venoso de <10°C. El calentamiento debe ser lento y, por lo general, se limita a <0,5°C por minuto². Por lo tanto, el tiempo para lograr el

recalentamiento puede ser de hasta 90 minutos. Además, la temperatura central no debe exceder 36.5°C ya que la hipertermia exacerbará cualquier daño neurológico. Durante el recalentamiento, la coagulopatía por hipotermia debe ser manejada agresivamente. Los agentes anestésicos intravenosos deberán ajustarse durante el recalentamiento.

ESTRATEGIAS DE PERFUSIÓN ADYUVANTE

Hay dos técnicas de perfusión adyuvante que pueden modificar el PCHP. Estos combinan la hipotermia terapéutica con la perfusión cerebral intraoperatoria para mantener el flujo sanguíneo al cerebro durante la cirugía. Esto es análogo a la cardioplegia fría durante el BCP y se ha denominado "cerebroplejía". Las técnicas difieren entre centros y especialistas. Una explicación detallada está más allá del alcance de este tutorial, pero hay dos amplios enfoques: las imágenes 1 y 2 ofrecen una ilustración simplista de las dos técnicas.

1. **Perfusión cerebral anterógrada selectiva (PCAS; Figura 1):** los vasos cerebrales se perfunden selectivamente de forma hemisférica o bi-hemisférica con canulación quirúrgica intraoperatoria, separada del BCP y se basa en un círculo intacto de Willis para perfundir el cerebro entero. En muchos centros se usa un flujo de 10-20 mls.kg⁻¹ que apunta a presiones medias de 50-70 mmHg, ya que se considera fisiológico¹⁰. Las ventajas de esta técnica es que permite un menor grado de hipotermia (23-25°C) que disminuye las complicaciones hipotérmicas y la duración de los períodos de enfriamiento/recalentamiento y, por lo tanto, el tiempo total de BCP. Además, mantiene un suministro constante de sangre oxigenada al cerebro durante la cirugía. Además, el PCAS se puede configurar para administrar sangre fría (10-12°C) al cerebro mientras permite una temperatura corporal central más alta (25-29°C). Sin embargo, esta técnica todavía requiere PCHP en la parte inferior del cuerpo mientras se completa la cirugía en la aorta.
2. **Perfusión cerebral retrógrada (PCR: Figura 2):** el cerebro se perfunde de forma retrógrada con sangre fría oxigenada a través de la vena cava superior que se engancha debajo de la vena álgos. La sangre drena a través de los vasos del arco. Se basa en la premisa de que el sistema venoso cerebral no tiene válvulas, sin embargo, se ha demostrado la presencia de válvulas en humanos¹¹. La presión de perfusión típicamente utilizada es de 25 mmHg. La ventaja de la PCR es su capacidad para extender la duración segura del PCHP hasta 60 minutos¹¹, sin embargo, muchos estudios cuestionan la capacidad de la PCR para lograr una perfusión cerebral efectiva y es posible que la PCR ayude a mantener una temperatura intracraneal baja en PCHP. También es menos probable que cause émbolos distales que en PCAS.

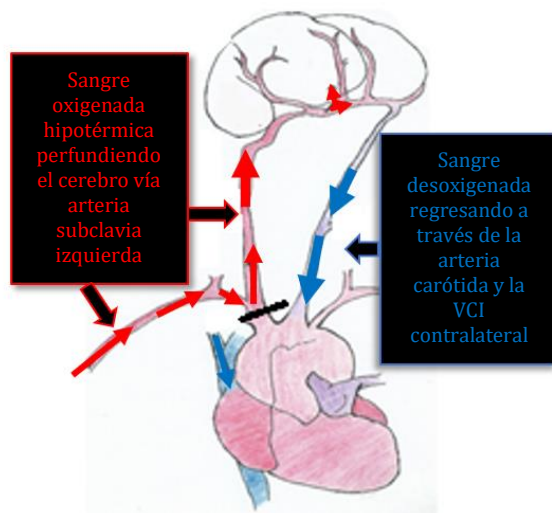


Figure 1: Perfusión cerebral anterógrada selectiva.
Original illustration by Ying Wang, Student at Brighton University

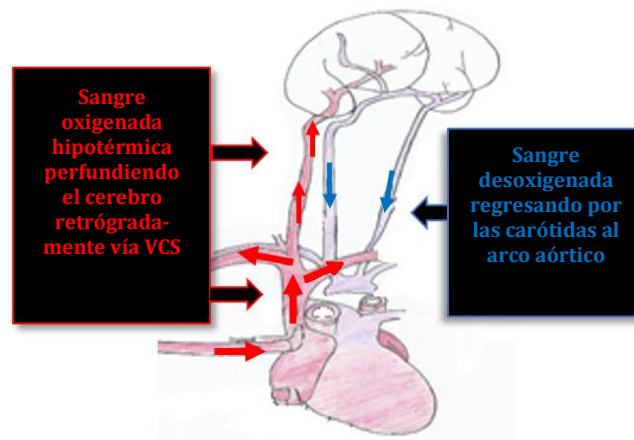


Figure 2: Perfusión cerebral retrógrada
Original illustration by Ying Wang, Student at Brighton University

PCAS parece haber ganado una mayor aceptación como el complemento de perfusión de elección en los últimos años, sin embargo, estudios recientes han mostrado resultados clínicos comparables a PCHP estándar.¹² PCAS aumenta significativamente la complejidad de la cirugía pero permite grados menores de hipotermia. La PCR es una técnica menos complicada que es ventajosa en cirugía de emergencia y muchos autores ahora recomiendan usar Doppler transcraneal para evaluar la reversión del flujo en lugar de usar una presión de perfusión arbitraria. Ambas técnicas no son un reemplazo del PCHP, sino que se utilizan para ampliar y mejorar la técnica para administrar la máxima neuroprotección.

RESUMEN

- El PCHP sigue siendo una técnica importante en cirugía cardíaca y anestesia.
- El paro circulatorio se induce para facilitar la cirugía en el arco aórtico, mientras que la hipotermia profunda se emplea para prevenir la lesión isquémica.
- La monitorización neurológica y la neuroprotección farmacológica se utilizan en muchos centros para reducir aún más el riesgo de lesión neurológica.
- Los métodos de perfusión anterógrada y retrógrada se utilizan cada vez más para extender la duración del PCHP.

Para realizar la prueba en línea que acompaña este tutorial, por favor haga clic [aquí](#)

REFERENCIAS Y LECTURA ADICIONAL

1. 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. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2013;2(2):184-193.
2. Ghariani S, Liard L, Spaey J, Noirhomme P H, El Khoury G A, de Tourtchaninoff M, Dion R A, et al. 1999. "Retrospective study of somatosensory evoked potential monitoring in deep hypothermic circulatory arrest." *The Annals of thoracic surgery* 67 (6): 1915-8; discussion 1919-21.
3. Chapter 14. Deep Hypothermic Circulatory Arrest. *Cardiac Surgery in the Adult*, 4e. Andrew W. El Bardissi; Robert A. Oakes; R. Morton Bolman III. Access Surgery.McGraw-Hill Medical
4. 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
Brian R. Englum¹, Nicholas D. Andersen¹, Aatif M. Husain², Joseph P. Mathew³, G. Chad Hughes¹
5. Optimal temperature management in aortic arch operations
Michael O. Kayatta¹ • Edward P. Chen¹
Gen Thorac Cardiovasc Surg (2016) 64:639–650
6. Comparison of Two Different Red Blood Cell Transfusion Thresholds on Short-Term Clinical Outcomes of Patients Undergoing Aortic Surgery With Deep Hypothermic Circulatory Arrest
Wang, Yongyuan et al. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* (2016) Volume 30 , Issue 5 , 1163 – 1166
7. Practice variations in the conduct of hypothermic circulatory arrest for adult aortic arch repair: focus on an emerging European paradigm. Gutsche JT¹, Feinman J², Silvay G³, Patel PP¹, Ghadimi K¹, Landoni G⁴, Yue Y⁵, Augoustides JG¹. *Heart Lung Vessel*. 2014;6(1):43-51.
8. Perioperative effects of alpha-stat versus ph-stat strategies for deep hypothermic cardiopulmonary bypass in infants du Plessis, Adre J. et al.
9. Is pH-stat or alpha-stat the best technique to follow in patients undergoing deep hypothermic circulatory arrest? Khairul Anuar Abdul AzizAyo Meduoye *CardioVasc Thorac Surg* (2010) 10 (2): 271-282.
10. Bachet, Jean What is the Best Method for Brain Protection in Surgery of the Aortic Arch? *Selective Antegrade Cerebral Perfusion Cardiology Clinics* , Volume 28 , Issue 2 , 389 - 401
11. Ueda Y. A reappraisal of retrograde cerebral perfusion. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2013;2(3):316-325. doi:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.01.02. Anthony L. Estrera; Editorial Comment: Is retrograde cerebral perfusion dead?. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013; 43 (5): 1071-1072. doi: 10.1093/ejcts/ezs564
12. Anthony L. Estrera; Editorial Comment: Is retrograde cerebral perfusion dead?. *Eur J Cardiothorac Surg* 2013; 43 (5): 1071-1072. doi: 10.1093/ejcts/ezs56413. Perioperative effects of alpha-stat versus ph-stat strategies for deep hypothermic cardiopulmonary bypass in infants du Plessis, Adre J. et al. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. Volume 114 Issue 6 , 991 – 1001



Este trabajo de la WFSA está licenciado bajo una Creative Commons Attribution- NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Para ver esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>