

# Perfusión cerebral y sistémica simultáneas en cirugía de arco aórtico con hipotermia moderada

## RESUMEN / ABSTRACT

**Objetivo:** Describir y valorar la técnica de perfusión cerebral mediante canulación del tronco braquiocefálico (TBC) en cirugía del arco aórtico, evitando la hipotermia profunda y parada circulatoria total.

**Metodología:** Se estudiaron once pacientes intervenidos de sustitución parcial del cayado aórtico asociado a sustitución de la aorta ascendente y/o raíz y válvula aórtica, con canulación del arco aórtico distal para perfusión sistémica y del TBC para perfusión cerebral anterógrada selectiva (PCAS), unidas mediante un sistema adaptado que permitió la perfusión sistémica y cerebral de manera conjunta. La circulación extracorpórea (CEC) se llevó a cabo bajo hipotermia moderada. Se monitorizaron la oximetría cerebral, la presión en carótida derecha y el índice biespectral como indicadores de la eficacia de la PCAS.

**Resultados:** Los tiempos medios fueron: CEC 148 minutos (91-205), clampaje aórtico 109 minutos (66-157) y PCAS 26 minutos (22-35). La temperatura media fue de 29° C (25-33). La media de presión en carótida derecha 69 mmHg (64-70). Y los valores medios de oximetría cerebral del 53% (37-73). En ningún caso la saturación cerebral descendió por debajo del 20% de los valores basales. El tiempo medio de intubación fue 10 horas (4-48), la estancia media en UCI 3 días (1-7) y la estancia hospitalaria 12 días (7-22). No se detectaron complicaciones neurológicas.

**Conclusiones:** La técnica resultó sencilla de instaurar y controlar. En nuestro grupo de pacientes no han aparecido complicaciones asociadas a dicha técnica.

**Palabras clave:** Perfusión cerebral, Hipotermia profunda, Parada circulatoria.

**Objective:** To describe and evaluate the brain perfusion technique by cannulation of the brachiocephalic trunk (BCT) in aortic arch surgery, avoiding deep hypothermia and total circulatory arrest.

**Methodology:** Eleven patients underwent partial replacement of the aortic arch associated with replacement of the ascending aorta and / or root and aortic valve with distal aortic arch cannulation for systemic perfusion and BCT for selective antegrade cerebral perfusion (SACP), together adapted by a system allowing systemic and brain perfusion jointly. Cardiopulmonary bypass (CPB) was carried out under moderate hypothermia. Cerebral oximetry were monitored, the right carotid pressure and Bispectral Index as indicators of the effectiveness of SACP.

**Results:** Mean time were: ECC 148 minutes (91-205), aortic clamp 109 minutes (66-157) and SACP 26 minutes (22-35). The average temperature was 29 ° C (25-33), right carotid pressure 69 mmHg (64-70) and cerebral oximetry 53% (37-73) and in no case decreased cerebral saturation below 20% of baseline values. The median time to intubation was 10 hours (4-48), ICU stay 3 days (1-7), and hospital stay 12 days (7-22). There were no neurological complications.

**Conclusions:** The technique was simple to establish and control. In our group of patients have not appeared complications associated with that technique.

**Keywords:** Cerebral perfusion, deep hypothermia, circulatory arrest



Rosa Diez Castro

Perfusionista

Hospital Clínico Universitario de Salamanca



Leyre Reta Ajo

Perfusionista

Hospital Clínico Universitario de Salamanca



Mª Concepción Rubia Martín

Perfusionista

Hospital Clínico Universitario de Salamanca

José Mª González Santos

Jefe de Servicio de Cirugía Cardíaca

Hospital Clínico Universitario de Salamanca

Correspondencia:

Rosa Diez Castro

Servicio de Cirugía Cardíaca

Hospital Clínico Universitario de Salamanca

Paseo de San Vicente 58-182

37007 Salamanca

Teléfono: 923 291 100 - Ext. 55606

rosdiez@hotmail.com

Recibido: mayo de 2014

Aceptado: noviembre de 2014

## INTRODUCCIÓN

En los pacientes en los que es necesario realizar cirugía del arco aórtico, la protección cerebral durante la parada circulatoria (PC) ha pasado por diversos procedimientos. A la hipotermia profunda de sus inicios, se le añadió la perfusión por vía retrógrada y posteriormente por vía anterógrada con canulación axilar.<sup>1,2,3</sup>

La cirugía del arco aórtico no siempre es una cirugía estandarizada. Dependiendo del tipo de patología, afectación de la aorta, de los troncos supraaórticos y de las preferencias del cirujano, se pueden emplear distintas alternativas quirúrgicas que modifican el proceso de la perfusión.<sup>4,5</sup>

Actualmente, en nuestro centro y en determinados casos, evitamos la parada circulatoria con hipotermia profunda realizando la protección cerebral de manera selectiva por vía anterógrada (PCA) a través del tronco braquiocefálico directamente desde la cánula aórtica. La ventaja de simultanear la perfusión sistémica y la cerebral con la bomba centrífuga es que además de evitar la hipotermia profunda con parada circulatoria total, y las alteraciones que ello conlleva, dejamos libre el rodillo de la cardioplejia para la protección cardiaca con sangre fría intermitente, sin tener que interrumpir la perfusión cerebral.

Por tanto, el objetivo de nuestro estudio es describir y valorar la técnica de perfusión cerebral mediante canulación del tronco braquiocefálico en cirugía del arco aórtico, evitando la hipotermia profunda y parada circulatoria.

Una buena monitorización cerebral resulta imprescindible para detectar precozmente cualquier deficiencia relacionada con la perfusión cerebral.

El Invos es un sistema de monitorización neurológica incruenta, que nos permite medir el índice de saturación de oxígeno de la hemoglobina cerebral y aporta una buena información de la oxigenación cerebral regional mixta, la función metabólica y la perfusión cerebral de ambos hemisferios, cuyos rangos normales están entre el 40 y 60%, y hay que evitar la disminución de más del 25% con respecto a los valores basales.<sup>6</sup>

Los valores de la oximetría cerebral durante la CEC pueden ayudarnos a detectar episodios isquémicos y dependen de varios factores como la hemodilución, el hematocrito, la temperatura, el flujo de la bomba, la presión sistémica, la profundidad anestésica, las afecciones carotídeas y la vasculopatía periférica previas si las hubiera.

Por otra parte, el BIS además de indicar el grado de hipnosis, nos informa sobre el grado de actividad eléctrica cerebral y la tasa de supresión, que ha de ser cercana a 0.

La gasometría según la estrategia alfa-stat, en la que no se corrigen los resultados según la temperatura del paciente, permite mantener los valores de CO<sub>2</sub> estables para preservar los mecanismos de autorregulación cerebral lo más fisiológicos posibles.<sup>6,7</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido entre octubre de 2010 y enero de 2012. Se intervinieron 11 pacientes, todos varones, con una media de edad de 65 años y superficie corporal media de 1,78 m<sup>2</sup>. En todos ellos se realizó sustitución parcial del arco aórtico combinada con sustitución de válvula aórtica, en 3 de los cuales fue tipo Bentall.

Material utilizado:

- Bomba de perfusión centrífuga.
- Circuito de circulación extracorpórea con sistema de oxigenación biocompatible, personalizado y con filtro arterial integrado con purga automática. Reservorio abierto de cardiotorax.
- Set de tubos de PVC, biocompatible con línea de retorno venoso de 1/2", línea de impulsión 3/8" y tres aspiradores de 1/4".
- Sistema de cardioplejia 4:1 para protección miocárdica
- Cánulas y distribuidor para cardioplejia anterógrada y retrograda.
- Cánula de venteo para cavidades izquierdas.
- Cánula arterial EOPA™ (*Elongated One Piece Aortic cannula*)
- Cánula venosa cavo-atrial.
- Material para la perfusión cerebral anterógrada selectiva: cánula de retroplejia 14 Fr con control de presión, alargaderas y conexiones.
- Sistema para control de presión.
- Intercambiadores térmicos.
- Recuperador celular de piel a piel.
- Cebado del sistema: 1300 ml. (900 ml. cristaloides y 400 ml. coloide), heparina 1mg/Kg, bicarbonato sódico 1M 20 mEq, ácido tranexámico 30 mg/Kg.
- Heparinización del paciente con 3 mg/Kg.

Monitorizamos la presión arterial sistémica invasiva en arteria femoral, la presión carotídea, la saturación regional de O<sub>2</sub> mediante espectrofotometría óptica –INVOS de Somanetics–, el índice biespectral y la tasa de supresión –BIS–. También monitorizamos 5 temperaturas: arterial, venosa, vesical, nasofaríngea y miocárdica.

Gasometría arterial mediante técnica alpha-stat, hemograma, co-oximetría, glucemia y ácido láctico controlados con Gem-Premier 4000, así como tiempo de coagulación activado TCA controlado mediante Hemochron Junior.

De los parámetros monitorizados se recogen los siguientes datos: presión sistémica, presión carotídea, flujos de bomba, temperatura, saturación regional de oxígeno cerebral, índice biespectral (BIS) y tasa de supresión (TS), valores de hematocrito y hemoglobina, así como tiempos

Tabla 1.

1. Presión sistémica
2. Presión carotídea
3. Flujo sanguíneo
4. Temperatura
5. Oximetría cerebral
6. Bis y TS
7. Hematocrito y Hemoglobina
8. Tiempos de CEC, CAo y PCAS

de circulación extracorpórea, clampaje aórtico y perfusión cerebral anterógrada selectiva (Tabla 1).

Y se registran en ocho tiempos: basal (T1), post-clampaje (T2), 3 tiempos durante la perfusión cerebral (T3, T4 y T5), a los 30 minutos de la misma (T6), post desclampaje (T7) y post CEC (T8) (Tabla 2).

Tabla 2.

1. Basal
2. Post clampaje aórtico
3. Tres tiempos durante la PCAS
4. A los 30 minutos post PCAS
5. Post desclampaje
6. Post CEC

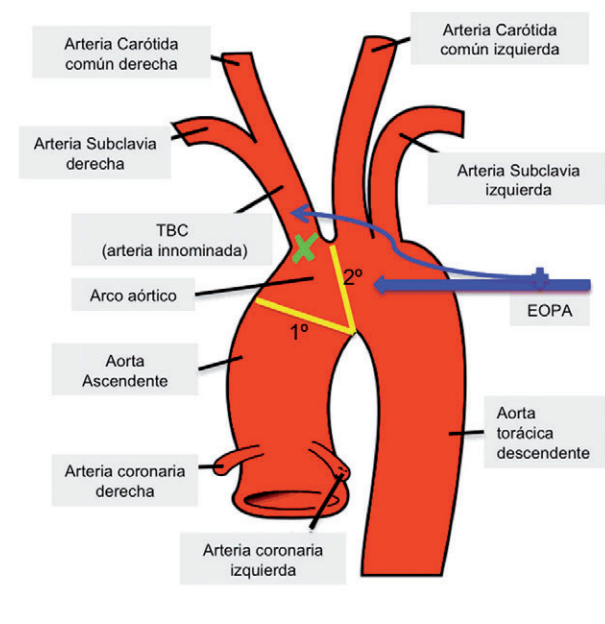
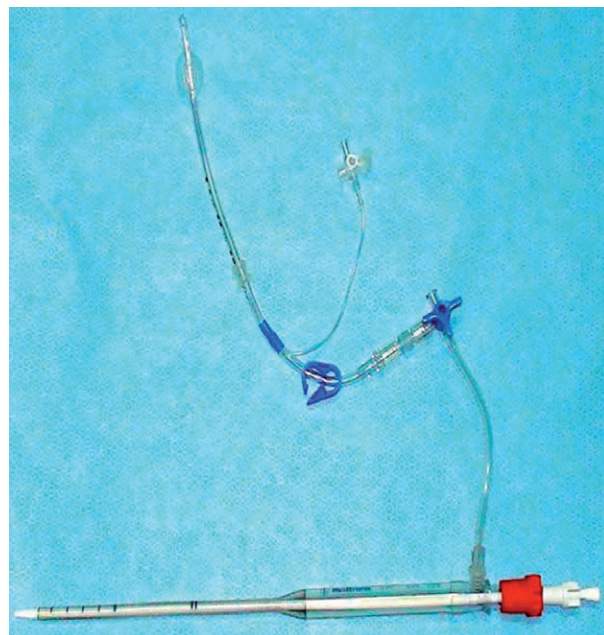
La estrategia de protección cerebral se llevo a cabo a partir de la cánula arterial EOPA™ colocada en el arco aórtico distal o inicio de la aorta descendente a la que se adaptó el sistema diseñado, y que permitió la perfusión sistémica y cerebral conjuntas desde la bomba centrífuga.

Tendríamos dos opciones:

- Simple: sistema para perfusión cerebral anterógrada selectiva con canulación en tronco braquiocefálico mediante cánula de retroplegia (Imagen 1).
- Doble: para perfundir de manera simultánea el tronco innominado y la carótida izquierda con sendos catéteres de retroplejia unidos entre sí y conectados al lúer de la cánula arterial, más otro sistema en Y conectado a un transductor de presión en el caso de que se detectara hipoperfusión cerebral con el sistema simple (Imagen 2).

El clampaje aórtico se realizó en 2 tiempos, siendo el primero a nivel de la aorta ascendente para hacer la anastomosis proximal y el recambio de la válvula aórtica si pro-

Imagen 1. Canulación TBC



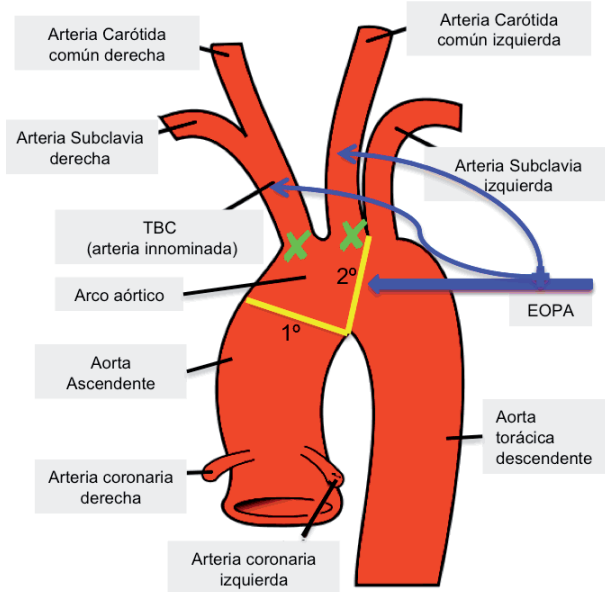
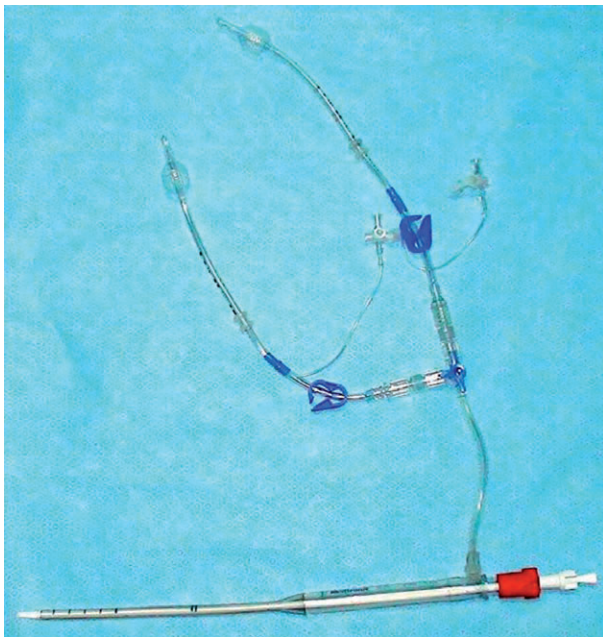
cede; y un segundo clampaje tras el tronco braquiocefálico previa canulación de este procediendo a la anastomosis distal del injerto vascular para la sustitución del arco aórtico.

En la secuencia de fotos se puede apreciar:

- Foto 1: Aneurisma que abarca toda la aorta ascendente y el hemiarco aórtico junto con una exposición meticulosa de los troncos supra-aórticos



Imagen 2. Canulación doble carótida



- y canulación arterial en el cayado aórtico distal.
- Foto 2: Primer clampaje en aorta ascendente de manera convencional.
  - Foto 3: Implante de la prótesis aórtica o conducto valvulado según el caso.
  - Foto 4: Canulación del origen del tronco supra-aórtico común con una cánula de retroplejia para la Perfusión Cerebral Anterógrada Selectiva.

Foto 1.

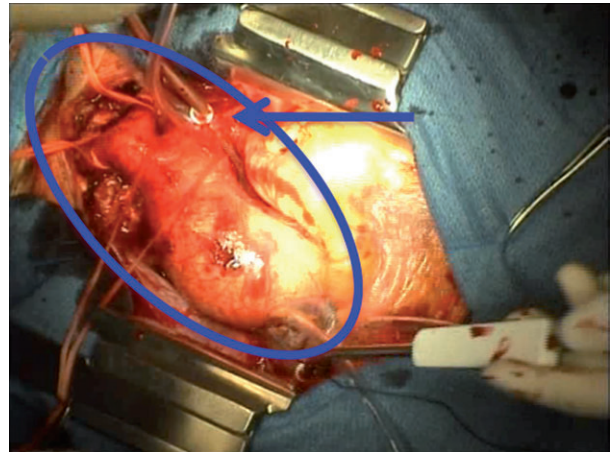


Foto 2.

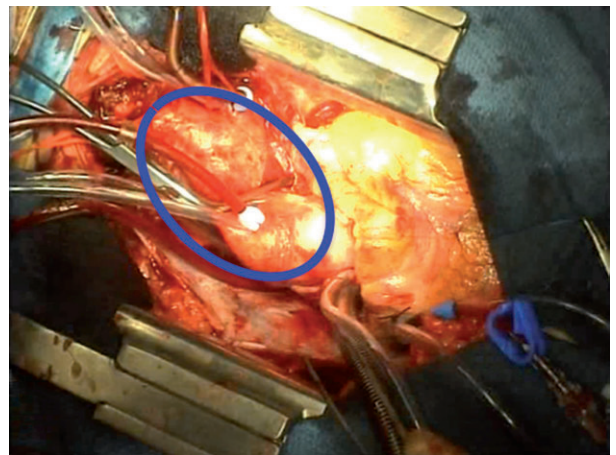


Foto 3.

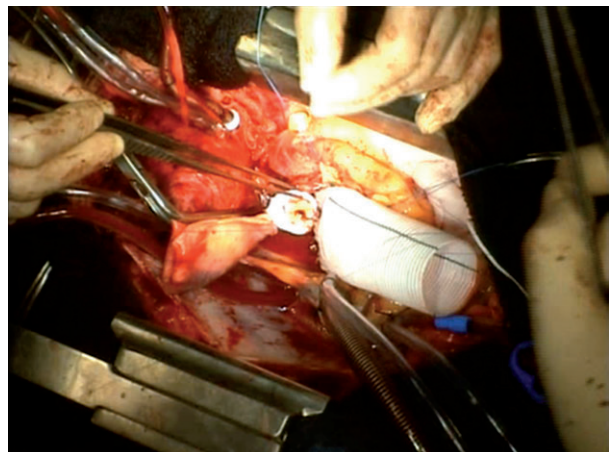


Foto 4.

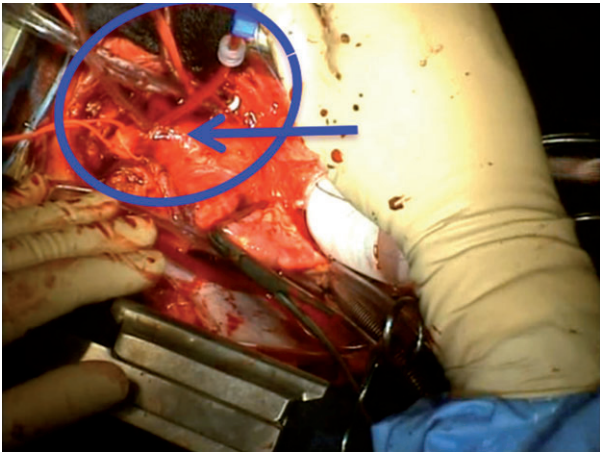


Foto 7.

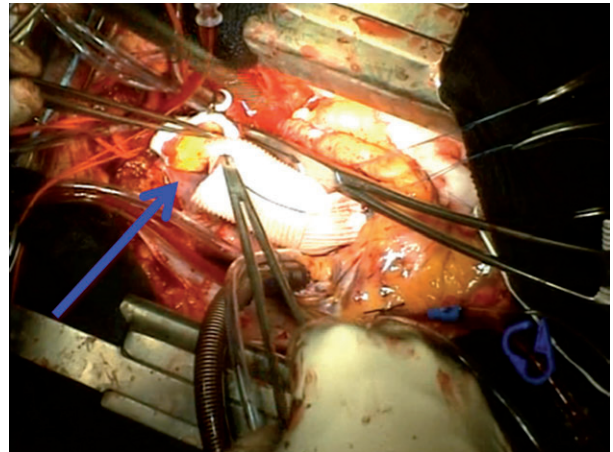


Foto 5.

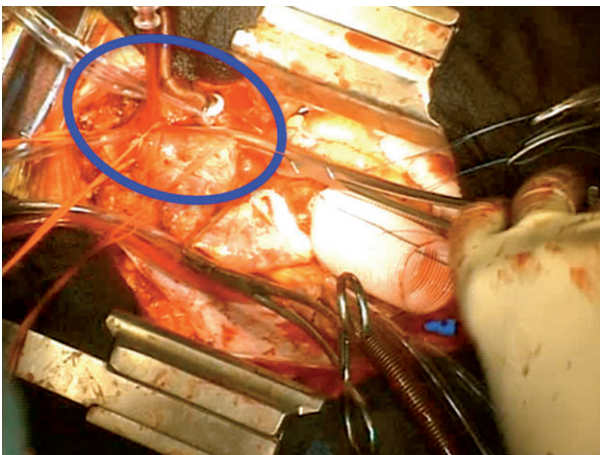


Foto 8.

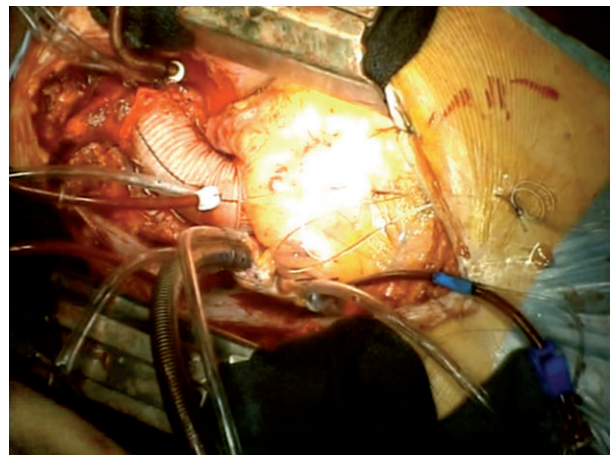
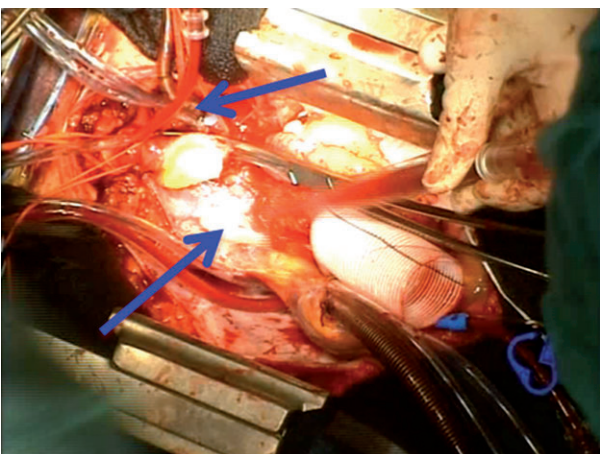


Foto 6.



- Foto 5: Segundo clampaje del cayado aórtico entre la carótida común izquierda y el tronco braquiocefálico con oclusión del origen del mismo.
- Foto 6: Instauración de la perfusión cerebral y resección del aneurisma.
- Foto 7: Anastomosis del injerto vascular al cabo aórtico distal.
- Foto 8: Retirada del clamp aórtico, fin de la perfusión cerebral y restablecimiento de esta a través de los vasos nativos.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos han sido calculados a partir de la media entre los ocho tiempos recogidos, con tiempos medios de circulación extracorpórea de 148 minutos (91-205), de clampaje de aorta 109 minutos (66-157), y de perfusión



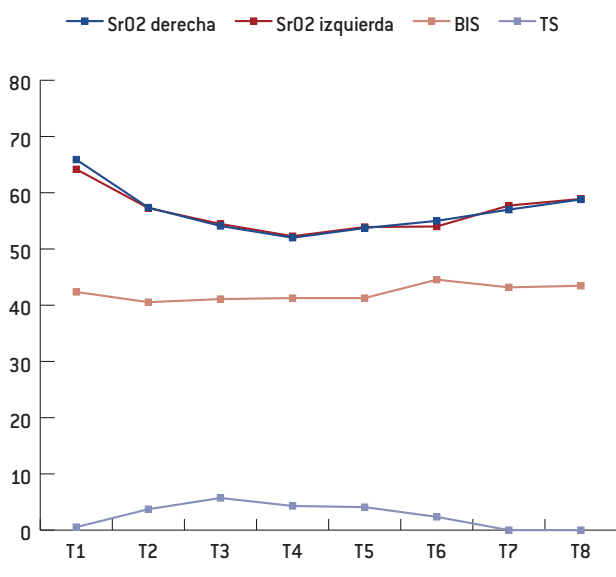
**Tabla 3.**

	Media	Rango
Flujo sanguíneo	4338	3899-5081
Presión arterial	75,3	67,7-83,3
Presión carotídea derecha	68,8	64,6-71
Temperatura	29	25-33
Oximetría cerebral	53,405	37-73
BIS	42,21	40-44
TS	2,6	0-5,7
Tº CEC	148,36	91-205
Tº CAo	109,09	66-157
Tº PCAS	26,81	22-35
Hematocrito	34,95	29,4-43,9
Hemoglobina	10,8	10-14,5

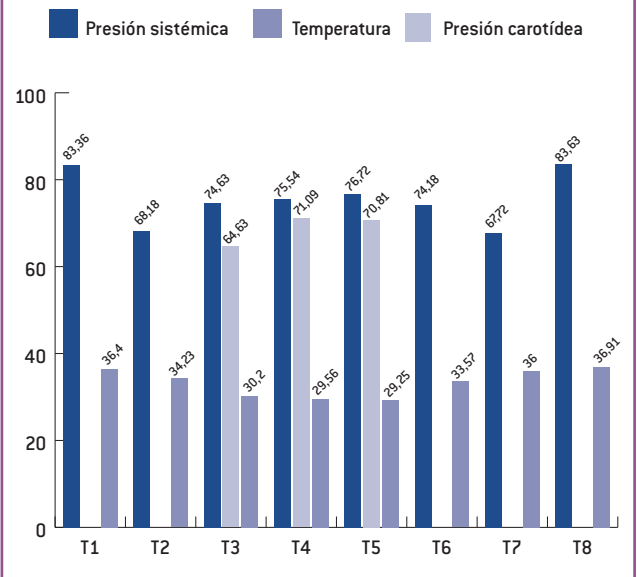
cerebral 26 minutos (22-35), así como los valores medios de hematocrito y hemoglobina, que estuvieron en 32% y 10,8 gr/dl respectivamente. El índice biespectral estuvo con valores medios de 42,21 (40-44) y la tasa de supresión de 2,6 (0-5,7). La oximetría cerebral en los diferentes tiempos fue de 53,40% (37-73), con flujo medio de bomba de 4338 ml/min (3899-5081). Los valores medios de presión sistémica fueron de 75,3 mmHg (67,7-83,3) y la presión en carótida derecha de 68,8 mmHg (64,6-71), con temperatura media de 29º C (25-33) a lo largo del procedimiento. (Tabla 3)

La saturación regional de oxígeno derecha e izquierda prácticamente se superponen, observando que la saturación cerebral no descendió por debajo del 20% de los valores basales durante los tiempos T3, T4, y T5 que duró la

**Gráfico 1.**



**Gráfico 2.**



perfusión cerebral, salvo en un solo paciente, en el que al comienzo de la perfusión cerebral anterógrada selectiva la saturación del hemisferio izquierdo bajó más del 20% del valor basal y fue necesaria la canulación doble y perfusión simultánea del TBC y carótida izquierda, en el resto de los casos la canulación del TBC con canulación simple fue suficiente (Gráfico1).

La presión sistémica y carotídea fueron muy similares durante el tiempo en que duró la perfusión cerebral (Gráfico 2).

Hemos registrado la evolución en el postoperatorio inmediato con tiempos de intubación medios de 10 horas, tiempos de estancia en UCI de 3 días, y estancia hospitalaria de 11 días (Tabla 4).

También registramos la evolución a los 2 meses de la intervención, en la que el 100% están en clase funcional I, con un grado de actividad total y una valoración subjetiva excelente.

No se detectaron complicaciones neurológicas.

## DISCUSIÓN / CONCLUSIÓN

Consideramos este método de protección cerebral como el más fisiológico comparándolo con otros al evitar la hipotermia profunda en la cual se inducen cambios tanto al principio como al final de la CEC. Mediante el enfriamiento y recalentamiento, pueden observarse diferencias transitorias entre los diversos puntos de monitorización de las temperaturas, indicando un retraso temporal de la redistribución y, en el caso de que aparezca vasoconstricción, el recalentamiento del paciente será lento, incluso con procedimientos activos, debido a la menor circulación periférica

Tabla 4.

	Media	Rango
Tiempo de intubación	10 horas	4-48
Tiempo estancia en UCI	3 días	1-7
Tiempo estancia hospitalaria	11 días	7-22

y la consiguiente reducción en la capacidad de adquirir y transformar calor hacia el interior.<sup>8</sup>

Por tanto, la hipotermia moderada reduce las complicaciones derivadas de la hipotermia profunda con parada circulatoria total. Cuando hablamos de hipotermia profunda nos referimos a temperaturas inferiores a 20° C, mientras que consideramos hipotermia moderada entre 26 y 32° C.<sup>7</sup>

Al mismo tiempo evita la parada circulatoria total, con todos los efectos deletéreos que ello conlleva, a pesar de poder prolongar el tiempo de interrupción de la circulación cerebral sin causar daño.

Además de los controles habituales durante el proceso de la CEC, fueron decisivos como indicadores de la eficacia de la perfusión cerebral la monitorización de las presiones carotídeas, el control de la saturación cerebral de oxígeno mediante espectrofotometría óptica –INVOS de Somanetics– y el Índice Biespectral –BIS– para ver el nivel de profundidad anestésica.<sup>6,9</sup>

Por todo lo descrito anteriormente, concluimos que el sistema resultó sencillo de preparar y controlar asegurándonos una buena perfusión cerebral sin necesidad de realizar parada circulatoria ni hipotermia profunda.

## REFERENCIAS

1. Kazui T, et al. Cerebral protection during aortic arch surgery. *Randall B. Griep. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2001;121:425-427.
2. Taşdemir O, Saritaş A, Küçük S, Ozatik M, Sener E. Aortic arch repair with right brachial artery perfusion. *Ann. Thorac Surg.* 2002 Jun;73(6):1837-42.
3. Parada MA, Alonso R, Ramos M. Caso clínico de parada circulatoria con protección cerebral anterógrada mediante canulación de tronco innominado y carótida común izquierda desde cabeza de bomba. *Rev. Española de Perfusión.* 2010;49: 22-24.
4. Calvo M, Barreda P, Cayón P, García I, Zalduondo B. Evolución histórica de la protección cerebral en la cirugía de aorta. Experiencia de 20 años. *Rev. Española de Perfusión.* 2006;41:28-35.
5. Rodríguez K, Herrera M, Oslaida M, Chil R, Piccone V, et al. Perfusión axilar, transventricular y cerebral selectiva anterógrada en disección aórtica. A propósito de un caso. *Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovas.* 2010;16(1):99-112.
6. Cuenca R. Aplicación de la oximetría cerebral transcranial (NIRS) durante CEC. *Rev. Española de Perfusión.* 2012;53:5-1.
7. Suarez L, García A, Suarez JR. Lesiones neurológicas durante la circulación extracorpórea: fisiopatología, monitorización y protección neurológica. *Med Intensiva.* 2002;26:292-303.
8. Campos JM, Zaballos JM. Hipotermia intraoperatoria no terapéutica. Causas, complicaciones, prevención y tratamiento. *Rev. Española de Perfusión.* 2007;43:11-21.
9. Gomar C, Pomar JM, Mata MT. Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea. 2ª ed. Madrid: Ed. Ergon; 2012. Pag. 185-188.