



Uma análise acerca das principais complicações pós-operatórias de cirurgias cardíacas com a utilização da circulação extracorpórea

An analysis of the main postoperative complications of cardiac surgeries using extracorporeal circulation

Un análisis de las principales complicaciones postoperatorias de las cirurgías cardíacas mediante circulación extracorpórea

Victor Hugo Cardoso de Paula Flores¹, Arthur Drumond Guelber¹, Fernanda Verissimo Ventura de Figueiredo¹, Gabriella Lodi Alexandria¹, Giovanna Aloia de Almeida¹, Luciano Gomes Azevedo Estevam dos Santos¹, Mark Aragão dos Santos Silva¹, Nayara Toledo da Silva Abreu¹, Paula Castro Tofani¹, Aline Trovão Queiroz¹.

RESUMO

Objetivo: Realizar uma análise e revisão acerca das principais complicações pós-operatórias de cirurgias cardíacas com utilização da circulação extracorpórea (ECC), abordando de forma clara e concisa os mecanismos fisiopatológicos fundamentais envolvidos e a influência desses agravos diretamente nos desfechos clínicos e na recuperação do paciente. **Revisão bibliográfica:** A ECC se tornou uma técnica cirúrgica revolucionária à medida que tornou possível manter a perfusão orgânica independente dos batimentos cardíacos. Contudo, é um método pouco fisiológico e responsável por muitas complicações no período pós-operatório de procedimentos cardiotorácicos. Os principais agravos vinculados ao uso da ECC em cirurgias foram divididos em oito grupos: a síndrome da resposta inflamatória sistêmica, as alterações hemostáticas, a hipotensão arterial e as alterações de perfusão tecidual, as complicações cardíacas, pulmonares, renais, gastrointestinais e neurológicas. **Considerações finais:** Portanto, mesmo a ECC sendo uma técnica muito importante para o avanço tecnológico das cirurgias cardiotorácicas, sua aplicação está relacionada a diversas complicações que afetam vários órgãos e sistemas, prolongando a recuperação dos pacientes. Por último, vale salientar que o manejo adequado dos fatores de risco e a redução do tempo de ECC são estratégias para minimizar tais agravos.

Palavras-chave: Circulação extracorpórea, Cirurgia, Coração.

ABSTRACT

Objective: To carry out an analysis and review of the main postoperative complications of cardiac surgeries using cardiopulmonary bypass (ECC), clearly and concisely addressing the fundamental pathophysiological mechanisms involved and the influence of these injuries directly on clinical outcomes and patient recovery. **Literature review:** ECC became a revolutionary surgical technique as it made it possible to maintain organic perfusion independent of the heartbeat. However, it is an unphysiological method and responsible for many complications in the postoperative period of cardiothoracic procedures. The main problems linked to the use of ECC in surgeries were divided into eight groups: systemic inflammatory response syndrome, hemostatic changes, arterial hypotension and changes in tissue perfusion, cardiac, pulmonary, renal, gastrointestinal and

¹ Universidade de Vassouras (UV), Vassouras – RJ.

neurological complications. **Final considerations:** Therefore, even though ECC is a very important technique for the technological advancement of cardiothoracic surgeries, its application is related to several complications that affect various organs and systems, prolonging patient recovery. Finally, it is worth highlighting that the appropriate management of risk factors and reducing the time of ECC are strategies to minimize such problems.

Keywords: Extracorporeal circulation, Surgery, Heart.

RESUMEN

Objetivo: Realizar un análisis y revisión de las principales complicaciones postoperatorias de las cirugías cardíacas mediante circulación extracorpórea (CEC), abordando de forma clara y concisa los mecanismos fisiopatológicos fundamentales implicados y la influencia de estas lesiones directamente en los resultados clínicos y la recuperación del paciente. **Revisión de la literatura:** La CEC se convirtió en una técnica quirúrgica revolucionaria ya que permitió mantener la perfusión orgánica independiente de los latidos del corazón. Sin embargo, es un método no fisiológico y responsable de muchas complicaciones en el postoperatorio de procedimientos cardiotorácicos. Los principales problemas relacionados con el uso de la CEC en cirugías se dividieron en ocho grupos: síndrome de respuesta inflamatoria sistémica, cambios hemostáticos, hipotensión arterial y cambios en la perfusión tisular, complicaciones cardíacas, pulmonares, renales, gastrointestinales y neurológicas. **Consideraciones finales:** Por lo tanto, si bien la CEC es una técnica muy importante para el avance tecnológico de las cirugías cardiotorácicas, su aplicación se relaciona con diversas complicaciones que afectan diversos órganos y sistemas, prolongando la recuperación del paciente. Finalmente, cabe destacar que el manejo adecuado de los factores de riesgo y la reducción del tiempo de CEC son estrategias para minimizar dichos problemas.

Palabras clave: Circulación extracorpórea, Cirugía, Corazón.

INTRODUÇÃO

Desde 1953, quando John Gibbon realizou a primeira utilização bem-sucedida de um circuito de circulação extracorpórea (ECC) para corrigir um defeito no septo atrial de uma paciente, essa técnica vem evoluindo significativamente e tornando-se indispensável em cirurgias cardiotorácicas e no suporte à vida. As cirurgias cardíacas com ECC representam um marco na medicina moderna, pois permitem a realização de procedimentos complexos ao manter a perfusão orgânica independente dos batimentos cardíacos (CÂNEO L e JATENE F, 1994).

Os sistemas de ECC têm se mostrado fundamentais no suporte à vida em pacientes gravemente doentes e em procedimentos cirúrgicos cardíacos. Ao longo das duas últimas décadas, essa tecnologia foi expandida para a perfusão de órgãos ex-situ (ESOP), com o objetivo de aprimorar a proteção, a disponibilidade e a avaliação dos corações e pulmões doadores. Certamente, essas tecnologias foram revolucionárias, resultando em avanços notáveis em procedimentos cirúrgicos, na administração de pacientes e no uso de órgãos torácicos doados (HATAMI S, et al., 2022). A utilização desse método cirúrgico é indispensável para a correção de defeitos intracardíacos, assim como para a realização de transplantes, mantendo a perfusão dos vários órgãos, enquanto o coração é operado, apesar dos batimentos cardíacos (CÂNEO L e JATENE F, 1994).

Contudo, ainda que seja uma técnica inovadora, a ECC está diretamente relacionada a uma série de agravos no período pós-operatório, que impactam diretamente nos desfechos clínicos e na recuperação dos pacientes (HATAMI S, et al., 2022). Entre as principais intercorrências estão a resposta inflamatória sistêmica, o estresse oxidativo e as alterações hemodinâmicas, que podem comprometer múltiplos órgãos e sistemas (TENÓRIO SB, et al., 2005).

É importante salientar que a combinação entre os fatores clínicos dos pacientes e o tempo de uso da ECC desempenham um papel muito importante no surgimento dessas complicações (TORRATI F e DANTAS R,

2012). Nesse sentido, os fatores predisponentes dos pacientes, como a dislipidemia, a hipertensão arterial, a obesidade, a doença arterial coronariana crônica ou aguda, o tabagismo, o diabetes mellitus, o acidente vascular encefálico (AVC) prévio, a fração de ejeção ventricular esquerda (FEVI) deprimida, além da duração prolongada do procedimento cirúrgico influenciam no desenvolvimento de eventos clínicos adversos no período pós-operatório imediato de cirurgias cardiotorácicas com ECC (ECHEVARRÍA J, et al., 2011).

Dessa maneira, estudos corroboram que o manejo adequado dos fatores de risco, incluindo o controle lipídico, é essencial para reduzir os agravos em pacientes que irão passar pelo procedimento. Além disso, estratégias que minimizem o tempo de ECC durante a cirurgia podem melhorar os desfechos clínicos (ECHEVARRÍA J, et al., 2011).

Vale a pena ainda enfatizar que essas complicações não somente impactam na vida do paciente à curto prazo, com o prolongamento da recuperação hospitalar e um maior risco de mortalidade por danos orgânicos imediatos, mas também geram consequências à longo prazo, como déficits e sequelas permanentes, uma longa reabilitação, uma redução da qualidade de vida, danos psicológicos e emocionais, um fardo familiar e um alto custo financeiro (ÁVILA A e ESPINOSA H, 2010).

Nesse viés, essa revisão de literatura busca caracterizar e elucidar de forma abrangente as principais complicações pós-operatórias relacionadas ao uso da ECC em cirurgias cardíacas, explorando seus mecanismos fisiopatológicos, implicações clínicas e a necessidade de estratégias terapêuticas para melhorar os resultados e a qualidade de vida dos pacientes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O uso da circulação extracorpórea é fundamental tanto para a correção de defeitos intracardíacos quanto para a execução de transplantes, mantendo os órgãos humanos com uma perfusão sanguínea em níveis adequados à medida que o coração sofre o procedimento. Ou seja, a ECC tornou possível manter a perfusão orgânica independente dos batimentos cardíacos (CÂNEO L e JATENE F, 1994).

No entanto, essa técnica cirúrgica é um método pouco fisiológico e responsável por muitas complicações observadas no pós-operatório das cirurgias cardíacas (TENÓRIO SB, et al., 2005). Essas reações impactam negativamente os desfechos do paciente em suporte de vida extracorpóreo (ECLS), podendo afetar também a manutenção dos órgãos em ESOP (HATAMI S, et al., 2022).

Nesta revisão bibliográfica, serão abordadas as principais complicações relacionadas ao uso da circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas, os mecanismos fisiopatológicos envolvidos e o impacto desses agravos na vida do paciente no pós-operatório. As principais complicações relacionadas à utilização da circulação extracorpórea em cirurgias cardiotorácicas foram categorizadas em 8 grupos:

Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica

A utilização da circulação extracorpórea em cirurgias cardíacas provoca uma intensa resposta inflamatória com importantes implicações clínicas para diversos órgãos e sistemas, incluindo pulmões, coração e rins, inflamação generalizada e aumento do risco de complicações graves, como a sepse (ÖZÜLKÜ M e AYGÜN F, 2015).

São vários os fatores que contribuem para essa cascata, como a exposição do sangue às superfícies não endoteliais dos circuitos, a hipotermia profunda, os fenômenos de isquemia-reperfusão, a hemodiluição e a tensão gerada pelo fluxo contínuo sobre a parede dos vasos (TENÓRIO SB, et al., 2005).

A maioria dos marcadores periféricos da inflamação está aumentada durante e após a ECC, como as citocinas inflamatórias TNF-alfa, IL-6 e IL-8, as elastases e mieloperoxidases, e os produtos da ativação do complemento. Essas substâncias liberadas no sangue provocam lesão celular com disfunção em diversos órgãos (TENÓRIO SB, et al., 2005).

As membranas alvéolo-capilares e o endotélio capilar são alvos das citocinas pró-inflamatórias e dos produtos da ativação do sistema complemento. A disfunção endotelial é parte da resposta inflamatória sistêmica exagerada e manifesta-se como um edema intersticial pela alteração na função de barreira do endotélio (TENÓRIO SB, et al., 2005).

Alterações Hemostáticas

Os procedimentos cirúrgicos cardiotorácicos com ECC apresentam evidências bioquímicas de um estado pró-trombótico precoce, sendo consequência do contato com o circuito extracorpóreo, da resposta compensatória ao sangramento ou de ambos. Ocorre a ideia de que uma maior quantidade de sangramento perioperatório pode ocasionar maiores concentrações de dímero-D e do inibidor do ativador de plasminogênio tipo 1 (PAI-1) no pós-operatório imediato, sendo uma consequência da maior perda sanguínea, do circuito extracorpóreo ou de ambos (PAULITSCH F, 2009).

Nesse contexto, ocorre uma elevação da PCR precoce imediatamente após a cirurgia, e a ativação da coagulação e fibrinólise, visto que a exposição do sangue ao circuito extracorpóreo leva à formação de trombina, que forma as redes de fibrina, ativando a fibrinólise e as plaquetas, como parte de uma resposta inflamatória sistêmica, culminando na ativação do sistema de hemostasia, que provoca a geração de microtrombos, apesar da heparinização plena (PAULITSCH F, 2009).

Ademais, o circuito extracorpóreo e a oclusão aórtica aumentam a proteína de expressão PAI-1, contribuindo ainda mais para um estado pró-trombótico precoce. Vale enfatizar também a ativação dos monócitos pelo fator nuclear KB após a exposição do sangue à ECC, levando a um maior consumo de plaquetas e um maior sangramento no pós-operatório (PAULITSCH F, 2009).

Outrossim, sangramentos excessivos também são comuns após a ECC em recém-nascidos. Diversos fatores contribuem para isto, como a imaturidade dos elementos da coagulação, excesso de heparina circulante, baixos níveis de AT e diluição dos fatores de coagulação (TENÓRIO SB, et al., 2005).

Hipotensão arterial e alterações de perfusão tecidual

A hipotensão arterial e queda do retorno venoso são umas das principais intercorrências relacionadas ao uso da ECC em cirurgias de neonatos, principalmente para a correção de cardiopatias congênitas, sendo comum durante as manobras para a canulação da aorta e das veias cavas, e deve-se ao sangramento ou à manipulação do coração. Caso essa hipotensão seja persistente e a aorta já estiver cateterizada, pode-se infundir pela cânula aórtica o volume do perfusato suficiente para a normalização da pressão arterial, porém essa medida pode provocar disritmias, bradicardia, distensão do coração e parada cardíaca (TENÓRIO SB, et al., 2005).

As complicações graves podem decorrer da posição inadequada da cânula aórtica ou das cânulas de veias cavas: o fluxo encefálico pode ser comprometido se a extremidade distal da cânula aórtica estiver acima do tronco braquiocefálico, ou a cânula da veia cava inferior pode penetrar em falsos trajetos, como nas veias hemiálgio ou hepática, e comprometer a drenagem de sangue para o oxigenador (TENÓRIO SB, et al., 2005). Dessa forma, a obstrução da drenagem venosa é identificada pela diminuição do volume que retorna ao circuito da ECC, edema facial, distensão abdominal e perda gradual do nível do reservatório de sangue. No pós-operatório, podem ser observados ascite, insuficiência renal, gastrointestinal e hepática (TENÓRIO SB, et al., 2005). Em uma outra via de pensamento, a maioria dos pacientes operados com o uso de sangue homólogo, fresco ou citratado apresentam um quadro complexo logo no início da perfusão, caracterizado por hipotensão arterial e queda do retorno venoso (SOUZA D e BRAILE D, 2004).

Dessarte, a hemodiluição pela utilização de plasma no oxigenador em substituição ao sangue melhora a oxigenação obtida durante a perfusão. Por outro lado, um ganho hídrico excessivo pode resultar em complicações e levar a necessidade de utilização de técnicas de hemofiltração. Caso a hemodiluição não seja realizada criteriosamente, pode ocorrer uma redução dos níveis de hemoglobina, diminuindo o transporte e a oferta de oxigênio para os tecidos, provocando hipóxia, apesar da pressão de oxigênio estar elevada no sangue arterial (SOUZA D e BRAILE D, 2004).

Complicações Cardíacas

O Coração está entre os órgãos mais afetados pela ECC, sendo que a Síndrome do baixo débito cardíaco atinge entre 30% e 50% dos pacientes no pós-operatório. Isso ocorre porque, além de não receber fluxo sanguíneo durante o período de ECC, o coração é perfundido com solução cardioplégica que, por via de regra, tem baixas temperaturas (TENÓRIO SB, et al., 2005).

A cianose e a insuficiência cardíaca podem diminuir a população dos receptores beta adrenérgicos do coração. Nesse contexto, as baixas temperaturas do perfusato e da cardioplegia causam o desacoplamento entre os receptores beta adrenérgicos e a adenilciclase. Isso faz com que a ativação dos receptores beta não ative a adenilciclase, e como resultado da redução do AMPc, ocorre a diminuição do aporte de cálcio para a fibra muscular e prejuízo para sua função contrátil (TENÓRIO SB, et al., 2005).

Outro grande problema que pode ser desencadeado são as arritmias cardíacas, como a fibrilação atrial, que acabam causando instabilidade hemodinâmica no pós-operatório dos pacientes, aumentando os riscos de acidente vascular cerebral (AVC) e de insuficiência cardíaca (TORRATI F e DANTAS R, 2012).

Por último, o infarto agudo do miocárdio pode acontecer em pacientes com maior tempo de ECC, elevando a mortalidade no pós-operatório, além de poder acarretar uma insuficiência cardíaca, e até mesmo a necessidade de novos procedimentos (TORRATI F e DANTAS R, 2012).

Complicações Pulmonares

Dentre as principais alterações pulmonares causadas pela utilização da circulação extracorpórea em cirurgias, pode-se destacar primeiramente o Edema Pulmonar, principalmente entre a população infantil. As crianças apresentam no período pós-perfusão uma redução da complacência dinâmica e estática dos pulmões, redução da capacidade residual funcional, aumento do gradiente alvéolo-arterial, aumento do volume de fechamento das vias aéreas e atelectasias difusas – todos efeitos decorrentes da infiltração no interstício pulmonar e nos alvéolos. Outrossim, são causas do Edema Pulmonar pós ECC: a hemodiluição, a hipotermia e ação dos produtos liberados pela ativação da cascata inflamatória (TENÓRIO SB, et al., 2005).

Vale ressaltar também a hipertensão pulmonar como outro importante agravo no pós-operatório de procedimentos com uso da ECC, sendo comumente observada nos neonatos com hipertrofia da camada média arteriolar, como ocorre nos portadores de hiperfluxo pulmonar e drenagem anômala das veias pulmonares (TENÓRIO SB, et al., 2005).

Outra grande complicação relacionada à ECC é o Derrame Pleural, que acomete de 41 a 87% dos pacientes no período muito precoce após a cirurgia. É marcado por um quadro clínico de dor torácica, desconforto respiratório e dispneia, necessitando de intervenções adicionais, como a drenagem pleural, que prolongam o tempo de recuperação e podem aumentar os riscos de infecções e a possibilidade de formação de aderências pleurais, limitando a expansão pulmonar e provocando uma redução da capacidade pulmonar, comprometendo atividades físicas diárias e a qualidade de vida (ÖZÜLKÜ M e AYGÜN F, 2015).

As principais causas do derrame pleural são: a disfunção diafragmática e a coleta da Artéria torácica interna esquerda (LIMA). Nesse contexto, o uso da ECC aumenta as chances de paralisia ou paresia do diafragma, de atelectasias e de traumas na pleura durante a coleta da LIMA. Além disso, infecção pleural, embolia pulmonar e quilotórax também estão entre as causas de derrame pleural no pós-operatório (ÖZÜLKÜ M e AYGÜN F, 2015).

Pode-se ainda mencionar a atelectasia, o colapso pulmonar, como outra intercorrência relevante marcada pela redução das trocas gasosas nos pulmões, levando à diminuição dos níveis de oxigênio no sangue, elevando o risco de infecções pulmonares, e em casos graves ou persistentes pode levar à fibrose pulmonar e dificuldade respiratória crônica (ÖZÜLKÜ M e AYGÜN F, 2015).

Por fim, o pneumotórax e o sangramento pleural também configuram entre os principais agravos associadas ao uso da ECC em operações cardiorácicas, prejudicando a função pulmonar e, assim, dificultando a recuperação e prolongando o tempo de internação dos pacientes, além de poder deixar sequelas respiratórias (TORRATI F e DANTAS R, 2012).

Complicações Renais

A principal complicação renal a ser destacada é a oligúria, sendo definida como a diminuição do volume urinário, que pode acabar indicando um quadro de lesão renal, aumentando os riscos de insuficiência renal crônica. À longo prazo, os pacientes podem precisar de terapia renal substitutiva (diálise) ou desenvolver uma disfunção renal permanente, impactando na qualidade de vida (TORRATI F e DANTAS R, 2012).

Complicações Gastrointestinais

As intercorrências digestivas em cirurgias cardíacas com circulação extracorpórea ocorrem principalmente pela hipoperfusão esplâncica durante a ECC, induzindo uma isquemia inicialmente da mucosa digestiva, e posteriormente transmural. Essas reações afetam principalmente os pacientes com um risco cirúrgico elevado, e acontecem geralmente em pacientes transplantados cardíacos e em doentes submetidos à cirurgia de dissecação da Aorta (AOUIFI A, et al., 1999).

Apesar de raros, estes distúrbios digestivos, que geralmente ocorrem concomitantemente, contribuem para a falência múltipla dos órgãos, sendo responsável por uma taxa de mortalidade de 61%. Esse excesso de mortalidade deve-se à dificuldade do diagnóstico, ao atraso no tratamento secundário e à gravidade dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca (AOUIFI A, et al., 1999). Dentre as principais complicações gastrointestinais, pode-se destacar: a Hemorragia digestiva alta, a Isquemia mesentérica com ou sem infarto intestinal e a Colecistite Aguda.

A) Hemorragia Digestiva Alta: Refere-se ao sangramento agudo provocado por lesão no trato gastrointestinal acima do ligamento suspensor duodenal, incluindo principalmente o esôfago, o estômago, o duodeno, os ductos biliares, o ducto pancreático, entre outros (LI Q, et al., 2024). É a intercorrência digestiva mais frequente relacionada ao uso da ECC, com um tempo de aparecimento em torno de 10 a 13 dias de pós-operatório, acometendo principalmente pacientes com antecedentes de Úlcera Péptica ou que faziam uso contínuo de anti-inflamatórios não esteroidais em doses elevadas. A fisiopatologia deste agravo está diretamente relacionada à isquemia da mucosa gastroduodenal em consequência da hipoperfusão esplâncica durante a circulação extracorpórea, sendo este o fator biológico essencial de perda dos meios de defesa contra a hipersecreção ácida e a agressão induzida pelos anti-inflamatórios, provocando lesões hemorrágicas na mucosa gastroduodenal (AOUIFI A, et al., 1999).

B) Isquemia Mesentérica com ou sem infarto intestinal: Síndrome caracterizada pelo início súbito de hipoperfusão dos vasos mesentéricos, secundária à redução do fluxo arterial ou venoso, resultando em isquemia e gangrena da parede intestinal (MIHAILEANU FV, et al., 2024). Representa um quadro abdominal grave marcado por instabilidade hemodinâmica, anúria, acidose metabólica e hiperlactacidemia, com um tempo de surgimento em torno de 5 a 8 dias de pós-operatório. É descrita como uma colite isquêmica com mucosa edematosa, hemorrágica e ulcerada à colonoscopia, apresentando um prognóstico ruim, visto que a maioria dos pacientes evolui para a falência multivisceral e para óbito. Em relação à sua fisiopatologia, pode ter origem tromboembólica, mas também uma origem não oclusiva ou vasoespástica devido à hipoperfusão esplâncica durante a circulação extracorpórea (AOUIFI A, et al., 1999). Tanto a isquemia quanto o infarto mesentérico são menos frequentes e associam-se com a insuficiência aórtica, com a doença aterosclerótica e com a idade do paciente entre 40 e 50 anos (EVORA PR, et al., 2004).

C) Colecistite Aguda: É uma condição caracterizada pela inflamação da vesícula biliar, causada principalmente pela obstrução do ducto cístico por cálculos biliares ou pela função prejudicada da vesícula biliar (ULLAH N, et al., 2024). Configura como uma complicação rara das cirurgias cardiotorácicas, onde ocorre uma isquemia parietal e redução da contratilidade da vesícula biliar, causando uma estase biliar durante a nutrição parenteral e a administração prolongada de morfina. O diagnóstico é ultrassonográfico que mostra uma vesícula biliar tensa, com paredes espessadas e frondosas, mais frequentemente alitiásica. Representa uma intercorrência digestiva com uma elevada mortalidade, principalmente pela falência múltipla dos órgãos (AOUIFI A, et al., 1999).

D) Outras complicações gastrointestinais relevantes relacionadas à utilização da ECC em cirurgias cardíacas: a Esofagite Aguda, o Íleo Paralítico, a Pancreatite e a dilatação colônica (AOUIFI A, et al., 1999).

Complicações Neurológicas

O grupo de pacientes idosos constitui-se de alto risco para a realização de cirurgias cardíacas, visto que apresenta inúmeras comorbidades, bem como maior prevalência de doença ateromatosa da aorta ascendente. Logo, o manuseio da aorta ascendente está intrinsecamente relacionado à ocorrência do AVC, sobretudo nestes pacientes, por ocasião do pinçamento e do despinçamento da aorta para a instalação do circuito de circulação extracorpórea, levando ao surgimento de processos embólicos cerebrais com danos neurológicos irreversíveis (FILHO L, et al., 2002).

Além disso, são relatadas como complicações neurológicas as alterações neurosensoriais, déficits cognitivos que afetam a memória e o raciocínio, especialmente em idosos. Nos casos mais graves, pode levar ao surgimento de síndromes como a demência vascular ou o comprometimento funcional prolongado (TORRATI F e DANTAS R, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Infere-se, portanto, que a circulação extracorpórea tem sido fundamental para a evolução das cirurgias cardiotorácicas desde a sua primeira aplicação bem-sucedida em 1953. Essa tecnologia permite intervenções complexas ao manter a perfusão sanguínea mesmo com o coração parado, sendo essencial para correções intracardíacas e transplantes. Todavia, seu uso está associado a uma série de complicações pós-operatórias que afetam diversos órgãos e impactam na recuperação dos pacientes. Entre os principais agravos destacados estão a síndrome da resposta inflamatória sistêmica, resultante da exposição do sangue ao circuito extracorpóreo, levando à liberação de mediadores inflamatórios que comprometem pulmões, rins e coração; as alterações hemostáticas também são frequentes, aumentando o risco de sangramentos e trombozes; as complicações cardiovasculares, como arritmias e a síndrome de baixo débito cardíaco, elevam a mortalidade; o sistema respiratório é afetado por edema e hipertensão pulmonar, e derrames pleurais, prolongando a recuperação; insuficiência renal e complicações gastrointestinais, como hemorragias digestivas e isquemia mesentérica, pioram ainda mais o prognóstico; além disso, pacientes idosos estão particularmente vulneráveis a déficits neurológicos e AVCs. Pode-se concluir que o manejo adequado dos fatores de risco e a redução do tempo de ECC são estratégias essenciais para minimizar tais complicações. Embora seja uma técnica revolucionária, os desafios associados ao seu uso exigem abordagens terapêuticas contínuas para melhorar os desfechos clínicos e a qualidade de vida dos pacientes submetidos a cirurgias cardíacas.

REFERÊNCIAS

1. AOUIFI A, et al. Severe digestive complications after heart surgery using extracorporeal circulation. PubMed, 1999. 46(2):114-21.
2. ANDRADE J, et al. Methylene blue use in the treatment of the vasoplegic syndrome after cardiac surgery. Portal regional da BVS, 1996. 11(2):107-14.
3. ÁVILA L, DOLORES A, ESPINOSA H. Risk of serious neurological complications and mortality in pediatric heart surgery with cardiopulmonary bypass. Portal regional da BVS, 2010. 14(7):956-967.
4. CÂNEO L, JANETE F. Pediatric cardiac surgery and the brain. Portal regional da BVS, 1994. 63(5):397-403.
5. CROTTI U, et al. Should the Bidirectional Glenn Operation be performed with or without cardiopulmonary bypass? Portal regional da BVS, 2004. 19(3):274-279.
6. DAUDT C, et al. Heparinization control by activated coagulation time in cardiac surgery with extracorporeal circulation. Portal regional da BVS, 1989. 52(3):137-139.
7. ECHEVARRIÁ J, et al. Influences of some cardiovascular risk factors on the more frequent adverse clinical events in revascularization patients with extracorporeal circulation. Portal regional da BVS, 2011. 50(4):462-471.
8. EVORA, PAULO ROBERTO, et al. Catastrophic events associated to the surgical treatment of ostium secundum atrial septal defects: reasons for not underestimating this type of congenital cardiopathy. Portal regional da BVS, 2004. 19(4):391-398.
9. FILHO L, et al. Surgery of revascularization coronary left without (ECC) and manuscript of aorta in patients above of 75 years. Portal regional da BVS, 2002. 17(3):208-214.
10. GRINBERG M, AVILA WS. Heart surgery with extracorporeal circulation in pregnant women. Portal regional da BVS, 1995. 64(3):263-264.
11. HATAMI S, et al. Inflammation and Oxidative Stress in the Context of Extracorporeal Cardiac and Pulmonary Support. Frontiers in immunology, 2022. 13:831930.

12. LI Q, et al. Application of machine learning in acute upper gastrointestinal bleeding: bibliometric analysis. *Frontiers in Medicine*, 2024. 11:1490757.
13. LUKASZEWSKI M. Dilemmas of Adopting Goal-Directed Perfusion in Extracorporeal Circulation: A Narrative Review. *Portal regional da BVS*, 2023. 18(6):535-539.
14. MACRUZ H, et al. Analysis of the results of the early and late use of assist circulation with intra-aortic balloon in patients subjected to repair of cardiopathies with extracorporeal circulation. *Portal regional da BVS*, 1995. 10(4):190-7.
15. MAGLIOLA R, et al. Cardiac surgical repair in newborns: five years experience in neonatal open surgery. *Portal regional da BVS*, 2009. 107(5):417-422.
16. MIHAILEANU FV, et al. The Efficiency of Serum Biomarkers in Predicting the Clinical Outcome of Patients with Mesenteric Ischemia during Follow-Up: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*, 2024. 14(7):670.
17. NASCIMENTO MS, et al. Marked hypercapnia during cardiopulmonary bypass for myocardial revascularization: case report. *Portal regional da BVS*, 2002. 52(2):231- 235.
18. ÖZÜLKÜ M, AYGÜN F. Effect of using pump on postoperative pleural effusion in the patients that underwent CABG. *Portal Regional da BVS*, 2015. 30(4):466-473.
19. PAULITSCH, FELIPE DA SILVA. Alterações hemostáticas e clínicas em cirurgias de revascularização miocárdica com e sem circulação extracorpórea: estudo prospectivo randomizado. Tese de doutorado (Doutorado em Cardiologia) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
20. POMERANTIZEFF P, et al. Heart valve surgery during pregnancy. Experience with eight cases. *Portal regional da BVS*, 1998. 70(6):403-408.
21. SALAZAR E, et al. Heart surgery with cardiopulmonary bypass in pregnant women. *Portal regional da BVS*, 2001. 71(1):20-27.
22. SOUZA D, BRAILE D. Assessment of a new technique of hemoconcentration and the necessities of blood derivates for transfusion in patients submitted to heart surgery using cardiopulmonay bypass. *Portal regional da BVS*, 2004. 19(3):287-294.
23. TENÓRIO SB, et al. Anesthesia for the newborn submitted to cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. *Portal regional da BVS*, 2005. 55(1):118-134.
24. TORRATI F, DANTAS R. Extracorporeal circulation and complications during the immediate postoperative period for cardiac surgery. *Portal regional da BVS*, 2012. 25(3):340-345.
25. ULLAH N, et al. Effectiveness and Safety of Cholecystectomy Versus Percutaneous Cholecystostomy for Acute Cholecystitis in Older and High-Risk Surgical Patients: A Systematic Review. *Cureus*, 2024. 16(9): e70537.