

# Protocolo de protección miocárdica con cardioplegia de Del Nido en cirugía mínimamente invasiva del adulto

## INTRODUCCIÓN

La mayor parte de procedimientos quirúrgicos en Cirugía Cardíaca (CCV) ocurren bajo Circulación Extracorpórea (CEC), requiriendo que el corazón del paciente se encuentre parado y adecuadamente protegido durante el tiempo necesario para realizar la corrección quirúrgica.

La administración de cardioplegia (CPG) persigue inducir y mantener la quiescencia y protección del músculo cardíaco en diástole, disminuyendo el metabolismo celular a fin de preservarlo durante el periodo de isquemia con las menores repercusiones posibles<sup>1</sup>.

Para ello, existen diferentes estrategias en el suministro (fría, caliente o templada) y método de acción (intracelular o extracelular), teniendo la mayor parte de ellas en común los siguientes aspectos<sup>2,3</sup>:

- Son ricas en K, a fin de impedir el transporte iónico a través de la bomba Na-K y minimizar la entrada de Ca al miocito, imposibilitando temporalmente su capacidad contráctil.
- Pretenden reducir el daño isquemia-reperfusión a base de soluciones tampón que contrarresten la acidosis que pudiera generarse en periodos de duración variable en que el flujo sanguíneo es interrumpido, generándose metabolitos producto del estado anaerobio.
- Buscan preparar a la célula para una adecuada contractilidad al producirse la perfusión tisular por medio de estabilizantes de membrana y/o moléculas intermedias del ciclo de Krebs que puedan acelerar la obtención de energía necesaria para una contracción eficiente.

En el caso de la cardioplegia de Del Nido, la proporción empleada es 1:4 (1 parte de sangre; 4 partes de solución cardioplégica), a diferencia de la más extendida, Buckberg 4:1, disminuyendo así la concentración de Ca extracelular, lo que atenúa su posibilidad de entrada a la célula durante la isquemia y la hipercontractilidad del sarcolema durante la reperfusión y le confiere una menor viscosidad que facilita su distribución homogénea por el árbol vascular. Por otro lado, la formulación 1:4 presenta una mayor concentración final de K, aumentando el tiempo que permanece bloqueada la bomba Na-K, lo que posibilita una mayor amplitud de la ventana entre dosis. La presencia de lidocaína ocasiona un efecto hiperpolarizante de la membrana bloqueando los canales del Ca, y el Mg actúa como competidor reduciendo así el daño isquemia-reperfusión<sup>2,3,4</sup>.

Pese a que el origen de su uso se enmarcó en el ámbito de la perfusión pediátrica, el avance de las técnicas quirúrgicas hacia procedimientos mínimamente invasivos ha hecho extensivo su uso a la población adulta debido al mayor tiem-



Juan Blanco Morillo

Perfusionista  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Universitario de la Arrixaca, Murcia

A. Sornichero Caballero

Perfusionista  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Universitario de la Arrixaca, Murcia

A. Verdú Verdú

Perfusionista  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Universitario de la Arrixaca, Murcia

E. Tormos Ruiz

Perfusionista  
Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Universitario de la Arrixaca, Murcia

S. Cánovas López

Jefe de Servicio de Cirugía Cardiovascular  
Hospital Universitario de la Arrixaca, Murcia

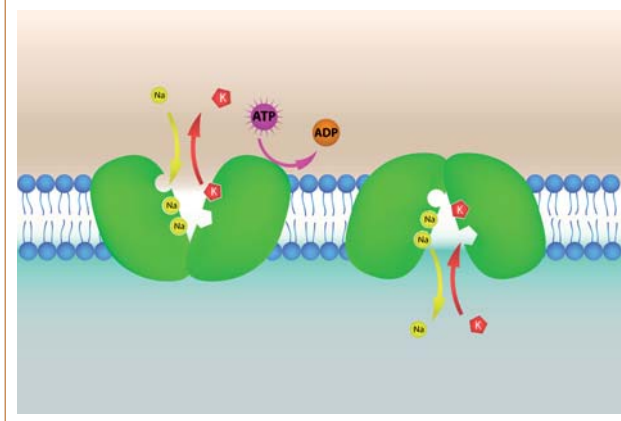
Correspondencia:

Juan Blanco Morillo  
Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca  
Ctra. Madrid-Cartagena, S/N  
30120 El Palmar, Murcia  
ikaroleon@gmail.com

Recibido: diciembre de 2015

Aceptado: febrero de 2016

**Figura 1. Funcionamiento de la bomba sodio-potasio ante un potencial de membrana**



po de seguridad entre dosis, demostrando una eficacia igual o mayor que el método Buckberg en aquellas patologías que permiten una adecuada distribución de la solución en el miocito<sup>7,8,9</sup>.

## OBJETIVO

Definir el procedimiento de administración de Cardioplegia de Del Nido de manera fácilmente reproducible a fin de minimizar los riesgos y establecer una estrategia unificada que garantice una correcta protección miocárdica en el paciente adulto.

## MATERIAL Y MÉTODO

### CONFIGURACIÓN ESTÁNDAR DE CEC PARA CARDIOPLEGIA 1:4

Se emplea una bomba de extracorpórea STÖCKERT S5 con cabezal centrífugo, con 3 aspiradores y rodillo de cardioplegia adaptado a 4:1 o 1:4 y un intercambiador de calor con dos cubas independientes STÖCKERT, una de ellas dedicada a la cardioplegia. Como fungible, se emplea un set de extracorpórea pre-montado Sorin Inspire 6F o Maquet Quadrox i (a elegir según superficie del paciente), y el sistema de suministro de cardioplegia 1:4 Sorin Vanguard con bypass (que permita suministrar sangre continua a alto flujo en caso de ser necesario).

### COMPOSICIÓN

La cardioplegia de Del Nido ha de ser preparada, bajo condiciones estrictas de esterilidad, con la siguiente composición<sup>3,13</sup>:

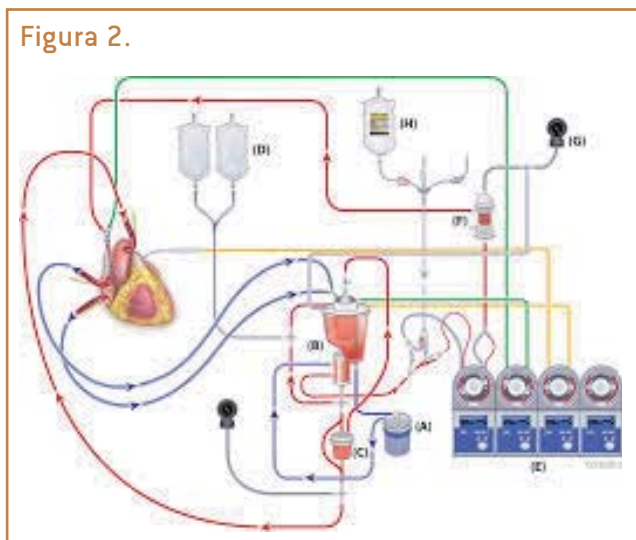
- 1000ml de Plasma-Lyte A;
- 26ml de ClK;

- 13meq de NaHCO<sub>3</sub>;
- 16ml de Manitol 20%;
- 4ml de Sulfato de Magnesio 50%;
- 6.5ml de Lidocaína 2%

### PROCEDIMIENTO

- Una vez cebado el circuito 1000ml de Isofundin, 10000 (UI) de heparina y recirculado el sistema arterio-venoso, se procede al cebado de la línea de cristaloides del sistema de CPG con suero fisiológico, que será descartado previo al inicio de suministro al miocardio. Dado que la solución requiere conservación en frío, hasta el momento anterior a la entrada en CEC se mantiene la fórmula de Del Nido en nevera con el objetivo de preservar sus propiedades íntegramente.
- Tras realizar el desburbujeado siguiendo las indicaciones del fabricante del sistema de oxigenación y CPG, efectuamos el vaciado del remanente en el reservorio a una bolsa y cebado autólogo retrógrado (RAP) del circuito de CEC hasta reducir la hemodilución a 300-400ml.
- Revisamos la historia clínica del paciente y comprobamos la competencia de la válvula aórtica observando la ecografía transesofágica intraquirúrgica (ETE) a fin de valorar si es posible suministrar CPG anterógrada indirecta o, por el contrario, se requerirán cánulas ostiales para garantizar una adecuada distribución de la misma y evitar fuga a ventrículo izquierdo.
- Llegado el momento, en coordinación con el cirujano cardiovascular y el anestesiólogo, entramos en CEC asistidos por drenaje venoso activo hasta obtener flujo objetivo, según cálculo de débitos de bomba por la fórmula de DuBois, comprobando la adecuada colocación de las cánulas.
- Tras el clampaje aórtico, se inicia el suministro de la solución a 4°C y una presión similar a la sistólica del paciente antes de la inducción anestésica (100-150 mmHg, medida a la salida del intercambiador de calor de CPG) hasta completar 1L de volumen total entregado en adultos de más de 50 kg, que permite hasta 90 minutos de protección miocárdica.
  - En caso de suministro por vía anterógrada indirecta, de registrarse actividad eléctrica, se pasará a abrir raíz de aorta y suministrar una dosis completa por vía ostial.
  - Si la cirugía requiriera más de 90 minutos de clampaje, procederíamos a repetir dosis.
  - En caso de cirugía con clampaje previsto inferior a 30 minutos se administrará la mitad de dosis, salvo que no sea suficiente (hipertrofia ventricular severa).

Figura 2.



- En pacientes de menos de 50kg, puede emplearse la dosis de 20ml/kg de peso.
- Dependiendo de la duración de la cirugía y del estado previo del paciente (tras consultar con el cirujano) una vez terminada la corrección quirúrgica, se procede a la reperfusión con sangre de manera directa por retirada del clamp o por reperfusión controlada con sangre oxigenada a través del bypass del circuito de CPG, en ambos casos aplicando medidas de anti fibrilación química con el fin de evitar el choque eléctrico para conseguir un adecuado inotropismo.

#### OTRAS CONSIDERACIONES

Dado que el periodo de isquemia caliente en parada cardíaca se puede prolongar hasta los 90 minutos, hasta el momento, no consideramos la administración por vía retrógrada puesto que no se garantiza la correcta distribución por todo el miocardio<sup>1</sup>, aunque no hemos encontrado bibliografía que lo desaconseje como estrategia de apoyo a la vía anterógrada.<sup>5,6,7,8,9</sup>

En aquellos pacientes con obstrucción crítica proximal de los vasos coronarios resulta importante considerar que la distribución de la cardioplegia puede no ser uniforme para todo el miocardio pudiendo quedar áreas desprotegidas.<sup>1</sup>

En todos los casos que la ETE evidencie algún grado de insuficiencia, el suministro de Del Nido debe coordinarse con el control del ventrículo izquierdo a fin de evitar su distensión.

Debe evitarse el suministro de esta cardioplegia en pacientes con alergia a la lidocaína.

En los casos que sea posible, se recomienda el aspirado de la CPG de Del Nido a través del seno coronario<sup>3</sup> para disminuir el impacto hemodilucional que supone, poniendo

especial atención en aquellos pacientes de baja superficie corporal.

#### DISCUSIÓN

En nuestro centro se realizan aproximadamente unos 500 procedimientos de adultos al año, entre los cuales se realiza la reparación mitral por minitoracotomía anterior derecha y miniesternotomías en el recambio valvular aórtico siempre que las condiciones del paciente lo permiten. Debido a ello, y tras observar el éxito de esta técnica y publicaciones al respecto<sup>2,3,11,14</sup>, comenzamos su aplicación hace un año en este tipo de procedimientos mínimamente invasivos.

Dado que observamos que supone una alternativa eficaz al protocolo de Buckberg, con la ventaja del tiempo seguro entre dosis, y que el impacto hemodilucional viene compensado por el bajo cebado de nuestro circuito, hemos hecho extensivo su uso a otros procedimientos como sustitución de válvula mitral, aneurismas de aorta y disecciones, dobles valvulares y coronarios con lesiones no críticas.

Actualmente consideramos esta técnica de suministro de cardioplegia como un estándar, siendo una alternativa válida siempre que pueda garantizarse su adecuado suministro y distribución a través del árbol coronario del paciente.

#### REFERENCIAS

1. Gomar M, Mata M, Pomar JL. Fisiopatología y Técnicas de Circulación Extracorpórea. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2012.
2. Vazquez A, Favieres C, Pérez M, Valera F, Torregrosa S, Doñate L et al. Cardioplejía Del Nido: una estrategia de protección miocárdica segura, eficaz y económica. *Cir Cardiovasc*. 2015; 22(6): 287–293. doi: 10.1016/j.circv.2015.05.003
3. Kim K, Ball C, Grady P, Mick S. Use of del Nido Cardioplegia for Adult Cardiac Surgery at the Cleveland Clinic: Perfusion Implications. *J Extra Corpor Technol*. 2014;46(4):317–323. PMID: PMC4557478
4. Chambers DJ. Mechanisms and alternative methods of achieving cardiac arrest. *Ann Thorac Surg*. 2003 Feb;75(2):S661-6.
5. Cohen G, Borger MA, Weisel RD, Rao V. Intraoperative myocardial protection: current trends and future perspectives. *Ann Thorac Surg*. 1999 Nov;68(5):1995–2001.
6. Vinten-Johansen J, Thourani VH. Myocardial protection: An overview. *J Extra Corpor Technol*. 2000 Mar;32(1):38-48.
7. Charette K, Gerrah R, Quaegebeur J, Chen J, Riley D, Mongero L, et al. Single dose myocardial protection utilizing del Nido cardioplegia solution during congenital heart surgery procedures. *Perfusion*. 2012 Mar;27(2):98-103. doi: 10.1177/0267659111424788. Epub 2011 Oct 17
8. Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplegia solution at Boston Children's Hospital. *J Extra Corpor Technol*. 2012 Sep;44(3):98-103.

9. O'Brien JD, Howlett SE, Burton HJ, O'Blenes SB, Litz DS, Friesen CL. Pediatric cardioplegia strategy results in enhanced calcium metabolism and lower serum troponin T. *Ann Thorac Surg.* 2009 May;87(5):1517-23. doi: 10.1016/j.athoracsur.2009.02.067.
10. Govindapillai A, Hua R, Rose R, Friesen CH, O'Blenes SB. Protecting the aged heart during cardiac surgery: use of del Nido cardioplegia provides superior functional recovery in isolated hearts. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013 Oct;146(4):940-8. doi: 10.1016/j.jtcvs.2013.05.032. Epub 2013 Aug 15
11. O'Blenes SB, Friesen CH, Ali A, Howlett S. Protecting the aged heart during cardiac surgery: the potential benefits of del Nido cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011 Mar;141(3):762-70. doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.06.004. Epub 2010 Jul 24.
12. Mick SL, Robich MP, Houghtaling PL, Gillinov AM, Soltesz EG, Johnston DR, et al. Del Nido versus Buckberg cardioplegia in adult isolated valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2015 Feb;149(2):626-634; discussion 634-6. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.10.085. Epub 2014 Oct 22.
13. Buckberg GD. Strategies and logic of cardioplegic delivery to prevent, avoid, and reverse ischemic and reperfusion damage. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987 Jan;93(1):127-39.
14. Iribarne A, Easterwood R, Chan EY, Yang J, Soni L, Russo MJ, et al. The golden age of minimally invasive cardiothoracic surgery: Current and future perspectives. *Future Cardiol.* 2011 May;7(3):333-46. doi: 10.2217/fca.11.23.

**Tabla I. Comparación de composición de las soluciones de Buckberg con la Cardioplegia de Del Nido**

	Protocolo de Buckberg	Cardioplegia de Del Nido
<b>Volumen</b>		
Inducción	500 ml	1000 ml
Mantenimiento	1000 ml	
Reperusión	1500 ml	
<b>Potasio</b>		
Inducción	72 meq/L	
Mantenimiento	36 meq/L	
Reperusión	30 meq/L	26 meq/L
<b>Trometamina 3.M</b>		
Inducción	120 mL/L	
Mantenimiento	123 mL/L	
Reperusión	112 mL/L	
<b>C.P.2.D</b>		
Inducción	60 mL/L	
Mantenimiento	61 mL/L	
Reperusión	113 mL/L	
<b>NaHCO<sub>3</sub></b>		13 meq/L
<b>Manitol 20%</b>		16 mL/L
<b>Lidocaina 2%</b>		6,5 mL/L
<b>Sulfato Mg 50%</b>		4 mL/L
<b>Dextrosa 70%</b>	52 mL/L	
<b>Glutamato/Aspartato</b>		
Reperusión	125 mL/L	
<b>Proporción S/C</b>	4 a 1	1 a 4
<b>Usos</b>		
	Anterógrada directa	Anterógrada directa
	Anterógrada indirecta	Anterógrada indirecta
	Retroplegia	Retroplegia
	Refrigerar campo	Refrigerar campo