

Formación continuada cardiovascular

Circulación extracorpórea en la cirugía de la aorta



Francisco J. Fontana

Instituto Cardiovascular, Servicio Cirugía Cardíaca, Hospital General Valencia, Valencia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 10 de febrero de 2015

Aceptado el 16 de febrero de 2015

On-line el 24 de abril de 2015

Palabras clave:

Flujos

Hipotermia

Oxigenación

RESUMEN

La perfusión en la enfermedad patológica sigue siendo un gran reto. Los constantes cambios que se han producido en la canulación, han producido como consecuencia la modificación del sentido de los flujos, vena cava superior (retrograda) o a través de las arterias subclavia, carótida izquierda y carótida derecha, que permiten mejorar la protección cerebral y reducir los problemas neurológicos. Siempre acompañado de un mejor control de los procesos metabólicos y de la incorporación de sistemas fiables que nos indican en qué estado está la oxigenación y la actividad eléctrica cerebral.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Keywords:

Flows

Hypothermia

Oxygenation

Extracorporeal circulation in surgery of the aorta

ABSTRACT

Perfusion in pathology disease remains a major challenge. The constant changes that have occurred in cannulation have produced the effect of altering the direction of flows, the superior vena cava (retrograde) or through the subclavian artery, left carotid, right carotid, which improve brain protection and reduce neurological problems. Always accompanied by better control of metabolic processes and the incorporation of reliable systems that indicate the state of this oxygenation and cerebral electrical activity.

© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La patología de aorta continúa siendo unos de los retos más importantes para la cirugía cardíaca y la perfusión, los problemas incontrolados de sangrado perioperatorio y el daño a nivel del sistema nervioso central, han hecho que este tratamiento quirúrgico se encuentre asociado con una gran morbilidad^{1,2}. La hipotermia profunda³, la perfusión retrograda⁴, la anterógrada cerebral con un mejor manejo de la monitorización han permitido la disminución de las secuelas neurológicas. El objetivo de este trabajo es exponer las fases de monitorización, canulación, *bypass* cardiopulmonar, y sus fases, control metabólico y monitorización cerebral.

Monitorización en la patología aórtica

La monitorización en estos casos se debe completar con sistemas que nos van a informar de una forma más exacta de las condiciones concretas del cerebro:

- Electrocardiograma
- Presión arterial:

- Radial izquierda- derecha
- Presión arteria femoral Presión venosa central
- Presión arteria pulmonar
- Temperaturas:
 - Nasofaríngea
 - Timpánica
 - Cutánea
 - Vesical
- Índice biespectral (BIS®)
- Saturación regional cerebral (INVOS®)

Métodos de canulación arterial en la patología aórtica

La canulación es un punto de controversia en los diferentes equipos quirúrgicos. Lo que va a definir una vía u otra será en muchos casos la patología del paciente. Variantes (fig. 1):

- Prótesis vascular 8–10 mm en subclavia derecha
- Cánula en arteria subclavia derecha
- Cánula en aorta ascendente
- Cánula en cayado aórtico
- Cánula en arteria femoral
- Canulación a través de prótesis bifurcada
- Canulación mixta:
 - Femoral y subclavia

Correo electrónico: Fontana.frj@gva.es

<http://dx.doi.org/10.1016/j.circv.2015.02.006>

1134-0096/© 2015 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

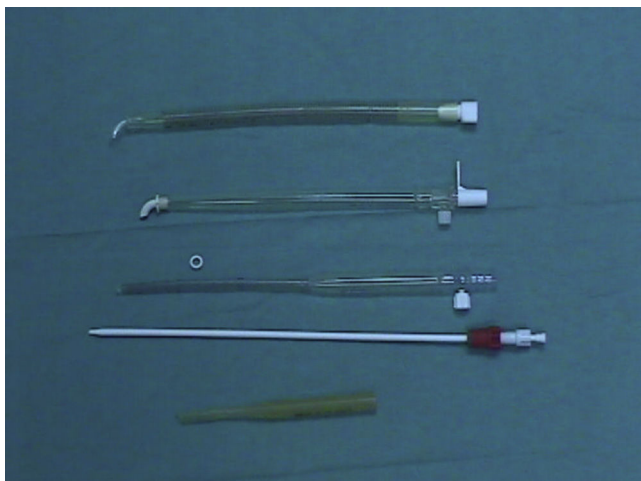


Figura 1. Cánulas arteriales.

Métodos de canulación venosa en la patología aórtica

La canulación venosa, siendo lo más estandarizado, ha sufrido cambios en los últimos años con el desarrollo de nuevas cánulas para las técnicas mínimamente invasivas y de Heart Port, que son de gran utilidad en cualquier tipo de patología de alto riesgo:

- Cánula cavo-atrial Canulación doble:
 - Cava superior
 - Cava inferior
- Cánula vena femoral
- Cánula yugular externa
- Canulación mixta:
 - Femoral-yugular externa

Bypass cardiopulmonar

La instauración de la circulación extra corpórea tiene como objetivo primordial la sustitución de la función cardíaca y respiratoria, de una forma lo más fisiológica posible, mantenimiento íntegro de la función fisiológica de todos los órganos (corazón, cerebro, riñón, hígado, medula espinal, etc. Con el desarrollo de la perfusión son los perfusionistas los que tienen que dar las alternativas al cirujano en el *bypass* cardiopulmonar:

- *Inicio bypass cardiopulmonar*: Se realizará de forma progresiva, controlando en todo momento la presión en la línea arterial, dado los problemas que podemos encontrar por las alteraciones anatómicas producidas por el aneurisma o disecciones de la aorta
 - Por subclavia derecha índice cardíaco 2-2.6⁵
 - Comienzo enfriamiento para conseguir la hipotermia profunda^{5,10}
 - Control de gases *alfa-stat* y *pH-stat*.
 - Administración de medicación según protocolo del servicio
 - Antes de parada circulatoria dosis de cardioplejía de alta dosis de potasio
- *Parada circulatoria e inicio de la perfusión cerebral anterógrada*: Se realiza visionando en todo momento las presiones y saturaciones cerebrales (fig. 2)
- Se realiza control de temperaturas que se empleen (timpánica, nasofaríngea, vesical y cutánea)¹¹
- Que exista tasa de supresión cerebral 100% (índice bispectral)
- Control de saturación cerebral en ambos hemisferios (saturación regional cerebral)

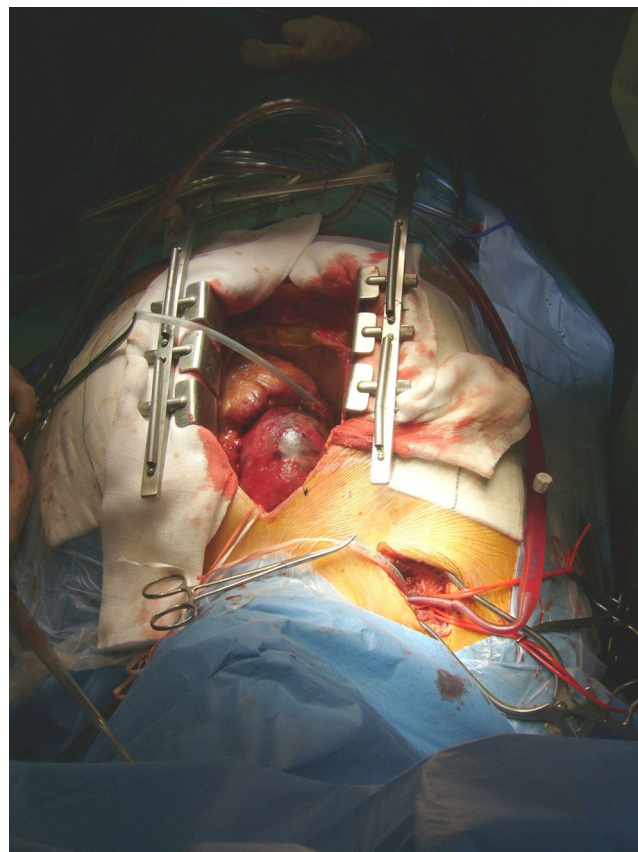


Figura 2. Disección aórtica-canulación subclavia derecha.

- Comienzo de la perfusión (8-10 ml/min) por la subclavia derecha, temperatura: 16–18 °C
- Presión en línea arterial de 75-100 mmHg
- Perfusión por la carótida izquierda si procede
- *Reinicio del bypass cardiopulmonar y calentamiento*: Esta fase es considerada la más crítica, por eso está descrita como la que se debe cumplir todos los protocolos largamente descritos como:
- Reinicio del *bypass* cardiopulmonar con índices cardíacos (1.5–2.6)
- Calentamiento del enfermo con un tiempo mínimo de 60 min
- Máxima diferencia de temperatura entre arterial y venosa (8–10 °C)
- Corrección de la acidosis metabólica
- Corrección del hematocrito (24–28)

Manejo metabólico

Cuando realizamos un *bypass* cardiopulmonar ponemos en contacto sangre con elementos artificiales, que producen una alteración inflamatoria muy importante, si añadimos el efecto isquémico no controlado en el organismo, las alteraciones metabólicas son importantes. Tendremos que actuar a 3 niveles: hemodilución, pH-CO₂ y glucemia.

- *Hemodilución*: Según se ha demostrado es importante para limitar las lesiones cerebrales, dado que mejorar el flujo cerebral a bajas temperaturas, debido a la gran afinidad de la hemoglobina por el oxígeno a bajas temperaturas, la mayoría del oxígeno que toma los tejidos procede del disuelto en la sangre y no le afecta prácticamente la reducción de la células sanguíneas con la hemodilución. La hemodilución produce una disminución de la viscosidad de la sangre, evitando también las agregación de los hematíes^{9,13}.

Alfa-stat		
	Resultados a 37°C	Resultados corregidos 25°C
Normotermia	PH = 7,40 PCO ₂ = 40	PH = 7,40 PCO ₂ = 40
Hipotermia	PH = 7,40 PCO ₂ = 40	PH = 7,57 PCO ₂ = 25

Figura 3. No pie pagina.

PH-stat		
	Resultados a 37°C	Resultados corregidos 25°C
Normotermia	PH = 7,40 PCO ₂ = 40	PH = 7,40 PCO ₂ = 40
Hipotermia	PH = 7,22 PCO ₂ = 62	PH = 7,40 PCO ₂ = 40

Figura 4. No pie pagina.

- **Control de PH-CO₂**: Lo realizamos con el método *alfa-stat*, el cual se caracteriza por niveles de CO₂ más bajos y gasometrías leídas a 37 °C, el cual mantiene un adecuado flujo cerebral en relación con el metabolismo de este, generando en las fases de enfriamiento y calentamiento una gran seguridad con reducción del riesgo de híper o hipoperfusión cerebral¹⁴, puesto que conserva el sistema de autorregulación. El *alfa-stat* presupone un beneficio de mayor utilidad del oxígeno, perfusión periférica, mejor perfusión de los órganos, mejor autorregulación cerebral, técnica más sencilla de la ventilación y no producción de acidosis intracelular⁶⁻⁸ (fig. 3).



Figura 5. Monitorización de índice biespectral-profundidad anestésica.

No obstante,, existen discrepancias en la fase de hipotermia profunda en la cual algunos autores pregonan los beneficios del *Ph-stat* que se caracterizan por niveles más altos de CO₂ y gasometrías leídas temperatura del paciente, presupone unos mejores beneficios en la disponibilidad de oxígeno y mayor perfusión cerebral por la pérdida de la autorregulación debido a la edad¹² (fig. 4).

- **La glucemia**: La hiperglucemia conduce a una glucólisis anaerobia generando una acumulación rápida de lactato y acidosis intracelular durante el periodo de parada⁹. La hipotermia produce una liberación de catecolaminas¹⁵ y la administración de esteroides¹⁵, potencia la hiperglucemia, por lo que debe ser tratada de forma agresiva en este periodo.

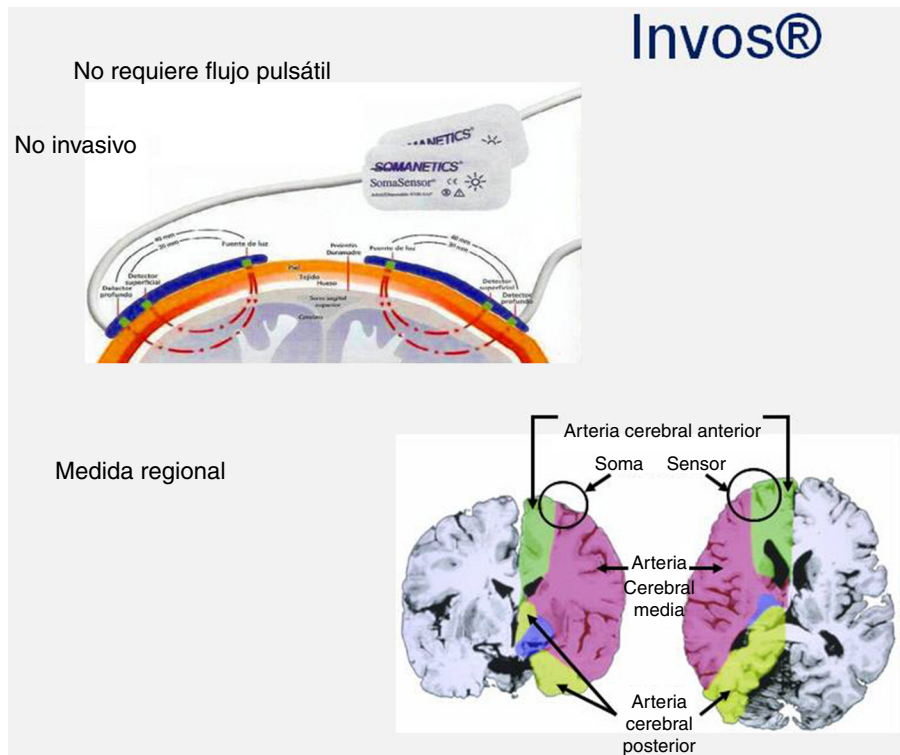


Figura 6. Monitorización de la saturación regional de oxígeno cerebral.

Monitorización cerebral

Actualmente en todas las intervenciones de cirugía cardíaca y en particular en las enfermedades de la aorta es prácticamente de uso obligado la utilización de 2 sistemas de monitorización cerebral:

- *BIS® «índice biespectral»*: Es un índice que se basa en variables del EEG procesado y que mide la profundidad anestésica. Permite una evaluación continua y puede ser la primera señal de un deterioro neurológico. Sus valores están entre 0 y 100 (100: paciente despierto; 0: paciente sin actividad eléctrica cerebral). Cuando la tasa de supresión es > 80 (o $BIS^{\circledR} < 20$) nos indica que el EEG está suprimido. En el coma barbitúrico la tasa de supresión debe ser superior al 60% (fig. 5).
- *Saturación regional de oxígeno cerebral «INVOS®»*: El sensor emite una longitud de onda 700-1.000 nm que atraviesa los tejidos hasta una profundidad de 3-4 cm. El valor que recoge es la saturación regional de oxígeno cerebral (es una mezcla de sangre venosa (75%), sangre arterial (20%), sangre capilar (5%). Funciona con independencia del tipo de flujo establecido en la circulación extracorpórea, es decir, en pulsátil y continuo (fig. 6).

Conclusiones

La perfusión en la patología aórtica nunca debe ser dogmática, la adopción de una técnica u otra debe ser una decisión consensuada y multidisciplinar. La perfusión anterógrada cerebral nos permite controlar y minimizar la hipoperfusión-hiperperfusión como consecuencia de disminuir los posibles daños cerebrales.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. DeBakey ME, Henly WS, Cooley DA, Crawford ES, Morris GL, Beall AC. Aneurysms of the aortic arch factors influencing operative risk. *Surg Clin North Am.* 1962;42:1543–54.
2. Bloodwell RD, Hallman GL, Cooley DA. Total replacement of the aortic arch and the subclavian steal phenomenon. *Ann Thorac Surg.* 1968;5:236–45.
3. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR. Deep hypothermia with circulatory arrest: Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Cardiovasc Surg.* 1993;106:19–31.
4. 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.* 1990;31:553–8.
5. Swain JA, McDonald TJ, Griffith PK. Low-flow hypothermic cardiopulmonary bypass protects the brain. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;102:76–84.
6. Tanaka J, Shiki K, Asou T. Cerebral autoregulation during deep hypothermic non-pulsatile cardiopulmonary bypass with selective cerebral perfusion in dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;95:124–32.
7. Watanabe T, Miura M, Orita H. Brain tissue pH, oxygen tension, and carbon dioxide tension in profoundly hypothermic cardiopulmonary bypass: Pulsatile assistance for circulatory arrest, low-flow perfusion, and moderate-flow perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1990;100:274–80.
8. Michenfelder JD, Milde JH. The relationship among canine brain temperature, metabolism, and function during hypothermia. *Anesthesiology.* 1991;75:130–6.
9. Griep RB, Griep RB. Cerebral consequences of hypothermic circulatory arrest in adults. *J Card Surg.* 1992;7:134–55.
10. Livesay JJ, Cooley DA, Reul GJ. Resection of aortic arch aneurysms: A comparison of hypothermic techniques in 60 patients. *Ann Thorac Surg.* 1998;36:19–28.
11. Coselli JS, Crawford ES, Beall AC. Determination of brain temperatures for safe circulatory arrest during cardiovascular operation. *Ann Thorac Surg.* 1988;45:638–42.
12. Greeley WJ, Kern FH, Ungerleider RM. The effect of hypothermic cardiopulmonary bypass and total circulatory arrest on cerebral metabolism neonates, infants, and children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;101:783–94.
13. Griep RB, Ergin MA, Lansman SL. The physiology of hypothermic circulatory arrest. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1991;3:188–93.
14. Ergin MA, Griep RB. Progress in treatment of aneurysms of the aortic arch. *World J Surg.* 1980;4:535–43.
15. Murkin JM, Farrar JK, Tweed WA. Cerebral autoregulation and flow/metabolism coupling during cardiopulmonary bypass: The influence of PaCO₂. *Anesth Analg.* 1987;66:825–32.



BIOMED



unidix

Especialistas en cirugía cardiovascular

desde 1977 al cuidado de tu salud



91 803 28 02



info@biomed.es