

Protocolos de administración de cardioplejias: Buckberg, miniplejia y del Nido. Resultados.

Cardioplegia administration protocols: Buckberg, microplegia and del Nido. Outcomes.

RESUMEN / ABSTRACT

Introducción: Una de las funciones más relevantes que tienen los perfusionistas durante la realización de la circulación extracorpórea (CEC) es la protección miocárdica mediante la administración de cardioplejia (CP). Existen diferentes tipos de CP, pero actualmente no existe consenso en cuanto a cuál se puede considerar “gold standard”. El objetivo fue exponer los protocolos y resultados de las distintas CP que utilizamos en nuestro centro (Buckberg con Cardibraun, miniplejia y del Nido).

Material y métodos: Estudio descriptivo, retrospectivo y transversal. Se describen las principales variables demográficas, de CEC y de resultados posoperatorios: troponina T, estancia, sangrado, insuficiencia renal, transfusión sanguínea, síndrome de bajo gasto cardíaco, infarto agudo de miocardio (IAM) perioperatorio, y mortalidad. Se comparan estadísticamente los resultados de los grupos Buckberg (GB) y miniplejia (GM) por ser muestras homogéneas.

Resultados: Se incluyeron 138 pacientes en total: 84 pacientes con Buckberg 4:1, 54 con miniplejia y 15 con del Nido. Al comparar los GB y GM se encuentran diferencias entre las variables quirúrgicas de glucemia máxima ($p=0,0001$) y desfibrilación espontánea ($p=0,0001$). En las variables posoperatorias no se hallaron diferencias significativas. Solo la estancia postoperatoria ($p=0,051$) y la transfusión de hematíes ($p=0,057$) tuvieron resultados cercanos a la significación estadística.

Conclusiones: Las 3 estrategias de CP son efectivas con buenos resultados en cuanto al síndrome de bajo gasto cardíaco, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

La recuperación del ritmo cardíaco espontáneo es superior con del Nido y miniplejia sobre Buckberg. La transfusión sanguínea se reduce con miniplejia, así como las glucemias en CEC.

Palabras clave: cardioplejia, miniplejia, cardioplejia del Nido.

Introduction: One of the most important functions that perfusionists have during cardiopulmonary bypass (CPB) is myocardial protection by administering cardioplegia (CP). There are different types of CP, but currently there is no consensus as to which one can be considered the “gold standard”. The objective was to present the protocols and results of the different CP that we use in our hospital (Buckberg with Cardibraun, microplegia and del Nido).

Material and methods: Descriptive, retrospective and cross-sectional study, with a total of 138 patients. The main demographic variables, CPB and postoperative results: troponin T, stay, bleeding, renal failure, blood transfusion, low cardiac output syndrome, perioperative acute myocardial infarction (AMI), and mortality are described. The results of Buckberg (GB) and microplegia (GM) groups are statistically compared as they are homogeneous samples.

Results: 84 patients with Buckberg 4:1, 54 with microplegia and 15 with del Nido were included. When comparing the GB and GM, differences were found between the surgical variables of maximum glycemia ($p=0,0001$) and spontaneous defibrillation ($p=0,0001$). No significant differences were found in the postoperative variables. Only the postoperative stay ($p=0,051$) and red blood cell transfusion ($p=0,057$) had results close to statistical significance.

Conclusions: The 3 CP strategies are effective with good results in terms of low cardiac output syndrome, perioperative AMI, and 30-day mortality. Spontaneous cardiac rhythm beat recovery is superior with del Nido and microplegia over Buckberg. Blood transfusion is reduced with microplegia, as well as blood glucose levels in CPB.

Keywords: cardioplegia, microplegia, del Nido cardioplegia.



Miguel Ángel Parada Nogueiras
Dr. Enfermero Perfusionista
Complejo Asistencial Universitario de León

Manuela Ramos Barbosa
Enfermera
Complejo Asistencial Universitario de León

Miguel Ángel Parada Nogueiras
Complejo Asistencial Universitario de León
C/ Altos de Nava s/n.
24071, León
maparada@saludcastillayleon.es

Recibido: diciembre 2020
Aceptado: febrero 2021
<https://doi.org/10.36579/rep.2020.70.1>

INTRODUCCIÓN

La protección miocárdica (PM) es un concepto fundamental sobre el que se sustenta la cirugía cardíaca (CC). No serían posibles la mayoría de las cirugías si el corazón no estuviese parado y vacío, y que volviese a latir asumiendo su función al acabar la intervención. Por ello la PM es un desafío para el perfusionista y el equipo quirúrgico en cada intervención y es clave en el éxito del procedimiento. Por muy perfecta que sea la cirugía si la protección del miocardio no es adecuada, nos encontraremos con consecuencias adversas serias, como: infarto de miocardio, daño por isquemia-reperusión, síndrome de bajo gasto cardíaco (SBGC), etc. asociados a un aumento de los tiempos de estancia hospitalaria, insuficiencia cardíaca y morbilidad, y finalmente un aumento de la mortalidad perioperatoria.

La PM es una estrategia multifactorial (factores prequirúrgicos, quirúrgicos y posquirúrgicos) siendo la administración de la cardioplejia (CP) el más importante¹. Los pilares fundamentales son reducir la demanda metabólica miocárdica, minimizar el daño miocárdico e incrementar la tolerancia del corazón a la isquemia.

Los principales conceptos de PM son la hipotermia, propuesta por Bigelow² y la parada diastólica inducida por potasio popularizada por Melrose, en la década de los 50³. El uso de la hipotermia y la hiperkaliemia han sido el estándar clínico en la mayoría de los quirófanos de CC en el mundo⁴.

Existen por lo tanto diferentes tipos de CP, según su lugar de acción (intra o extracelulares), su composición (hemática o cristaloides), vía de administración (anterógrada o retrógrada), temperatura (fría, templada, caliente) y diferentes protocolos de administración (uni-multidosis, intermitente-continua). En la búsqueda de la PM óptima se han ido combinando y modificando estos conceptos para encontrar la mejor CP.

Tras las dudas sobre la asistolia conseguida con potasio propuesta por Melrose, debido a los daños producidos por la excesiva concentración de potasio utilizada, aparecen las CP cristaloides, como la desarrollada por Bretschneider a mediados de los 60, usándose actualmente con pequeños cambios como cardioplejia HTK o Custodiol. Continúa evolucionando el concepto y se llega a una de las más utilizadas hoy en día y que ha demostrado ser una técnica óptima de PM frente a la isquemia miocárdica, la CP tipo Buckberg basada en una dosis de CP sanguínea 4:1 de forma anterógrada y fría, combinada con dosis de repetición por vía retrógrada y una reperusión caliente previa al desclampaje aórtico. Y minimizando este concepto se llega a diseñar la miniplejia, en la que respetando la temperatura e intervalos de administración, se administra únicamente sangre con una pequeña cantidad de potasio y magnesio.

A partir de los 90, Matte y del Nido desarrollaron un nuevo tipo de CP, enfocada principalmente a la CC pediátrica

para la protección de los miocitos inmaduros, que son particularmente susceptibles a la sobrecarga de calcio y a la isquemia-reperusión⁵. Pero su uso en adultos se ha ido extendiendo, siendo en la actualidad la que mayor número de trabajos suscita, evidenciando buenos resultados. Es una CP sanguínea, pero 1:4 que se administra en una sola dosis si el periodo de isquemia es de 90-120 min, pudiendo administrar una dosis de repetición si se supera ese tiempo.

La CP sanguínea tiene las ventajas de ser más fisiológica, con capacidad de transporte de oxígeno, captación y amortiguación de radicales libres y producir menos hemodilución al compararla con la CP cristaloides.

A pesar de todo, tras varias décadas de estudios y evolución, no hay una guía estándar sobre la CP, no existe consenso en cuanto a que CP se puede considerar "gold standard".

En la Unidad de Perfusión del Complejo Asistencial Universitario de León utilizamos 3 protocolos de CP: tipo Buckberg, miniplejia y del Nido.

El objetivo de este trabajo es describir los diferentes protocolos de administración de CP que manejamos, así como mostrar los resultados obtenidos en una muestra de pacientes con cada una, con el fin de aportar nuestro enfoque sobre qué tipo es mejor para nuestros pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se lleva a cabo un estudio descriptivo, retrospectivo y transversal, desde el 1 de noviembre de 2019 a 30 de abril de 2020. Se incluyen todas las cirugías con circulación extracorpórea (CEC), siendo los criterios de exclusión: cirugías emergentes, sin clampaje aórtico (CAo), con parada circulatoria o reintervenciones.

Se describen las variables:

- Demográficas: edad, género, diabetes, hipertensión arterial, insuficiencia renal (IR) e índice de masa corporal (IMC).
- Quirúrgicas: tipo de cirugía, tiempo de CEC, tiempo de CAo, kaliemia y glucemia máximos y desfibrilación espontánea (DFE) tras el desclampaje aórtico.
- Posoperatorias: valor máximo de troponina T, estancia hospitalaria, sangrado, IR, transfusión de concentrado de hematíes, uso de inotrópicos más de 24 h, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

Se comparan estadísticamente los resultados de los grupos Buckberg (GB) y miniplejia (GM) por ser muestras homogéneas, mientras que en el grupo de del Nido (GDN) se seleccionan los pacientes para su administración al estar en una fase inicial de manejo. Se seleccionan pacientes con cirugías cortas (tiempo de clampaje aórtico (CAo) \pm 60 min

para evitar utilizar dosis de repetición) y sin patología en válvula aórtica (intentando garantizar su administración anterógrada).

Los protocolos de administración de la CP tipo Buckberg con Cardibraun® se presenta en el anexo 1, miniplejía en el anexo 2 y del Nido en el anexo 3.

Se utilizaron 3 tipos de set de CEC: Maquet con oxigenador Quadrox® y filtro arterial Quart®, Sorin Inspire® 6F con filtro integrado y Terumo Capiox® FX15 para pacientes con superficie corporal inferior a 1,6 m². Todos ellos con bomba de rodillo. Las máquinas de CEC utilizadas son Stockert SIII y S5.

El volumen de cebado en los 2 primeros casos es de 1000 ml de Ringer Lactato, 150 ml de Manitol 20% y 500 ml de Gelafundina. En el caso de Capiox FX15 se utiliza un cebado de 500 ml de Ringer Lactato, 100 ml de Manitol 20% y 500 ml de Gelafundina. Se emplean técnicas de cebado anterógrado y/o retrógrado autólogo en pacientes con hematocrito (Hto) basal <30%.

La heparina no fraccionada (HNF) administrada es de 3 mg/kg para obtener un tiempo de coagulación activada (TCA) superior a 400 s para entrar en CEC. Durante la CEC se realizan controles analíticos (con el analizador de gases en sangre ABL90 Flex® de Radiometer) y de TCA (con el Hemochron Response®) cada 15-20 min y en caso de TCA inferiores a 400 s se administra un bolo de 50 mg de HNF.

Se considera un flujo de bomba de 2,4 L/min/m² para mantener una tensión arterial media (TAM) mayor o igual a 60 mmHg, PaO₂ 200-250 mmHg, PaCO₂ 35-45 mmHg. Se realiza la perfusión en normotermia con temperatura vesical entre 36-37°C. Se realiza transfusión de concentrado de hematíes si el Hto es inferior a 25%. Se realiza control de glucemia con protocolo de insulina presentado en anexo 4.

El tipo de canulación más frecuente es la arterial en aorta ascendente con cánula arterial curva de 20 fr (Pureflex® de Livanova) y la venosa es con atriocava 28/36 fr (MC2® de Medtronic), o en cirugías mitrales, de tumores en aurícula derecha o comunicación interauricular se utiliza sistema de doble cava, con cánula recta y curva de 28 fr (V122-28® de Sorin Group y DLP® de Medtronic, respectivamente). El tamaño de las cánulas puede variar adaptándonos a la anatomía y el flujo de bomba que necesite el paciente.

Se utiliza el programa informático SPSS 20.0 para Windows (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) para el análisis estadístico. Las variables continuas se presentan con la media ± DE. Las variables dicotómicas se presentan con porcentaje.

En las variables continuas se calcula si la distribución se ajusta a la normalidad mediante el test de Kolmogorov-Smirnov y se comparan las medias con el test T de Student. Si no se puede asumir la normalidad de la variable se realiza el test no paramétrico de Mann-Whitney. Para analizar las variables cualitativas se utiliza el test de Chi-cuadrado. Se utiliza un nivel de significación del 95%.

Se realiza una búsqueda bibliográfica en la base de da-

tos Pubmed, con las palabras clave “cardioplejía” y “microplejía”, utilizando los filtros: “adult:19+ years”, fecha de publicación los últimos 10 años, metaanálisis y revisiones sistemáticas. Se obtienen un total de 22 artículos, seleccionando tras la lectura del título 3 de ellos. Durante el acceso a estos artículos se seleccionan otros 2 metaanálisis obtenidos desde los “artículos similares” que ofrece el buscador en su página web.

RESULTADOS

Se incluyeron 138 pacientes en total: 84 pacientes con Buckberg 4:1, 54 con miniplejía y 15 con del Nido. Los datos demográficos, preoperatorios y quirúrgicos (tipo de cirugía y tiempos de CEC y CAo) se evalúan para decidir si los grupos GB y GM se pueden comparar entre sí. Los datos obtenidos para GB y GM son los expuestos en la tabla 1.

En cuanto a las variables prequirúrgicas cabe destacar que en el GM la edad fue superior 72,2±7,0 años en comparación con el GB 65,7±10,3 (p=0,0001), y se intervinieron más mujeres (44,4%) respecto al GB (22%, p=0,005). Respecto a las variables quirúrgicas destacar que la cirugía más frecuente fue la valvular en ambos grupos (GB 42,7% vs GM 38,9%) no habiendo diferencia en cuanto al tipo de cirugía (p=0,32). El tiempo de CEC fue similar en los 2 grupos (GB 124,2±46,8 min vs GM 125,7±41,7; p=0,848), así como el tiempo de clampaje aórtico (GB 97,0±35,0 min vs GM 94,8±28,7; p=0,71). La glucemia máxima en CEC fue superior en el GB (GB 221±41 mg/dL vs GM 179±30; p=0,0001) así como la kaliemia máxima (GB 5,30±0,65 meq/L vs GM 5,21±0,60; p=0,376). La desfibrilación espontánea tras desclampaje fue superior con miniplejía (GB 31,7% vs GM 68,5%; p=0,0001).

En los resultados posquirúrgicos se observa un nivel de troponinas ultrasensible T muy similar en ambos grupos (GB 1097±1880 ng/dL vs GM 1055±1073; p=0,88), un porcentaje de transfusión de hematíes inferior con miniplejía (GB 53,7% vs GM 37,0%; p=0,057) y la mortalidad a 30 días semejante en los 2 grupos (GB 3,7% vs GM 3,7%; p=0,989). La estancia hospitalaria posoperatoria fue superior en el GM (8,0±7,6 días vs GB 5,9±3,6; p=0,051).

En el GDN obtenemos los resultados presentados en la tabla 2. En cuanto a las variables prequirúrgicas cabe destacar que la edad media fue 73,9±7,2 años, y el 60% mujeres. Respecto a las variables quirúrgicas destacar que la cirugía más frecuente fue la valvular 86,70%. El tiempo medio de CEC fue de 78,9±16,9 min, y el tiempo de CAo 59,8±12,9 min. La glucemia máxima en CEC fue 173,5±37,1 mg/dL y la kaliemia máxima 4,89±0,56 meq/L. La DFE tras desclampaje se obtuvo en el 86,7% de los pacientes.

En los resultados posquirúrgicos se observa un nivel de troponinas ultrasensible T de 614±279 ng/dL y un por-

centaje de transfusión de hematíes del 46,7%, con una mortalidad a 30 días del 0%. La estancia hospitalaria postoperatoria media fue de $6,1 \pm 2,5$ días.

Discusión

El análisis de los datos del GDN no nos permite compararlos con los datos de los GB y GM, debido a la selección específica que se realiza de estos pacientes al encontrarnos en una fase de curva de aprendizaje. Como se ha comentado se seleccionan pacientes con cirugías que se prevean cortas (tiempos de CAO de aproximadamente 60 min) para evitar la utilización de dosis de repetición, así como cirugías con válvula aórtica sin alteraciones, para asegurar una correcta administración por vía anterógrada. Además de ser reducido el número de casos ($n=15$), encontramos que la mayoría de cirugías son valvulares, excepto 2 de ellas (13,3%) correspondientes a tumores, lo que ya difiere de forma importante con los otros 2 grupos. Las cirugías son visiblemente más cortas, con tiempos de CEC y de CAO mucho más cortos que en los GB y GM. La diferencia en cuanto a la kaliemia máxima si es menor que los otros grupos, siendo un beneficio de la administración única de este tipo de cardioplejia, y la glucemia máxima en CEC es similar al GM, beneficio obtenido por ser CP libres de glucosa, lo que no ocurre con la Cardibraun Mantenimiento® (glucosa monohidrato 17,3 g/500 ml).

En cuanto a los datos sobre DFE, el que se consiga en el 86% de los pacientes indica una buena PM y estabilidad de la membrana celular de los miocitos durante el periodo de isquemia. Los datos obtenidos en las variables posquirúrgicas son alentadores en cuanto a troponina T máxima y necesidad de soporte farmacológico e IAM perioperatorio, justificando una adecuada PM, si bien es cierto que el tiempo de CAO es relativamente corto ($59,8 \pm 12,9$ min) comparado con los otros grupos.

La estancia posoperatoria, IR posquirúrgica, sangrado y transfusión de hematíes se obtienen datos similares a los GB y GM, no pudiendo considerarse una ventaja la administración de esta CP.

En cuanto a la mortalidad, en los 30 días posteriores a las cirugías ningún paciente falleció.

Al comprobar las variables preoperatorias y quirúrgicas de los grupos GB y GM para valorar si son comparables, llama la atención una serie de circunstancias. Lo primero es que el GM es inferior al GB (54 vs 84 pacientes), que la edad es mayor en GM ($65,7 \pm 10,3$ vs $72,1 \pm 7,0$; $p=0,0001$), siendo también superior el número de mujeres intervenidas (22,0% vs 44,4%, $p=0,005$), así como un mayor número de pacientes con IR prequirúrgica (23,2% vs 44,4%, $p=0,009$). Esto nos da una idea de ser un grupo de pacientes más vulnerables. Podría ser la explicación de la mayor estancia operatoria observada en el GM ($8,0 \pm 7,6$ días vs GB $6,0 \pm 3,6$ días; $p=0,051$).

Sería importante aumentar los grupos estudiados, con el fin de evitar diferencias en las variables comentadas.

En cuanto al tipo de cirugía, tiempos de CEC y de CAO no se aprecian diferencias significativas, motivo por el cual se considera que los grupos pueden ser comparables. Otro dato que se puede valorar en futuras investigaciones es el Euroscore, que permitiría comparar el riesgo de mortalidad para cada grupo de pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Relativo a las variables analizadas durante la intervención, se observa que no hay diferencias en cuanto a la kaliemia máxima (GB $5,30 \pm 0,65$ vs GM $5,21 \pm 0,60$; $p=0,376$) pero sí en la glucemia máxima (GB 221 ± 41 vs GM 179 ± 30 ; $p=0,0001$) debido a lo comentado con anterioridad por la administración de Cardibraun Mantenimiento®. Esto nos lleva a pensar en valorar en futuros estudios la cantidad de insulina administrada a los pacientes, y los efectos que puede tener esta hiperglucemia en el posoperatorio, como alteraciones neurológicas, infección de la herida quirúrgica, mayor tiempo de ventilación mecánica e incluso de estancia en la Unidad de Reanimación Cardíaca y estancia global.

La DFE se consigue proporcionalmente en más del doble de los pacientes con miniplejia (GB 31,7% vs GM 68,5%, $p=0,0001$) lo que nos lleva a pensar en una mayor estabilización de la membrana celular durante el periodo de isquemia miocárdica, aunque en los valores de troponina T no se hayan observado diferencias (GB 1098 ± 1880 vs GM 1055 ± 1074 ; $p=0,88$) por lo que sería un exceso de atrevimiento el asegurar una mejor PM con miniplejia.

No se observan diferencias entre los 2 grupos en cuanto a: estancia posoperatoria, sangrado, IR posquirúrgica, uso de inotrópicos más de 24 h, IAM perioperatorio o mortalidad a 30 días.

La transfusión de hematíes fue sensiblemente inferior en el GM (37,0% vs 53,7%; $p=0,057$) lo que hace pensar en la ventaja que supone la menor hemodilución que se produce con este tipo de CP. Para confirmar este dato será necesario aumentar el tamaño muestral de los grupos, y controlar otro tipo de variables como el Hto previo a la cirugía, Hto nadir, utilización de hemoconcentradores y de diuréticos durante la CEC. Así como la cantidad exacta de volumen administrado al paciente tras el purgado del sistema de CEC y posterior empleo de las técnicas de cebado autólogo.

El metaanálisis de Gong⁶ comparando la miniplejia con la CP sanguínea estándar, con un total de 5 artículos, siendo ensayos clínicos controlados prospectivos, y que incluyen a 296 pacientes, no encontró diferencias entre ambas en cuanto a SBGC ($p=0,841$), retorno espontáneo a ritmo sinusal ($p=0,331$) o en IAM perioperatorio ($p=0,442$). Sí que se observó una disminución en el volumen de CP administrado con la miniplejia ($p<0,01$).

En cuanto al volumen de CP administrado no se suele detallar exactamente si el volumen es el total administrado, o solo la solución cristaloides, como sería en el caso de la tipo

Buckberg. Esto es importante porque si la administración es 4:1 solo el 20% del volumen total administrado sería cristaloide, lo que influiría en la hemodilución y con ello en la necesidad de transfusiones hemáticas o de medidas para el control de la volemia (uso de hemoconcentradores, diuréticos). También se puede valorar en futuros estudios el controlar el peso, lo que junto con el Hto basal nos permite tener una idea de la volemia del paciente. Esto es importante para valorar la hemodilución producida, no solo con la solución cristaloide del priming de la bomba de CEC, sino también con la CP administrada. Es evidente que no es lo mismo administrar 1000 ml de solución cristaloide a un paciente de 80 kg con un Hto de 30 produciéndose una hemodilución del 15% y un descenso del Hto al 26%, que a uno de 60 kg, produciéndose una hemodilución del 20% y descenso del Hto a 24%, entrando ya en valores de transfusión sanguínea.

En caso de miniplejía es menos importante la cantidad de volumen administrado durante su utilización pues no va a haber hemodilución. En determinados protocolos se pasa dosis de mantenimiento durante 2 min, en otros (como el que utilizamos nosotros) se pasan 3 min lo que implica unos 200-300 ml más de CP por dosis, lo que implica que en cirugías largas la cantidad administrada puede llegar a ser muy superior, pero ello no va a influir en la hemodilución, transfusiones e hiperglucemia. Sí sería importante tenerlo en cuenta a la hora de valorar el pico máximo de kaliemia, pero como se observa en nuestro estudio, no ha habido diferencias en este sentido. La posibilidad de adaptar la cantidad de potasio administrado durante la administración de miniplejía, modificando la velocidad de infusión en la bomba, puede evitar la presencia de hiperkaliemia.

En la revisión sistemática de Yongnan et al⁷ en la que se incluyen 9 estudios retrospectivos, y compara la CP del Nido con la sanguínea convencional, concluye que el tiempo de CEC y de CAo son inferiores con del Nido ($p=0,04$ y $p=0,01$, respectivamente), así como el tiempo de ventilación mecánica ($p=0,0006$) y estancia en UCI ($p<0,00001$), el volumen de CP administrada ($p=0,01$) y la glucemia máxima durante CEC ($p=0,0006$). Pero no se hayan diferencias en cuanto a enzimas miocárdicas (TnT, TnI, CK-MB, $p=0,18$), soporte inotrópico ($p=0,41$), fibrilación auricular ($p=0,62$), estancia hospitalaria ($p=0,18$) y mortalidad ($p=0,53$).

En el artículo publicado por An et al⁸ se realiza una revisión sistemática y metaanálisis, comparando los resultados de la CP de del Nido y la sanguínea, de 13 artículos (1 ensayo controlado randomizado con 89 pacientes, 7 estudios observacionales ajustados con un total de 1104 pacientes y 5 no ajustados con 717 pacientes). Sus conclusiones son similares a las anteriores, ya que la del Nido reduce la cantidad de volumen de CP durante la cirugía ($p<0,0001$), el tiempo de CEC ($p=0,03$), de clampaje ($p=0,0004$), y la liberación de troponinas ($p=0,01$). Y no hubo diferencias en cuanto a: infarto cerebral, fibrilación auricular, IR o diálisis, SBGC, transfusión

sanguínea, reintervención, fracción de eyección del ventrículo izquierdo posoperatoria, estancia posoperatoria en UCI o estancia hospitalaria total, y mortalidad.

La revisión sistemática y metaanálisis de Satyajeet Misra et al⁹ en la que se analizan 29 estudios, siendo 10 de ellos estudios retrospectivos, e incluyendo a 19591 pacientes, compara los resultados en cuanto a PM con CP del Nido versus sanguínea, obtiene unos resultados similares a los anteriores en cuanto a la reducción con del Nido del tiempo de CEC ($p=0,004$), de isquemia miocárdica ($p=0,0001$), de desfibrilación pos desclampaje aórtico ($p<0,00001$), de troponina T ($p=0,03$), mejor control glucémico ($p=0,002$) y menor transfusión sanguínea ($p=0,009$). Sin embargo, a diferencia de Yongnan et al no hay diferencias en la duración de ventilación mecánica ($p=0,65$) o estancia en UCI ($p=0,14$) y hospitalaria ($p=0,40$). Tampoco hay diferencias en cuanto a fibrilación auricular ($p=0,67$), en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo ($p=0,07$), infarto cerebral ($p=0,50$), SBGC ($p=0,20$) ni mortalidad ($p=0,37$). Respecto a la incidencia de IR según la escala AKI no se obtiene significación estadística ($p=0,06$) aunque señalan que hay una tendencia a menor incidencia en el grupo que utiliza CP del Nido.

En el metaanálisis de Ivancarmine Gambardella et al¹⁰ donde se analizan 23 artículos, todos ellos ensayos aleatorios controlados o con técnica de pareamiento por puntaje de propensión, también concluye que la CP de del Nido reduce el tiempo de isquemia ($p<0,01$), el tiempo de CEC ($p=0,01$), la fibrilación al desclampaje aórtico ($p<0,01$) y las enzimas cardíacas ($p<0,01$) comparado con CP multidosis. No habiendo diferencias en cuanto a mortalidad ($p=0,22$) e IAM perioperatorio ($p=0,54$).

Los metaanálisis revisados coinciden todos en la reducción del tiempo de CEC y de CAo con significación estadística. Pero lo que se debe valorar es si supone una ventaja a nivel clínico, el disminuir 10-15 min de CEC y 6-8 min de CAo, de forma aislada. Se debe valorar todo el conjunto de datos, además de los posibles riesgos que existen con cada tipo de CP para tomar una decisión final. Se debe valorar en las CP de dosis única, como en este caso la del Nido, el que su administración sea "perfecta" porque si no nos encontraremos con un problema de PM, comparado con las CP multidosis en la que la administración intermitente puede evitar ese riesgo.

Los datos de DEF tras desclampaje y los datos de enzimas cardíacas, suelen coincidir en la misma dirección. En todos los trabajos en los que se valora la DEF espontánea la CP del Nido es superior, lo que nos lleva a pensar en una mejor estabilización de la membrana celular de los miocitos y mejor protección del medio interno. Cuando se valoran las enzimas de daño miocárdico, muchos trabajos coinciden en el beneficio de del Nido, pero en otros no existe evidencia clara, habiendo una gran heterogeneidad en los resultados. Se debe volver a pensar en si esas diferencias, suponen algún tipo de ventaja en los pacientes, o en desarrollar trabajos para

identificar en que pacientes o tipos de cirugía conviene el uso de una u otra CP.

Se deberían llevar a cabo más estudios experimentales, como por ejemplo el de Velez et al¹⁴, en el que concluyeron en un modelo canino de isquemia y reperfusión, que la miniplejía podría causar disfunción endotelial, indicado por un descenso máximo en la respuesta de relajación a la acetilcolina y a un incremento de la adherencia de neutrófilos al endotelio arterial coronario comparado con la CP sanguínea estándar, y esta disfunción endotelial podría causar un deterioro de la función cardíaca. Así se podrían observar los cambios producidos a nivel celular e intracelular durante la administración de los distintos tipos de CP, para saber cuál puede ser más beneficiosa para nuestros pacientes, a medio y largo plazo. Valorando resultados clínicos, nos quedamos con los resultados a corto plazo, y aquí tenemos unos resultados muy similares con las distintas CP de las que hablamos en este trabajo. Puede ser que de aquí surja la expresión que todos conocemos y hemos usado alguna vez de “a nosotros nos va muy bien”.

Se deberían llevar a cabo más estudios controlados, de más calidad (prospectivos, randomizados), con muestras más amplias, incluyendo a todo tipo de pacientes, y con tiempos de CEC y CAo prolongados para poder identificar con mayor certeza, que tipo de pacientes y en qué tipo de intervenciones se pueden beneficiar del uso de un tipo u otro de CP.

CONCLUSIONES

Los 3 tipos de CP son efectivas en la PM, como muestran los resultados en cuanto a SBGC, IAM perioperatorio y mortalidad a 30 días.

Con los datos obtenidos se consigue una mayor recuperación del latido espontáneo con la CP del Nido, y la miniplejía sobre la Buckberg.

Con la miniplejía se disminuye notablemente la transfusión sanguínea, así como glucemias más controladas.

Por ello se considera la miniplejía como CP de elección en pacientes diabéticos, y con mayor riesgo de transfusión sanguínea (Hto basal bajo, superficie corporal baja, insuficiencia renal).

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no presentan conflicto de intereses

IDENTIFICACIÓN ORCID

Miguel A. Paradas Nogueira  orcid.org/0000-0002-2270-4864

BIBLIOGRAFÍA

- Luo W, Bouhout I, Demers P. The del Nido cardioplejia in adult cardiac surgery: reinventing myocardial protection? *J Thorac Dis.* marzo de 2019;11(Suppl 3):S367-S369. doi: 10.21037/jtd.2018.12.65. PMID: 30997223.
- BIGELOW WG, LINDSAY WK, GREENWOOD WF. Hypothermia; its possible role in cardiac surgery: an investigation of factors governing survival in dogs at low body temperatures. *Ann Surg.* noviembre de 1950;132(5):849-66. doi: 10.1097/0000658-195011000-00001. PMID: 14771796.
- Melrose DG, Dreyer B, Bentall HH, et al. Elective cardiac arrest. *Lancet.* julio de 1955;269(6879):21-2. doi: 10.1016/S0140-6736(55)93381-x. PMID: 14382605.
- Fallouh HB, Chambers DJ. Is blood versus crystalloid cardioplejia relevant? Significantly improved protection may require new cardioplegic concepts! *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* diciembre de 2008;7(6):1162-3. doi: 10.1510/icvts.2008.186494. PMID: 18784121.
- Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplejia solution at Boston Children's Hospital. *J Extra Corpor Technol.* septiembre de 2012;44(3):98-103. PMID: 23198389.
- Gong B, Ji B, Sun Y, Wang G, Liu J, Zheng Z. Is microplejia really superior to standard blood cardioplejia? The results from a meta-analysis. *Perfusion.* julio de 2015;30(5):375-82. doi: 10.1177/0267659114530454. PMID: 24756305.
- Li Y, Lin H, Zhao Y, Li Z, Liu D, Wu X, et al. Del Nido cardioplejia for myocardial protection in adult cardiac surgery: A systematic review and meta-analysis. *ASAIO J.* mayo/junio de 2018;64(3):360-7. doi: 10.1097/MAT.0000000000000652. PMID: 28863040.
- An KR, Rahman IA, Tam DY, Ad N, Verma S, Fremes SE, et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of del Nido Versus Conventional Cardioplejia in Adult Cardiac Surgery. *Innov Technol Tech Cardiothorac Vasc Surg.* octubre de 2019;14(5):385-93. doi: 10.1177/1556984519863718. PMID: 31347414.
- Misra S, Srinivasan A, Jena SS, Bellapukonda S. Myocardial Protection in Adult Cardiac Surgery with del Nido versus Blood Cardioplejia: A Systematic Review and Meta-analysis. *Heart Lung Circ.* mayo de 2021;30(5):642-655. doi: 10.1016/j.hlc.2020.10.016. Epub 2020 Dec 17. PMID: 33281072.
- Gambardella I, Gaudino MFL, Antoniou GA, Rahouma M, Worku B, Tranbaugh RF, et al. Single- versus multidose cardioplejia in adult cardiac surgery patients: A meta-analysis. *J Thorac Cardiovasc Surg.* noviembre de 2020;160(5):1195-1202.e12. doi: 10.1016/j.jtcvs.2019.07.109. PMID: 31590948.
- Velez DA, Morris CD, Budde JM, Muraki S, Otto RN, Guyton RA, et al. All-blood (miniplejia) versus dilute cardioplejia in experimental surgical revascularization of evolving infarction. *Circulation.* septiembre de 2001;104(12 Suppl 1):I296-302. doi: 10.1161/hc37t1.094838. PMID: 11568072.

ANEXO I

Protocolo de cardioplejia tipo buckberg

Cardioplejia sanguínea 4:1 (4 partes de sangre por 1 de solución cardiopléjica), fría y multidosis.

- La solución cardiopléjica es Cardibraun-M para inducción fría y dosis de mantenimiento frías.
- Se usará Cardibraun-R para inducción caliente y en determinados casos para la reperfusión cardiaca.

Indicaciones en función de la intervención quirúrgica y características del paciente:

- Inducción caliente se realiza en pacientes con IAM en curso.
- Reperfusión con Cardibraun-R se puede utilizar tras clampajes aórticos largos (>120 min) teniendo en cuenta la glucemia y kaliemia del paciente.
- Se utiliza en todas las cirugías en las que no estén indicadas otro tipo de cardioplejias (miniplejia, del Nido).

– Material necesario:

- Set de infusión de cardioplejia 4:1.
- Solución cardiopléjica Cardibraun.
- 1 ampolla de ClK 2M.

– Preparación:

- Solución cardiopléjica Cardibraun a la que se añade 15 ml de ClK 2M (30 meq).
- Montaje del set de infusión de cardioplejia en bomba de perfusión de manera habitual.

Administración de cardioplejia:

– Inducción

- Fría (4°C) durante 4 min.
- Vía de administración según patología cardiaca (normalmente 2 min anterógrada y 2 min retrógrada).

- Velocidad de infusión ± 300 ml/min para obtener unas presiones en su administración de:

- ◊ Presión de infusión anterógrada ± 200 mmHg.
- ◊ Presión de infusión retrógrada ± 40 mmHg.

– Mantenimiento

- A los 15-20 min, a 4°C, durante 2 min, preferentemente retrógrada.

– Reperfusión

- 37°C, preferentemente retrógrada, 4 min o recuperación de latido espontáneo.
- Administración de 3 g de sulfato de Mg al inicio de la reperfusión en el reservorio de cardiectomía.
- Se administra solo sangre, línea de solución cardiopléjica clampada.
- Administrar Cardibraun-R en los casos indicados.

ANEXO II

Protocolo de miniplejia

Cardioplejia sanguínea, fría y multidosis, a la que se añade K⁺ y Mg⁺⁺.

- Pacientes muy anémicos (hematocrito $\leq 28\%$), con baja superficie corporal ($< 1,6 \text{ m}^2$) con hematocritos bajos ($< 35\%$).
- Se consensuará el tipo de cardioplejia a administrar entre cirujano y perfusionista antes de la intervención.

– Material necesario:

- 2 bombas de infusión de jeringa.
- 2 jeringas de 50 ml.
- 2 alargaderas macho-hembra.
- 1 llave de 3 vías.
- 1 set de administración de cardioplejia (en nuestro caso utilizamos el BCD-Vanguard[®] pues dispone de conexión lúer).
- 2 ampollas de ClK (20 ml = 40 meq).
- 2 ampollas de sulfato de Mg (SO₄Mg) (20 ml = 3g).
- 1 ampolla de lidocaína 2% (20 mg/ml).

– Preparación:

- 1 jeringa con 40 ml de ClK (80 meq), con lo que 1 ml=2 meq de K.
- 1 jeringa con 20 ml de SO₄Mg (3 g) (1 ml=150 mg) + lidocaína 5 ml (100 mg).
- Conexión de alargaderas a jeringas infusoras, purgado y conexión a llave de 3 vías conectada a la conexión lúer del sistema de perfusión de cardioplejia BCD-Vanguard[®].
- Purgado del sistema BCD-Vanguard[®], incluido sistema de solución cardiopléjica con SF. La línea correspondiente a la administración de la cardioplejia Cardibraun[®] cuando se usa la cardioplejia tipo Buckberg 4:1, inicialmente se purga con SF y se deja clampada durante todo el

procedimiento).

- Clampaje del sistema de solución cardiopléjica.

Administración de cardioplejia:

– Inducción

- Fría 8°C, durante 4 min.
- Vía de administración según cirujano (normalmente 2 min anterógrada y 2 min retrógrada).
- K- 150 ml/h (20 meq).
- Mg- 40 ml/h (± 400 mg).

– Dosis de mantenimiento

- A los 15-20 minutos, a 8°C durante 3 min.
- K- 50 ml/h (5 meq) ADAPTADO A KALIEMIA, se puede disminuir velocidad de infusión para disminuir la dosis de K a 2 meq.
- Mg- 40 ml/h (300 mg).
- SI PERSISTE ACTIVIDAD ELÉCTRICA- bolo de K de 2 ml (4 meq).

– Reperusión

- A 36°C, durante 4 min o recuperación de latido espontáneo.
- Mg - 200 ml/h hasta acabar los 3 g.
- K- 0 ml/h : SI ACTIVIDAD ELÉCTRICA bolo de 2 ml.

ANEXO III

Protocolo cardioplejia del nido

Cardioplejia sanguínea con proporción 1:4 (1 parte de sangre, 4 de solución).

Indicaciones en función de la intervención quirúrgica y características del paciente:

- Cirugías largas en las que la administración de dosis de cardioplejia de mantenimiento puedan aumentar el tiempo de clampaje aórtico: Bentall, bypass coronario por 4-5, valvular + coronario.
- Se consensuará el tipo de cardioplejia a administrar entre cirujano y perfusionista antes de la intervención.

– Material necesario:

- Solución cardiopléjica Del Nido (Braun®).
- Sistema de infusión de cardioplejia 1:4.

– Preparación:

- Montaje del set de infusión de cardioplejia en bomba de perfusión de manera habitual, con conexión al oxigenador de bomba de la línea 1/8", y conexión de línea de 1/4" a la bolsa de solución del Nido.

Administración de cardioplejia:

– Inducción

- Fría 8-12°C.
- Vía de administración preferentemente anterógrada, aunque no tiene contraindicación para administrarse vía retrógrada.
- Dosis 15-20 ml/kg - MÁXIMO 1000 ml (total: cardioplejia + sangre 1:4).
- Dosis 10 ml/kg si clampaje corto (30-45 min).
- Tiempo depende de la Velocidad de Infusión.
- Presión de 100-200 mmHg vía anterógrada, en caso de administración retrógrada 40-60 mmHg.

– Dosis de mantenimiento

- A los 60-90 min o actividad cardiaca (máximo de 120 min).
- Repetir dosis:
 - ◊ Dosis "adicionales" en corazones hipertróficos, insuficiencia aórtica o enfermedad coronaria significativa.

– Reperusión

- No se reperfunde, se procede a desclampaje y administración de 3 g de sulfato de Mg en el reservorio de cardiomotía.

ANEXO IV

Protocolo administración de insulina

Pauta de ajuste de la infusión según glucemia

Glucemia (mg/dL)	Velocidad de infusión de insulina 1:1	Siguiente control glucémico
< 70	Tratamiento de hipoglucemia	Según protocolo de hipoglucemia
70-110	No iniciar o suspender perfusión	30 min
111-140	1 ml/h	1 hora
141-160	2 ml/h	2 horas
161-180	4 ml/h	2 horas
181-200	6 ml/h	1 hora
201-220	8 ml/h	30 min
221-250	Administrar 0,10 UI/kg	15 min hasta entrar en rango 140-180
>250	Administrar 0,15 UI/kg	

Modificada de AACE/ADA, para el objetivo del Proyecto IQZ.

Tabla I. Datos comparativos Cardioplejia Buckberg vs Miniplejia

	Buckberg n=84	Miniplejia n=54	p
Variables prequirúrgicas			
Edad	65,7 ± 10,3	72,2 ± 7,0	0,0001
Género (mujer)	22%	44,4%	0,005
Diabetes (sí)	41,5%	37%	0,609
HTA (sí)	64,6%	78%	0,102
Insuf. Renal (sí)	23,2%	44,4%	0,009
IMC	27,8	28,0	0,73
Variables quirúrgicas			
Tipo de cirugía:			0,32
Valvular	42,7%	38,9%	
Coronaria	34,1%	20,4%	
Valvular+Coronaria	13,4%	22,2%	
Otras	10,7%	18,5%	
Tiempo de CEC (min)	124,2 ± 46,8	125,7 ± 41,7	0,848
Tiempo de Clampaje (min)	97,0 ± 35,0	94,8 ± 28,7	0,71
Potasio Máximo	5,30 ± 0,65	5,21 ± 0,60	0,376
Glucemia Máxima	221 ± 41	179 ± 30	0,0001
Desfibrilación Espontánea (sí)	31,7%	68,5%	0,0001
Variables posquirúrgicas			
TnT máxima	1097 ± 1880	1055 ± 1073	0,88
Estancia posoperatoria (días)	6,0 ± 3,6	8,0 ± 7,6	0,051
Sangrado (ml)	565 ± 384	473 ± 368	0,168
Insuf. Renal posq. (sí)	18,3%	11,1%	0,257
Transfusión Hemática (sí)	53,7%	37%	0,057
Inotrópicos más de 24h (sí)	13,4%	13%	0,939
IAM perioperatorio (sí)	0%	0%	
Mortalidad a 30 días	3,7%	3,7%	0,989

Tabla II. Datos cardioplejia del Nido

Cardioplejia del Nido	n=15
Variables prequirúrgicas	
Edad (años)	73,9 ± 7,2
Género (mujer)	60%
Diabetes (sí)	33,3%
Insuf. Renal (sí)	46,7%
IMC	29,3 ± 5,3
Variables quirúrgicas	
Tipo de cirugía	
Valvular	86,7%
Coronaria	0%
Valvular+Coronaria	0%
Otras	13,3%
Tiempo de CEC (min)	78,9 ± 16,9
Tiempo de Clampaje (min)	59,8 ± 12,9
Potasio Máximo	4,89 ± 0,56
Glucemia Máxima	173 ± 37
Desfibrilación Espontánea (sí)	86,7%
Variables posquirúrgicas	
TnT máxima	614 ± 279
Estancia posoperatoria (días)	6,1 ± 2,5
Insuf. Renal posq. (sí)	13,3%
Sangrado total (ml)	582 ± 499
Transfusión Hemática (sí)	46,7%
Inotrópicos más de 24h (sí)	6,7%
IAM perioperatorio (sí)	0%
Mortalidad a 30 días	0%