



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS FEF
FACULDADES INTEGRADAS DE FERNANDÓPOLIS FIFE BIOMEDICINA

AMANDA DE CASSIA MONTEIRO CARVALHO
HELOISA VICTORIA DA COSTA MOURA

ALTERAÇÕES SISTÊMICAS MAIS FREQUENTES RELACIONADAS
A CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

FERNANDÓPOLIS JULHO

2022

**AMANDA DE CASSIA MONTEIRO CARVALHO
HELOISA VICTORIA DA COSTA MOURA**

**ALTERAÇÕES SISTÊMICAS MAIS FREQUENTES RELACIONADAS A
CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA**

Artigo científico apresentado à
Banca Examinadora do Curso de
Graduação em Biomedicina da
Fundação Educacional de
Fernandópolis.

Orientador: Prof. Ms. Vânia Luiza
Ferreira Lucatti Sato.

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE FERNANDÓPOLIS
FERNANDÓPOLIS – SP**

2022

ALTERAÇÕES SISTÊMICAS MAIS FREQUENTES RELACIONADAS A CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

MOST FREQUENT SYSTEMIC ALTERATIONS RELATED CARDIOPULMONARY BYPASS

¹CARVALHO, Amanda de Cassia Monteiro;¹MOURA, Heloisa Victoria da Costa;
²SATO, Vânia Luiza Ferreira Lucatti.
E-mail: am.monteiro6790@gmail.com

RESUMO: O presente estudo consiste em elucidar o funcionamento da máquina de circulação extracorpórea, dissertar brevemente a atuação do biomédico perfusionista, identificar alterações sistêmicas mais comuns relacionadas a essa técnica que utiliza circulação extracorpórea: acidose metabólica, plaquetopenia, anemia, complicações imunológicas, hematológica, pulmonares e renais. A cirurgia cardíaca juntamente com a circulação extracorpórea desde o século XX foi umas das maiores conquistas na área da saúde, ambas trouxeram um grande avanço na medicina, diminuindo significativamente o número de óbitos e trazendo a possibilidade para novas curas em doenças cardíacas. A Circulação Extracorpórea (CEC) é um mecanismo de suporte cirúrgico, que corresponde a um conjunto de circuitos, máquinas, aparelhos e técnicas que se baseia na substituição temporária das funções dos órgãos vitais durante a cirurgia cardíaca. A CEC é fundamental para assegurar a resolução problemas internos do coração, mas também apresenta agressões ao organismo, que são consideradas determinantes para o agravo e taxa de sobrevivência do paciente, influenciando diretamente em sua qualidade de vida. Apesar de representar um avanço tecnológico e uma grande evolução para a medicina, à multiplicidade de componentes mecânicos e interações com o sangue provoca várias alterações no organismo humano que geram grandes desvios da fisiologia, seja logo após a saída da perfusão ou no início do pós-operatório. Diversas complicações podem ocorrer após a cirurgia, em frequência são encontradas: acidose metabólica, plaquetopenia, anemia, complicações imunológicas, pulmonares e renais. Mediante aos resultados obtidos se observou que é importante uma avaliação cautelosa para indicação da CEC, principalmente em pacientes que já apresentam alterações de saúde pré-operatórias.

Palavras-chaves: Circulação extracorpórea, alterações sistêmicas, cirurgia, cirurgia cardíaca.

ABSTRACT: The present study consists in elucidating how the cardiopulmonary bypass machine works, briefly discussing the role of the biomedical perfusionist, and identifying the most common systemic alterations related to this technique that uses cardiopulmonary bypass: metabolic acidosis, thrombocytopenia, anemia, immunological, hematological, pulmonary, and renal complications. The cardiac surgery together with cardiopulmonary bypass since the twentieth century was one of the greatest achievements in the health area, both brought a great advance in medicine significantly reducing the number of deaths and bringing the possibility to cure people and new treatments in heart diseases. The Extracorporeal Circulation (ECC) is a surgical support, which corresponds to a set of circuits, machines, devices and

¹Acadêmicas do curso de Biomedicina das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE, Fernandópolis-SP.

²Mestre em Ciências Biológicas, orientador e professor do curso de Biomedicina das Faculdades Integradas de Fernandópolis - FIFE, Fernandópolis-SP.

techniques that is based on the temporary replacement of vital organ functions during cardiac surgery. The CPB is essential to ensure the resolution of internal problems of the heart, but also presents aggressions to the organism, which are considered determinant for the worsening and survival rate of the patient, directly influencing his quality of life. Despite represents a technological advance and a great evolution for medicine, the multiplicity of mechanical of mechanical components and interactions with the blood causes several alterations in the human organism human body that generate major deviations in physiology, either immediately after leaving the perfusion or at the beginning postoperative period. Several complications can occur after surgery, often metabolic acidosis, thrombocytopenia, anemia, pulmonary and renal immunological complications. Based on the results obtained, it was observed that a cautious careful evaluation to indicate CPB, especially in patients who already present preoperative preoperative health changes.

Keywords: cardiopulmonary bypass, systemic changes, surgery, cardiac surgery.

Figura 1



Fonte: GOMES, RAYLLAN, 2021.

Figura 2



Fonte: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/hospital-da-rede-ebserh-em-brasilia-oferece-cirurgia-cardiaca-para-adultos>. Acesso em: 02 de junho de 2022.

1- INTRODUÇÃO

De acordo com Pereira e Batista, (2013), o coração bombeia o sangue para os pulmões para que ele possa receber oxigênio e depois bombeia o sangue rico em oxigênio para o corpo, sendo capaz de impulsionar cerca de 7 mil litros de sangue por dia ao longo da vida de uma pessoa, esse sentido permite que as células absorvam os nutrientes fundamentais para o seu funcionamento. Este é um órgão muito importante, eficiente e com grande durabilidade, contudo, como todos os órgãos, o coração também tem limitações vitais e está sujeito a falhas, que podem ser tanto congênitas (genéticas) quanto adquiridas.

As doenças cardiovasculares são patologias insidiosas, que representam a principal causa de morte na população mundial, ainda que os fatores de risco estejam presentes, nem sempre a manifestação da doença acontece de maneira significativa. A Organização Pan-Americana da Saúde e a Organização Mundial da Saúde mostram que na maioria dos casos a doença é diagnosticada após um evento mais grave, como um infarto agudo do miocárdio ou um acidente vascular encefálico (OPAS/OMS, 2017).

Quando o coração não consegue mais realizar suas funções, é necessário realizar tratamento para que seja restabelecida a sua capacidade funcional, sendo a cirurgia a opção mais indicada em casos mais graves, como obstruções ou doenças congênitas. Para que este tipo de cirurgia ocorra de forma satisfatória, faz-se necessário uma equipe multidisciplinar composta por anestesistas, cirurgiões, instrumentadores, dentre outros, cabendo destacar a figura do perfusionista, um profissional pouco conhecido, mas de muita importância nesses tipos de cirurgia (MOREIRA; SILVA, 2020).

Durante a cirurgia cardíaca, interessa especialmente aos objetivos deste trabalho a Circulação Extracorpórea (CEC), que desde o século XX vem sendo uma das maiores conquistas na área da saúde, a mesma consiste em um mecanismo de suporte cirúrgico, que corresponde a um conjunto de circuitos, máquinas, aparelhos e técnicas que se baseia na substituição temporária das funções dos órgãos vitais: coração e pulmões. Esse procedimento atua na busca de manter a fisiologia normal do corpo durante a cirurgia, bloqueando ou evitando o surgimento de sangramentos ou hemorragias (PEREIRA; BATISTA, 2013).

Segundo Soares et al., (2011), a CEC contribui, em muito, nos processos cirúrgicos cardiovasculares, auxiliando para a manutenção das funções celulares e realizando as trocas gasosas, como o pulmão natural o faria, em perfeitas condições de equilíbrio. Portanto, a manutenção das funções orgânicas e fisiológicas naturais dos aparelhos é de extrema importância, no que se refere às situações relacionadas às intervenções cirúrgicas, sendo

necessária uma rigorosa avaliação das alterações fisiológicas que envolvem fluxos e temperaturas nas etapas de pré e pós cirurgia.

Infelizmente, uma das principais características dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC é a facilidade desses sistemas orgânicos serem afetados por alterações da função do sistema cardiovascular. Acredita-se que é um procedimento bastante invasivo, no qual ciência e tecnologia têm buscado aperfeiçoamento para garantir maior qualidade de vida e saúde para os pacientes. Diversas complicações podem ocorrer após a cirurgia, em frequência são encontradas: acidose metabólica, plaquetopenia, anemia, complicações imunológicas, pulmonares e renais (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo investigar as mais comuns desordens sistêmicas causadas pelo uso da circulação extracorpórea. Como objetivo específico, busca-se: a) dissertar brevemente a atuação do biomédico perfusionista b) elucidar a função e o funcionamento da máquina de circulação extracorpórea; c) expor as complicações causadas pelo uso operatório com CEC, evidenciando e conceituando as consideradas mais comuns.

2- METODOLOGIA

O presente trabalho utilizou-se do método de pesquisa bibliográfica que estudam um tipo específico de assunto voltado para a área desejada. Para tal foi realizada uma revisão de literatura, através de livros revistas e artigos, utilizando-se das seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Google acadêmico, que são consideradas plataformas relevantes e de renome no campo da pesquisa científica.

Para o processo de filtragem, foram delimitados critérios como, o tipo de trabalhos, sendo selecionados materiais em língua portuguesa. Além disso foram utilizados conjuntos de palavras-chaves como: Perfusão + CEC / Cirurgia / Procedimentos cardíacos / Coração + Pulmão / Alterações sistêmicas, que ajudaram no processo de busca para que fossem selecionados para a pesquisa. No decorrer do trabalho, foram utilizados critérios de exclusão para os artigos levantados, que consistia em descartar os trabalhos que possuíam características, como a fuga do tema, pertencer a uma língua estrangeira, enfoque em questões irrelevantes para a pesquisa, e em casos de repetição.

3- ATUAÇÃO DO BIOMÉDICO COMO PERFUSIONISTA

Dentre as várias áreas de atuação do biomédico encontra-se a de Perfusão. Desde o

surgimento do maquinário de CEC houve a necessidade de um profissional específico para operar o equipamento. A perfusão ganhou uma resolução em 03 de abril de 2007, de nº 135 (Resolução; 2007), e foi aprovada pela “A Comissão de Constituição e Justiça e da Cidadania” no dia 24/05/2011, onde o projeto de lei nº 1587/07, do deputado Chico D’Ângelo, regulamentou a habilitação de perfusionista cardiorrespiratório e respiratório, que garante ao biomédico o exercício da profissão perfusionista (Brasil, 2007).

Para ser considerado perfusionista o biomédico precisa, do diploma da graduação de biomedicina e fazer a prova de título de especialista, ou comprovar no mínimo 100 operações com CEC com especialistas da área, ou se trabalharem na área tendo permanecido neste cargo por 5 anos. Para adquirir o título é necessário a realização de um exame escrito ou através de cursos com duração de 2 anos, como estabelece a Sociedade Brasileira de Circulação Extracorpórea (MOREIRA; SILVA, 2020).

Entre as atribuições do biomédico perfusionista, sobressaem: operar máquina extracorpórea em cirurgias torácicas e cardíacas, sendo responsável pela manutenção das atividades vitais do organismo (oxigenação e circulação sanguínea). Atua em equipe de cirurgias cardíacas; Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO); circulação extracorpórea / suporte cardiopulmonar; suporte circulatório / assistência ventricular, entre outros (CRBM, 2021).

O biomédico perfusionista pode atuar em hospitais que possuem serviço de cirurgia cardíaca ou se vincular a uma equipe médica que opere em diversos hospitais. Ele também pode trabalhar como especialista de produtos em empresas que revendem materiais para esta área. A atuação também vai até o campo da pesquisa, do desenvolvimento de protocolos e do ensino (CRBM, 2021).

3.1 CIRCULAÇÃO EXTRACORPOREA

A Circulação Extracorpórea na cirurgia, representa uma grande conquista médica do século XX. Esse procedimento proporcionou a oportunidade de adentrar as cavidades cardíacas, e corrigir defeitos congênitos ou adquiridos por alguma patologia ou lesão que limitavam a possibilidade de salvar e restaurar a vida de quem tivesse a desventura de apresentar estes problemas no órgão propulsor da circulação sanguínea (COSTA, 1998).

A cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea é complexa e utiliza como ferramenta principal a hipotermia profunda com parada circulatória total é um procedimento, que nos dá a possibilidade de parar totalmente a circulação corpórea por uma hora ou mais, e

depois do aquecimento, conduzido com critérios rígidos, o paciente voltar ao seu estado de metabolismo homeotérmico de normalidade (SOUZA, 2017 e ELIAS, 2006).

O coração, fisiologicamente normal, funciona como uma bomba que impulsiona o sangue rico em oxigênio para órgãos e tecidos, através do ventrículo esquerdo. Com a ajuda de veias o sangue retorna ao órgão citado, pelo átrio direito e lançado ao ventrículo direito através da válvula tricúspide, para ser levado ao pulmão, pela válvula pulmonar, onde ocorre a troca gasosa. Ao retornar ao coração, pelas veias pulmonares, o sangue adentra o átrio esquerdo que força a passagem do mesmo pela válvula bicúspide e se infiltra no ventrículo esquerdo, sendo novamente impulsionado para o corpo através da artéria, aorta (WOODS; FROELICHER; MOTZER, 2005).

Com o uso da CEC, as cânulas são inseridas nas veias cavas inferiores e superiores, assim, o sangue venoso irá ser desviado do átrio direito para um reservatório de cardiostomia, onde, o sangue irá ser transportado, através de circuitos, posteriormente oxigenado e filtrado, logo após o sangue rico em oxigênio irá ser reinfundido, através de bombas, ao paciente pela aorta, artéria, ascendente. O biomédico responsável possui grande responsabilidade durante a intervenção cirúrgica, pois ele tende a estar atento a qualquer sinal que não convém com o esperado (MOTA; RODRIGUES; ÉVORA, 2008).

3.2 ALTERAÇÕES SISTÊMICAS DA CIRCULAÇÃO EXTRACORPÓREA

Aproximadamente 90% das cirurgias cardiovasculares carecem da circulação extracorpórea, visto que essas cirurgias costumam ser muito complexas e duradouras. Os autores ainda completam que, o avanço nos procedimentos cirúrgicos permitiu que muitos pacientes que eram incapacitados por patologias cardíacas recuperassem a qualidade de vida, sendo assim o tratamento para muitos problemas que antes não tinham solução. Apesar de representar um avanço tecnológico e uma grande evolução para a medicina, à multiplicidade de componentes mecânicos e interações com o sangue provoca várias alterações no organismo humano que geram grandes desvios da fisiologia, seja logo após a saída da perfusão ou no início do pós-operatório (OLIVEIRA, 2015).

Apesar de toda modernidade da aparelhagem em uso, quanto maior o tempo de CEC, maiores serão as chances de acontecerem complicações. Além disso, as condições intrínsecas como idade, peso, uso de medicações, doenças de base, entre outros, podem prejudicar o estado de saúde final do paciente. Sabe-se, por exemplo, que pacientes idosos e

crianças com idade inferior a três meses tem piores prognóstico, pois estão em maior risco para a hipotermia, dado que crianças pequenas são mais predispostas à dispersão do calor e nos idosos anestesiados o limite para vasoconstrição está no nível de temperatura mais baixa que em adultos mais jovens (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Existem também riscos associados ao próprio procedimento, que são manifestados logo nas primeiras horas do pós-operatório, como: hemorragias, arritmias, insuficiência renal, problemas neurológicos, inflamações sistêmicas, complicações respiratórias e até abdominais (PEREZ; KASHIWAKURA, 2017).

Uma variedade de complicações pode ocorrer em diversos sistemas do corpo (respiratório, nervoso e cardiovascular), as mais comuns são: anemia, plaquetopenia, acidose metabólica, complicações imunológicas, pulmonares e renais. A anemia acontece por várias razões: hemodiluição, perda de sangue, hemólise, etc.; a plaquetopenia é uma disfunção plaquetária onde ocorre baixa nos níveis de plaquetas no sangue, manifestada quase sempre no pós operatório imediato; a acidose metabólica, é um distúrbio do equilíbrio ácido-básico indicando uma má perfusão periférica; Alterações imunológicas prejudicam diretamente as células de defesa do organismo do paciente; Alterações pulmonares afetam a função dos pulmões com diminuição da capacidade residual funcional dos pulmões e trazendo prejuízo para o endotélio pulmonar; Complicações renais são causadas pela insuficiência renal que é um evento grave relacionado à elevada taxa de mortalidade e morbidade nesse procedimento cirúrgico (VARGAS, 2012; RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Os tópicos a seguir irão apresentar cada uma dessas alterações sistêmicas.

3.3-1 Acidose metabólica

Após a análise das complicações laboratoriais causadas ao indivíduo submetido a a cirurgia cardíaca, os distúrbios ácido-básicos se encontra entre as mais comuns, sendo a alcalose respiratória e a acidose metabólica as mais frequentes (OLIVEIRA, 2015).

A acidose metabólica ocorre quando há um aumento excessivo de ácido (H^+) e uma baixa considerável de bicarbonato (HCO_3^-) no sangue. Quando o ácido aumenta muito, o organismo passa a não conseguir controlar o potencial Hidrogênico (pH) do corpo, fazendo com que o mesmo vá para valores inferiores a 7,35, isto é, abaixo do limite considerado satisfatório para garantir as condições fisiológicas do organismo (PEREIRA; BATISTA, 2013).

A principal decorrência é a depressão do SNC. O indivíduo fica desorientado, e se o quadro for muito grave, entra em estado de coma, na acidose metabólica, o alto nível de H^+

provoca aumento na frequência e profundidade da respiração. Também causa graves problemas cardiovasculares, com redução da função e contratilidade cardíaca, diminuindo assim a perfusão tecidual (UFRGS, 2007).

3.3-2 Plaquetopenia

Apesar do avanço tecnológico nos processos cirúrgicos envolvendo CEC, foi observado muitos casos de hemorragia, pelo imoderado sangramento durante a operação, causado, sobretudo, pela hemostasia (fluidez do sangue) cirúrgica inadequada e disfunção plaquetária (PEREZ; KASHIWAKURA, 2017).

Utiliza-se antes de iniciar o procedimento, soluções não celulares para preencher o oxigenador e alguns outros componentes do circuito, para melhorar a oxigenação durante a perfusão. Estas soluções provocam a diluição do sangue, decorrendo ao que se chama de hemodiluição, ou seja, a redução da viscosidade do sangue e a conseqüente melhora no fluxo sanguíneo. Além disso, estudos apontam que a hemodiluição reduz a quantidade de sangue necessária para cada paciente, preserva as plaquetas em números elevados e contribui para redução da perda de sangue no pós-operatório (RODRIGUES; ARAÚJO, 2018).

Contudo, para Mesquita et al. (2010), ocorre a redução consideráveis do número e função das plaquetas ao fim do procedimento. Essa variação plaquetária acontece inicialmente por causa da hemodiluição e por fim em função do consumo de plaquetas. Ainda de acordo com o autor, o consumo de plaquetas é provocado pela destruição mecânica, adesão ao procedimento de CEC e substituição dos órgãos, tudo isso faz com que as plaquetas se tornem altamente heterogêneas, resultando assim na sua redução e sangramento por um longo período de tempo.

Considera-se que uma pessoa tem plaquetopenia quando a contagem de plaquetas em seu sangue está abaixo de 150.000/mm³, uma vez que os valores normais de plaquetas para 90% das pessoas saudáveis variam entre 150.000 e 400.000/mm³ de sangue (NAOUM, 2019).

3.3-3 Anemia

Anemia indica qualquer doença em que há uma redução da massa total de glóbulos vermelhos em um indivíduo. Dentre as suas causas, destaca-se a hemorragia, pois na perda de sangue, conseqüentemente ocorre perda de glóbulos vermelhos. Na prática, a massa de glóbulos vermelhos é medida através da dosagem de uma proteína chamada hemoglobina, que é quem confere a tonalidade avermelhada ao sangue. Embora a conseqüência mais conhecida das

anemias seja a coloração pálida da pele, a consequência mais problemática tem relação com a função dos glóbulos vermelhos, células que são responsáveis pelo transporte do oxigênio para os tecidos, esta redução leva a uma menor liberação de oxigênio para todos os órgãos (DE PAULA, 2018).

A hemorragia é uma das consequências mais frequentes nos pacientes que passaram por procedimentos cirúrgicos de CEC, e a anemia tem sido associada a um dos maiores fatores de risco em cirurgias cardíacas que precisem de perfusão, retratando um dos maiores índices de mortalidade se comparado com pacientes que não possuem anemia no pré-operatório (RIVA et al., 2013).

3.3-4 Complicações imunológicas

O sangue ao entrar em contato com as superfícies artificiais do circuito da perfusão inicia o sistema complemento, como a resposta inflamatória. Com o sistema complemento ativado são liberadas as anafilatoxinas C3a e C5a que são responsáveis pela estimulação da produção de citocinas e vários mediadores do processo inflamatório. Os leucócitos também serão ativados pela capacidade quimiotática dessas anafilatoxinas, com vasoconstricção e aumento da permeabilidade vascular, o que gera acúmulo de água no interstício (MOTA; RODRIGUES; ÉVORA, 2008).

Além do processo inflamatório desencadeado, também é ativado a coagulação sanguínea e aumento da adesão dos neutrófilos às células endoteliais, sendo este um pré-requisito necessário a todos os processos que conduzem à injúria tecidual. Os neutrófilos são ativados e liberam substâncias que auxiliam na reação inflamatória generalizada. No período da perfusão, os neutrófilos propendem a se acumular nos pulmões, onde seus produtos tóxicos instituem o aumento da permeabilidade vascular e edema intersticial. Os demais leucócitos ativados consentem radicais livres de oxigênio que em algumas circunstâncias tem potencial para produzir oclusão microvascular (MOURA; POMERANTZEF; GOMES, 2001).

Essas cascatas de reações inflamatórias fazem parte da Síndrome de Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS), está se manifesta em menor ou maior grau, se apresenta de forma mais clara e evidente em idosos e recém-nascido. A SIRS também conhecida como síndrome pós-perfusão, exibe características clínicas similares ao choque séptico. A SIRS pós-CEC é caracterizada por comprometer as funções pulmonares, renais, cerebrais, cardíacas, presença de febre, taquicardia, hipotensão arterial, leucocitose, coagulopatias, vulnerabilidade às infecções, alteração da permeabilidade vascular levando ao acúmulo de líquido intersticial,

vasoconstrição e hemólise (DOMINGO; BRAILE, 2010).

Segundo Torrati, Dantas (2012) a CEC produz uma resposta inflamatória sistêmica em razão das alterações na permeabilidade vascular e à diminuição na pressão oncótica, com liberação de substâncias que prejudicam a coagulação e a resposta imunológica, desencadeando complicações no período pós-operatório imediato.

Em alguns pacientes, a resposta exagerada do sistema imune acontece, devido à liberação de substâncias com efeito vasodilatador, como a bradicinina, sendo que sua ação paraliza a vasculatura arteriolar, complicando a saída da perfusão. Ocasionalmente pelo seu mecanismo vasoativo, o que leva há um aumento da permeabilidade vascular e vasodilatação arteriolar, contribuindo no extravasamento de líquidos para o interstício. Alguns pacientes podem desenvolver resistência à heparina ou reações de hipersensibilidade desencadeadas pelo processo heparina-protamina, exacerbado as respostas do sistema imunológico (MOTA, 2008).

3.3-5 Complicações pulmonares

Os pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM), procedimento o qual necessita da circulação extracorpórea, estão predispostos a desenvolver complicações pulmonares. Estudos recentes, mostraram que cerca de 64% dos pacientes submetidos ao procedimento desenvolvem problemas pulmonares (CANI *et al.*, 2019).

As complicações pulmonares mais comuns à cirurgia com utilização da CEC são a atelectasia, derrame pleural, pneumonia, pneumotórax, embolia pulmonar e a necessidade de ventilação mecânica por mais de 24h (LANGERON *et al.*, 2014).

As complicações respiratórias ocorrem, principalmente pela administração conjunta da anestesia geral e de bloqueadores neuromusculares, além de alterações fisiológicas decorrentes do procedimento cirúrgico em si, como por exemplo a substituição da função pulmonar e cardiovascular homeostática, pela artificial no processo da circulação extracorpórea, podem alterar o valor normal da relação entre ventilação e perfusão. A anestesia geral promove uma depressão no centro de controle respiratório, reduzindo os reflexos à hipóxia e à hipercapnia, também impede a contração do diafragma e dos músculos abdominais e torácicos. A coordenação dos músculos da faringe e do esôfago também é reduzida, principalmente quando bloqueadores neuromusculares são usados junto à anestesia. A consequência do enfraquecimento dos músculos respiratórios, é um dos principais prejuízos pós-operatórios que podem contribuir para o surgimento de outras complicações pulmonares (MISKOVIC; LUMB, 2017).

3.3-6 Complicações renais

A gravidade da insuficiência renal no estágio pós circulação extracorpórea (CEC), está relacionado à alta taxa de mortalidade e morbidade. Apesar da evolução tecnológica na área da circulação extracorpórea, a insuficiência renal continua apresentando aumento na incidência, o desenvolvimento dessa complicação é complexo e multifatorial (TANIGUCHI; SOUZA; MARTINS, 2007).

Comunmente no início da CEC, o paciente apresenta um quadro de hipotensão devido à vários fatores como: a redução do fluxo de perfusão, a hemodiluição com redução da viscosidade do sangue, e o aumento do vasodilatador bradicinina. No findar este período, o organismo começa a apresentar uma resposta compensatória que, frequentemente resulta em hipertensão. Assim, a vasoconstrição produzida pela hipotermia, a elevação da resistência vascular sistêmica e a ausência de pulsatilidade na circulação colaboram para tal resposta hipertensiva (SOUZA; ELIAS, 2006).

Todavia, como consequência da vasoconstrição renal, sucede uma redução do fluxo sanguíneo renal, predispondo os rins à isquemia e injúria. Desse modo, as energias disponíveis para as atividades renais normais ficam reduzidas, impedindo as funções reabsortivas e secretórias renais (UTLEY, 1993).

A hemólise gerada na CEC produz vasoconstrição pela liberação de produtos vasoativos do interior das células, a hemoglobina por ser uma molécula consideravelmente grande é filtrada com repulsão e pode se cristalizar nos túbulos renais, levando à obstrução e necrose tubular (SANTOS, *et al*, 2003).

Outros fatores também são responsáveis pela disfunção renal, como: doença renal pré-operatória, englobando o emprego de agentes nefrotóxicos, isquemia renal, vasoconstrição severa, hipotermia profunda e hemodiluição extrema (TANIGUCHI; SOUZA; MARTINS, 2007).

Em pacientes idosos, o risco de desenvolver insuficiência renal aguda é mais comum, dado que esse grupo de pacientes na maioria das vezes vem acompanhado de outras doenças como: diabetes, febre reumática reserva renal marginal, e doença vascular periférica. Contudo, é importante adicionar manitol ao perfusato como uma medida preventiva, com o objetivo de resguardar o tecido renal contra a injúria isquêmica (TORRATI; DANTAS, 2012).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os artigos pesquisados foi possível concluir de forma satisfatória, tendo em vista que os objetivos apresentados foram alcançados e foi encontrado resposta para o problema de pesquisa em questão, como, confirmar a hipótese de que o procedimento de circulação extracorpórea, apesar de ser extremamente revolucionário e benéfico, é invasivo e agressivo ao organismo, causando alterações fisiológicas consideravelmente prejudiciais.

Além disso, os artigos permitiram ter mais clareza de como se dá o procedimento da perfusão extracorpórea, conhecendo melhor os equipamentos utilizados, como a máquina coração-pulmão, e especialmente os profissionais responsáveis por esse procedimento, como o biomédico perfusionista que dentre suas atribuições sobressaem: operar máquina extracorpórea em cirurgias torácicas e cardíacas, sendo responsável pela manutenção das atividades vitais do organismo (oxigenação e circulação sanguínea). Atua em equipe de cirurgões cardíacos; Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO); circulação extracorpórea/suporte cardiopulmonar; suporte circulatório/assistência ventricular, entre outros (CRBM, 2021).

Com base nos resultados, concluiu-se que os malefícios causados pela CEC podem prejudicar a vida do paciente, e por isso é importante que seja realizada uma avaliação criteriosa para indicação de uma cirurgia cardíaca, especialmente em pacientes com comorbidades, para que os benefícios superem os riscos. Além do mais, ficou evidente que os profissionais envolvidos nos procedimentos cardíacos precisam ser bastante responsáveis e capacitados, para que possam identificar a tempo todas as intercorrências que possam vir a acontecer durante a perfusão extracorpórea, para que assim, seja possível reduzir a mortalidade e morbidades no tratamento cardíaco.

REFERÊNCIAS

BRASIL, **Dispõe sobre a regulamentação do exercício da Perfusão Cardiocirculatória e Respiratória**. Brasília; 2007.

CANI KC, et al. **Complicações pulmonares após cirurgia de revascularização do miocárdio: fatores associados**. ASSOBRAFIR Ciência, 2019; 8(2): 41-50.

UFRGS, 2007. **Controle do ph em mamíferos**. Disponível em <https://www.ufrgs.br/leo/site_ph/acidose.htm>. Acesso em 25/07/2022.

COSTA IA. **História da cirurgia cardíaca brasileira**. Rev Bras Cir Cardiovasc. 1998;13(1):1-7

CRBM2, 2021. **Código de Ética do Profissional Biomédico**. Disponível <<https://crbm2.gov.br/>>. Acesso em: 25/03/2022

DE PAULA, E. **ANEMIAS**, 2018. Disponível em: <<https://www.hemocentro.unicamp.br/doencas-de-sangue/anemias/>>. Acesso em: 30/07/2022.

DOMINGO, M., BRAILE. **Circulação Extracorpórea**. Rev Bras Cir Cardiovasc vol.25 no.4 São José do Rio Preto Oct./Dec. 2010. em: <https://crbm2.gov.br>. Acesso 10/03/2022.

WOODS S.L, FROELICHER S.E.S, MOTZER S.U. **Enfermagem em cardiologia**. 4.ed. Barueri: Manole, 2005.

MESQUITA, B.F et al. **Resposta inflamatória na circulação extracorpórea: estratégias terapêuticas**. Rev. Med. Minas Gerais, 2010. Disponível em: Acesso em: 27/07/2022

MISKOVIC A, LUMB A.B. **Postoperative pulmonary complications**. British Journal of Anaesthesia, 2017; 118(3):317-334

MOREIRA, P.S.M; SILVA, A.J.D. **A atuação do biomédico perfusionista**. UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 17, n. 46, p. 109-119, 2020. Disponível em:<<http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/1258/u2020v17n46e1258> >. Acesso em: 02 fev. 2022.

MOTA, A.L; RODRIGUES, A. J.; ÉVORA, P. R. B. Circulação extracorpórea em adultos no século XXI. Ciência, arte ou empirismo? **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 75 e 76, 2008.

MOURA, H.V; POMERANTZEFF, PM.; GOMES,WJ. **Síndrome da resposta inflamatória sistêmica na circulação extracorpórea: papel das interleucinas**. Rev Bras Cir Cardiovasc 2001; 16(4): 376-87.

NAOUM, P. **Plaquetopenias e suas causas**, 2019. Disponível em: <<https://www.ciencianews.com.br/> >. Acesso em: 27/07/2022.

OLIVEIRA, J.M.A, et al. **Complicações no pós-operatório de cirurgia cardiovascular com circulação extracorpórea**. Revista Interdisciplinar, v. 8, n. 1, p. 6-7, 2015. Acesso em: 26/03/2022

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAUDE/ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAUDE. **Doenças cardiovasculares**, 2017. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/topicos/doencas-cardiovasculares>>. Acesso em: 07/02/2022.

LANGERON O, et al. **Postoperative pulmonary complications updating**. **Ann Fr Anesth Reanim**. 2014;33(7-8):480-3.

PEREIRA, I.B.; BATISTA, D.C. **O perfusionista e o equilíbrio ácido/base durante a circulação extracorpórea**. Revista Eletrônica Acervo Saúde, p. 456-473, 2013. Disponível em:<<https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/7574/4617> >. Acesso em: 02 fev. 2022.

PEREZ, A.D.P; KASHIWAKURA, PRISCILLA H.M.B. **O perfusionista e as complicações da utilização da técnica de circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas**, 2017. Disponível em: < <https://proceedings.science/epcc/papers/o-perfusionista-e-as-complicacoes-da-utilizacao-da-tecnica-de-circulacao-extracorporea-em-cirurgias-cardiacas--revisao-d>> Acesso em: 26/03/2022.

RIVA, D, et al. **Importância da anemia pré-operatória em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca**. Rev Bras Cardiol, v. 26, n. 3, p. 186-192, 2013. Disponível em: Acesso em: 30/07/2022.

RODRIGUES, C.C.T.R; ARAÚJO, G. **Alterações Sistêmicas Associadas à Circulação Extracorpórea (CEC)**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 05, Vol. 02, pp. 36-54, maio de 2018. ISSN:2448- 0959. Acesso em: 26/03/2022.

SANTOS, F.O, et al. **Insuficiência Renal Aguda após Cirurgia de Revascularização Miocárdica com Circulação Extracorpórea – Incidência, Fatores de Risco e Mortalidade**. Salvador, BA. 2003.

SOARES, G, et al. **Prevalência das Principais Complicações Pós-Operatórias em Cirurgias Cardíacas**. Rev Bras Cardiol. 2011; 24(3):139-146

SOUZA, M.H; ELIAS, D. **Fundamentos da Circulação Extracorpórea**. Segunda edição, Rio de Janeiro- Brasil, 2006.

TANIGUCHI, F.P; SOUZA, A.R; MARTINS, A.S. **Tempo de circulação extracorpórea como fator risco para insuficiência renal aguda**. Braz J Cardiovasc Surg 2007; 22(2): 201-205.

TORRATI, F.G; DANTAS, R.A.S. **Circulação extracorpórea e complicações no período pós-operatório imediato de cirurgias cardíacas**. Acta paul. enferm. vol.25 no.3 São Paulo, 2012.

UTLEY, J.R. **Renal effects of cardiopulmonary bypass**. in gravlee, G.P.; DAVIS, R.F.; UTLEY, J.R. Cardiopulmonary Bypass. Principles and Practice. Williams & Wilkins, Baltimore, 1993.

VARGAS, F.E. **Pós-operatório de cirurgia cardíaca**. 23 de junho de 2012. Disponível em: <https://www.medicinanet.com.br/conteudos/revisoes/3417/pos_operatorio_de_cirurgia_cardiaca.htm>. Acesso em: 26/03/2022