

Cardioplejia hemática fría multidosis en pacientes con tiempos de isquemia superiores a 120 minutos. St. Thomas N°2 Modificada vs. Del Nido.

Multidose cold blood cardioplegia in patients with ischemia times greater than 120 minutes. St. Thomas N°2 Modified vs Del Nido.

RESUMEN / ABSTRACT

Objetivo: Comparar la eficacia y seguridad de la cardioplejia hemática fría multidosis Del Nido (DLN) frente a la cardioplejia hemática fría multidosis St. Thomas N°2 Modificada (STM), en intervenciones con tiempos de pinzamiento aórtico superiores a 120 minutos.

Material y Método: Estudio retrospectivo observacional analítico. Se recogieron variables preoperatorias, intraoperatorias y postquirúrgicas como la necesidad de choque eléctrico y de marcapasos temporal tras despinzamiento aórtico, uso de fármacos inotrópicos y la evolución de enzimas de daño miocárdico.

Resultados: Se incluyeron 132 pacientes, 67 en el grupo DLN y 65 en el STM. En el grupo DLN se halló mayor grado de hemodilución, observándose un mayor descenso de hemoglobina ($p=0,001$), sin que se observen diferencias en el empleo de hemoderivados durante la CEC. El porcentaje del tiempo de isquemia invertido en infundir la cardioplejia DLN fue inferior al empleado en infundir la cardioplejia STM ($p=0,000$). No hubo diferencias en el uso de choque eléctrico y de marcapasos temporal para la recuperación del ritmo tras despinzamiento aórtico. Un mayor número de pacientes del grupo DLN requirió noradrenalina ($p=0,000$), sin que se observasen diferencias significativas en las dosis utilizados. Las enzimas cardíacas Troponina T, CPK-NAC y NT-proBNP fueron superiores en el grupo DLN, si bien estas diferencias no fueron significativas.

Conclusiones: La cardioplejia hemática fría multidosis Del Nido es una alternativa eficaz y segura, para proporcionar protección miocárdica a pacientes con tiempos de isquemia superiores a 120 minutos.

Palabras clave: Protección miocárdica; Cardioplejia; Solución St Thomas n°2 modificada; Solución Del Nido.

Objective: compare the efficacy and safety of Del Nido multidose cold blood cardioplegia (DLN) versus St. Thomas N° 2 Modified (STM), multidose cold blood cardioplegia in surgeries with aortic cross-clamp time greater than 120 minutes.

Material and method: Analytical observational retrospective study. Preoperative, intraoperative and postoperative variables were collected as the need for a electric shock and the use of a temporary pacemaker after aortic unclamping, use of inotropic drugs and the evolution of myocardial damage enzym.

Results: 132 patients were included, 67 in the group DLN and 65 in the group STM. DLN group presented a greater degree of hemodilution, and a greater decrease in the hemoglobin being observed ($p=0.001$), but we did not find differences in the use of blood products during CPB. The percentage of ischemia time spent in infusing DLN cardioplegia was lower ($p=0.000$). There were no differences in the need of a electric shock and the use of temporary pacemakers for the recovery of the rhythm after aortic cross-clamp. A greater number of patients in the DLN group required norepinephrine ($p=0.000$), and significant differences were not observed in the doses used. The values of the cardiac enzymes Troponin T, CPK-NAC and NT-proBNP were higher in the patients of the DLN group, although these differences were not significant.

Conclusions: Del Nido multidose cold blood cardioplegia is an effective and safe alternative, to provide myocardial protection to patients on CPB with ischemia times greater than 120 minutes.

Keywords: myocardial protection, cardioplegia, St. Thomas N°2, Del Nido.



M. Johana Gutiérrez Hernández

Enfermera perfusionista.
Hospital Universitario de Canarias.

M. Johana Gutiérrez Hernández
Hospital Universitario de Canarias.
johaguther@hotmail.com

Recibido: enero 2023
Aceptado: marzo 2023

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la cirugía cardíaca es conseguir un resultado anatómico y funcional óptimo, con el menor daño miocárdico posible. Los procedimientos quirúrgicos requieren de un corazón inmóvil y flácido, un campo quirúrgico exangüe y tiempo suficiente para la reparación de los defectos cardíacos. Para ello se utilizan estrategias de protección miocárdicas que tienen como finalidad mantener la viabilidad de los miocitos durante el tiempo de isquemia, y evitar o disminuir el daño por reperfusión.

El uso de cardioplejia produce asistolia inmediata, inicia rápidamente la hipotermia, proporciona reoxigenación intermitente y mejora el metabolismo anaeróbico. Por tanto, la cardioplejia evita la lesión isquémica principalmente al reducir las demandas de oxígeno a menos del 10% de las del corazón latiendo¹.

Las posibilidades clínicas de cardioprotección son diversas en función del tipo de solución cardiopléjica, la vía de administración, el intervalo de tiempo y la temperatura de infusión.

En este estudio, nos proponemos comparar las cardioplejias sanguíneas con base en las soluciones cristaloides de St. Thomas N°2 Modificada y la solución de Del Nido.

La solución de cardioplejia St. Thomas N°2 (STM), compuesta por 1 litro de Ringer, al que se le añaden 16 mmol de cloruro potásico, 16 mmol de magnesio, 1,2 mmol de cloruro cálcico y 10 mmol de bicarbonato sódico, fue validada clínicamente en 1989².

En el Hospital Universitario de Canarias, desde el año 1989, se ha utilizado la solución de cardioplejia St. Thomas N° 2 modificada y adaptada para ser administrada como solución hemática, infundiéndose en una proporción de cuatro partes de sangre por una de solución cristaloides. Se preparan dos soluciones: una de inducción y otra de mantenimiento. Para la preparación de la solución de inducción, sobre una base de Ringer, se añade cloruro potásico para obtener una concentración de potasio por litro de cardioplejia hemática 4:1 infundida de 20 miliequivalentes (mEq). De éstos 20 mEq, 16 mEq son aportados por los 200 ml de la solución cristaloides preparada y de 3,2 a 4 mEq son aportados por los 800 ml de sangre. Con el bicarbonato añadido se pretende conseguir una concentración de 10 mEq por litro (mEq/L) de cardioplejia hemática infundida. Con la lidocaína se pretende conseguir una concentración de 120 mg/L de cardioplejia hemática infundida. A la solución de mantenimiento se le añade la mitad de cloruro potásico y la misma cantidad de bicarbonato y lidocaína (Tabla I).

A principios de la década de 1990, el Dr. Pedro del Nido desarrolló una solución cardiopléjica para cirugía cardíaca neonatal y pediátrica, que aborda más específicamente las necesidades y diferencias del corazón inmaduro³. Esta solución de cardioplejia contiene una solución base de Plas-

malyte A (Plasmalyte 148), al que se le añade bicarbonato sódico, manitol, sulfato de magnesio, cloruro potásico y lidocaína. Esta formulación sirve como componente cristaloides de la solución que se mezcla con sangre oxigenada del paciente en una proporción de 1 parte de sangre por 4 partes de solución cristaloides (Tabla II).

El uso de la cardioplejia Del Nido en la población adulta se ha ido extendiendo a lo largo de los últimos años, debido a que permite un mayor tiempo entre dosis (90 minutos), al presentar una mayor concentración de potasio (30 mEq/L), frente a la cardioplejia St. Thomas N°2 Modificada (20 minutos).

Tanto la cardioplejia St. Thomas N°2 Modificada como la cardioplejia Del Nido contienen lidocaína, la cual bloquea los canales de sodio. Además contienen magnesio, que actúa como competidor del Ca²⁺ reduciendo así el daño isquemia-reperfusión⁴.

El éxito clínico de una adecuada estrategia de cardioplejia puede juzgarse por su capacidad para lograr y mantener una rápida parada del miocardio, el retorno temprano de la función electromecánica tras el despinzamiento aórtico y la necesidad de mínimo soporte inotrópico para la finalización de la circulación extracorpórea tras la intervención. Por ello, nos proponemos en este estudio analizar la protección miocárdica proporcionada por la cardioplejia hemática con solución de St. Thomas N°2 Modificada frente a la cardioplejia hemática con solución de Del Nido, en cirugías con tiempos de pinzamiento aórtico superiores a 120 minutos. Para ello se ha procedido a:

1. Evaluar el grado de hemodilución producida y el tiempo empleado para infundir las cardioplejias.
2. Comparar el efecto sobre la recuperación del ritmo tras el despinzamiento aórtico, estudiando la necesidad de choque eléctrico y uso de marcapasos temporal.
3. Analizar el soporte inotrópico requerido en el postoperatorio de los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca, con tiempos de clampaje aórtico superiores a 120 minutos.
4. Determinar el efecto sobre el miocardio a través de la medición de las enzimas cardíacas Troponina T, CPK-NAC y NT-proBNP.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio retrospectivo observacional analítico longitudinal donde se han recogido datos desde enero de 2019 hasta diciembre de 2021, de aquellas intervenciones de cirugía cardíaca con tiempos de isquemia superiores a 120 minutos, requiriendo dosis múltiples de solución de cardioplejia.

Todas las intervenciones se realizaron mediante esternotomía media y utilizando el protocolo de heparinización

sistémica a razón de una dosis inicial de 3 mg/kg de peso, y redosificación, en función del tiempo de coagulación activado (TCA) de 1 mg/kg, con el objetivo de mantener TCA superiores a 480 segundos.

Todas las intervenciones fueron llevadas a cabo con una máquina de circulación extracorpórea con bomba centrífuga, manteniendo flujos aproximados de 2,4 L/min/m² y presiones arteriales medias en torno a 50-60 mmHg. Para el cebado del circuito se utilizó Ringer Lactato 1L, al que se le añaden 30 mg de heparina, y bicarbonato 1/6 M 250 ml. En el 100% de las intervenciones se utilizó recuperador celular para la sangre antes y después de la circulación extracorpórea.

De cada paciente se recogieron variables demográficas, variables de riesgo quirúrgico y la superficie corporal. En este estudio se han considerado cuatro tipos de intervenciones quirúrgicas: cirugía valvular, cirugía coronaria, cirugía de la aorta y cirugía mixta (aquella en la que se han llevado a cabo dos o más procedimientos distintos).

Las variables recogidas del registro de perfusión fueron: el tiempo de circulación extracorpórea (CEC), tiempo de isquemia miocárdica, volumen total de cardioplejia hemática infundida, volumen del componente cristaloide de la solución de cardioplejia infundida, el tiempo empleado en infundir el total de la cardioplejia hemática, número de dosis y vía de administración. También se recogieron valores de hemoglobina previa al inicio de la CEC, hemoglobina post cardioplejia primera dosis, uso de hemoconcentrador, volumen del hemoconcentrador y concentrados de hematíes añadidos durante la CEC.

Además se recogió la necesidad de administrar choque eléctrico y uso de marcapasos temporal para la recuperación del ritmo post pinzamiento aórtico. Se registró el empleo de fármacos vasoactivos y dosis máximas de adrenalina, noradrenalina y dobutamina.

Las variables empleadas para la valoración de daño miocárdico han sido los marcadores biológicos utilizados durante el postoperatorio de cirugía cardíaca en la Unidad de Medicina Intensiva del Hospital Universitario de Canarias: Troponina T, CPK-NAC y Pro-péptido natriurético tipo B (NT-proBNP). Los valores de estas enzimas cardíacas han sido recogidos el día de la intervención a su llegada a la Unidad de Medicina Intensiva (UMI), a las 24, 48 y 72 horas.

Quedaron excluidos del estudio: pacientes a los que se administró una dosis de cardioplejia Del Nido, pacientes con tiempos de isquemia inferiores a 2 horas y exitus intra quirófano.

PROTOCOLO ADMINISTRACIÓN CARDIOPLEJIA

Ambas cardioplejias fueron administradas con un circuito de cardioplejia CSC 14, con bomba de rodillo y a una temperatura de 8°C.

Cardioplejia hemática St. Thomas N°2 Modificada.

Las dosis de inducción administradas eran de 1 litro de cardioplejia hemática 4:1 y las de mantenimiento entre 500 y 700 ml. Los intervalos entre dosis oscilaron entre los 20 y los 30 minutos.

Cardioplejia hemática Del Nido.

Las dosis de inducción utilizadas fueron calculadas a razón de 15-20 ml/kg de peso, en una proporción de 1:4, a dispensarse en 3-4 minutos. Dosis mayores pudieron ser necesarias en corazones hipertróficos, insuficiencia aórtica o enfermedad coronaria significativa. Las dosis sucesivas de mantenimiento se dispensaron a razón de 10 ml/kg de peso y con un intervalo aproximado de 90 minutos.

Para el tratamiento estadístico de los datos se ha utilizado el paquete informático estadístico IBM SPSS Statistics, versión 26.0. Se han calculado estadísticos descriptivos para todas las variables.

Las variables cuantitativas se expresan en las tablas como media desviación típica. En las gráficas de cajas y bigotes, como mediana y sus percentiles 25-75 y 10-90. Mientras que para la representación gráfica de la evolución de una variable a lo largo del tiempo se ha optado por la media con su intervalo de confianza al 95%.

Las variables cuantitativas con distribución normal, se compararon mediante el estadígrafo T-student, mientras que las que no presentaban una distribución normal, con la prueba U de Mann-Whitney.

Para explorar las asociaciones entre el volumen de cardioplejia o el tiempo de pinzamiento aórtico y las dosis de inotropos y biomarcadores de daño miocárdico, se utilizó como estadístico el coeficiente de correlación no paramétrico Rho de Spearman.

Se ha asumido la existencia de diferencias estadísticamente significativas cuando el p valor asociado al estadígrafo de contraste empleado es inferior a 0,05.

RESULTADOS

En total fueron incluidos en el estudio 132 cirugías de pacientes adultos. En 65 se utilizó cardioplejia hemática 4:1 multidosis fría St. Thomas N°2 Modificada (grupo STM) (49,2%). En 67 pacientes se empleó cardioplejia hemática 1:4 multidosis fría Del Nido (grupo DLN) (50,8%). Hemos observado diferencias estadísticamente significativas en la proporción de varones y mujeres intervenidos en ambos grupos ($p=0,025$), existiendo una menor proporción de mujeres en el grupo de DLN (19,4%), que en el grupo STM (36,9%).

Los pacientes del grupo STM presentan una superficie

corporal menor que los pacientes del grupo DLN ($p=0,034$).

En cuanto a las variables intraoperatorias, no se han observado diferencias respecto al tipo de intervención quirúrgica, siendo la cirugía valvular el procedimiento realizado con mayor frecuencia en ambos grupos (STM 46,2% y DLN 41,8%), seguido de la cirugía mixta en el grupo STM (15%) y de la cirugía de la aorta en el grupo DLN (24%).

Así mismo, tampoco se han observado diferencias en los tiempos de circulación extracorpórea de los pacientes del grupo STM frente a los pacientes del grupo DLN, ni en los tiempos de isquemia entre ambos grupos (Tabla III).

En relación con el grado de hemodilución producida y el tiempo empleado para infundir la cardioplejia, hemos estudiado las variables expuestas en la tabla IV.

El volumen total de cardioplejia hemática administrada en los pacientes del grupo STM fue mayor que en los pacientes del grupo DLN, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$). Sin embargo, teniendo en cuenta las proporciones en las que se administra cada solución de cardioplejia (STM: 4:1 y DLN: 1:4), a los pacientes del grupo STM se les infundió un volumen medio del componente cristaloides de $1034,92 \pm 319,75$ ml y a los pacientes del grupo DLN de $2069,19 \pm 589,44$ ml ($p=0,000$). De tal manera que el volumen del componente cristaloides infundido por unidad de superficie corporal para los pacientes del grupo STM es significativamente menor ($570,71 \pm 201,97$ ml/m² vs $1077,88 \pm 282,61$ ml/m², $p<0,0001$) (Gráfico I). Esto coincide con el mayor descenso de hemoglobina observado en los pacientes del grupo DLN ($p=0,001$) post primera dosis de cardioplejia respecto a los pacientes del grupo STM.

En este estudio se han observado diferencias significativas en el uso de hemoconcentrador ($p=0,002$) entre los pacientes del grupo STM (21,5%) y los pacientes del grupo DLN (47,8%).

Respecto al empleo de hemoderivados durante la CEC, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes del grupo STM y los pacientes del grupo DLN. Así mismo, tampoco se han observado diferencias en cuánto al número de concentrado de hematíes transfundidos en ambos grupos.

En cuanto al tiempo de infusión de la cardioplejia, en los pacientes del grupo STM se invirtió un 12,24 % del tiempo total de isquemia en administrar la cardioplejia, mientras que en los pacientes del grupo DLN, se invirtió mucho menos tiempo de isquemia en administrar la cardioplejia (5,7%), observándose diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$).

En relación con la vía de administración de la cardioplejia, encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes de grupo STM y los pacientes del grupo DLN ($p<0,0001$), utilizándose la vía anterógrada aislada más frecuentemente en el grupo DLN (68,7%),

mientras que la vía combinada (anterógrada y retrógrada) es la más utilizada en el grupo STM (81,5%).

Respecto la recuperación del ritmo tras el despinzamiento aórtico, estudiando la necesidad de choque eléctrico y uso de marcapasos temporal utilizando cardioplejia STM y cardioplejia DLN, no se han encontrado diferencias en cuanto al porcentaje de pacientes en los que fue necesaria la administración de choque eléctrico para la recuperación del ritmo entre ambos grupos. En cuanto al empleo de marcapasos temporal tras el periodo de isquemia, tampoco hemos observado diferencias estadísticamente significativas entre los pacientes de ambos grupos (Tabla V).

En cuanto al soporte inotrópico requerido en el postoperatorio de los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca, no se hallaron diferencias en el empleo y dosis de adrenalina entre ambos grupos de pacientes. La noradrenalina fue empleada en el postoperatorio de 38 pacientes (62,3%) del grupo STM, frente a los 55 pacientes (91,7%) del grupo DLN, observándose diferencias estadísticamente significativas ($p<0,0001$), si bien no se hallaron diferencias en las dosis empleadas entre ambos grupos de pacientes. En relación con la dobutamina, no se encontraron diferencias en su empleo ni en las dosis utilizadas entre los pacientes del grupo STM y los pacientes del grupo DLN.

Se han analizado las correlaciones entre las dosis administradas de adrenalina, noradrenalina y dobutamina con el tiempo de isquemia, el volumen total de cardioplejia y el volumen total de cardioplejia retrógrada en los pacientes del grupo STM y del grupo DLN.

En los pacientes del grupo STM hemos observado que existe correlación tanto con el volumen de cardioplejia como con el volumen de cardioplejia retrógrada con las dosis de noradrenalina (Tabla VI).

Hemos observado que existe correlación tanto con el tiempo de isquemia como con el volumen de cardioplejia y las dosis de noradrenalina en los pacientes del grupo DLN (Tabla VI).

Para determinar el efecto sobre el miocardio de la cardioplejia St. Thomas N° 2 Modificada frente a la cardioplejia Del Nido, a través de la medición de las enzimas cardíacas Troponina T, CPK-NAC y NT-proBNP, hemos estudiado la evolución de dichos marcadores a lo largo del postoperatorio en ambos grupos.

Los niveles medios de Troponina T (Gráfico II) de los pacientes del grupo STM fueron inferiores a los niveles medios de los pacientes del grupo DLN en todas las determinaciones, salvo a la llegada a la UMI, sin que estas diferencias sean estadísticamente significativas.

Hemos analizado las correlaciones de los valores de Troponina T con el tiempo de isquemia, el volumen total de cardioplejia y el volumen total de cardioplejia retrógrada en los pacientes del grupo STM y en los pacientes del grupo DLN.

Se ha encontrado que existe correlación entre el volumen de cardioplejia total y el volumen de cardioplejia retrógrada con la Troponina T a las 72 horas, en los pacientes del grupo STM (Tabla VIII). Lo cual indica que a mayor volumen de cardioplejia total y de cardioplejia retrógrada, los pacientes presentaron valores más altos de Troponina T a las 72 horas.

En los pacientes del grupo DLN existe correlación entre el tiempo de isquemia y los valores de Troponina T el día de la intervención y a las 24 horas. Lo cual indica que a mayor tiempo de isquemia, mayores son los valores de Troponina T a la llegada del paciente a la Unidad de Medicina Intensiva y a las 24 horas. Así mismo, existe correlación entre el volumen total de cardioplejia administrado y los valores de Troponina T el día de la intervención, a las 24 horas y a las 48 horas (tabla VII). Lo cual indica que a mayor volumen total de cardioplejia administrada, mayores son los valores de Troponina T el día de la intervención, a las 24 horas y a las 48 horas.

Los niveles medios de CPK-NAC de los pacientes del grupo STM fueron inferiores respecto a los valores medios de los pacientes del grupo DLN en las determinaciones realizadas a la llegada del paciente a la Unidad de Medicina Intensiva, a las 24 horas y a las 48 horas, sin ser estas diferencias estadísticamente significativas. En las determinaciones a las 72 horas tras la cirugía, los pacientes del grupo STM presentaron valores superiores a los pacientes del grupo DLN, no siendo estas diferencias estadísticamente significativas (Gráfico III).

Se han analizado las correlaciones de los valores de CPK-NAC con el tiempo de isquemia, el volumen total de cardioplejia y el volumen total de cardioplejia retrógrada en los pacientes del grupo STM y en los pacientes del grupo DLN.

Hemos encontrado correlación entre el tiempo de isquemia y volumen de cardioplejia con la elevación de la CPK-NAC a las 48 horas para los pacientes del grupo STM (Tabla VIII). Lo cual indica que tanto a mayor tiempo de isquemia como a mayor volumen de cardioplejia, mayores son los valores de CPK-NAC a las 48 horas.

En los pacientes del grupo DLN hemos encontrado correlación entre el tiempo de isquemia y volumen de cardioplejia para la CPK-NAC a la llegada del paciente a la Unidad de Medicina Intensiva, a las 24 horas, a las 48 horas y a las 72 horas (Tabla VIII). Lo cual indica que a mayor tiempo de isquemia y mayor volumen de cardioplejia, mayores son los valores de CPK-NAC en todas las determinaciones.

En cuanto al volumen de cardioplejia retrógrada administrado, se ha observado correlación con las determinaciones de CPK-NAC a las 48 horas y a las 72 horas para los pacientes del grupo DLN (Tabla VIII). Lo cual indica que a mayor volumen de cardioplejia retrógrada administrado, mayores son los valores de CPK-NAC a las 48 y a las 72 horas.

Los niveles medios de NT-proBNP de los pacientes del grupo STM fueron inferiores frente a los niveles medios de los pacientes del grupo DLN en todas las determinaciones realizadas (a la llegada a la Unidad de Medicina Inten-

siva, a las 24, 48 y 72 horas), sin ser estas diferencias estadísticamente significativas (Gráfico IV).

No hemos encontrado correlaciones entre los valores de NT-proBNP con el tiempo de isquemia, el volumen total de cardioplejia ni el volumen total de cardioplejia retrógrada administrado en los pacientes del grupo STM y en los pacientes del grupo DLN.

DISCUSIÓN

El uso de cardioplejia hemática fría multidosis DLN ha contribuido a aumentar el grado de hemodilución en CEC, observándose un mayor descenso de hemoglobina tras la administración de la primera dosis de cardioplejia y un mayor uso de hemoconcentrador. Con ello, no se observaron diferencias en el empleo de hemoderivados, ni en el número de concentrados de hematíes transfundidos durante la CEC en ambos grupos de pacientes. Estos resultados concuerdan con los publicados por otros estudios en los que no se ha observado diferencia en el empleo de hemoderivados con el uso de la cardioplejia hemática DLN frente a la cardioplejia hemática convencional^{5,6,7}.

En cuanto a la necesidad administrar choque eléctrico para la recuperación del ritmo tras despinzamiento aórtico, no se hallaron diferencias entre los pacientes del grupo STM y los pacientes del grupo DLN. Estos resultados difieren de lo publicado en otros estudios, en los que se observaba una menor tasa de pacientes en los que fue necesaria la administración de terapia eléctrica para la recuperación del ritmo con el empleo de la cardioplejia hemática fría DLN^{8,9,10}.

Los resultados obtenidos en este estudio son similares a los presentados por Porras et al¹¹, en los que mostraban que el porcentaje de recuperación espontánea del ritmo era del 82% en los pacientes en los que se utilizaba cardioplejia hemática fría multidosis STM.

La recuperación del ritmo sinusal, sin episodios de arritmias ventriculares, es un indicador de una óptima protección miocárdica^{12,13}. La fibrilación ventricular puede ocasionar un aumento del consumo de oxígeno del miocardio, distensión del ventrículo y acidosis del tejido^{14,15,16}. Una vez instaurada la fibrilación ventricular, el gold standard del tratamiento es la descarga eléctrica. Sin embargo se ha demostrado que la energía eléctrica aplicada al corazón causa daño en el miocardio¹⁷.

Así pues, tanto el posible efecto nocivo de la fibrilación ventricular post reperfusión, como el efecto deletéreo que puede suponer la utilización de las palas de desfibrilación, la prevención de la fibrilación ventricular post reperfusión o la disminución en el número de intentos de desfibrilación necesarios para tratar la arritmia ventricular, pueden resultar beneficiosos para la conservación de

la función miocárdica tras la circulación extracorpórea¹⁸.

Respecto al empleo de marcapasos temporal tras el período de isquemia, los resultados obtenidos son similares a otros estudios^{9,10,19} en los que no se ha evidenciado diferencia en cuanto al uso de marcapasos temporal después del tiempo de isquemia entre los pacientes en los que se utiliza cardioplejia hemática fría DLN y los pacientes en los que se utiliza cardioplejia hemática fría St. Thomas N°2. Por el contrario, en los resultados presentados por Zwolinski et al²⁰, se hallaron diferencias significativas en el mayor uso de marcapasos temporales en los pacientes en los que se había utilizado cardioplejia hemática fría DLN, frente a los pacientes en los que se utilizaba cardioplejia hemática fría St. Thomas N°2.

En relación con el soporte inotrópico requerido en el postoperatorio, la correlación observada, tanto con el volumen de cardioplejia como con el volumen de cardioplejia retrógrada con las dosis de noradrenalina, indica que a mayor volumen de cardioplejia y volumen de cardioplejia retrógrada, mayores son las necesidades de noradrenalina en los pacientes del grupo STM. En los pacientes del grupo DLN, a mayor tiempo de isquemia y mayor volumen de cardioplejia, mayores son las necesidades de noradrenalina.

Los resultados obtenidos difieren de los publicados por Das S. y Das MK²¹, en el que se indicaba que el uso de cardioplejia DLN reduce significativamente el requerimiento de inotrópicos en el período postoperatorio frente a la cardioplejia hemática fría multidosis St. Thomas N°2. Nuestros resultados son similares a los presentados en otros estudios^{9,22,23} en los que no se encontraron diferencias en las dosis de adrenalina, noradrenalina y dobutamina entre los pacientes del grupo STM y DLN.

En cuanto al efecto sobre el miocardio de la cardioplejia St. Thomas N° 2 Modificada frente a la cardioplejia Del Nido, a través de la medición de las enzimas cardíacas, los resultados obtenidos difieren de los publicados en otros estudios^{5,8,21}, en los que se indica que existe una menor liberación de enzimas cardíacas con el empleo de la cardioplejia hemática fría DLN.

Los resultados de este estudio están en la línea de los aportados por otros autores^{6,22,24,25}, en los que se pudo observar que no había una diferencia estadísticamente significativa con la liberación de Troponinas y CK-MB entre la solución de cardioplejia del Nido y la solución de cardioplejia St. Thomas N°2. Sin embargo, Lenoir et al²³ observaron que, al igual que nosotros, en pacientes con tiempos de isquemia superiores a 180 minutos los valores de CK-MB eran superiores en los pacientes en los que se había empleado cardioplejia Del Nido, frente a cardioplejia hemática convencional, si bien ellos pudieron obtener esta diferencia estadísticamente significativa.

CONCLUSIONES

Respecto al objetivo de evaluar el grado de hemodilución producida y el tiempo empleado en infundir la cardioplejia STM frente a la cardioplejia DLN, podemos decir:

1. El grado de hemodilución debida a la cardioplejia hemática fría multidosis ha sido superior en los pacientes del grupo DLN. Esto no se ha traducido en un mayor número de transfusiones entre los pacientes de éste grupo.
2. En relación al tiempo empleado en infundir la cardioplejia, los pacientes del grupo STM necesitaron más tiempo para administrar la cardioplejia frente a los pacientes del grupo DLN.

Respecto al objetivo de determinar el efecto sobre la recuperación del ritmo tras el despinzamiento aórtico estudiando la necesidad de choque eléctrico y uso de marcapasos temporal utilizando cardioplejia St. Thomas N°2 Modificada y cardioplejia Del Nido, podemos decir:

1. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que no hay diferencias en el porcentaje de pacientes en los que fue necesaria la administración de choque eléctrico y el uso de marcapasos temporal entre ambos grupos.

Respecto al objetivo de analizar el soporte inotrópico requerido en el postoperatorio de los pacientes intervenidos de cirugía cardíaca, con tiempos de clampaje aórtico superiores a 120 minutos, empleando cardioplejia St. Thomas N°2 Modificada y solución de Del Nido, podemos decir:

2. No hemos encontrado diferencias en las dosis de fármacos inotrópicos utilizados en ambos grupos. Tampoco en el número de pacientes que fueron tratados con adrenalina y dobutamina. Sin embargo, un mayor número de pacientes del grupo DLN han requerido noradrenalina.

Respecto al objetivo de determinar el efecto sobre el miocardio de la cardioplejia St. Thomas N° 2 Modificada frente a la cardioplejia Del Nido, a través de la medición de las enzimas cardíacas Troponina T, CPK-NAC y NT-proBNP, podemos decir:

3. No se han hallado diferencias estadísticamente significativas en los valores de estos marcadores biológicos.

En base a lo expuesto anteriormente podemos concluir que la cardioplejia hemática fría multidosis Del Nido es una alternativa eficaz y segura a la cardioplejia hemática fría multidosis St. Thomas N°2, a la hora de proporcionar protección miocárdica a pacientes bajo CEC, con tiempos de isquemia superiores a 120 minutos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buckberg GD. Myocardial protection: an overview. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.* 1993;5(2):98-106.
2. Chambers DJ, Sakai A, Braimbridge M V, kosker S, Manzanera G, Kind P R et al. Clinical validation of St. Thomas' Hospital cardioplegic solution No. 2 (Plegisol). *Eur J cardio-thoracic Surg Off J Eur Assoc Cardio-thoracic Surg.* 1989;3(4):346-352. doi:10.1016/1010-7940(89)90033-x
3. Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplegia solution at Boston Children's Hospital. *J Extra Corpor Technol.* 2012;44(3):98-103.
4. 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.
5. Ad N, Holmes SD, Massimiano PS, Rongione AJ, Fornaresio LM, Fitzgerald D. The use of del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery: A prospective randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;155(3):1011-1018. doi:10.1016/j.jtcvs.2017.09.146
6. Sanetra K, Domaradzki W, Cisowski M, Shrestha R, Bialek k, Bochenek A et al. The impact of del Nido cardioplegia solution on blood morphology parameters. *Perfusion.* Published online septiembre de 2021:2676591211049020. doi:10.1177/026765912111049020
7. Misra S, Srinivasan A, Jena SS, Bellapukonda S. Myocardial Protection in Adult Cardiac Surgery With del Nido Versus Blood Cardioplegia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Heart Lung Circ.* 2021;30(5):642-655. doi:10.1016/j.hlc.2020.10.016
8. Elassal AA, Al-Ebrahim KE, AL-Radi OO, Zaher ZF, Dohain AM, Abdelmohsen GA et al. Myocardial protection by blood-based del nido versus St. Thomas cardioplegia in cardiac surgery for adults and children. *Heart Surg Forum.* 2020;23(5):E689-E695. doi:10.1532/HSF.3099
9. Datta S, Chakrabarty U, Podder T, Mukherjee P. Use of del nido cardioplegia versus St. thomas solution 2 in adult mitral valve replacement surgery at a tertiary care hospital in Kolkata, India. *Int J Res Med Sci.* 2020;8(5):1654. doi:10.18203/2320-6012.ijrms20201554
10. Hamad R, Nguyen A, Laliberté É, Bouchard D, Lamarche Y, El-Hamamsy I et al. Comparison of del Nido cardioplegia with blood cardioplegia in adult combined surgery. *Innovations.* 2017;12(5):356-362.
11. Porras I, Martinez R, Lacruz DA, Glez-Miranda F. Spontaneous defibrillation with blood cardioplegia. *J Cardiothorac Anesth.* 1989;3(5 Suppl 1):90. doi:10.1016/0888-6296(89)90833-8
12. Murrah CP, Ferguson ER, Spruell RD, Holman WL. Arrest Duration Influences Postcardioplegia Electrophysiologic Recovery and Reperfusion Arrhythmias. *Ann Thorac Surg.* 1998;65(4):1003-1008. doi:10.1016/S0003-4975(98)00079-4
13. Almdahl SM, Veel T, Eide M, Damstuen J, Halvorsen P, Mølstad P. Postcardioplegia ventricular fibrillation: no impact on subsequent survival. *Scand Cardiovasc J.* 2014;48(4):249-254. doi:10.3109/14017431.2014.922212
14. Lockerman ZS, Rose DM, Cunningham JNJ, Lichstein E. Reperfusion ventricular fibrillation during coronary artery bypass operations and its association with postoperative enzyme release. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1987;93(2):247-252.
15. Hottenrott C, Maloney JVJ, Buckberg G. Studies of the effects of ventricular fibrillation on the adequacy of regional myocardial flow. I. Electrical vs. spontaneous fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1974;68(4):615-625.
16. Khuri SF, Marston WA, Josa M, Braunwald NS, Cavanaugh AC, Hunt H et al. Observations on 100 patients with continuous intraoperative monitoring of intramyocardial pH. The adverse effects of ventricular fibrillation and reperfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1985;89(2):170-182.
17. Dahl CF, Ewy GA, Warner ED, Thomas ED. Myocardial necrosis from direct current countershock. Effect of paddle electrode size and time interval between discharges. *Circulation.* 1974;50(5):956-961. doi:10.1161/01.cir.50.5.956
18. Mauermann WJ, Pulido JN, Barbara DW, Abel MD, Li Z, Meade LA et al. Amiodarone versus lidocaine and placebo for the prevention of ventricular fibrillation after aortic crossclamping: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2012;144(5):1229-1234. doi:10.1016/j.jtcvs.2012.06.039
19. D'Angelo AM, Nemeth S, Wang C, et al. Re-dosing of del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery requiring prolonged aortic cross-clamp. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022;34(4):556-563. doi:10.1093/icvts/ivab310
20. Zwolinski R, Jaszewski R, Jander S, Zagórski M, Adamek-Kosmider A, Bednarski I et al. Single Dose of Del Nido Cardioplegic Solution in Comparison with St Thomas Hospital Solution in Mitral Valve Surgery: A Propensity Matched Comparison OPEN ACCESS. *Rem Publ LLC, | Clin Surg.* 2019;4:2467.
21. Das S, Das MK. Comparison of Del Nido and St. Thomas Cardioplegia in adult cardiac surgery. *J Med Sci Clin Res.* 2018;6:32-36.
22. Yerebakan H, Sorabella RA, Najjar M, Catillero E, Mongero L, Beck J et al. Del Nido Cardioplegia can be safely administered in high-risk coronary artery bypass grafting surgery after acute myocardial infarction: a propensity matched comparison. *J Cardiothorac Surg.* 2014;9(1):141. doi:10.1186/s13019-014-0141-5
23. Lenoir M, Bouhout I, Jelassi A, Cartier R, Poirier N, El-Hamamsy I et al. Del Nido cardioplegia versus blood cardioplegia in adult aortic root surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;162(2):514-522.e2. doi:10.1016/j.jtcvs.2020.01.022
24. Timek T, Willekes C, Hulme O, Himelhoch B, Nadeau D, Borgman A et al. Propensity Matched Analysis of del Nido Cardioplegia in Adult Coronary Artery Bypass Grafting:

Initial Experience With 100 Consecutive Patients. Ann Thorac Surg. 2016;101(6):2237-2241. doi:10.1016/j.athoracsur.2015.12.058

25. Weiss JN, Korge P, Honda HM, Ping P. Role of the mitochondrial permeability transition in myocardial disease. Circ Res. 2003;93(4):292-301. doi:10.1161/01.RES.0000087542.26971.D4

Tabla I. Composición solución St. Thomas N° 2 Modificada

	Inducción	Mantenimiento
Ringer	500 ml	500 ml
Cloruro potásico 2M	40 mEq	20 mEq
Bicarbonato sódico 1M	25 mEq	25 mEq
Lidocaína 2%	300 mg	300 mg

Tabla II. Composición solución Del Nido

Plasmalyte 148	1000 ml
Bicarbonato sódico 1M	13 ml
Manitol 20%	16,3 ml
Sulfato de magnesio 15%	13,3 ml
Cloruro potásico 2M	13 ml
Lidocaína 2%	6,5 ml

Tabla III. Variables quirúrgicas

	St. Thomas N°2 Modificada (n=65)	Del Nido (n=67)	P
Tipo de cirugía n (%)			
• Cirugía valvular	30 (46,2)	28 (41,8)	0,261
• Cirugía coronaria	6 (9,2)	3 (4,5)	
• Cirugía de la aorta	14 (21,5)	24 (35,8)	
• Cirugía mixta	15 (23,1)	12 (17,9)	
Tiempo CEC (min)	224,37 ± 82,54	237,81 ± 69,52	0,313
Tiempo de isquemia (min)	172,08 ± 56,9	181,85 ± 49,33	0,293

Tabla IV. Variables quirúrgicas

	St. Thomas N°2 Modificada (n=65)	Del Nido (n=67)	P
Volumen total cardioplejia (ml)	5174,62 ± 1598,75	2586,49 ± 736,80	0,000
Volumen componente cristaloides cardioplejia (ml)	1034,92 ± 319,75	2069,19 ± 589,44	0,000
Unidad componente cristaloides por superficie corporal (ml/m ²)	570,71 ± 201,97	1077,88 ± 282,61	0,000
Tiempo infusión cardioplejia total (min)	1034,92 ± 319,75	10,34 ± 2,94	0,000
Porcentaje tiempo de isquemia en infundir cardioplejia (%)	570,71 ± 201,97	5,76 ± 1,06	0,000
N° dosis cardioplejia	20,69 ± 6,39	2,45 ± 0,61	0,000
Vía administración n (%)			
• Anterógrada	12 (18,5) o 53 (81,5)	46 (68,7) o 21 (31,3)	0,000
• Retrógrada			
• Combinada			

Cardioplejia retrógrada ml	3303,21 ±1327,2	1084,29 ±658,08	0,000
Hb previa inicio CEC (g/dl)	11,5 ± 1,7	12,1 ± 2	0,051
Hb post cardioplejia (g/dl)	8,4 ± 1,4	8,3 ±1,5	0,745
Descenso Hb post cardioplejia (g/dl)	3,06 ± 1,2	3,7 ± 1,2	0,001
Transfusiones en CEC (%)	24,6	31,3	0,390
Concentrado hematíes en CEC (n)	0,38	0,58	0,432
Uso hemoconcentrador (%)	21,5	47,8	0,002
Volumen hemoconcentrador (ml)	2264,29 ±974,76	2018,75 ± 1294,01	0,176

Tabla V. Choque eléctrico y uso de marcapasos

	St. Thomas N°2 Modificada (n=65)	Del Nido (n=67)	P
Desfibrilación n (%)	13 (20)	(n=67)	0,352
Marcapasos n (%)	35 (53,8)	41 (61,2)	0,393

Tabla VI. Correlaciones dosis máxima noradrenalina

Grupos	Variable asociada	P	Rho Spearman
STM	Volumen cardioplejia	0,011	0,407
	Volumen cardioplejia retrógrada	0,035	0,381
DLN	Tiempo isquemia	0,009	0,348
	Volumen cardioplejia	0,029	0,295

Tabla VII. Correlaciones con Troponina T

Grupos	Variable asociada		P	Rho Spearman
STM	Volumen cardioplejia	Troponina T 72 h	0,035	0,414
	Volumen retroplejia		0,045	0,453
DLN	Tiempo isquemia	Troponina T 0 h	0,027	0,279
		Troponina T 24 h	0,012	0,309
	Volumen cardioplejia	Troponina T 0 h	0,007	0,334
		Troponina T 24 h	0,021	0,284
		Troponina T 48 h	0,018	0,338

Tabla VIII. Correlaciones con CPK-NAC

Grupos	Variable asociada		P	Rho Spearman
STM	Tiempo isquemia	CPK-NAC 48 h	0,014	0,345
	Volumen cardioplejia		0,005	0,387
DLN	Tiempo isquemia	CPK-NAC 0 h	0,006	0,340
		CPK-NAC 24 h	0,011	0,311
		CPK-NAC 48 h	0,010	0,343
		CPK-NAC 72 h	0,014	0,350
	Volumen cardioplejia	CPK-NAC 0 h	0,001	0,393
		CPK-NAC 24 h	0,000	0,441
		CPK-NAC 48 h	0,000	0,470
		CPK-NAC 72 h	0,001	0,453
	Volumen retroplejia	CPK-NAC 48 h	0,016	0,543
		CPK-NAC 72 h	0,020	0,593

Gráfico I. Volumen componente cristaloides por unidad de superficie corporal.

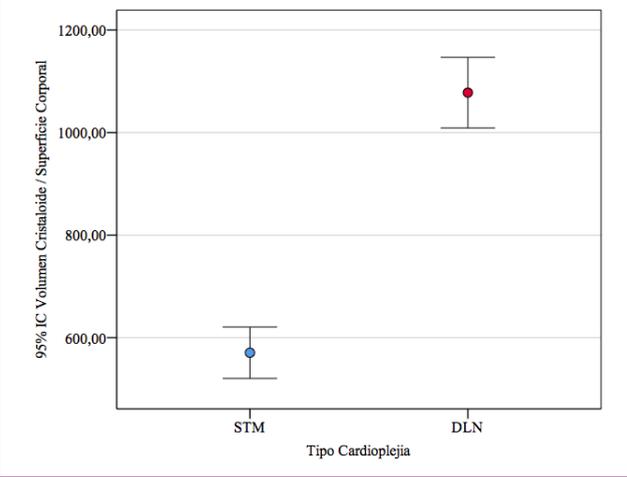


Gráfico II. Evolución de Troponina T según cardioplejia administrada.

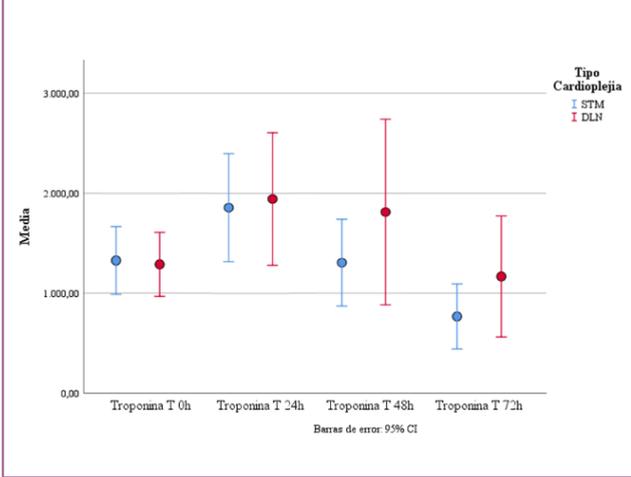


Gráfico III. Evolución de CPK-NAC según cardioplejia administrada.

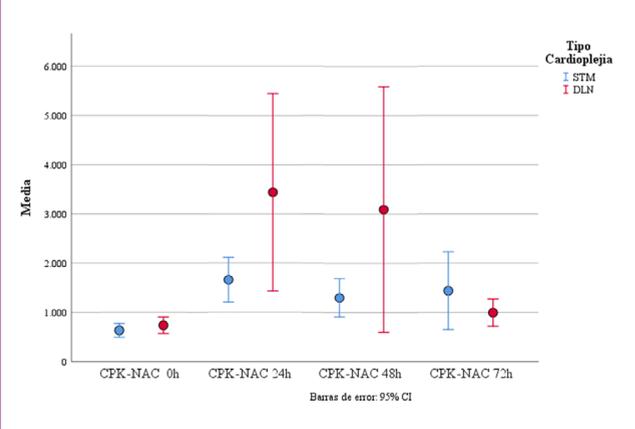


Gráfico IV. Evolución de NT-proBNP según cardioplejia administrada.

