



REVISÃO / REVIEW / REVISIÓN

**Responses of human body attached to use the bypass: literature review**

Respostas do organismo humano inerentes ao uso da circulação extracorpórea: revisão de literatura  
Respuestas del cuerpo humano adjunta de usar el bypass: revisión de la literatura

Renata Maria Machado de Araújo<sup>1</sup>, Carla Kelly Barroso Sabino<sup>2</sup>, Jocerlano Santos de Sousa<sup>3</sup>,  
Lidyane Rodrigues Oliveira Santos<sup>4</sup>, Fernanda Valéria Silva Dantas Avelino<sup>5</sup>

**ABSTRACT**

**Objective:** literature review on changes of human body in response to triggered use of cardiopulmonary bypass and emphasize the complications. **Methodology:** this was a study of integrative literature available on the subject: human body and answers of postoperative complications to use the inherent CPB. were conducted research textbooks to bypass in database online scielo, pubmed, lilacs, and other sources such as site of the brazilian society of bypass, site of the brazilian society of cardiology and references cited in articles obtained. **Results:** bypass provided a great advancement of cardiac surgery in the world, becoming an essential to approach procedure of a series of cardiac until then, without possibility of surgical therapy. Furthermore, cardiopulmonary bypass is capable of producing a wide variety of changes in human body, and postoperative complications which contribute to increased postoperative morbidity. **Conclusions:** although the practice of cardiopulmonary bypass affect the normal operating model of human body, the surgeon provides the opportunity to work in the correction of defects, that otherwise would be impossible to correct. **Descriptors:** Extracorporeal circulation. Systemic Inflammatory Response Syndrome. Postoperative care

**RESUMO**

**Objetivo:** revisar na literatura as alterações do organismo humano desencadeadas em resposta ao uso da circulação extracorpórea. **Metodologia:** tratou-se de um estudo de revisão da literatura integrativa disponível sobre o tema: respostas do organismo humano e complicações pós-operatórias inerentes ao uso da circulação extracorpórea. Foram realizadas pesquisas em livros didáticos de circulação extracorpórea, em base de dados on-line scielo, pubmed, lilacs, e em outras fontes tais como site da sociedade brasileira de circulação extracorpórea, site da sociedade brasileira de cardiologia, site da sociedade brasileira de cirurgia cardiovascular e referências citadas nos artigos obtidos. **Resultados:** a circulação extracorpórea proporcionou um grande avanço da cirurgia cardíaca em todo o mundo, tornando-se um procedimento essencial para abordagem de uma série de cardiopatias, até então, sem possibilidades de terapêutica cirúrgica. Além disso, é capaz de produzir uma grande variedade de alterações no organismo humano, bem como complicações pós-operatórias, o que contribui para o aumento da morbidade pós-operatória. **Conclusão:** embora a prática da circulação extracorpórea afete o modelo normal de funcionamento do organismo humano, proporciona ao cirurgião a oportunidade de trabalhar na correção de defeitos, que de outra forma, seriam impossíveis de corrigir.

**Palavras-chave:** Circulação extracorpórea. Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica. Cuidados pós-operatórios.

**RESUMEN**

**Objetivo:** revisión de la literatura sobre los cambios del cuerpo humano en respuesta a disparar el uso de circulación extracorpórea. **Metodología:** se realizó un estudio de la literatura integrado disponible en el asunto: cuerpo humano y respuestas de complicaciones postoperatorias inherentes de uso del circulación extracorpórea. Se llevaron a cabo libros de texto de investigación para anular en base de datos online scielo, pubmed, lilacs y otras fuentes, como sede de la sociedad brasileña de bypass, sede de la sociedad brasileña de cardiología y referencias citadas en los artículos obtenidos. **Resultados:** bypass proporcionó un gran avance en la cirugía cardíaca en el mundo, convirtiéndose an imprescindible abordar procedimiento de una serie de cardíaco hasta entonces, sin posibilidad de tratamiento quirúrgico. Además, circulación extracorpórea es capaz de producir una gran variedad de cambios en el cuerpo humano y las complicaciones postoperatorias que contribuyen al aumento de la morbilidad postoperatoria. **Conclusiones:** aunque la práctica de la cca afectar el modelo de funcionamiento normal del cuerpo humano, el cirujano ofrece la oportunidad de trabajar en la corrección de defectos, que de otro modo imposible de corregir.

**Palabras clave:** Circulación extracorporea. Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica. Los cuidados postoperatorios

<sup>1</sup> Biomédica. Graduada pela Faculdade de Tecnologia Teresina - CET. Teresina-PI. Brasil. Rua Senador Teodoro Pacheco, nº 1179 - Sala 205- Edifício Dom Avelar - Bairro Centro - CEP: 64.001-060 Teresina-PI. Email: [r\\_2m\\_araujo@hotmail.com](mailto:r_2m_araujo@hotmail.com); Telefone(86)3221-5020.

<sup>2</sup> Farmaceutica. Mestre em Farmacologia. Professora da Faculdade Centro de Educação Tecnológica- CET. Teresina-PI.

<sup>3</sup> Cirurgião Cardiovascular. Pós-graduado em Cirurgia Cardiovascular no Incor-HC-USP. Cirurgião Cardiovascular do Hospital São Marcos e Hospital ItaCor e Professor da Universidade Estadual do Piauí. Teresina-PI

<sup>4</sup> Enfermeira. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Enfermagem da UFPI. Teresina-PI

<sup>5</sup> Doutora em Enfermagem. Professora do Departamento de Enfermagem da Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI

## INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea (CEC) representou uma das grandes conquistas médicas e da área biológica no século xx, criando novos horizontes para a cura de doenças cardíacas jamais imaginadas na primeira metade do século passado<sup>(1)</sup>.

Com a CEC, o cirurgião pode desviar todo o sangue do paciente para um circuito externo, de forma a adentrar as cavidades cardíacas encontradas em um campo quase exangue, e corrigir defeitos congênitos ou adquiridos que limitam a vida daqueles que tem a desventura de apresentar tais problemas no órgão propulsor do sangue e da própria vida<sup>(2)</sup>.

No entanto, a CEC é capaz de produzir uma grande variedade de alterações no organismo humano, em virtude da sua complexidade, da multiplicidade de componentes mecânicos e das suas interações com o sangue. Esta é identificada pelo organismo como um agente agressor, e, como tal, suscita uma série de reações. Ao contrário da maioria dos procedimentos invasivos, a circulação extracorpórea produz significativas alterações no equilíbrio fisiológico do organismo, constituindo-se um agente agressor complexo e multifatorial. Estudos relatam também que a patogênese da resposta inflamatória desencadeada pela CEC é multifatorial e que há sinergismo entre diversos mecanismos pró-inflamatórios, culminando com a violação da homeostase<sup>(1,3)</sup>.

Estas alterações ocorrem, em quase toda sua totalidade, nos pacientes submetidos à circulação extracorpórea, estes apresentam uma resposta específica, em geral, pouco significativa, de difícil identificação e duração limitada. Em alguns casos, a reação do organismo pode ser de tal magnitude que o paciente apresenta um quadro clínico grave com disfunção pulmonar e renal, discrasias sanguíneas, retenção de líquidos no espaço intersticial, vasoconstrição, febre, leucocitose e aumento da suscetibilidade às infecções. Esse quadro foi designado por vários autores como “síndrome pós-perfusão”<sup>(4)</sup>.

A CEC é uma tecnologia em constante evolução, e mesmo em meio a inúmeros progressos tecnológicos, ainda não se mantêm os parâmetros fisiológicos normais do paciente. Diversas pesquisas referentes aos efeitos deletérios da CEC, no tocante a “síndrome de resposta inflamatória sistêmica”, estão

Responses of human body attached to use the bypass..

sendo desenvolvidas a fim de minimizar o quadro inflamatório desenvolvido pelo paciente pós CEC<sup>(3-4-5)</sup>.

O presente estudo teve por objetivo realizar uma revisão da literatura das principais alterações do organismo humano desencadeadas como resposta pelo uso da CEC.

## METODOLOGIA

Tratou-se de um estudo de revisão da literatura integrativa disponível sobre o tema: respostas do organismo humano e complicações pós-operatórias inerentes ao uso da CEC. Foram realizadas pesquisas em livros didáticos de circulação extracorpórea, em base de dados on-line scielo, pubmed, lilacs, com os seguintes descritores: CEC; SIRS, Cuidados pós-operatórios, Cirurgia torácica. A revisão foi ampliada através de busca em outras fontes tais como site da Sociedade Brasileira de Circulação Extracorpórea, Site da Sociedade Brasileira de Cardiologia e referências citadas nos artigos obtidos.

## RESULTADOS

### Resposta metabólica do organismo

As respostas metabólicas, hormonal e eletrolítica à CEC ocorrem em virtude de duas variáveis: técnicas de perfusão e condições em que os procedimentos são realizados. Além disso, o paciente sofre influência das respostas ao stress em relação a procedimentos anestésicos e cirúrgicos. Elas se manifestam durante a CEC e se prolongam por períodos variáveis no pós-operatório imediato<sup>(1)</sup>. A CEC produz alterações de natureza semelhante a da indução anestésica, sendo que ainda mais potentes, tais como: liberação de glicose, aumento da produção de insulina, elevação de cortisol e aumento na produção de vasopressina.

O metabolismo da glicose é alterado pela CEC, sendo que sua magnitude é avaliada por vários fatores, dentre eles, os mais importantes são o grau de hipotermia atingido durante a CEC e o tipo de perfusão. A hipotermia acentua a liberação de glicose, que atinge taxas bastante elevadas no sangue, podendo atingir valores entre 400 e 500 mg/%; a produção de insulina não acompanha tal elevação da glicose<sup>(9)</sup>.

Na fase inicial da CEC, devido ao efeito da hemodiluição, ocorre um leve decréscimo nos níveis de cortisol ou hidrocortisona. Logo em seguida, os

valores iniciais são recuperados, progressivamente, até o final da perfusão<sup>(10)</sup>. Esse fenômeno é maior na hipotermia moderada que na profunda.

### **Metabolismo das gorduras**

No percurso da CEC, o metabolismo das gorduras sofre grandes alterações se mostrando predominantemente catabólico. Até a normalização do metabolismo dos carboidratos, o organismo usa as gorduras como alternativa de energia, em vista que, a utilização da glicose está deprimida. Com o elevado teor dos ácidos graxos pode ocorrer a formação de microembolias gordurosas, e conseqüentemente arritmias. As alterações do metabolismo das gorduras são mais pronunciadas quando a CEC se prolonga além de duas a três horas<sup>(11)</sup>.

### **Alterações dos elementos do sangue**

As hemácias, os leucócitos e as plaquetas podem ser profundamente afetadas na CEC, tanto pelo trauma como pelo contato com as superfícies não endoteliais do circuito<sup>(3)</sup>.

Pesquisas demonstraram por meio de estudo clínico envolvendo pacientes submetidos à cirurgias cardíacas com emprego de CEC, que a liberação de substâncias inflamatórias durante a CEC corrompe a migração transendotelial de leucócitos e plaquetas, com subseqüente deslocamento desordenado destas células para os tecidos<sup>(11)</sup>.

### **Hemácias**

As hemácias sofrem traumatismos que se manifestam pela hemoglobinemia e hemoglobinúria, e ocorre nos oxigenadores, na bomba arterial e, principalmente, nos aspiradores<sup>(12)</sup>.

A ruptura das hemácias libera substâncias que produzem insuficiência renal, uma vez que a cápsula obstrui os glomérulos e inibe a filtração glomerular. Assim como o estroma pode ficar retido nos capilares e gerar disfunção pulmonar.

### **Leucócitos, plaquetas e proteínas totais**

A reação inflamatória sistêmica inerente à CEC é responsável por uma variedade de alterações orgânicas, dentre elas o desajuste da concentração sérica de proteínas totais e albumina, desequilíbrio dos níveis séricos dos hormônios tireoidianos e modificações quantitativas e qualitativas quanto aos leucócitos totais, neutrófilos e plaquetas<sup>(3)</sup>.

Responses of human body attached to use the bypass..

Os leucócitos são importantes na defesa do organismo contra as infecções e a circulação extracorpórea inibe significativamente a sua propriedade de fagocitose dos germes invasores do organismo<sup>(12)</sup>. A diminuição dos leucócitos no plasma durante a perfusão poderá ocorrer caso seja utilizado na CEC oxigenador de bolhas, devido à interface com o gás. De forma análoga, as proteínas do plasma também sofrem o trauma do equipamento da perfusão. Estímulos derivados de moléculas de adesão celular promovem a migração e o deslocamento de plaquetas da circulação em direção a diversos tecidos<sup>(1)</sup>.

### **Resposta inflamatória sistêmica do organismo**

Está comprovado que a CEC é responsável pelo desenvolvimento de uma Síndrome da resposta inflamatória sistêmica (SIRS), também denominada de síndrome pós-perfusão<sup>(13)</sup>.

A inflamação sistêmica após a cirurgia cardíaca envolve a ativação dos componentes sanguíneos e do endotélio e parece ser o resultado do contato entre os componentes humorais e celulares do sangue com o material sintético do circuito da CEC, isquemia, reperfusão e trauma operatório. Logo após o início da perfusão, quando o sangue entra em contato com as superfícies estranhas do circuito e dos oxigenadores, ocorre um processo de ativação de determinados sistemas de proteínas do plasma, que tem relação com o tempo de duração do procedimento, invocando assim a resposta inflamatória generalizada<sup>(14)</sup>.

A ação das diversas proteínas ativadas desencadeia no organismo uma resposta inflamatória, esta caracteriza-se pela presença de leucocitose, aumento da permeabilidade vascular levando ao acúmulo de líquido intersticial resultando em edema acentuado, associada a lesões orgânicas, principalmente no coração e pulmões, complicações neurológicas, além de hemorragias e insuficiência renal, contribuindo com o aumento da morbidade pós-operatória<sup>(4)</sup>.

### **O papel dos neutrófilos**

Os leucócitos, e em particular os neutrófilos, são participantes cruciais no processo inflamatório devido a sua rápida ativação e resposta ao estímulo quimiotático. A expressão induzida de moléculas de adesão nos neutrófilos e nas células endoteliais

ativadas resulta em sequestro de neutrófilos no interior dos tecidos<sup>(13)</sup>.

Os neutrófilos ativados secretam enzimas, tais como a elastase, a mieloperoxidase e a lactoferrina, que promovem lesão endotelial e extravasamento de neutrófilos. Os estudos acrescentam que a liberação dessas enzimas no plasma sugere significativa ativação dos neutrófilos que envolve a degranulação. Os níveis plasmáticos de mieloperoxidase e lactoferrina aumentam significativamente durante a CEC<sup>(15,16)</sup>.

## DISCUSSÃO

Inicialmente, os estudos sobre circulação artificial, em 1813, mostraram que, dificilmente não manteria viva, por um tempo indeterminado, qualquer parte do organismo, se fosse possível substituir o coração por uma forma de bombeamento artificial do sangue. Apesar de não ter conseguido provar suas teorias com coelhos decapitados, por não utilizar sangue oxigenado, suas idéias contribuíram para estudos futuros<sup>(6)</sup>.

Em seguida, entre 1848 e 1858, Brown-seqüard demonstrou ser possível obter sangue oxigenado pela simples agitação do mesmo com o ar, ensinamento que serviu de base para a construção dos primeiros oxigenadores. O primeiro sistema coração-pulmão artificial em que a oxigenação do perfusato poderia ser realizada sem interromper o fluxo sanguíneo, foi construído por Von Frey e Gruber, em 1885. A descoberta da heparina, em 1916, por Howell e Mc Lean, foi muito importante no desenvolvimento da circulação extracorpórea, tendo em vista que, durante os experimentos iniciais com a perfusão de órgãos, os procedimentos eram complicados pela coagulação do sangue<sup>(1)</sup>.

Brukhonenko (1926), na Rússia, desenvolveu uma bomba para impulsionar o sangue venoso através de um pulmão doador enquanto uma outra bomba mantinha a circulação da cabeça do animal, demonstrando assim que “... a vida continuaria em condições impostas pela circulação artificial”. Mais tarde foram propostos diferentes modelos de bombas, aperfeiçoando a eficiência e a praticidade. Em 1937, Gibbon revolucionou a cirurgia com circulação extracorpórea ao demonstrar experimentalmente a possibilidade de realização de cirurgia cardíaca com auxílio desta técnica. Impulsionados por essa descoberta, Dogliotti e Constantini (1951), apoiados nos seus ensinamentos,

Responses of human body attached to use the bypass..

empregaram esse método pela primeira vez em humanos durante a ressecção de um tumor de mediastino<sup>(1)</sup>.

No Brasil, Hugo João Felipozzi introduziu o método, que em outubro de 1955, no instituto Sabbado D’angelo, realizou a primeira cirurgia cardíaca utilizando uma bomba sigmamotor e o pulmão do próprio paciente para oxigenar o sangue<sup>(2)</sup>.

Em 1956, Felipozzi utilizou bomba coração-pulmão equipada com oxigenador de discos modelo kay-cross, adaptado e montado nas oficinas de uma fábrica de cigarros, iniciando assim a era da cirurgia cardíaca sob visão direta com circulação e oxigenação extracorpóreas<sup>(1)</sup>.

As principais características da circulação extracorpórea incluem a perfusão dos órgãos com fluxo contínuo, não pulsátil, o contato do sangue com superfícies estranhas, diferentes do endotélio vascular, no interior do oxigenador e dos circuitos, a hipotermia, a hemodiluição e a inibição do sistema de coagulação.

A prática da CEC, nos dias atuais, consiste na simulação mecânica de princípios da fisiologia humana relacionados à circulação, respiração e aos balanços hidro-eletrolítico e ácido-base. A circulação extracorpórea (CEC) proporcionou um grande avanço da cirurgia cardíaca em todo o mundo, tornando-se um procedimento essencial para abordagem de uma série de cardiopatias, até então, sem possibilidades de terapêutica cirúrgica<sup>(1-7)</sup>.

O estudo possibilitou uma análise das respostas do organismo humano à circulação extracorpórea que em virtude da sua complexidade, da multiplicidade de componentes mecânicos e das suas interações com o sangue é capaz de produzir uma grande variedade de alterações no organismo humano<sup>(1)</sup>. A harmonia usualmente existente entre processos bioquímicos, hormonais e celulares pode ser corrompida por eventos patológicos inerentes à CEC, como lesão endotelial, lesão de isquemia-reperfusão e, sobretudo, pronunciada liberação de citocinas, moléculas de adesão celular e fatores de necrose tecidual<sup>(8)</sup>.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a prática da CEC afete o modelo normal de funcionamento do organismo humano, a técnica permitiu restaurar lesões em cardiopatias congênitas complexas, nas mais diferentes situações, dando ao cirurgião a oportunidade de trabalhar na correção de

defeitos, que de outra forma seriam impossíveis de corrigir.

Nesse contexto, cabe ao profissional perfusionista a consciência da grande responsabilidade que carrega e buscar total domínio do conhecimento inerente à fisiologia e doenças de base dos pacientes, para que consiga lançar mão de decisões rápidas e precisas durante o monitoramento fisiológico no procedimento cirúrgico.

## REFERENCIAS

- 1.Souza MH, Elias DO. Fundamentos da Circulação Extracorpórea. Rio de Janeiro: Centro Editorial Alfa; 2006.
2. Atik FA, Fiorelli AI. Monitorização Hemodinâmica em Cirurgia Cardíaca Pediátrica. Arq Bras Cardiol 2004; 82 (2):199-208.
- 3.Gabriel EA, Locali RFL, Matsuoka PKM, Cherbo T, Enio B. - Revascularização miocárdica com circulação extracorpórea; aspectos bioquímicos, hormonais e celulares. Rev. Bras. Cir. Cardiovasc 2011;26(4):525-31.
- 4.Kirklin JK, George JF, Holman W. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass. In: Gravile G, Davis RF, Utley JR, eds. Cardiopulmonary bypass: principles and practice. Baltimore: Williams & Wilkins, 1993: 233-48.
- 5.Gomes OM, Conceição DS. Aparelho Coração Pulmão Artificial. In Gomes O.M. Circulação Extracorpórea: Belo Horizonte, 1985
- 6.Le Gallois JJ C. Appud In: Hewitt RL, Greech, O. History of the pumpoxygenator. Arch Surg,1996: 93-680.
- 7.Brasil, LA, Gomes WJ, Salomão R, Fonseca JHP, Branco JN, Rodrigues BE. Uso de corticóide como inibidor da resposta inflamatória sistêmica induzida pela circulação extracorpórea. Rev. Bras. Cir. Cardiovasc 1999; 14(3):254-68.
- 8.Mota AL, Rodrigues AJ, Évora PRB. Circulação extracorpórea em adultos do século XXI. Ciência, arte ou empirismo? Rev. Bras. Cir. Cardiovasc 2008; 23(1):78-92.
- 9.Meyerholz HH, Gardemann A, Jurgermann K. Control of glycogenolysis and blood flow by arterial and portal adrenaline in perfused liver. Biochem J 1991;275(pt3):609-16.
- 10.Anand KJS, Hickey PR. - Halothane-morphine compared with high-dose sufentanil for anesthesia and postoperative analgesia in neonatal cardiac surgery. N Engl J Med 1992;326:1-9.
- 11.Chen YF, Tsai WC, Lin CC, Tsai LY, Lee CS, Huang CH, et al. Effect of leukocyte depletion on endothelial cell activation and transendothelial

Responses of human body attached to use the bypass..

migration of leukocytes during cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 2004;78(2):634-42.

12.Souza MHL, Elias DO. Principios de hematologia e hemoterapia. Rio de Janeiro:Alfa Rio;2005

13.Asimakopoulos G, Taylor K. Effects of cardiopulmonary bypass on leukocytes and endothelial adhesion molecules. Ann Thorac Surg 1998; 66: 2135-44.

14.Butler J, Rocker GM, Westby S. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1993; 55:552-59.

15.Weiss SJ. Tissue destruction by neutrophils. N Eng J Med 1989; 320:365-76.

16.Stefanou DC, Gourlay T, Asimalopoulos G, Taylor KM. Leucodepletion during cardiopulmonary bypass reduces blood transfusion and crystalloid requirements. Perfusion 2001; 16: 51-58

**Sources of funding:** No

**Conflict of interest:** No

**Date of first submission:** 2013/02/17

**Accepted:** 2013/11/05

**Publishing:** 2014/01/02

### Corresponding Address

Renata Maria Machado de Araujo.

Endereço para correspondência: Rua Senador Teodoro Pacheco, nº 1179 - Sala 205- Edifício Dom Avelar - Bairro Centro - CEP: 64.001-060 Teresina-PI

Telefone para contato: 86-3221-5020

Email: [r\\_2m\\_araujo@hotmail.com](mailto:r_2m_araujo@hotmail.com)

Faculdade CET- Teresina-PI