

Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular
Ciudad de La Habana

SOLUCIONES CRISTALOIDES Y COLOIDES, COMO SUSTITUTAS DE LA SANGRE EN EL CEBADO DEL CIRCUITO EXTRACORPÓREO DURANTE LA CIRUGÍA CARDIOVASCULAR

Lic. José R. Llanes Echevarría¹

RESUMEN

Se realizó un estudio cualitativo donde se exponen las características principales, objetivos de aplicación y las ventajas que ofrecen las diferentes soluciones coloidales y electrolíticas utilizadas en el cebado del circuito extracorpóreo. Como objetivo principal se exponen los argumentos necesarios que permiten al perfusionista combinar determinadas soluciones, para conservar la osmolaridad, la presión oncótica del plasma, mejorar el flujo microcirculatorio y evitar las transfusiones de sangre y hemoderivados innecesarias. También se mencionan diferentes técnicas para conservar el nivel del hematócrito, como son el uso de hemofiltros, concentrador de células y la aplicación de la cardioplejia sanguínea, que aunque su principal objetivo es la protección miocárdica, también sustituye los grandes volúmenes de líquido que caracteriza el uso de la cardioplejia cristaloides.

DeCS: CIRCULACION EXTRACORPOREA; COLOIDES; SOLUCIONES CARDIOPLEJICAS/uso terapéutico; PARO CARDIACO INDUCIDO; CONCENTRACION OSMOLAR; TRANSFUSION SANGUINEA; PROCEDIMIENTOS QUIRURGICOS CARDIOVASCULARES; SUSTITUTOS DEL PLASMA.

Durante muchos años los perfusionistas utilizaron para la ceba del circuito extracorpóreo, grandes volúmenes de sangre de banco heparinizada para iniciar la cirugía cardíaca, con el riesgo para el paciente de contraer diversas enfermedades contagiosas como: SIDA, hepatopatías, sífilis, etcétera y otros trastornos asociados como: coagulopatías, hemoglobinurias y sangrado posoperatorio.¹⁻⁴

Desde el punto de vista económico, el uso de la sangre de banco encarecía las operaciones, por la necesidad de un chequeo previo con pruebas de compatibilidad cruzada y de otros análisis para detectar enfermedades contagiosas.^{4,5}

El aumento de la viscosidad de la sangre y el traumatismo proporcionado por la técnica de circulación extracorpórea, sobre los componentes de la sangre, a causa de la

¹ Licenciado en Ciencias Biológicas. Investigador Agregado. Perfusionista. Departamento de Cirugía. Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular.

oclusividad de las bombas “rollers” y el intercambio gaseoso de los modelos de oxigenadores de disco y de burbujas, influyeron negativamente al aumentar los efectos deletéreos sobre la circulación sanguínea, lo cual motivó el interés por introducir nuevos modelos de oxigenadores y la selección de diferentes soluciones cristaloides o de coloides artificiales como sustitutas de la sangre de banco y sus hemoderivados, lo cual posibilitó el desarrollo de la técnica de hemodilución durante la cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea.^{5,6}

Es nuestro objetivo en este estudio proponer las diferentes soluciones de cristaloides y coloides artificiales de uso cotidiano en la actualidad, por diferentes equipos de perfusionistas, así como sus características, ventajas y desventajas.

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRINCIPALES SOLUCIONES UTILIZADAS EN EL CEBADO DEL CIRCUITO EXTRACORPÓREO

SOLUCIONES ELECTROLÍTICAS ISOTÓNICAS

- Solución salina. Presenta un pH relativamente ácido que oscila entre 5 y 7: contiene una concentración de cloruro que puede condicionar una pérdida de bicarbonato, y aumentar la acidez del medio.
- Solución ringer lactato. Entre sus componentes aparece el calcio, con el inconveniente que puede neutralizar el anticoagulante citrato de la sangre de banco y provocar su coagulación en el equipo de transfusión, y también puede inducir una coagulación diseminada por activación de los factores de la coagulación.

Las soluciones cristaloides tienen las ventajas que son menos costosas que las soluciones coloides, no son alergénicas y

están más disponibles, pero presentan las desventajas que cuando son utilizadas en grandes volúmenes, se reduce la presión oncótica del plasma y produce acúmulos de líquido intersticial, lo que conduce al paciente a un edema pulmonar, sobre todo en los casos de perfusión prolongada.

SOLUCIONES COLOIDES

- Albúmina. Presenta el mayor poder oncótico entre las proteínas del plasma, con un peso molecular de 69 000 daltons. Se utiliza en circulación extracorpórea, con pacientes de prolongada perfusión, con el fin de evitar el edema intersticial y contribuir como expansor plasmático a expensas del líquido intersticial.^{7,8}
- También puede prevenir la crenación masiva de eritrocitos que se manifiesta en pacientes cebados con las soluciones cristaloides. La albúmina muestra como desventajas, su alto costo y no debe usarse en pacientes con insuficiencia renal, además como derivado del plasma su transfusión tiene el riesgo de infectarse con enfermedades contagiosas.⁷⁻¹⁰
- Dextranes. Son polisacáridos de alto peso molecular, producidos por la acción de las enzimas bacterianas dextrán-sucrasa, cuando las bacterias del género *leuconostoc* crecen en un medio que tiene sucraza. Existen 2 tipos de dextrán de acuerdo con el peso molecular, el dextrán 40 y el dextrán 70.
 - Dextrán 40. El dextrán 40, debido a su bajo peso molecular tiene un efecto oncótico mayor y resulta un mejor expansor de volumen en relación con el dextrán 70, característica que lo convierte en el coloide de preferencia, en la ceba del circuito extracorpóreo por muchos perfusionistas, para evitar la crenación masiva de eritrocitos.

Además tiene efectos beneficiosos al mejorar la perfusión capilar, la oxigenación hística, como diurético osmótico y se utiliza para contrarrestar el flujo microvascular.⁷ Como desventajas, los dextrans presentan elementos antitrombóticos y cuando se utilizan en grandes cantidades, pueden diluirse los factores de la coagulación, además de interferir en su interacción con el factor VIII antigénico y la pared del vaso sanguíneo. Los coágulos formados en presencia de dextrans son más fiables y la molécula de fibrina resulta más débil. Otro inconveniente mostrado por los dextrans de peso molecular menor de 60 000 daltons, se debe a que pueden ser filtrados por los glomérulos y al concentrarse, bloquear los túbulos renales, y causar insuficiencia renal en el paciente tratado.

- Almidón de hidroxietilo. Es un coloide de acción muy similar al dextrán, pero no se utiliza generalmente en circulación extracorpórea.
- Gelatina modificada. Son coloides de uso terapéutico, derivados de gelatina ósea de ganado vacuno. Existen diferentes variedades y los más utilizados en cirugía cardiovascular son: Plasmagel, Plasmin, Haemaccel, etcétera. Su peso molecular oscila por los 35 000 daltons y entre el 70 al 80 % de las moléculas están bajo el valor umbral renal y por tanto son eliminadas por la orina con facilidad. También presentan un alto contenido de calcio, por tanto no deben mezclarse con la sangre de banco para su transfusión y además pueden producir reacciones anafilácticas por liberación de histamina.

DISCUSIÓN

La selección de la ceba para el circuito de CEC fue debatida durante muchos años

por numerosos investigadores dedicados a la perfusión, pero a medida que comenzaron a perfeccionarse las técnicas de cirugía cardiovascular, surgen nuevas opciones para el cebado del circuito extracorpóreo, hasta lograr la sustitución del uso cotidiano de grandes volúmenes de sangre, por las soluciones cristaloides y posteriormente las soluciones coloides e inclusive la combinación de ambas, lo cual posibilitó la introducción de la técnica de hemodilución extrema. Esta nueva técnica se abrió paso en el campo de la cirugía cardíaca al comenzar sus primeras experiencias en pacientes testigos de Jehová, quienes rechazaban todo tipo de transfusión de sangre, durante su tratamiento quirúrgico y posoperatorio.⁶⁻¹¹ Con el desarrollo de la técnica de hemodilución extrema, los pacientes operados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea mostraron una evolución mucho más favorable, al desaparecer las complicaciones que anteriormente incidían, tales como: riesgo de contraer enfermedades contagiosas (SIDA, hepatitis, sífilis, hepatopatías, etcétera, hemoglobinuria, incremento del sangrado posoperatorio, incremento de la viscosidad de la sangre, etcétera. Además, los valores de hemoglobina, hematócrito y los niveles de proteína plasmática se recuperan espontáneamente después de la primera semana del posoperatorio inmediato.^{5,11}

Al nivel internacional en países desarrollados como Canadá, y Estados Unidos de Norteamérica se han realizado numerosas publicaciones sobre nuevas promociones de soluciones electrolíticas y coloidales, con muy buenos resultados, entre las cuales podemos citar: Plasma-Lyte A, la cual se utiliza como hemodiluyente principal para sustituir a las soluciones electrolíticas, como: Ringer lactato, Haemaccel, etc. También a la ceba del circuito extracorpóreo se le añade albúmina humana para

aumentar el poder oncótico del plasma.¹² El Pentaspan, es un coloide utilizado como expansor plasmático en sustitución de la albúmina, con muy buenos resultados, y evita a su vez el posible riesgo de contraer enfermedades contagiosas. El Polygeline se utiliza en la ceba con el objetivo de mantener la presión coloidosmótica, sin necesidad de añadir grandes volúmenes de plasma; su aplicación reflejó resultados muy similares al compararlo con la albúmina.¹³

De acuerdo con nuestra experiencia, en el Instituto de Cardiología y Cirugía Cardiovascular, la ceba del circuito extracorpóreo ha mantenido una evolución constante de modificaciones, con vista a disminuir el uso innecesario de la sangre de banco y hemoderivados, y ha optado por la aplicación de la técnica de hemodilución extrema, al verificarse la evolución exitosa de los pacientes tratados quirúrgicamente, además del ahorro económico reportado por un estudio comparativo realizado en el Centro.^{1,5}

Actualmente, como hemodiluyente principal utilizamos Haemacel o Ringer lactato, en dependencia del producto disponible en nuestra institución; en los casos que presentan afección complicada optamos por combinar la ceba con dextrán 40 o albúmina, para mejorar el flujo capilar y evitar así la crenación masiva de eritrocitos, que generalmente se produce en los casos que reciben una perfusión prolongada.¹⁴⁻¹⁶

Con la sustitución de la cardioplejia cristaloides por cardioplejia sanguínea, hemos logrado en nuestra institución reducir la hemodilución del paciente y aumentar el nivel del hematocrito, con esto se evitan las posibles complicaciones como edema intersticial por acúmulo de líquido, derivados de la transfusión de grandes volúmenes de soluciones cristaloides. También, al reducir la longitud de las líneas arterial y venosa del circuito, se logra reducir el volumen del cebado. Algunos perfusionistas, antes de iniciar la perfusión retiran parcialmente el clamp de la línea venosa, para que la sangre del paciente ocupe ese volumen y el líquido sobrante que pasa al oxigenador se elimina a través del filtro arterial por la línea de pulgar, hasta obtener un nivel mínimo de volumen que nos permita comenzar la perfusión.¹⁷ También existen otras variantes que posibilitan concentrar el volumen circulante del circuito extracorpóreo, como la aplicación de hemofiltros, concentrador de células, etc.¹⁸⁻²¹

Podemos concluir, que la ceba del circuito extracorpóreo puede modificarse, al optar por las soluciones anteriormente mencionadas en dependencia del tipo de cirugía, preferencia por el perfusionista de acuerdo con los resultados obtenidos y disponibilidad de los recursos que tenga la institución.

SUMMARY

The chief characteristics, objectives of application and the advantages the colloidal and electrolytic solutions used in the priming of the extracorporeal circuit offer are explained in this qualitative study. The necessary arguments that allow the perfusionist to combine certain solutions to conserve osmolarity, the oncotic pressure of plasma, to improve the microcirculatory flow and to avoid blood transfusions and unnecessary hemoderivatives, are dealt with as the fundamental aim. Reference is made to different techniques used to conserve the haematocrit level, such as: the use of haemofilters, cell concentrator and the application of blood cardioplegia, whose main goal is the myocardial protection, but it also substitutes the great volumes of fluid that characterize the use of crystalloid cardioplegia.

Subject headings: EXTRACORPOREAL CIRCULATION; COLLOIDS; CARDIOPLEGIC SOLUTIONS/therapeutic use; HEART ARREST, INDUCED; OSMOLAR CONCENTRATION; BLOOD TRANSFUSION; CARDIOVASCULAR SURGICAL PROCEDURES; PLASMA SUBSTITUTES.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Boffil VM, Llanes JR, Crespo A, Cabrera R, Boffill L, Boffill J. El uso de la sangre homóloga y hemoderivados. Problemática de los métodos transfusionales en la cirugía cardiovascular. AEP 1992;14:5-9.
2. Morian M, Masure R, Hurler A. Haemostasis disorders in open-heart surgery with extracorporeal circulation. Vox Sang 1997;32:45-51.
3. Berger S, Eströke MR, Aledort L. Perfusion without donor blood. J Thorac Cardiovasc Surg 1972;64:714-17.
4. Basora M. Perspectivas actuales de la coagulación en circulación extracorpórea. AEP 1993;16:34-8.
5. Llanes JR, Molina G, Ramírez M, Boffill V, Crespo A, Canello A. Estudio evolutivo de pacientes profundos en condiciones de hemodilución extrema, durante la cirugía cardíaca con derivación cardiopulmonar. AEP 1992;15:5-9.
6. Henling CE, Carmichael M, Keats A, Cooley D. Cardiac operation for congenital heart disease in children of Jehovah's Witnesses. J Thorac Cardiovasc Surg 1985;89:914-20.
7. Alfonso D. Transfusión masiva. Rev Arg Transf 1991;89:69-90.
8. Messmer KFW. The use of plasma substitutes with special attention to their side effects. World J Surg 1987;11:69-72.
9. Kamada T, Mc Millan D, Sternlieb J, Björk VO, Otsuji S. Albumin prevents erythrocyte crenation in patients undergoing extracorporeal circulation. Scand J Thorac Cardiovasc Surg 1988;22:155-8.
10. Loher RM, Trammer AR, Dietrich W, Hagl S, Linderkamp O. The influence of extracorporeal circulation and membrane proteins in coronary artery disease. J Thorac Cardiovasc Surg 1990;99:735-40.
11. Montiglio F, Dor V, Lecompte J, Fourquet D, Negrel A, Dauvilliers GN. Cardiac surgery in adults and children without use of blood. Ann Thorac Cardiovasc Surg 1998;4:3-11.
12. O'Reilly B, Maas T, Chanyi S, Wright A, Rodden R, Bass H. Pentaspan vs Albumin as cardiopulmonary bypass priming solutions: A review of clinical outcomes. Can Perfus Canadienne 1997;9:10-3.
13. Zhu De-M. Application of Polygeline to pediatric cardiac surgery. Am Sect Today 1997; march:28.
14. Zakharova NB, Titova GP. Ultrastructure of erythrocytes with diminished flow properties and their role in the development of microcirculatory disorders under extreme conditions. Patol Fiziol Eksp Ter 1992;2:50-2.
15. Kikuchi Y. Transient increase in deformability of stressed red blood cells and role of plasma proteins. Jpn J Physiol 1992;42:431-41.
16. Cortinovis A, Crippa A, Crippa M, Bosoni T, Moratti R. Relations between plasma-erythrocyte viscosity factors and ESR. Minerva Cardioangiol 1992;40:323-30.
17. Mc Cudden C, Mass M, Koga T, Smith D, Rakar M, Hamilton A. Technique for hematocrit preservation during cardiopulmonary bypass. Can Perfus Canadienne 1997;9:18-20.
18. Baldames C, Quellhorst E. Outcome of long term hemofiltration. Kidney Int 1985;28:41-6.
19. Hüfler M, Asmus G, Herrath D, Schaefer K. Hemodialysis or hemofiltration-the patients view. Blood Purif 1987;5:1-3.
20. Niles S, Sutton R, Embrey R. Ultrafiltration / hemodialysis during cardiopulmonary bypass: a case report. J Extracorp Technol 1995;27:104-6.
21. Hollingsed M, Raley W, Hill R, Valenzuela R, Vasilakis A, Cruzavala J, et al. Perfusion technique for heparin-borded circuits. J Extracorp Technol 1995;27:85-91.

Recibido: 20 de febrero de 2001. Aprobado: 27 de febrero de 2001.

Lic. José R. Llanes Echevarría. Calle 5ta-A, No. 8608, entre 86 y 88, municipio Playa, Ciudad de La Habana, Cuba.