

# Circulación Extracorpórea en la Cirugía Cardíaca Neopediátrica

*Cardiopulmonary bypass in neopediatric cardiac surgery*



MARÍLIA FERREIRA ABRANTES

Perfusionista. Hospital General de Pirajussara, Sao Paulo, Brasil.

## RESUMEN

Las cardiopatías congénitas son anomalías estructurales y/o funcionales, diagnosticadas como cianóticas o no cianóticas. La indicación quirúrgica se da en el momento en que las alteraciones pertinentes a la cardiopatía todavía no se han vuelto irreversibles. En los casos en los que se hace necesaria la cirugía, puede ser imprescindible la utilización de circulación extracorpórea, donde se excluyen el corazón y los pulmones de la circulación mayor. Para ello, el profesional perfusionista arma el circuito a partir de los aspectos físicos del paciente (como peso, estatura e índice de masa corporal), flujo adecuado y suministra los medicamentos que benefician y minimizan la agresión de la cirugía extracorpórea en el niño.

**Palabras clave:** Circulación extracorpórea, cardiopatía congénita, cirugía cardíaca neopediátrica, antioxidantes, SIRS.

## ABREVIATURAS

CUF - Coeficiente de Ultrafiltración

MUF - Ultrafiltración Modificada

SIRS - Respuesta Inflamatoria Sistémica

## INTRODUCCIÓN

El sistema cardiovascular del embrión inicia su desarrollo a la mitad de la tercera semana de gestación debido a la necesidad de unos métodos eficientes para la obtención de oxígeno, nutrientes, la eliminación de dióxido de carbono y metabolitos.<sup>1-4</sup> El período neonatal representa un momento en el que ocurren adaptaciones para la vida fuera del útero en el sistema cardiovascular, es un período crítico.<sup>5</sup> La cardiopatía congénita se define como una anomalía funcional y/o estructural presente en el momento del nacimiento.<sup>6</sup> Aunque diagnóstica-

## ABSTRACT

A congenital heart disease is a defined structural and/or functional abnormality, which can be diagnosed as cyanotic or non-cyanotic, with or without symptoms, comprising from simple to complex defects, with a variable mortality rate. Surgery is indicated when secondary changes of the heart disease are reversible. In most cases is an indication, the use of cardiopulmonary bypass, which excludes the heart and the lungs from the big circulation. The perfusionist sets up the matrix of the equipment according to physical aspects of the patient (weight, height, body mass index) and the adequate flow, use the medicines that may benefit, help and turn children's cardiopulmonary bypass surgery less aggressive.

**Key words:** Cardiopulmonary bypass, heart surgery, congenital heart disease, neopediatric heart surgery, antioxidant, SIRS

da tardíamente, presenta amplio espectro clínico, comprendiendo desde defectos simples a complejos, únicos o múltiples, asociados a síntomas o no, con tasa de mortalidad variable y son clasificadas como cianóticas y no cianóticas.<sup>7</sup> Las cianóticas poseen potencial más grave debido a la presencia de hipoxia y las no cianóticas presentan flujo sanguíneo mixto arterial/venoso. Con la indicación de la cirugía de cardiopatías congénitas surgió la necesidad de identificar el momento en el que las alteraciones secundarias provocadas por la cardiopatía aún no poseen carácter irreversible.<sup>8</sup>

La cirugía cardiovascular, desde el siglo XX, ha demostrado un gran avance para la medicina, con la circulación extracorpórea necesaria en algunos casos y una contribución para las áreas

de salud respecto a la disminución de óbitos.<sup>9,10</sup> La circulación extracorpórea es un procedimiento en el que se drena la sangre del paciente hacia una bomba externa (rotativa o centrífuga) (Figura 1), que la bombea a través de una membrana de oxigenación y remoción de CO<sub>2</sub> y de un intercambiador de calor para enfriamiento y calentamiento de la sangre. Ese procedimiento exige la anticoagulación del circuito y del paciente con heparina, con el fin de evitar la activación de la cascada de coagulación y además de eso, diversos monitores de presión, flujo y temperatura.<sup>11</sup>



**Figura 1.**  
Circuito de circulación extracorpórea. Fuente propia. 2018.

### CIRCUITO DE CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA

La planeación de la circulación extracorpórea se realiza de acuerdo con la estatura del paciente, peso, diagnóstico y cirugías previas. De esa manera se obtiene un plan para montar el circuito ideal de una circulación extracorpórea para corrección de cardiopatía congénita, compuesto por un oxigenador de membrana acorde con el peso del niño, hemoconcentrador infantil para procedimiento de CUF (Ultrafiltración Convencional) y/o MUF (Ultrafiltración Modificada), sistema de cardioplegia cristalinoide o sanguínea, bomba centrífuga/rotativa y conjunto de tubo infantil cava doble o única con filtro arterial. Se llena el circuito con el menor volumen hídrico posible y con suero fisiológico, plasmalyte o ringer simple/lactato. Es importante el análisis del hematocrito y hemoglobina para realizar un cebado ideal con baja dilución utilizando concentrado de hematíes (Figura 2), y añadir medicamentos al cebado tales como:

- Heparina, para la inhibición del sistema del complemento y de los neutrófilos;
- Bicarbonato de sodio para la corrección de la acidosis presente tanto en la bolsa de sangre como la ocasionada por la entrada en extracorpórea;
- Manitol de 20% como expansor plasmático y para elevar la presión oncótica disminuyendo el edema intersticial, también actúa sobre los radicales libres tras quitar la pinza de la aorta. Se utilizan entre 2 a 5ml/kg de manitol al 20%;
- Albumina a 20%, con actuación en la presión oncótica reduciendo el edema intersticial y desbordamiento capilar;
- Prednisolona 30mg/kg, los corticoides protegen la integridad de las células miocárdicas y pulmonares, reducen la desviación de fluidos entre compartimientos, reducen la expresión de moléculas de adhesión endotelial e inhiben la injuria tisular mediada por neutrófilos, además de atenuar la activación del sistema del complemento y reducir la liberación de citocinas proinflamatorias.<sup>13</sup>
- Vitamina C, con objetivo de prevenir la caída de los niveles de antioxidantes y evitar el incremento de los radicales libres en los pacientes sometidos a la circulación extracorpórea, mitigando la posibilidad del Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SIRS), la cual resulta en lesión celular, especialmente de la célula miocárdica.<sup>8,14</sup>



**Figura 2.**  
Circuito de circulación extracorpórea, concentrado de hematíes y Plasma Lyte. Fuente propia. 2018.

El perfusionista debe seleccionar y armar un circuito compatible con el tamaño del paciente, el flujo adecuado y es el profesional responsable por la conservación y mantenimiento del equilibrio del paciente durante el proceso quirúrgico.<sup>12,13,15</sup>

## DISCUSIÓN

Gibbon dedicó sus investigaciones al funcionamiento del dispositivo corazón-pulmón, donde, a partir de sus concepciones, a lo largo de las décadas (las últimas siete décadas), han ocurrido cambios no solo en el aparato y circuitos, como también en los protocolos y estándares de trabajo. A pesar de la evolución de la circulación extracorpórea, se mantuvo cuidado con la función fisiológica detallada del paciente.<sup>16</sup> La utilización de corticosteroides es una hipótesis que ha sido considerada y ensayada, pues reduciría el proceso inflamatorio. Su beneficio tuvo su primer artículo publicado en 1966, manteniendo la integridad de las células miocárdicas y pulmonares, además de mitigar la expresión de las moléculas de adhesión endoteliales e inhibir la injuria tisular mediada por neutrófilos, atenuar la activación del sistema complemento y reducir la producción de citocinas proinflamatorias.<sup>17-22</sup>

Kilger y col, en un grupo predefinido de pacientes, estudiaron si las dosis de hidrocortisona atenuarían la SIRS en 147 pacientes y notaron que el grupo sometido al tratamiento presentaba concentraciones significativas de IL-6 y lactato, necesitando, además, menor soporte ventilatorio e internación.<sup>23</sup> Los radicales libres son neutralizados rápidamente por enzimas endógenas, los antioxidantes, vitaminas C y E, pueden ser utilizados para estimular la respuesta inmune celular y la suplementación terapéutica con esos antioxidantes parece significativa, pero se consideraron insuficientes para neutralizar los radicales libres y evitar el daño celular en los pacientes.<sup>24,25</sup>

En 1963 se dio la primera descripción de los circuitos recubiertos con heparina, cuando Gott et al. presentaron el enlace iónico de la heparina al circuito.<sup>26</sup> En ese estudio se pudo comprobar que la heparinización de los circuitos, durante la circulación extracorpórea, inhibe la activación del sistema de contacto, del complemento y de los neutrófilos, reduciendo la liberación de citocinas proinflamatorias y mejorando la función plaquetaria.<sup>27,28</sup> Ya en otro estudio multicentrico con pacientes de alto riesgo para cirugía, se resaltó la reducción de las internaciones.<sup>29</sup> Es actualmente una tendencia añadir drogas al cebado que llena el circuito de la circulación extracorpórea. Entre las drogas más estudiadas que se adicionan, están los diuréticos con su función en la regulación del balance hídrico, promoviendo reducción de los efectos sobre la presión oncótica y la expansión del compartimiento extravascular.<sup>30</sup> Ya cuando hay

adición de albumina, puede ocurrir retraso en la absorción del fibrinógeno circulante y reducción de la activación de plaquetas, sin embargo, no se observa la disminución de la activación plaquetaria según los estudios de Boks y col. Aunque la adición de albumina en individuos normales se mantiene cuestionable, pese a que disminuye la viscosidad de la sangre y ayuda a mantener una presión coloidosmótica adecuada.<sup>31,32</sup>

Hay diversos trabajos aleatorios que comparan la albumina con otros coloides, en la mayoría no hay diferencia de mortalidad entre los grupos, indicando una superioridad de los coloides en relación a los cristaloides, sobretodo, porque los últimos mantienen la presión oncótica más elevada. Los estudios disponibles indican que en cirugías cardíacas el uso de la albumina durante el proceso de cebado es aceptable, pese a que faltan evidencias de su superioridad sobre los cristaloides.<sup>33</sup> Para Barbosa et al., la circulación extracorpórea es actualmente una tecnología en constante evolución y aún son especulativas las reacciones del organismo a ese procedimiento. Por tratarse de una tecnología que no mantiene principios de la fisiología humana, es posible que ocurran alteraciones fisiológicas con repercusiones importantes para el organismo en el periodo postoperatorio.<sup>34</sup>

## CONCLUSIONES

La cardiopatía congénita es una patología que necesita, mayoritariamente, de un procedimiento quirúrgico con utilización de circulación extracorpórea, lo que genera una agresión al sistema fisiológico del paciente. Es posible minimizar tales efectos mediante el uso, en el cebado del circuito, de una composición de medicamentos tales como: antioxidantes, corticoides, diuréticos, anticoagulantes y coloides; adicionalmente, durante la preparación interna de los tubos y membranas, se pueden agregar concentrados de hemáties, para evitar hemodilución excesiva; Plasmalyte, que es un compuesto hídrico más parecido al fisiológico con pH 7,4. Es el perfusionista el profesional apto para preparar el cebado menos agresivo y mantener un equilibrio, en el paciente, durante la circulación extracorpórea para un mejor resultado en periodo postquirúrgico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Moore KL, Persaud TVN, Torchia, MG. Embriología clínica. 9a ed. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier; 2013 p.189-221.
2. Sadler, TW. Langman. Embriología Médica, 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016, p.275-308.
3. Silveira AC, Rached EB, Campana FZ, Maiello JR. Comunicação interatrial. Rev Fac Ciênc Méd Sorocaba.2008;10(2):7-11.Portugués
4. Mattos SS. Fisiología da circulação fetal e diagnóstico das alterações funcionais do coração do feto. Arq Bras Cardiol.1997;69(3):205-7.Portugués
5. Warnes CA. The adult with congenital heart disease: born to be bad? JACC.2005;46(1):1-8.
6. Rivera IR, Mendoça MA, Gonçalves JM, Pimenteira AC, Rodríguez CF, Barbosa MG. Cardiopatía congénita no recém-nascido: da solicitação do pediatra à aval-

- iação do cardiologista. Arq Bras Cardiol. 2007;89(1):6-10. Português.
7. Huber J, Catarino V, dos Santos TJ, da Fontuara L, Cerveira A, Delgado A, et al. Cardiopatias congênitas em um serviço de referência: evolução clínica e doenças associadas. Arq Bras Cardiol. 2010;94(3):333-8.
  8. Lucchese FA. A cirurgia neonatal – uma viagem rumo ao princípio da vida, Sociedade Boliviana de Cardiologia- Última atualização abril/2003.
  9. Rodrigues CCTR, Fátima R, Araújo G. Alterações sistêmicas associadas à circulação extracorpórea (CEC). Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa. Brasília. 2014.p.1-14.
  10. Oliveira JMA, Ferreira AM, Brito S, Ferreira F, de Souza M, Lopes M. Complicações no pós-operatório de cirurgia cardiovascular com circulação extracorpórea. R Interd. 2015;8(1):9-15. Português.
  11. Kattan J, González A, Castillo A, Caneo LF. Neonatal and pediatric extracorporeal membrane oxygenation in developing Latin American countries. J Pediatr (Rio J). 2017;93(2):120-9. Português.
  12. Matte GS. Perfusion for congenital heart surgery. Notes on cardiopulmonary bypass for a complex patient population. Boston: Wiley-Blackwell; 2015.
  13. Souza MHL, Elias DO. Fundamentos da circulação extracorpórea. 2ª ed. São Paulo: Centro Editorial Alfa Rio; 2006.
  14. Tasso, JP- Alterações hemodinâmicas provocadas pela fisioterapia em crianças cardiopatas: Uma revisão de literatura- monografia. 2017.
  15. Leme M.P. Fundamentos da cirurgia cardíaca. Departamento Cirurgia, FM-UFRJ, Serviço cirurgia cardíaca – HUCFF. Rio de Janeiro. 2016.p.1-42.
  16. Passaroni AC. Análise comparativa da incidência de hemólise e resposta inflamatória sistêmica induzida pela circulação extracorpórea em bomba de roletes e em bomba centrífuga em cirurgia de revascularização do miocárdio. 2015.
  17. Aouifi A, Piriou V, Bastien O, Blanc P, Bouvier H, Evans R, et al. Usefulness of procalcitonin for diagnosis of infection in cardiac surgical patients. Crit Care Med. 2000; 28 (9): 3171-6.
  18. Arkader R, Troster EJ, Abellan DM, Lopes MR, Junior RR, Carcillo JA, et al. Procalcitonin and C-reactive protein kinetics in postoperative pediatric cardiac surgical patients. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2004; 18 (2): 160-5.
  19. Von Spiegel T, Giannaris S, Wietasch GJ, Schroeder S, Buhre W, Schorn B, Hoeff A. Effects of dexamethasone on intravascular and extravascular fluid balance in patients undergoing coronary bypass surgery with cardiopulmonary bypass. Anesthesiology. 2002; 96:827-34.
  20. Tennenberg SD, Bailey WW, Cotta LA, Brodt JK, Solomkin JS. The effects of methylprednisolone on complement-mediated neutrophil activation during cardiopulmonary bypass. Surgery. 1986; 100:134-42.
  21. Kawamura T, Inada K, Nara N, Wakusawa R, Endo S. Influence of methylprednisolone on cytokine balance during cardiac surgery. Crit Care Med. 1999; 27:545-8.
  22. El Azab SR, Rosseel PM, de Lange JJ, Groeneveld AB, Scheffer GJ. Dexamethasone decreases the pro- to anti-inflammatory cytokine ratio during cardiac surgery. Br J Anaesth. 2002; 88:496-501.
  23. Kilger E, Weis F, Briegel J, Frey L, Goetz AE, Reuter D, et al. Stress doses of hydrocortisone reduce severe systemic inflammatory response syndrome and improve early outcome in a risk group of patients after cardiac surgery. Crit Care Med. 2003;31(4):1068-74.
  24. Carvalho PRA, Trotta EA. Avanços no diagnóstico e tratamento da sepse. Jornal de Pediatria. 2003;79 (2): 195-204.
  25. Leite HP, Sarni RS. Radicais livres, anti-oxidantes e nutrição. Revista Brasileira de Nutrição Clínica. 2003;18(2): 87-94.
  26. Gott VL, Whiffen JD, Dutton RC. Heparin bonding on colloidal graphite surfaces. Science. 1963; 142:1297-8.
  27. Mollnes TE, Videm V, Gotze O, Harboe M, Oppermann M. Formation of C5a during cardiopulmonary bypass: inhibition by precoating with heparin. Ann Thorac Surg. 1991; 52:92-7.
  28. Ovrum E, Fosse E, Mollnes TE, Am Holen E, Tangen G, Abdelnoor M et al. Complete heparin-coated cardiopulmonary bypass and low heparin dose reduce complement and granulocyte activation. Eur J Cardiothorac Surg. 1996; 10:54-60.
  29. Ranucci M, Mazzucco A, Pessotto R, Grillone G, Casati V, Porreca L, et al. Heparin-coated circuits for high-risk patients: a multicenter, prospective, randomized trial. Ann Thorac Surg. 1999; 67:994-10.
  30. Taylor KM. Cardiopulmonary Bypass: Principles and Management. 9th. ed: William & Wilkins; 1986.p.665.
  31. Boks RH, van Herwerden LA, Takkenberg JJ, van Oeveren W, Gu YJ, Wijers MJ, Bogers AJ. Is the use of albumin in colloid prime solution of cardiopulmonary bypass circuit justified? Ann Thorac Surg. 2001;72:850-3.
  32. Tigchelaar I, Gallandat Huet RC, Korsten J, Boonstra PW, van Oeveren W. Hemostatic effects of three colloid plasma substitutes for priming solution in cardiopulmonary bypass. Eur J Cardiothorac Surg. 1997;11: 626-32.
  33. Henriques CMP. Diretrizes para o uso de albumina. Consulta Pública nº 99, de 11 de novembro de 2003.- Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
  34. BARBOSA NF; CARDINELLI DM; ERCOLE FF. Determinantes de complicações neurológicas no uso da circulação extracorpórea (CEC). Arq Brasileiros Cardiologia. 2010;95(6):151-7.

Recibido: 27/09/2018.

Acceptedo: 14/11/2018.