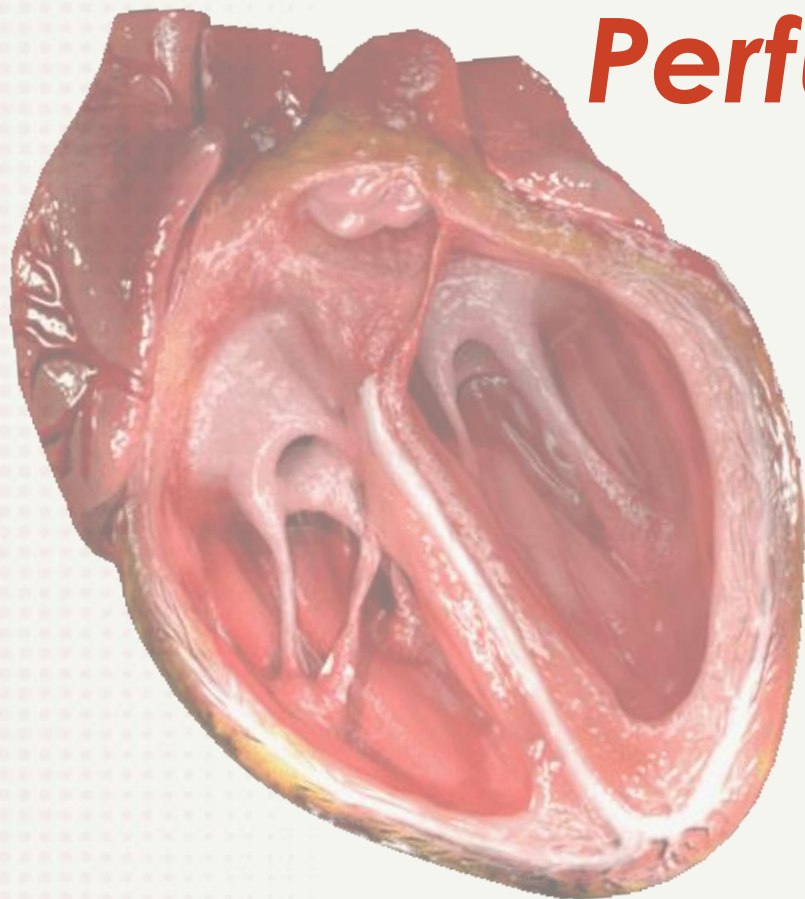




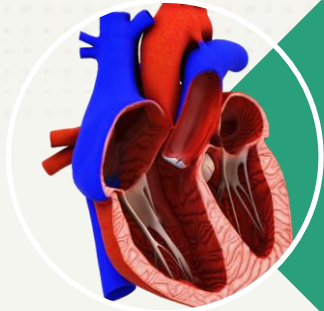
Técnica de *Perfusión Miocárdica Continua* en el abordaje de la patología del arco aórtico

Conflicto de intereses

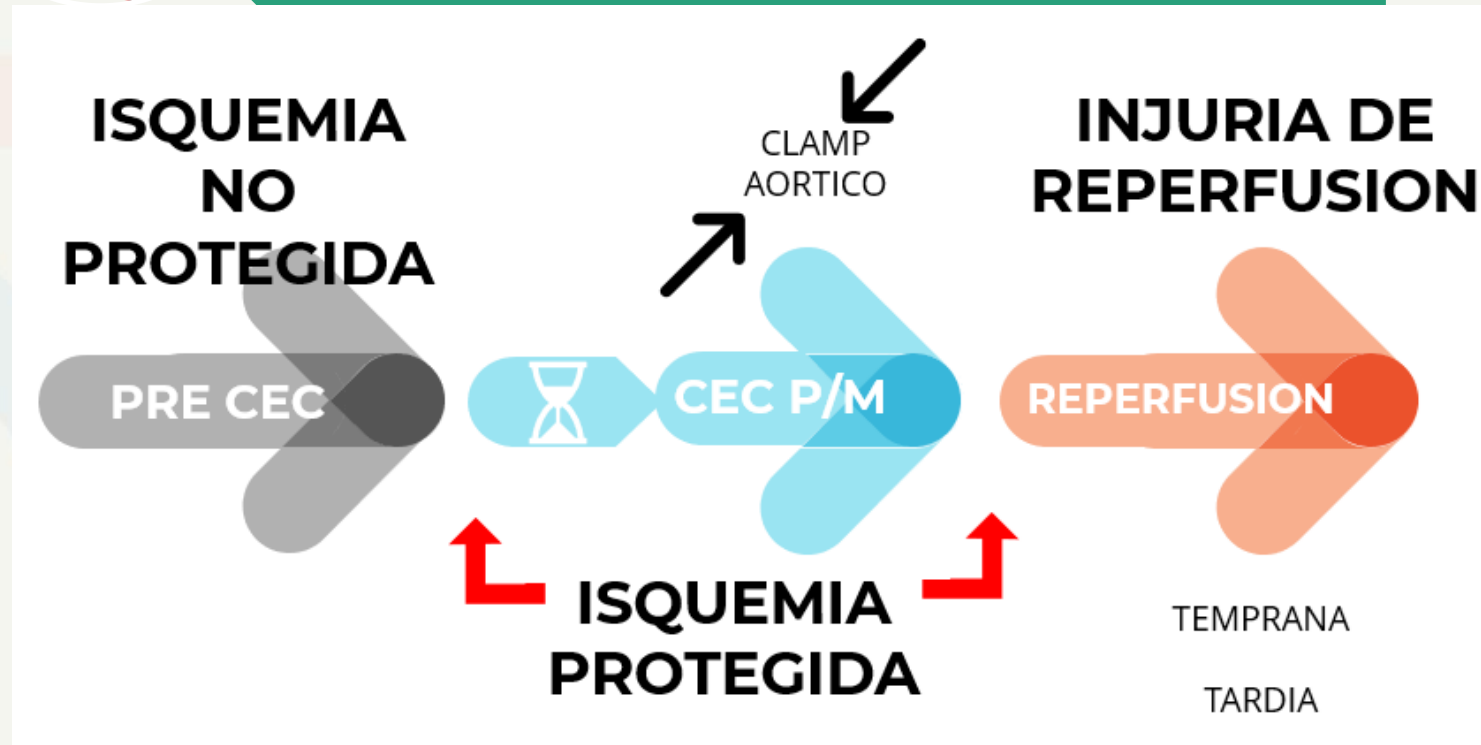
Especialista clínica línea Cardiovascular - Terumo



Consideraciones de manejo de patología Arco Aórtico



PRESERVACION MIOCARDICA

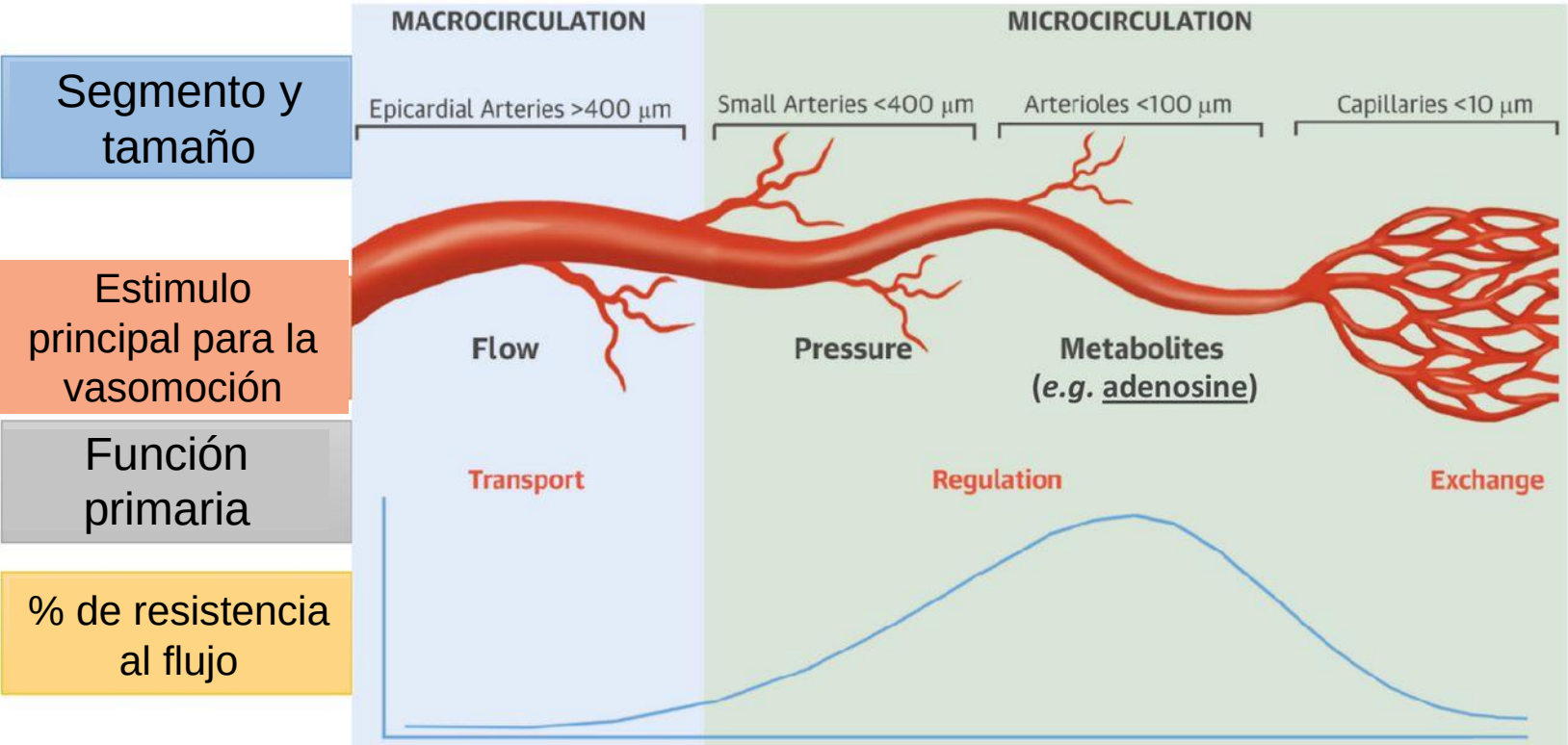


Flujo sanguíneo coronario

Flujo coronario = 200 mL/min

El principal determinante del flujo sanguíneo coronario es el consumo de oxígeno miocárdico

La extracción de oxígeno miocárdico de la arteria coronaria en reposo es en promedio del 75-80%



CONSUMO MIOCÁRDICO O ₂	
Funcionamiento normal	8 ml O ₂ /100g/min
Corazón latiendo y vacío	5,6 ml O ₂ /100g/min
Corazón fibrilando	4-7 ml O ₂ /100g/min
Corazón en parada inducida	1,1 ml O ₂ /100g/min
Consumo miocárdico	-0,3 ml O ₂ /100g/min

Consumo miocárdico de oxígeno (CMO₂).

PERFUSIÓN MIOCÁRDICA CONTÍNUA

Técnica de protección miocárdica



- **2000** primeros casos en procedimientos Norwood
- **2003**, Ishino y Sano introducen la técnica de “trabajo de latido del corazón” con pinzamiento cruzado aórtico y sin perfusión coronaria selectiva.
 - Los autores demostraron que, manteniendo ambos ventrículos adecuadamente cargados, el corazón sigue latiendo, durante la pinza cruzada aórtica.

Estudios Clínicos

Editorial Commentary

Selective versus standard cerebro-myocardial perfusion in neonates undergoing aortic arch repair: towards a further improvement for arch repair in neonates and infants

Luca Di Chiara¹, Lorenzo Galletti²

- La protección miocárdica también es un tema importante en la operación cardíaca compleja que incluye la reparación del arco y generalmente se obtiene por medio de un paro cardiopléjico con solución cristaloide o hemática administrada anterógrada o retrógrada.
- Los modelos de investigación sugieren que **el corazón neonatal puede ser más sensible al daño por isquemia-reperfusión en comparación con los corazones maduros**

Estudios Clínicos



ORIGINAL ARTICLE

Continuous cerebral and myocardial selective perfusion in neonatal aortic arch surgery

Pierre Maminirina MD✉, Carine Pavy MD, Pierre Bourgoin MD, Olivier Baron MD

First published: 13 August 2020 | <https://doi.org/10.1111/jocs.14930>

- **Estudio retrospectivo** de un solo centro entre 2008 y 2019 sobre neonatos que se sometieron a una cirugía de arco aórtico con o sin reparación de lesiones cardíacas asociadas.
- Niveles moderados de hipotermia (28°C) se logró utilizando la arteria braquiocéfala selectiva y la canulación aorta ascendente.
- Las tasas objetivo de perfusión cerebral y miocárdica fueron de **25 a 35 ml/kg/min** y **150 ml/m²/min** respectivamente.
- Se analizaron las variables de derivación cardiopulmonar (CPB) y los resultados clínicos.



Estudios Clínicos

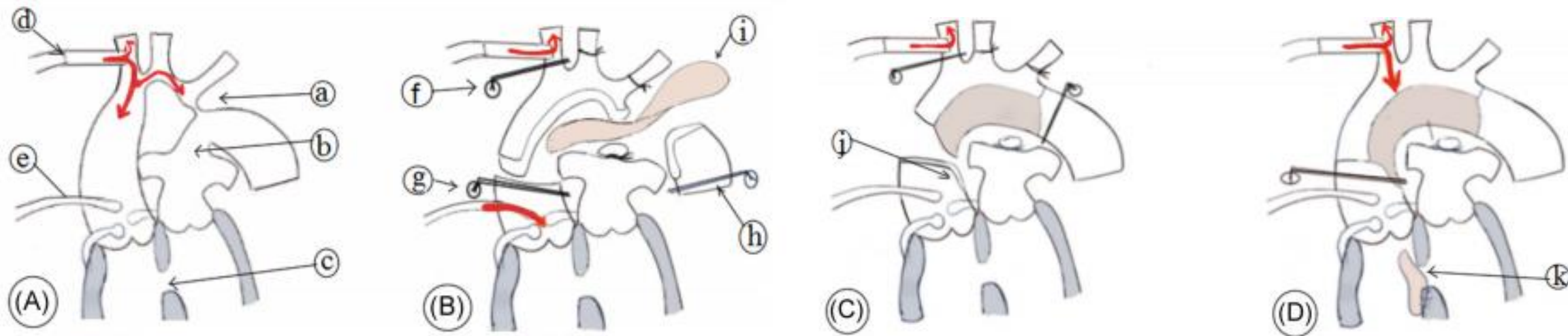


FIGURE 2 Surgical technique. A/ Hypoplasia of the aortic arch (a), patent ductus arteriosus (b) and VSD (c) were represented here. Arterial cannulation (d) through the brachiocephalic artery (BCA) and cannula of coronary perfusion (e) inserted to aorta ascending. B/ At 28°C, we clamped the BCA (f), aorta ascending (g) and aorta descending (h) to realize the CCMSP and performing the arch reconstruction with an autologous pericardial patch (i). C/ Aortoplasty finished, we arrested the heart and performed the proximal anastomosis with ascending aorta opened (j). D/ At the end, we resumed the systemic flow, initiated the rewarming and closed the VSD with a heterologous patch (k). Note: The red arrows indicate the blood flow direction. CCMSP, continuous cerebral and myocardial selective perfusion; VSD, ventricular septal defect

Estudios Clínicos aplicados a adultos

*J Extra Corpor Technol. 2018;50:193-8
The Journal of ExtraCorporeal Technology*

Technique Article

Technique of Complete Heart Isolation with Continuous Cardiac Perfusion During Cardiopulmonary Bypass: New Opportunities for Gene Therapy

Michael G. Katz, MD, PhD;* Anthony S. Fagnoli, PhD;* Charles Yarnall, CCP;† Angel Perez, CCP;‡ Alice Isidro, PA-C;§ Roger J. Hajjar, MD;* Charles R. Bridges, MD, ScD*

*Cardiovascular Research Center, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, New York; †Abington Memorial Hospital, Abington, Pennsylvania; ‡Sanger Heart and Vascular Institute, Charlotte, North Carolina; and §Main Line Hospital Lankenau, Wynnewood, Pennsylvania

Presented at the 53rd International Conference of Extracorporeal Technology, Tampa, Florida, April 15, 2015.

- El bypass cardiopulmonar (CPB) con aislamiento cardíaco completo y perfusión cardíaca continua es un enfoque muy prometedor para **Resolver el problema de la genética**.
- En la técnica presentada aquí, **se utilizan bombas separadas para los circuitos sistémicos y cardíacos**. Este sistema permite la perfusión cardíaca detenida aislada continua mediante la optimización de una serie de parámetros de entrega, incluyendo la **temperatura, el flujo, la presión de conducción, la composición iónica y el tiempo de exposición a los vasos cardíacos**.



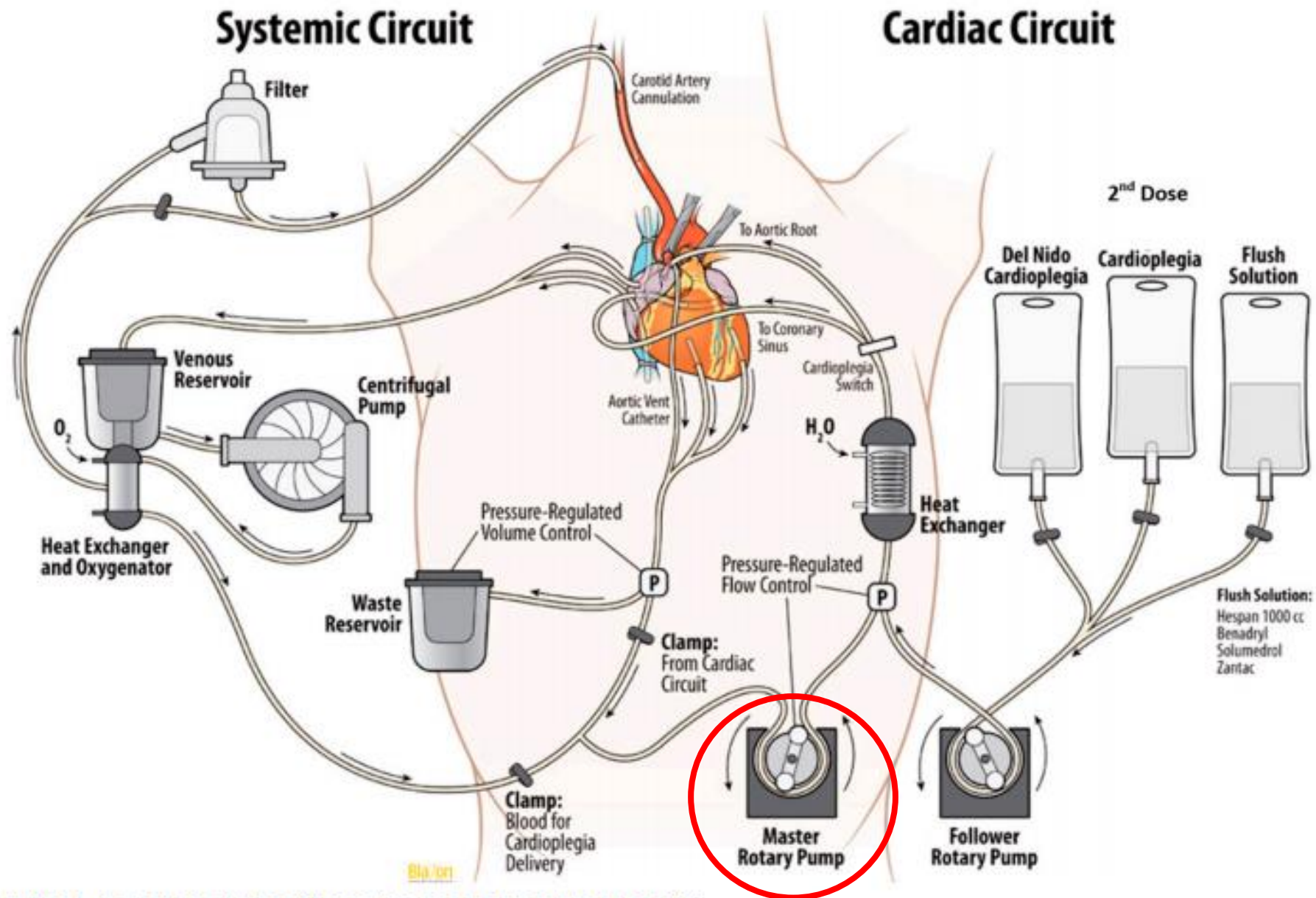
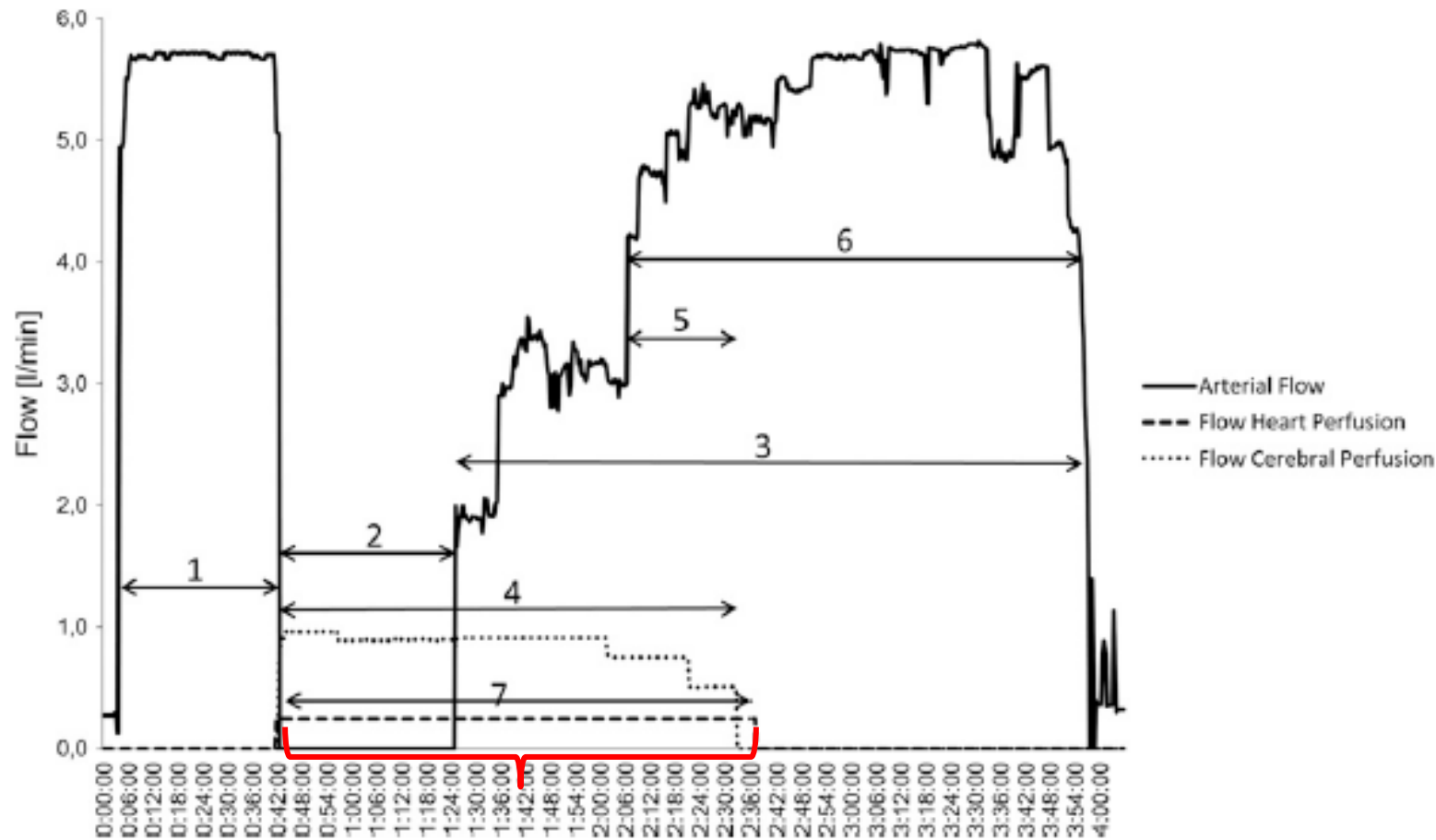


Figure 1. A schematic drawing of the cardiac isolation procedure during CPB.

Estudios Clínicos

S. MAIER ET AL.



1. Perfusión sistémica y enfriamiento
2. PCSA Bilateral y PCT hemicuerpo inferior
3. Reperfusión hemicuerpo inferior y recalentamiento
4. PCSA
5. Anastomosis TBD
6. Flujo sistémico total
7. **Perfusión Miocárdica Continua**

Estudios Clínicos

JECT. 2016;48:122-128
The Journal of Extracorporeal Technology

Selective Heart, Brain and Body Perfusion in Open Aortic Arch Replacement

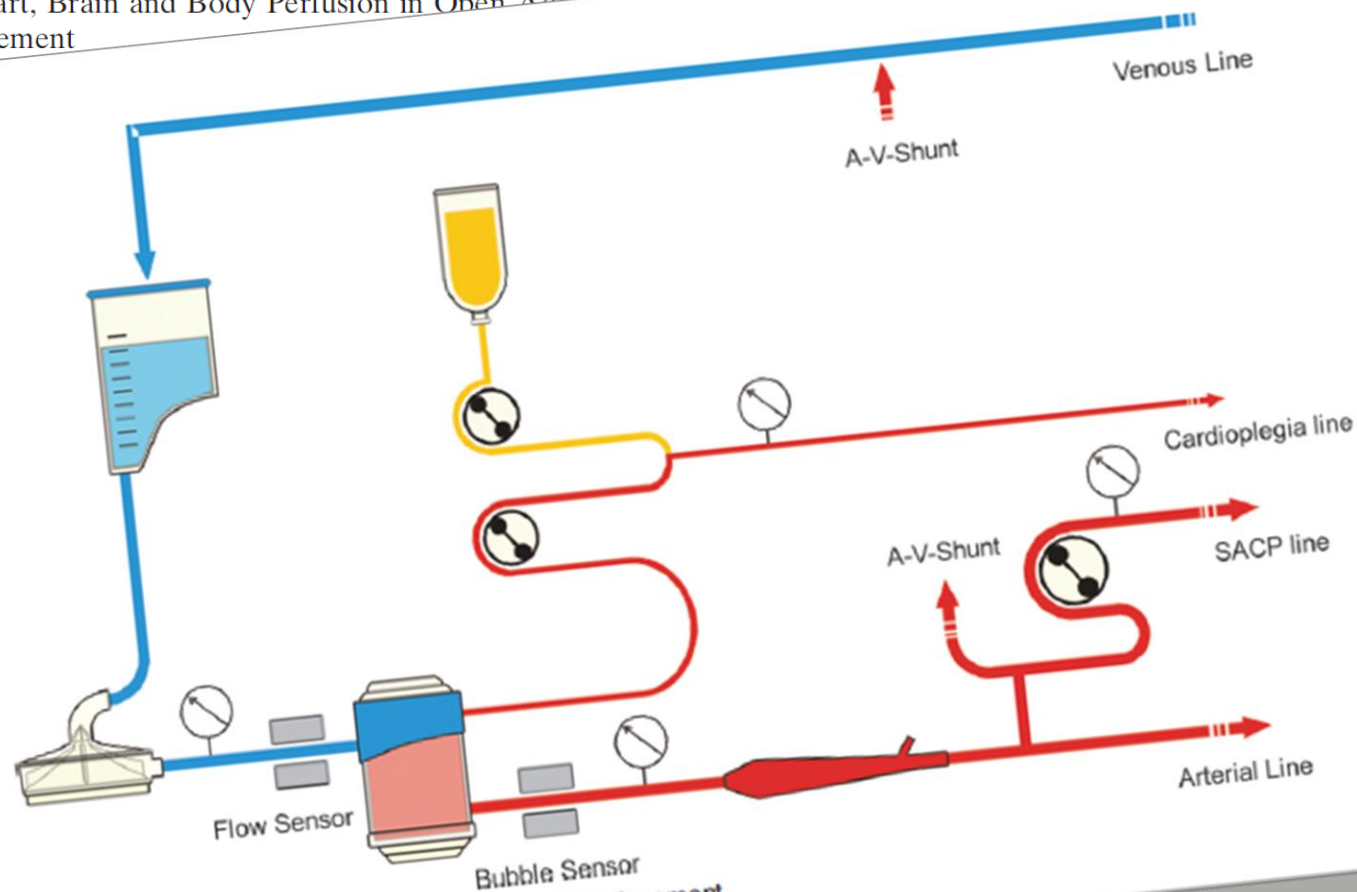
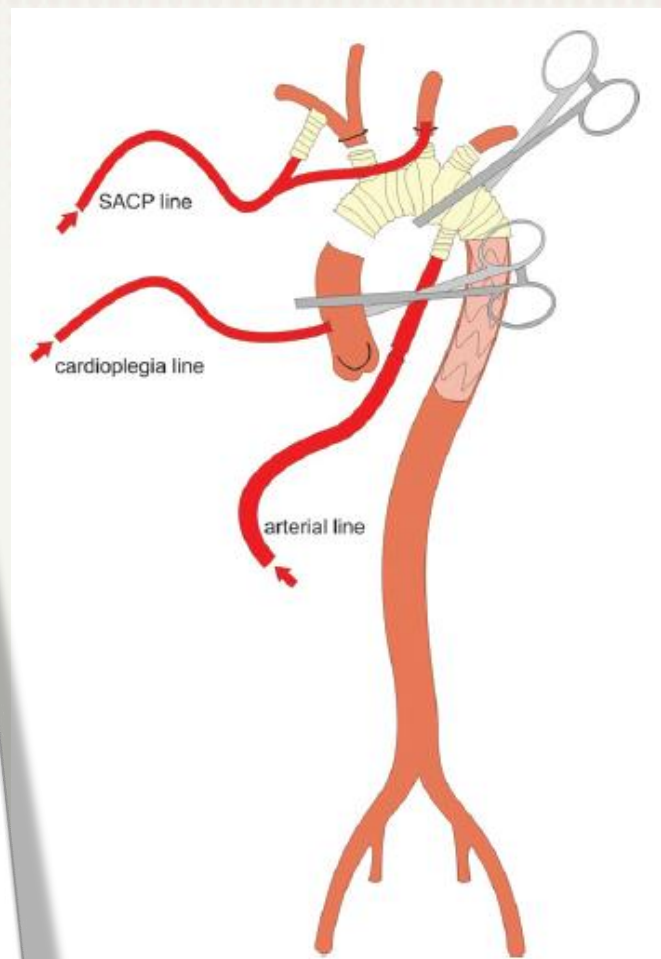


Figure 1. Extracorporeal circulation setup for open aortic arch replacement.



Estudios Clínicos

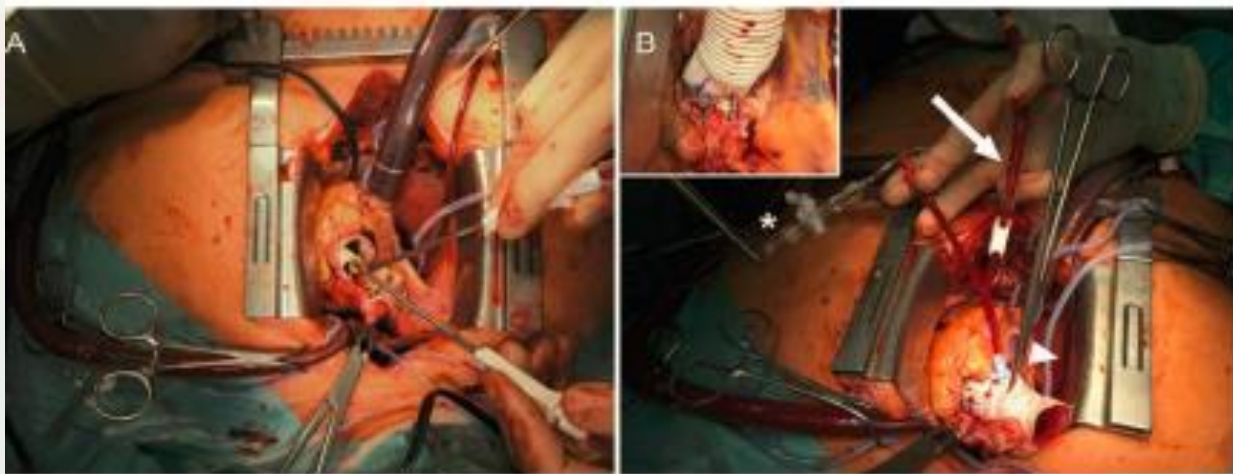
Do not leave the heart arrested. Non-cardioplegic continuous myocardial perfusion during complex aortic arch repair improves cardiac outcome[†]

ORIGINAL ARTICLE

European Journal of Cardio-Thoracic Surgery (2015) 1-9

Andreas Martens*, Nurbol Koigeldiyev, Erik Beckmann, Felix Fleissner, Tim Kaufeld, Heike Krueger, Detlev Stanelle, Jakob Puntigam, Axel Haverich and Malakh Shrestha

10/2010 – 10/2014, 144 patients



Resultados Clínicos

	CMP	CA	P-value
Total operation time (min)	363 ± 61	395 ± 87	0.0016
Cardiopulmonary bypass time (min)	242 ± 50	264 ± 68	0.046
Cardiac ischaemia time (min)	49 ± 32	149 ± 56	<0.0001
Visceral ischaemia time (min)	55 ± 20	54 ± 31	0.847
Minimal oesophageal temperature (°C)	25 ± 1	25 ± 2	0.491
Selective antegrade cerebral perfusion time (min)	101 ± 29	101 ± 43	0.967

	CMP	CA	P-value
30-day mortality (n, %)	2 (6%)	23 (21%)	0.040
New onset PND (n, %)	3 (8%)	11 (10%)	1.000
SCI (n, %)	2 (6%)	5 (5%)	0.670
Recurrent nerve palsy (n, %)	5 (14%)	14 (13%)	1.000
Myocardial infarction (MI) (n, %)	0 (0%)	3 (3%)	0.573
Low cardiac output (n, %)	1 (3%)	24 (22%)	0.0052

Resultados Clínicos

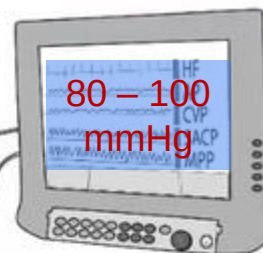
Table 5: Hospital outcomes

	CMP	CA	P-value
30-day mortality (n, %)	2 (6%)	23 (21%)	0.040
Cardiac (n, %)	0 (0%)	10 (9%)	0.067
Bleeding (n, %)	0 (0%)	4 (4%)	0.572
Pulmonary (n, %)	0 (0%)	2 (2%)	1.000
Neurological (n, %)	2 (6%)	5 (5%)	1.000
Sepsis (n, %)	0 (0%)	2 (2%)	1.000
New onset PND (n, %)	3 (8%)	11 (10%)	1.000
SCI (n, %)	2 (6%)	5 (5%)	0.670
Recurrent nerve palsy (n, %)	5 (14%)	14 (13%)	1.000
Myocardial infarction (MI) (n, %)	0 (0%)	3 (3%)	0.573
Low cardiac output (n, %)	1 (3%)	24 (22%)	0.0052
IABP (n, %)	0 (0%)	1 (1%)	1.000
ECMO (n, %)	1 (3%)	5 (5%)	1.000
Adverse outcome (death ± PND ± SCI ± MI) (n, %)	6 (17%)	34 (31%)	0.131
Respiratory failure (n, %)	6 (17%)	42 (39%)	0.015
Ventilation time (days)	0.8 (0.55-1.9)	1.7 (0.73-5.5)	0.129
Renal failure, dialysis (n, %)	4 (11%)	21 (19%)	0.317
Rethoracotomy for bleeding (n, %)	2 (6%)	17 (16%)	0.158
Chest tube drainage, first 24 h (n, %)	540 (320-690)	870 (538-1350)	0.0006
Packed red blood cells (n)	5.3 ± 4.3	9.6 ± 6.9	<0.0001
Fresh frozen plasma (n)	5.2 ± 3.1	8.5 ± 6.0	<0.0001
Platelet concentrates (n)	2.8 ± 1.2	3.4 ± 1.6	0.047
Intensive care unit stay (days)	4.0 (3.0-7.8)	6.0 (3.0-13)	0.102



Flujo Sanguíneo Cerebral

10 – 12
ml/kg/min



150 – 500
ml/min

Monitoreo

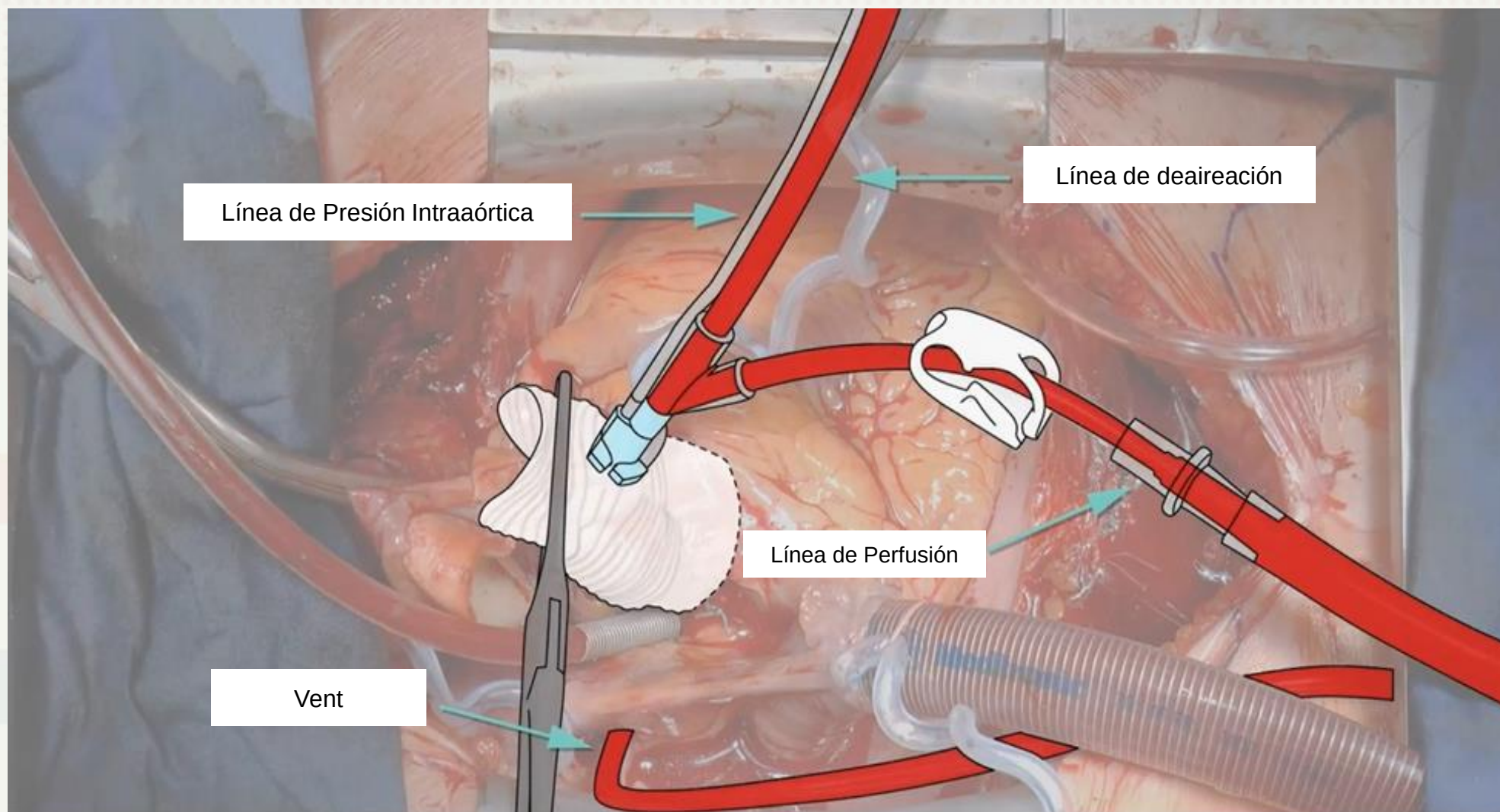
Perfusión
Cerebral
Anterógrada

Aspirador vent o izquierdo
funcionando

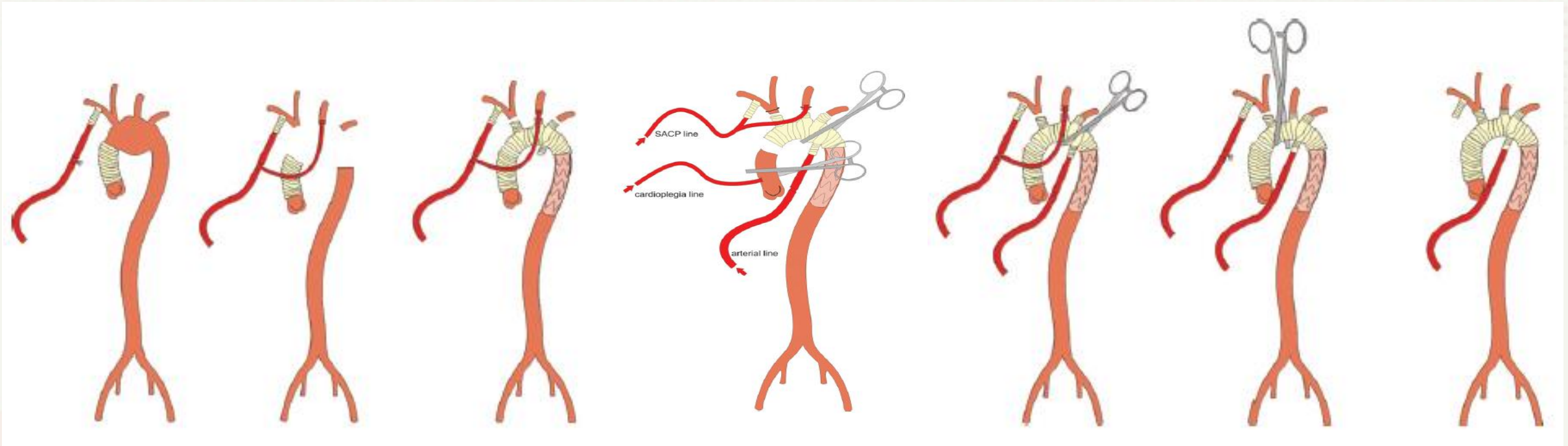
Perfusión Miocárdica
Continua

Rodillo de Cardioplegia

Técnica Perfusión Miocárdica Continua



Técnica de Perfusión



Flujo Sistémico

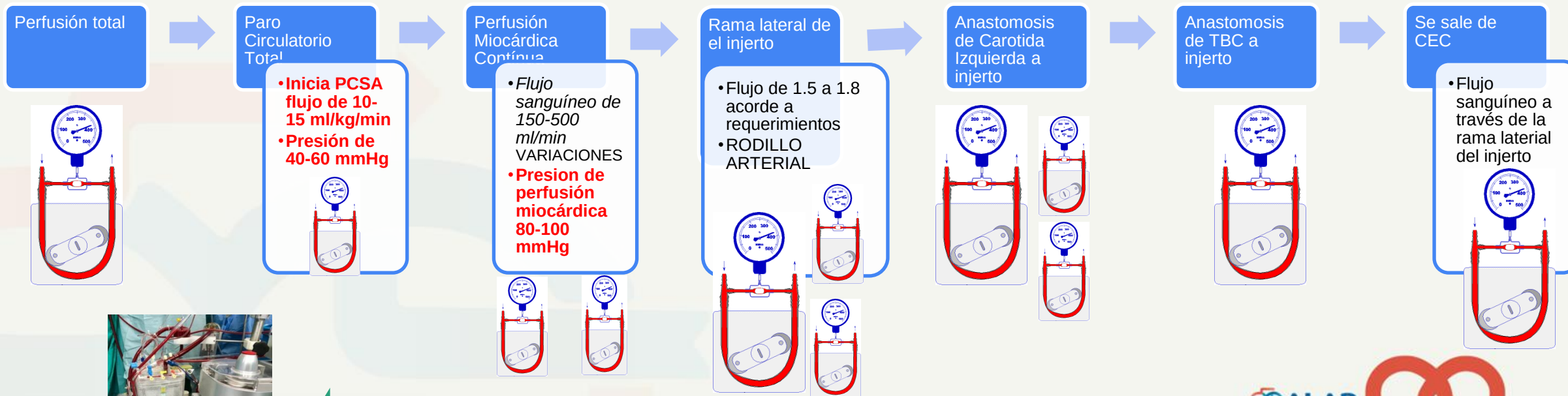
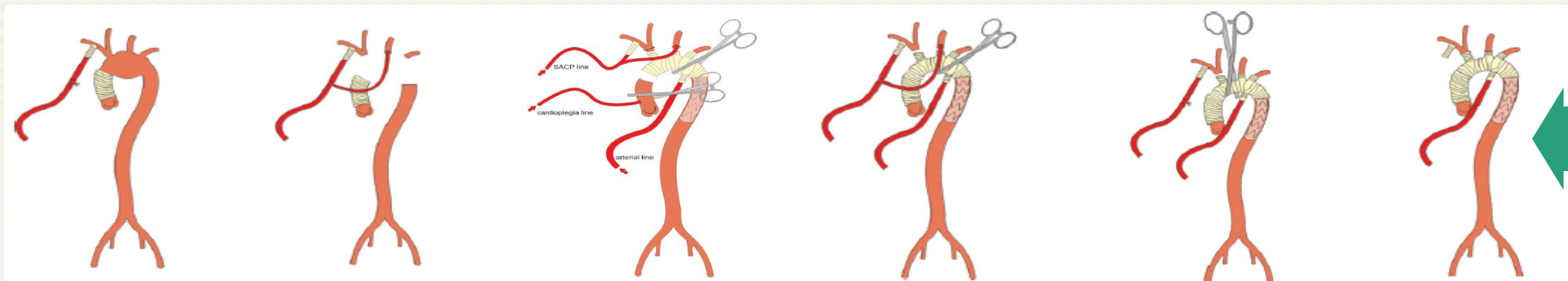
Flujo Cerebral

Flujo Miocárdico
continuo

Flujo Hemicuerpo
inferior

PRESIONES Y CIRCUITOS AISLADOS

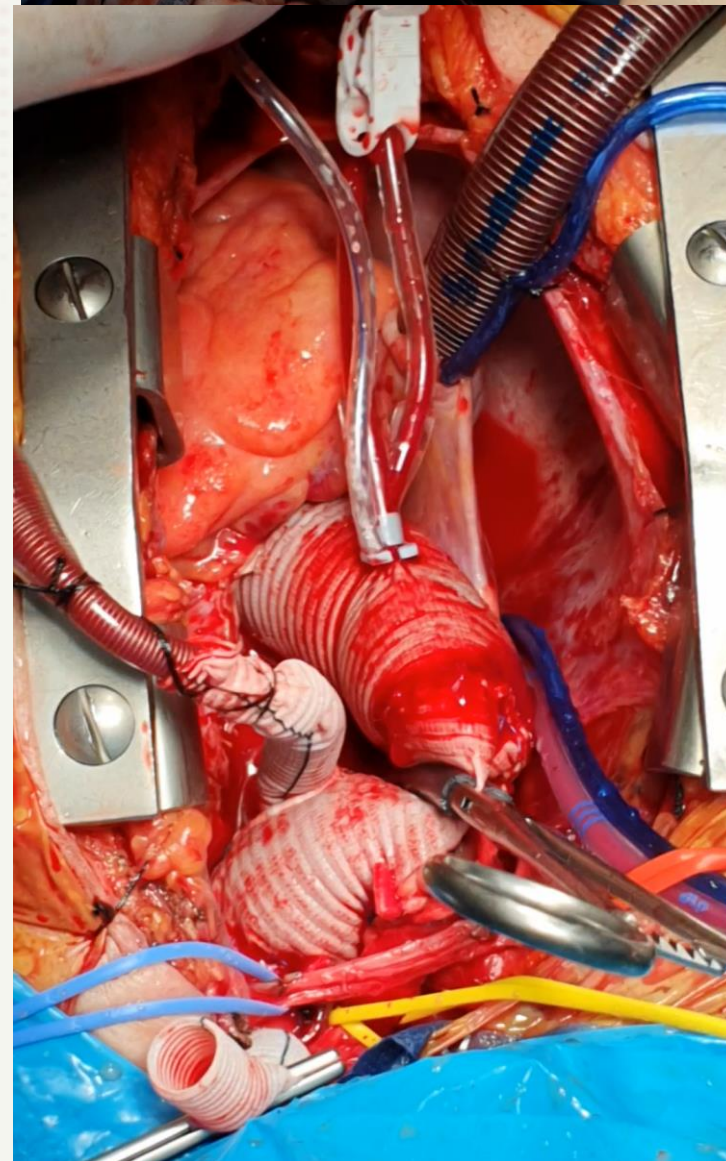
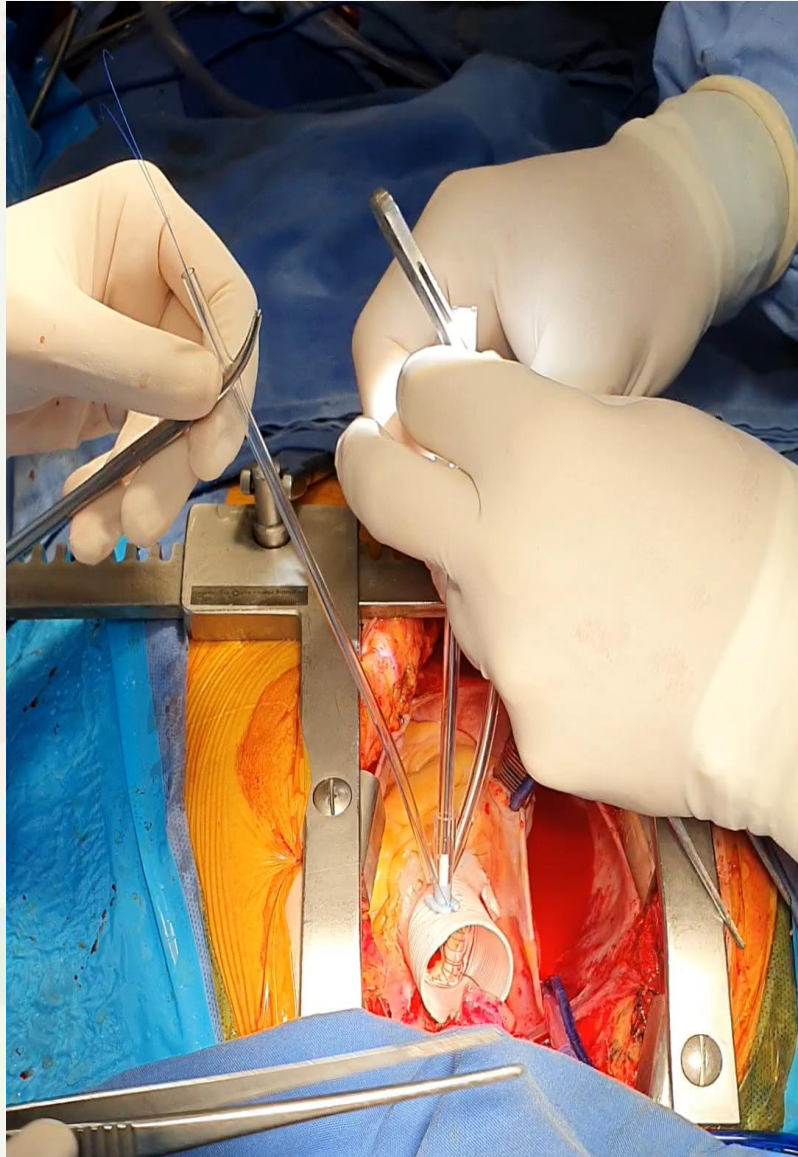
Técnica Perfusión Miocárdica Continua



Activar rodillo arterial con línea de recirculación abierta – Línea arterial pinzada

Aspirador vent o izquierdo funcionando

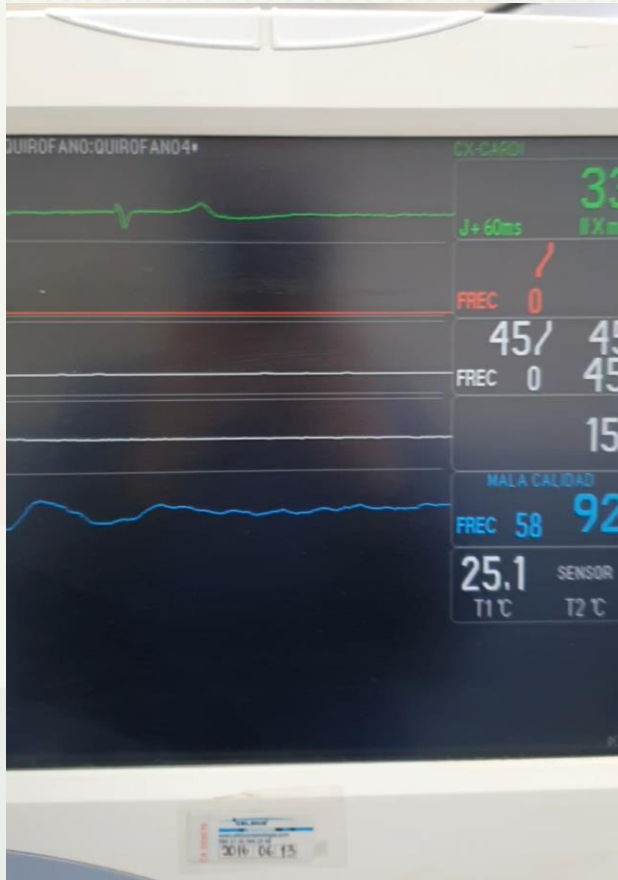
Técnica Perfusión Miocárdica Continua



Aspirador vent o
izquierdo funcionando

Control variables hemodinámicas

- Actividad Eléctrica reflejada en monitor
- PCS según sitio de monitorización genera flujo MSD



EX-VIVO



ORIGINAL ARTICLES

Ex Vivo Cardiac Allograft Preservation by Continuous Perfusion Techniques

Smulowitz, Peter B.; Serna, Dan L.; Beckham, Gerald E.; Milliken, Jeffrey C.

[Author Information](#)

ASAIO Journal 46(4):p 389-396, July 2000.

Injuria de Reperusión

- Isquemia prolongada conduce a la vasoconstricción de las arterias coronarias, ya que el endotelio isquémico generalmente se vuelve resistente a la acción vasodilatadora del óxido nítrico

Metabolismo y lavado de metabolitos

- Un método para reducir la lesión celular inducida por productos de desecho consiste en evitar la acumulación de productos de desecho metabólicos durante la preservación

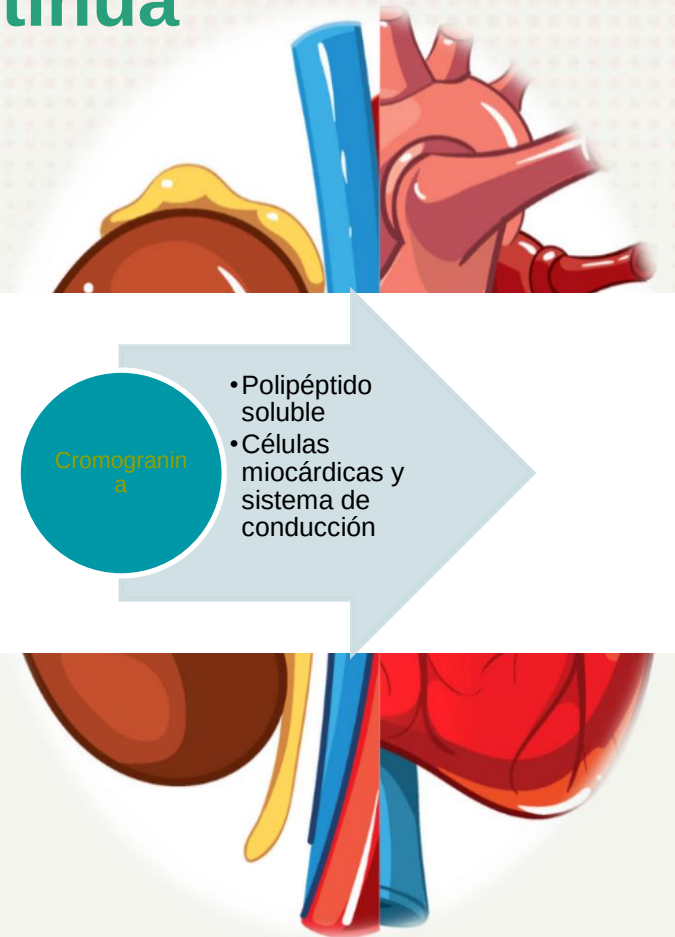
Edema

- La formación de edema durante la perfusión continua se ha reducido mediante la inhibición de la bomba de Na⁺ de membrana y el aumento de la presión osmótica y oncótica del perfusado.

Ventajas de la conservación por perfusión continua

Corazón como órgano del eje hormonal

ARTÍCULO DE REVISIÓN
Med Int Méx. 2020 marzo-abril;36(2):199-211.



Péptidos
Natriuréticos

- Vasodilatador
- Homeostasia de volemia
- Reduce Gasto cardíaco
- Aumenta TFG
- Diurético

Endotelinas

- Vasoconstrictor
- Pulmonar mayor efecto

Neprililina

- Ligadoras de insulina, bradicinina, endotelina, etc
- Receptor de péptido natriurético BNP

Cromogranina

- Polipéptido soluble
- Células miocárdicas y sistema de conducción

Hipoperfusión y La Congestión Venosa

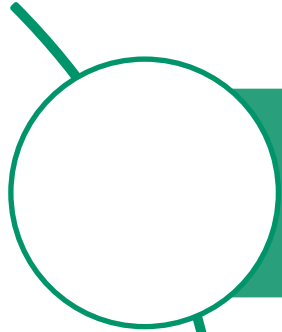
La activación de mecanorreceptores en respuesta a la reducción del volumen latido induce una cascada neurohormonal

Estimula el sistema nervioso simpático (SNS) con liberación de catecolaminas, tóxicas para las células miocárdicas, de tal modo que se producen apoptosis y remodelamiento

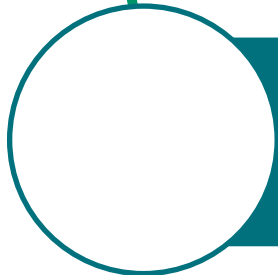
Contribuye al estado congestivo al estimular directamente al túbulo proximal para aumentar la absorción de sodio



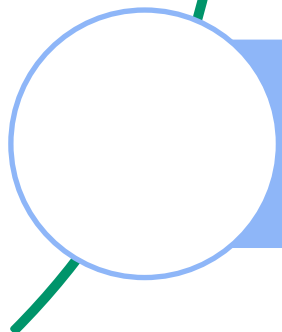
Ventajas de la conservación por perfusión continua



La conservación por perfusión con soluciones portadoras de oxígeno tiene la ventaja de prevenir la isquemia, el metabolismo anaeróbico y las lesiones por reperfusión.



Los suplementos nutricionales y el suministro de sustrato pueden administrarse de forma más eficaz a las células miocárdicas.



La conservación de la perfusión continua favorece la eliminación de los productos de desecho metabólicos de la circulación coronaria. La composición de la solución de perfusión ideal y las condiciones óptimas de preservación siguen sin estar bien definidas.

Conclusiones de estudios y evidencia científica

Realizar rutinariamente CMP no cardiopléjica durante la reparación compleja del arco aórtico después de terminar los procedimientos cardíacos *ES UN NUEVO CONCEPTO IMPORTANTE Y VALIOSO*.

La PMC - *Perfusión Miocárdica Continua* es:

- Factible,
- Segura (aún después de la cirugía de raíz aórtica),
- No prolonga el tiempo de reparación del arco aórtico, y
- Mejora significativamente el resultado cardíaco

En comparación con un enfoque clásico

Estiman mortalidad perioperatoria puede reducirse en un **5 - 10% en estas operaciones utilizando la técnica Perfusión Miocárdica Continua.**

Relación entre la contractilidad cardíaca conservada y la reducción de liberación de moléculas en el miocito que son mediadores de agentes vasoconstrictores/vasodilatadores renales, cerebrales y otros sistemas conservando autorregulación

Gracias