

# Nuevas técnicas de protección miocardia en cirugía cardiaca: desarrollo en el Hospital del Aire

ALFONSO LÓPEZ MIRANDA  
*Teniente Coronel Médico. Hospital del Aire.*

JOSÉ LUIS HERNANDEZ RIESCO  
*Capitán Médico. Hospital del Aire.*

ANTONIO JIMENEZ RAMOS  
*Capitán Médico. Hospital del Aire.*

Recientemente, diversos medios de comunicación se han hecho eco de una nueva técnica de protección cardíaca realizada por el Servicio de Cirugía Vasculardel Hospital del Aire. Revista de Aeronáutica y Astronáutica ofrece a sus lectores el trabajo que explica estas nuevas técnicas, de la mano de los propios autores.



*Módulo arterial centrífugo de la bomba de circulación extracorpórea.*

## INTRODUCCION

**D**ESDE los comienzos de la Cirugía Cardíaca se encontraron diversos problemas que dificultaban estas intervenciones, siendo los más importantes la presencia de sangre en las cavidades que impedía la visualización de las estructuras cardíacas y el movimiento continuo que imposibilitaba realizar la operación con la precisión requerida. La solución de estos inconvenientes pasaba por parar el corazón y/o dejarlo sin sangre en su interior, lo cual suponía la muerte del paciente si la función cardíaca no era sustituida de alguna otra forma.

La aparición de las bombas de circulación extracorpórea o máquinas de bypass cardiopulmonar, que hacían las veces de corazón y pulmones durante cierto periodo de tiempo, permitió que el corazón pudiera ser parado y excluido de la circulación general temporalmente. El problema a resolver en este momento era como prevenir el daño que producía la isquemia miocárdica o falta de aporte sanguíneo al músculo cardíaco.

La sangre lleva nutrientes a los diferentes órganos básicamente en forma de oxígeno y glucosa, que una vez dentro de la célula se

transforman en energía. Si estos nutrientes no son llevados a las células, estas agotan sus reservas sufriendo necrosis y muriendo. Esta necrosis en el corazón da lugar al infarto de miocardio, que si es lo suficientemente extenso impide que el corazón pueda efectuar sus misiones de bombeo de sangre.

Para evitar que esto ocurriera se plantearon dos vías de manejo de la situación.

\* 1.- Disminuir las demandas energéticas del miocardio

\* 2.- Proporcionar nutrientes exógenos durante la isquemia.

## DISMINUCIÓN DE DEMANDAS

Las observaciones experimentales demostraron que el corazón parado consumía menos cantidad de oxígeno que si latía rítmicamente o sufría fibrilación ventricular, una contracción asincrónica y no efectiva que ocurre cuando el corazón se enfría por debajo de 32°C o cuando no llega la sangre a las arterias coronarias que lo perfunden.

Por ello, Melrose primero (1) y posteriormente Gay y Ebert (2) emplearon el cloruro potásico en inyección para dejar al corazón sin actividad. Al principio se emplearon dosis muy importantes, para después ir disminuyendo al ver que se conseguían los mismos efectos con menor daño debido al potasio "per se".

El siguiente factor que disminuye el consumo de oxígeno miocárdico es la disminución de la temperatura, y así las necesidades de oxígeno son un 90% menores a 22°C que a 37°C. Esta disminución de la temperatura del corazón se podía lograr mediante varias medidas solas o combinadas entre sí: enfriamiento general del enfermo o hipotermia general, enfriamiento externo del co-

razón mediante suero salino frío depositado en el pericardio o perfusión de las arterias coronarias con una solución fría. Estas técnicas fueron estudiadas por diversos grupos quirúrgicos, siendo la última la que mejor parece proteger el corazón (3).

En ocasiones, sobre todo debido a obstrucciones ateromatosas de las arterias coronarias, la perfusión coronaria no es completa y parte del músculo cardíaco sufre por la isquemia; por eso se comenzó a desarrollar la técnica de perfusión retrógrada, esto es, por el seno y venas coronarias, observándose mejores resultados en estos casos (4).

## APORTE DE NUTRIENTES

Todas las soluciones inyectadas intracoronarias llevan glucosa en su composición, para proporcionar energía a la célula miocárdica, aparte de otras sustancias que tienen muy diversos fines: mantenimiento de pH y osmolaridad, estabilización de membrana, etc.

El otro elemento fundamental para aprovechar la glucosa es el oxígeno y la forma de aportarlo ha sido desarrollada más tardíamente. Al principio se intentó disolver el oxígeno en disoluciones cristaloides de glucosa (5), pero pronto se vio la superioridad de mezclar la propia sangre del enfermo con la solución acuosa cardioplégica en proporciones variables. Aunque muchos investigadores han estudiado este método, quizás el mayor desarrollo ha

sido alcanzado por Buckberg y sus colaboradores de la Universidad de California en los Angeles (UCLA), como demuestran sus trabajos (6).

## REPERFUSION

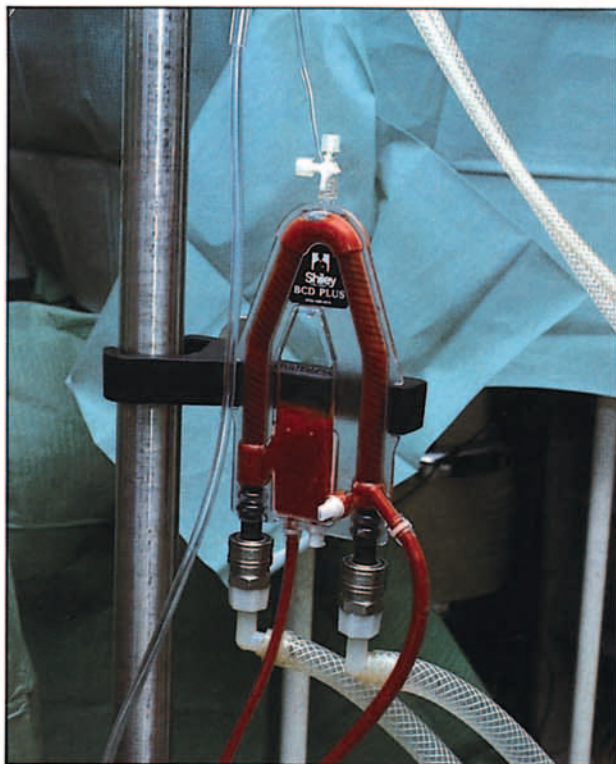
Un tercer problema se deriva del hecho de que la reperfusión de una víscera que ha estado un tiempo sin circulación sanguínea conlleva una serie de alteraciones metabólicas deletéreas para el buen funcionamiento posterior de dicho órgano. En el caso concreto del corazón esto se manifiesta como menor poder de contracción muscular y como trastornos del ritmo sinusal básico.

La forma de evitar o al menos paliar este daño de reperfusión ha sido muy estudiada, siendo la tendencia actual la infusión de soluciones sanguíneas ricas en compuestos que puedan contrarrestar las lesiones que los catabolitos producidos en la isquemia hubieran podido hacer. Estas soluciones sirven además para calentar el corazón nuevamente a 37°C y van enriquecidas con determinadas sustancias protectoras: aminoácidos como glutamato y aspartato, antídotos de los radicales superóxido, etc. El resto de su composición es muy similar a la de las soluciones cardioplégicas antedichas.

Este tipo de cuidados es especialmente importante en pacientes que tienen las reservas cardíacas disminuidas porque su patología es severa. Esto es lo que ocurre en enfermos operados con infarto de miocardio previo, función ventricular deprimida o situación inestable manifestada por crisis de angina intensas y frecuentes. En todos estos casos es donde se ha visto una mayor ventaja de usar técnicas sofisticadas pero necesarias, y de nuevo han sido Buckberg y su grupo los

Tabla 1

FASES DE LA CARDIOPLEGIA
1) INDUCCION
2) MANTENIMIENTO
3) REPERFUSION



Recipiente de mezcla de sangre con el componente cristaloides de la cardioplegia.



Módulo de enfriar y calentar de la cardioplegia.

que más ampliamente han descrito dichas ventajas (7).

### EXPERIENCIA EN ESPAÑA

Desde hace más de una década, la mayoría de los equipos quirúrgicos españoles utilizan alguna forma de cardioplegia para proteger el corazón durante la cirugía. En el último año varios equipos han ido adoptando la cardioplegia sanguínea con resultados alentadores, aunque con esquemas y protocolos muy diversos.

En el hospital del Aire el uso de cardioplegia cristaloides ha sido rutinario desde 1978, siempre atentos a adoptar precozmente las mejoras científicas que se hayan ido produciendo en el panorama internacional. En esta línea de actuación, nos preocupamos de estudiar los trabajos publicados por los grupos punteros, llegando a la conclusión de que los protocolos clínicos referidos por Buckberg eran los más ventajoso

so y reproducibles en nuestro medio, aunque no sin dificultad.

Con la técnica montada pero aún sin desarrollar en su totalidad, recibimos en el mes de mayo pasado la visita del Dr. Buckberg para supervisar la puesta a punto de todos los elementos necesarios, así como mostrar detalles técnicos específicos de la inserción de cánulas para cardioplegia retrógrada y resolución de situaciones especiales que con estas modificaciones pudieran presentarse.

Así pues y desde entonces, nuestro servicio lleva a cabo de

foma sistemática cardioplegia sanguínea reproduciendo el protocolo de la UCLA School of Medicine (8).

Conceptualmente, según este protocolo existen tres fases en la protección miocárdica (Tabla 1). Estos tres periodos requieren distintas actuaciones respecto a la calidad y cantidad de solución cardiopléctica con que el corazón del paciente debe ser perfundido, siendo distintas también en cuanto a sus fines:

**Fase de inducción:** Es el periodo de tiempo en que se administra una solución rica en potasio (20 mEq/l) con el propósito de obtener una parada cardiaca completa y lo más rápidamente posible, para disminuir al mínimo los requerimientos energéticos del corazón después de ocluir el flujo sanguíneo a las arterias coronarias. Esta técnica se puede llevar a cabo de dos maneras diferentes, según la temperatura a que se

Tabla 2

TIPOS DE CARDIOPLEGIA	
SEGUN VIA.:	SEGUN TEMP.:
ANTEROGRA	FRIA
RETROGRADA	CALIENTE
MIXTA	

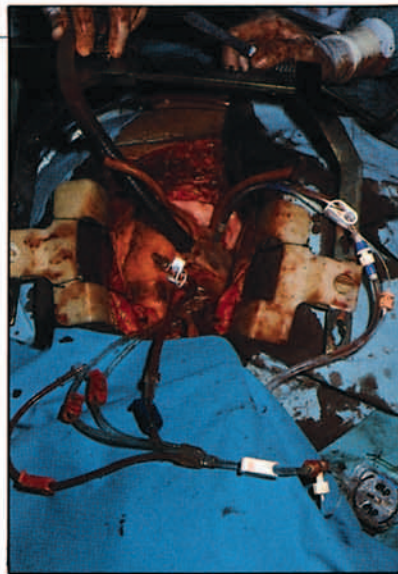
infunda, variando la composición del líquido administrado:

**I.- FRIA:** Con la temperatura en 4-10°C, esta solución está compuesta básicamente por glucosa y suero salino ligeramente hiperosmolares, así como por un estabilizador del pH (THAM) y una concentración elevada de potasio. Su uso es habitual en enfermos estables con contractilidad ventricular normal.

**II.- CALIENTE:** La temperatura de infusión en de 37°C y suma a los anteriores componentes la presencia de quelantes del calcio y de aminoácidos que mejoran la utilización de los nutrientes aportados. Este tipo de cardioplegia se usa en aquellos casos en que el corazón ha pasado por una fase crítica o bien se contrae deficientemente, para conseguir restaurar sus reservas de energía antes de pasar al enfriamiento.

**Fase de mantenimiento:** Consta de varios periodos de infusión cardioplégica administrados cada 20 minutos o antes si el corazón espontáneamente volviera a latir. Sirve para mantener el corazón parado y frío, con lo que el consumo de oxígeno es mínimo. Por ello su temperatura de infusión es siempre fría (4-10°C), independientemente de como haya sido la fase de inducción.

La composición del líquido usado es muy similar al de la car-



Detalle de la administración de cardioplegia hemática anterógrada y retrógrada en el corazón.

dioplegia de inducción fría, pero con menor concentración de ion potasio (10 mEq/l).

**Fase de reperfusión:** Como ya explicamos anteriormente, es un periodo en que el corazón se intenta poner a punto para recibir de nuevo la sangre del paciente y que vuelva a latir espontáneamente. La solución usada es muy parecida en su composición a la cardioplegia de inducción caliente, con compuestos que sirven para aumentar las reservas de energía, pero con una concentración de potasio bastante menos (7-8 mEq/l). Se perfunde en todos los pacientes al terminar el procedimiento quirúrgico intracardiaco.

La forma de administrar estos protocolos varía de unos enfermos a otros según las características de su patología (Tabla 2). La administración anterógrada por vía de las arterias coronarias es útil en todos aquellos casos en que no hay lesiones coronarias y la operación intracardiaca no se realiza en la inmediata proximidad de los "ostia" coronarios. En todos los demás casos, se consigue una distribución más uniforme por medio de la infusión a través del seno y venas coronarias, lo que se denomina cardioplegia retrógrada. Lo más habitual en pacientes con cardiopatía esquémica es emplear una técnica mixta: conseguir una parada cardiaca rápida por vía anterógrada y posteriormente una buena distribución de la cardioplegia por vía retrógrada. Esto último es lo que sistemáticamente se hace en nuestro Servicio.

## CONCLUSIONES

Los resultados que hemos obtenido con el empleo de este tipo de protección miocárdica han sido muy satisfactorios, si bien nuestra experiencia es aún limitada. Además, la mejoría de estos pacientes no sólo debe ser evaluada en el inmediato postoperatorio, sino también a largo plazo consiguiendo una óptima función cardiaca y, por ende, una mejor calidad de vida.

## BIBLIOGRAFIA

1. Melrose D.G. y cols.: "Elective cardiac arrest. Preliminary communication". *Lancet* 2:21, 1955.
2. Gay W.A. y Ebert P.A.: "Functional, metabolic and morphologic effects of potassium-induced cardioplegia". *Surgery* 74:184, 1973.
3. Braimbrige M.V. y cols.: "Cold cardioplegia or continuous coronary perfusion? Report on preliminary clinical experience as assessed cytochemically". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 74:900, 1977.
4. Gundry S.R. y Kirsh M.N.: "A comparison of retrograde cardioplegia versus antegrade cardioplegia in the presence of coronary artery obstruction" *Ann. Thorac. Surg.* 38:124, 1984.
5. Bodenhamer R.M. y cols.: "Enhanced myocardial protection during ischemic arrest: Oxygenation of a crystalloid cardioplegic solution". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 85:769, 1983.
6. Follette D.M., Buckberg G.D. y cols.: "Advantages of blood cardioplegia over continuous coronary perfusion or intermittent ischemia: Experimental and clinical study". *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 76:604, 1978.
7. Lazar H.L., Buckberg G.D. y cols.: "Reversal of ischemic damage with amino acid substrate enhancement during reperfusion". *Surgery* 88:702, 1980.
8. Buckberg G.D.: "Antegrade/Retrograde blood cardioplegia to ensure cardioplegic distribution: Operative techniques and objectives". *J. Cardiac Surg.* 4(3):216, 1989.