

# Fatores associados à elevação do nível de lactato em cirurgias cardíacas: revisão de escopo

*Factors associated with increased lactate levels in cardiac surgeries: scoping review*  
*Factores relacionados a la elevación del nivel de lactato en cirugías cardíacas: revisión de ámbito*

**Fernanda de Castro Teixeira<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0002-6056-0435

**Thatiane Evelyn de Lima Fernandes<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0001-6533-9572

**Karena Cristina da Silva Leal<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0002-8857-6666

**Katia Regina Barros Ribeiro<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0002-3513-7483

**Daniele Vieira Dantas<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0003-0307-2424

**Rodrigo Assis Neves Dantas<sup>1</sup>**

ORCID: 0000-0002-9309-2092

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal,  
Rio Grande do Norte, Brasil.

## Como citar este artigo:

Teixeira FC, Fernandes TEL, Leal KCS, Ribeiro KRB, Dantas DV, Dantas RAN. Factors associated with increased lactate levels in cardiac surgeries: scoping review. Rev Bras Enferm. 2024;77(1):e20230117. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2023-0117pt>

## Autor Correspondente:

Rodrigo Assis Neves Dantas  
E-mail: [rodrigoenf@yahoo.com.br](mailto:rodrigoenf@yahoo.com.br)



EDITOR CHEFE: Antonio José de Almeida Filho  
EDITOR ASSOCIADO: Alexandre Balsanelli

Submissão: 27-04-2023

Aprovação: 06-11-2023

## RESUMO

**Objetivos:** mapear os fatores associados à elevação do nível de lactato no pós-operatório de cirurgia cardíaca com uso de circulação extracorpórea. **Métodos:** trata-se de uma revisão de escopo realizada em dezembro de 2022, em dez fontes de dados. Foi elaborada conforme as recomendações do Instituto Joanna Briggs e do *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews*. **Resultados:** os achados mais recorrentes nos estudos a respeito dos fatores responsáveis pelo aumento do lactato foram: hipoperfusão tecidual, tempo de circulação extracorpórea e uso de fármacos vasoativos. Em 95% dos estudos, o aumento do lactato relacionou-se ao aumento da mortalidade dos pacientes. **Conclusões:** discutir sobre as causas de possíveis complicações em pacientes de cirurgia cardíaca faz-se importante para o preparo da equipe e prevenção de intercorrências, além de garantir recuperação de qualidade.

**Descritores:** Cirurgia Cardíaca; Ácido Láctico; Mortalidade; Período Pós-Operatório; Circulação Extracorpórea.

## ABSTRACT

**Objectives:** to map the factors associated with increased lactate levels in the postoperative period of cardiac surgery using extracorporeal circulation. **Methods:** this is a scoping review carried out in December 2022, across ten data sources. It was prepared in accordance with the recommendations of the Joanna Briggs Institute and the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews checklist. **Results:** the most recurrent findings in studies regarding the factors responsible for the increase in lactate were: tissue hypoperfusion, cardiopulmonary bypass time and use of vasoactive drugs. In 95% of studies, increased lactate was related to increased patient mortality. **Conclusions:** discussing the causes of possible complications in cardiac surgery patients is important for preparing the team and preventing complications, in addition to ensuring quality recovery. **Descriptors:** Cardiac Surgery; Lactic Acid; Mortality; Post-Operative Period; Extracorporeal Circulation.

## RESUMEN

**Objetivos:** mapear los factores relacionados a la elevación del nivel de lactato en el posoperatorio de cirugía cardíaca con uso de circulación extracorpórea. **Métodos:** se trata de una revisión de ámbito realizada en diciembre de 2022, en diez fuentes de datos. Fue elaborada conforme las recomendaciones del Instituto Joanna Briggs y del *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Reviews*. **Resultados:** los hallados más recurrentes en los estudios sobre los factores responsables por el aumento del lactato fueron: hipoperfusión tisular, tiempo de circulación extracorpórea y uso de fármacos vasoactivos. En 95% de los estudios, el aumento del lactato se relacionó al aumento de la mortalidad de los pacientes. **Conclusiones:** discutir sobre las causas de posibles complicaciones en pacientes de cirugía cardíaca se hace importante para el preparo del equipo y prevención de intercorrencias, además garantizar recuperación de calidad. **Descriptor:** Cirugía Cardíaca; Ácido Láctico; Mortalidad; Período Posoperatorio; Circulación Extracorpórea.

## INTRODUÇÃO

No século corrente, as doenças cardiovasculares são líderes das causas de morbimortalidade ao redor do mundo, caracterizando-se como um problema de saúde pública. De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde, tais doenças representaram 31% das mortes mundiais no ano de 2016, e essa configuração cresce no Brasil em 2021, até o mês de novembro, estimando-se em 343.170 mortes segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>(1)</sup>.

Na maioria dos casos, quando não há melhora do quadro clínico mediante o tratamento convencional, requer-se abordagem cirúrgica, na qual os procedimentos são realizados a fim de reverter o quadro clínico do paciente em questão<sup>(2)</sup>.

Nesse sentido, a cirurgia cardíaca configura-se como um procedimento de relevante repercussão para a estabilidade hemodinâmica do paciente, tornando-se cada vez mais eficaz e segura<sup>(3)</sup>. Com isso, sob o prisma epidemiológico de que a principal causa de morte na próxima década será por doenças cardíacas, nota-se a aplicação de novas e avançadas tecnologias durante o procedimento<sup>(4)</sup>.

A circulação extracorpórea (CEC), por exemplo, consiste em substituir, em tempo determinado e limitado, a função do coração e pulmão durante a cirurgia cardíaca<sup>(5)</sup>. Desse modo, o equipamento viabiliza a oxigenação do sangue por meio de uma máquina que atua na propulsão e aspiração do sangue, promovendo a oxigenação com uso de uma membrana-reservatório e possibilitando, assim, a substituição da função cardíaca e bombeamento do sangue para o organismo. Trata-se de um mecanismo essencial para a cirurgia cardíaca, contudo pode causar diversas complicações no pós-operatório<sup>(6)</sup>. Isso porque a intervenção cirúrgica e o pós-operatório imediato são períodos nos quais se observa o aparecimento de complicações ditas comuns, como é o caso da instabilidade hemodinâmica do paciente<sup>(7)</sup>.

No decorrer da cirurgia cardíaca com uso da CEC, é importante a identificação de um biomarcador de insuficiência circulatória, chamado de “hiperlactatemia” e “acidose láctica”, fato este que ocorre quando o organismo em condição anaeróbica transforma piruvato em lactato; isso decorre de um baixo débito de oxigênio, aumentando a gravidade da hipoperfusão tecidual<sup>(8)</sup>. Nesse sentido, a hiperlactatemia é comumente encontrada no pós-operatório de cirurgia cardíaca<sup>(9)</sup>.

Para alguns autores, esse distúrbio acontece por causa do baixo fornecimento de oxigênio aos tecidos, que resulta em uma disfunção circulatória, repercutindo na modificação dos parâmetros hemodinâmicos — como frequência cardíaca, pressão arterial, diminuição da perfusão tissular — e em alterações de marcadores metabólicos, como os níveis de lactato. Isto posto, a literatura evidencia que a elevação do lactato em pacientes críticos tem sido relacionada à presença de disfunção circulatória severa e de vários órgãos<sup>(10)</sup>.

Muito se sabe sobre a relação do lactato com maiores complicações no pós-operatório. Assim sendo, a autojustificação deste trabalho está em sua contribuição para o conhecimento e para a comunidade científica de trazer à tona dados mapeados sobre as principais variáveis relacionadas a essa elevação de lactato em cirurgias cardíacas com o uso de CEC. Dessa forma, pode-se contribuir para a prevenção da mortalidade no pós-operatório

e melhores prognósticos desses pacientes. Do mesmo modo, coopera para a ciência da enfermagem, dada a importância do enfermeiro perfusionista no uso da CEC em cirurgias cardíacas, na prestação da assistência de enfermagem durante todo o processo pré-operatório, intraoperatório e pós-operatório.

Foi realizada uma busca prévia nas seguintes plataformas de registro internacionais: *International Prospective Register of Systematic Reviews*, *Open Science Framework*, *The Cochrane Library*, *JBI Clinical Online Network of Evidence for Care and Therapeutics* e *Database of Abstracts of Reviews of Effects*. Nelas não foram encontradas pesquisas semelhantes à temática deste estudo, reforçando a importância de realizá-lo.

Diante do exposto, questiona-se: Quais são os fatores associados à elevação do nível de lactato no pós-operatório de cirurgias cardíacas com uso de circulação extracorpórea?

## OBJETIVOS

Mapear os fatores associados à elevação do nível de lactato no pós-operatório de cirurgia cardíaca com uso de circulação extracorpórea.

## MÉTODOS

### Aspectos Éticos

Considerando que os dados incluídos neste estudo de revisão são de domínio público, a referida pesquisa não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa.

### Desenho do Estudo

O presente estudo é uma revisão de escopo que segue as recomendações do Instituto Joanna Briggs<sup>(11)</sup> e o *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Extension for Scoping Review*<sup>(12)</sup>. Tem por finalidade o mapeamento dos principais conceitos sobre determinada área de pesquisa, a identificação das lacunas ainda existentes no conhecimento, bem como o destaque para a necessidade de elaboração de novas pesquisas futuras. Diante disso, as principais indicações escolhidas para elaboração da revisão pautadas nas diretrizes da JBI foram com o fim de identificar os tipos de evidências disponíveis em um determinado campo; identificar e analisar lacunas de conhecimento; e de identificar as principais características ou fatores relacionados a um conceito. Esta pesquisa também foi registrada na plataforma *Open Science Framework*.

Para o planejamento deste estudo, foram utilizadas as etapas de Arksey e O'Malley<sup>(13)</sup> aprimoradas por Peters et al. (2020)<sup>(14)</sup>: 1) Definir e alinhar o objetivo e pergunta de pesquisa; 2) Desenvolver e alinhar os critérios de inclusão com o objetivo e pergunta de pesquisa; 3) Descrever a abordagem planejada para busca de evidências, seleção, extração de dados e apresentação de evidências; 4) Procurar as evidências; 5) Selecionar as evidências; 6) Extrair os dados; 7) Analisar, apresentar e fazer a síntese dos resultados.

Para formulação da estratégia de pesquisa, utilizou-se o mnemônico PCC (População, Conceito e Contexto) conforme indicado pela JBI<sup>(9)</sup>, em que P – Pacientes adultos submetidos à

cirurgia cardíaca; C – Fatores associados à elevação do nível de lactato no pós-operatório; C – Em uso de circulação extracorpórea. Sendo assim, foi elaborada a seguinte questão de pesquisa: “Quais são os fatores associados à elevação do nível de lactato no pós-operatório de cirurgias cardíacas com uso de circulação extracorpórea?”.

### Período e local do estudo

A coleta foi realizada no período de 18 a 25 de novembro de 2022, usando o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, mediante o acesso remoto pela plataforma Comunidade Acadêmica Federada, por meio da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Os descritores foram consultados no Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), objetivando adequar as buscas ao português e inglês. Foram estes: “*Thoracic Surgery*”, “*Cirurgia Torácica*”, “*Cirurgia Cardíaca*”, “*Lactic Acid*”, “*Ácido Láctico*”, “*Lactato*”, “*Mortality*”, “*Mortalidade*”, “*Índice de Mortalidade*”, “*Postoperative Period*”, “*Período Pós-operatório*”, “*Cardiopulmonary Bypass*”, “*Circulação Extracorpórea*”. Para o cruzamento dos descritores, foi utilizado o operador booleano “AND”. Vale salientar que o descritor “*hiperlactatemia*” não foi incluído na sintaxe porque restringia significativamente a busca dos estudos. Optou-se por uma busca mais abrangente nas bases de dados, incluindo o “*Ácido Láctico*” como descritor e a “*hiperlactatemia*” ou “*aumento do lactato*” como critério de inclusão na seleção dos artigos.

Foram utilizadas dez fontes de dados nesta busca: Scopus, PubMed Central, *Web of Science*, *Science Direct*, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Cochrane Library*, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), *Wiley Online Library* e *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL); e, para a literatura cinzenta, o Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES). A estratégia de busca foi adaptada de

acordo com as especificidades de cada fonte utilizada, no entanto conservaram-se as combinações entre os descritores e não foram adicionados filtros de restrição de tempo e idioma (Quadro 1).

### Critérios de Inclusão e Exclusão

Estes foram os critérios de inclusão: artigos científicos publicados on-line na íntegra, dissertação, teses, diretrizes, que abordassem a relação do aumento do nível de lactato nas cirurgias cardíacas com uso de circulação extracorpórea em pacientes adultos; ser disponibilizado pelo acesso remoto da Comunidade Acadêmica Federada; não ter restrição temporal ou de idioma; responder à questão da pesquisa proposta. Excluíram-se resumos, cartas ao editor, artigos de opinião, estudos que fugiam do tema e registros duplicados em fonte de dados; público pediátrico e neonato.

### Protocolo do estudo

A busca dos dados, triagem e inclusão dos estudos foram realizadas por dois avaliadores independentes de forma simultânea e em dispositivos eletrônicos diferentes. As divergências encontradas entre os revisores durante o processo de seleção foram resolvidas por eles em reuniões ou por um terceiro pesquisador consultado para fazer a leitura do material na íntegra e realizar o desempate para a composição da amostragem final. Após discussão, decidia-se sobre a inclusão ou exclusão do estudo. Não foi utilizado nenhum software para a administração das referências ou exclusão das duplicatas.

Além disso, a metodologia PAGER<sup>(13)</sup> foi usada como um facilitador para melhoria da qualidade dos relatórios, a fim de estabelecer maior rigor metodológico a esta revisão e fornecer maior clareza dos resultados de revisões de escopo, fornecendo uma abordagem consistente para a análise e relatório. Por isso, haja vista a importância desse artifício, esta revisão formulará um quadro de tal estrutura.

**Quadro 1** – Sintaxe de busca dos artigos nas fontes de dados, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2021

Fonte	Sintaxe
Scopus	<i>ALL (thoracic AND surgery AND lactic AND acid) AND ALL (cardiopulmonary AND bypass AND postoperative AND period) AND ALL (mortality) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))</i>
PubMed PMC	<i>((Thoracic Surgery AND Lactic Acid)) AND (cardiopulmonary bypass and Postoperative period) AND Mortality</i>
Web of Science	<i>((ALL=(Thoracic Surgery AND Lactic Acid) AND ALL=(cardiopulmonary bypass AND Postoperative period) AND ALL=(Mortality)</i>
Science Direct	<i>(Thoracic Surgery AND Lactic Acid) AND (cardiopulmonary bypass and Postoperative period) AND Mortality</i>
Scientific Electronic Library Online	<i>(Thoracic Surgery AND Lactic Acid) AND (cardiopulmonary bypass and Postoperative period) AND (Mortality)</i>
Cochrane Library	<i>Thoracic Surgery AND Lactic Acid in Title Abstract Keyword AND cardiopulmonary bypass and Postoperative period in Title Abstract Keyword AND Mortality in Title Abstract Keyword</i>
Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde	<i>ALL (thoracic AND surgery AND lactic AND acid) AND ALL (cardiopulmonary AND bypass AND postoperative AND period) AND ALL (mortality) AND (LIMIT-TO (OA, "all"))</i>
Wiley Online Library	<i>"Thoracic Surgery AND Lactic Acid" anywhere and "cardiopulmonary bypass and Postoperative period" anywhere and "Mortality" anywhere</i>
Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature	<i>(Thoracic Surgery AND Lactic Acid) AND (cardiopulmonary bypass and Postoperative period) AND Mortality</i>
Catálogo de Teses e Dissertações	<i>(Thoracic Surgery AND Lactic Acid) AND (cardiopulmonary bypass and Postoperative period) AND (Mortality)</i>

## Análise dos resultados

Após a seleção dos estudos e leitura na íntegra, os dados obtidos dos registros foram colocados em uma planilha do Microsoft Excel criada pelos autores e foram sintetizados em quadros e tabelas a fim de facilitar a compreensão dos resultados por parte dos leitores. A análise dos estudos ocorreu de forma descritiva.

## RESULTADOS

A Figura 1 apresenta o processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos para a seleção da amostra dos resultados.

Foram encontrados 3.944 artigos científicos nas fontes de dados, dos quais 247 foram encontrados na PubMed Central; 3.328, na CINAHL; 201, na Scopus; 17, na *Wiley on Library*; e 151, na *Science Direct*. Não foram obtidos resultados nas bases *Cochrane Library*, *Web of Science*, LILACS, SciELO e CAPES. Do total, 19 estudos foram excluídos por duplicata e, em seguida, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 55 estudos para leitura na íntegra, dentre os quais 36 foram excluídos por não responderem à questão de pesquisa, resultando na composição de 19 artigos na amostra final.

Quanto ao ano de publicação, os estudos variaram de 2006 a 2022. Percebeu-se que, a partir de 2015, houve um aumento significativo do número de pesquisas sobre o lactato, destacando-se o ano de 2015 e 2022, por serem aqueles em que 80%

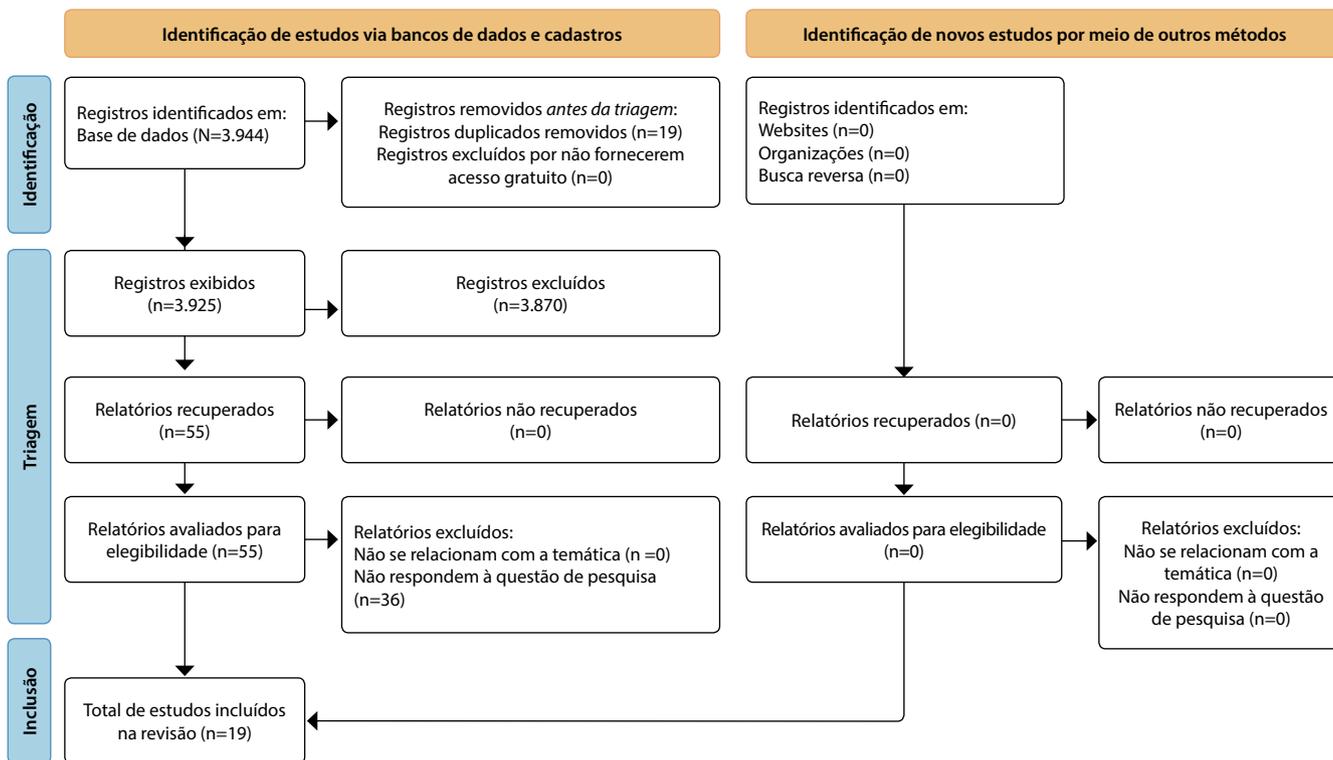
dos estudos selecionados foram publicados. Outrossim, houve prevalência de estudos realizados na Alemanha, Arábia Saudita e China, com duas publicações em cada um.

Os estudos do tipo observacional retrospectivo e prospectivo corresponderam à classe predominante na amostra, representando 12 artigos, seguidos pelos estudos controlado randomizado e prospectivo randomizado com 5 artigos, bem como estudo de coorte e estudo de caso-controle representando 1 artigo de cada categoria. Houve uma conformidade em relação aos tipos de cirurgia cardíaca com o uso de circulação extracorpórea, predominando a troca de válvulas (mitral/aórtica) e revascularização do miocárdio em 100% dos artigos selecionados, com variação de tempo de CEC entre 110 e 148 minutos em 30% dos artigos; a maioria dos artigos relatou que as cirurgias foram eletivas.

Objetivando estender o rigor e aumentar a qualidade desta revisão de escopo, no Quadro 2 estão sintetizadas as informações que respondem à questão de pesquisa e os principais desfechos encontrados nos achados.

Diante disso, o Quadro 3 mostra o mapeamento de todos os fatores de risco referidos ao longo dos estudos e sua relação com o aumento do lactato no pós-operatório de cirurgia cardíaca com o uso da circulação extracorpórea.

Nesse sentido, o Quadro 4 mostra a estrutura PAGER conforme a análise dos artigos selecionados sobre os fatores do aumento de lactato no pós-operatório de cirurgia cardíaca com o uso de circulação extracorpórea.



\*n - número.

Figura 1 - Fluxograma de busca adaptado do PRISMA-ScR, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2022

**Quadro 2** – Síntese dos estudos incluídos na revisão, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2022

Ano/ País/ Referência	Tipo de cirurgia cardíaca/ Tempo de médio de CEC	Principais fatores associados ao aumento do lactato	Desfecho
2022/ China <sup>(15)</sup>	Cirurgia de válvula cardíaca/ 140 min	Hipoperfusão, taxa de infusão intraoperatória de sufentanil, uso de epinefrina	A taxa de infusão intraoperatória inadequada de sufentanil é um fator de risco independente para acidose.
2022/ Marrocos <sup>(16)</sup>	Cirurgia valvular, revascularização do miocárdio, procedimento combinado, anomalias congênitas adultas e cirurgia aórtica/ 120 min	Hipoperfusão dos tecidos corporais e hipóxia celular, duração da CEC, hemodiluição severa	O nível de lactato sanguíneo superior a 5 mmol/L no final da CEC está associado a piores resultados.
2022/ Turquia <sup>(17)</sup>	Revascularização do miocárdio/ Tempo não referido	Lesão renal, AVC isquêmico, hiperglicemia e transfusão sanguínea	Maior tempo de CEC associou-se a maiores níveis de lactato e aumento de mortalidade.
2020/ Espanha <sup>(18)</sup>	Cirurgias válvulas, coronárias e substituição da aorta/ 102 min	Hemodiluição e tempo de CEC	Redução da lactatemia implicou diminuição da morbimortalidade na unidade de terapia intensiva.
2020/ Japão <sup>(19)</sup>	Cirurgias de válvula, CABG, cirurgias aórticas/Tempo não relatado	Idade, história pré-operatória de IC, tempo de cirurgia, tempo de CEC, pinçamento aórtico e uso de adrenalina	O início precoce de uma concentração máxima de lactato arterial maior do que 4,5 mmol/L foi significativamente associado a mortalidade intra-hospitalar.
2019/ Polônia <sup>(20)</sup>	Cirurgia de válvula cardíaca/ 122 min	Hipoperfusão tecidual	O nível sanguíneo de lactato medido um dia após a operação foi um preditor independente de morte em um seguimento de 30 dias.
2018/ Alemanha <sup>(21)</sup>	Tipo de cirurgia não especificado/ 129 min	Hipóxia tecidual, terapia medicamentosa, hipotermia	O excesso de base severamente reduzida na admissão na UTI é superior aos níveis de lactato para predição de mortalidade na UTI.
2018/ Alemanha <sup>(22)</sup>	Tipo de cirurgia não referido/5 a 10 min	Tempo de CEC	Nos pacientes que receberam CEC por duas horas ou mais, o lactato venoso e a pressão parcial do gás carbônico no sangue foram maiores que os valores basais.
2017/ Arábia Saudita <sup>(23)</sup>	Revascularização do miocárdio / 100 min	Anóxia tecidual causada pelo aumento do suporte vasopressor após a cirurgia	Níveis elevados de ácido láctico parecem estar diretamente relacionados à anóxia tecidual causada pelo aumento do suporte vasopressor após a cirurgia.
2017/ Reino Unido <sup>(24)</sup>	Cirurgia valvar mitral/ Tempo não relatado	Tempos de CEC, uso de adrenalina, fibrilação atrial pré-operatória e insuficiência cardíaca pré-operatória	Nível alto de hiperlactatemia (7 mmol/L) associou-se à mortalidade, porém a maioria dos que faleceram não apresentava níveis elevados na admissão na UTI.
2016/ Canadá <sup>(25)</sup>	Revascularização do miocárdio e/ ou cirurgia valvar/ 130 min	Hipoperfusão tecidual	A mortalidade é proposta como secundária a um estado de hipoperfusão contínua.
2016/ Estados Unidos <sup>(26)</sup>	Revascularização do miocárdio e cirurgia valvular/Tempo não referido	Baixa fração de ejeção, idade, reoperação, diabetes, hipertensão	Não se encontrou diferença no pós-operatório em relação a níveis de lactato e sua associação com a mortalidade.
2015/ Arábia Saudita <sup>(27)</sup>	Não relatados no estudo	Hemofiltração durante CEC	A hemofiltração durante a CEC leva à hemoconcentração, aumento do lactato sérico e suporte inotrópico
2015/ China <sup>(28)</sup>	Cirurgia by-pass pulmonar/ 83 min	Administração de solução de ringer com lactato, choque distributivo, hiperlactatemia tipo B	Não houve relação causal direta entre índice de lactato e mortalidade.
2015/ Holanda <sup>(29)</sup>	Cirurgia não especificada/ 148 min	Alta dose de dexametasona no intraoperatório	Altas doses de dexametasona no intraoperatório aumentaram os níveis de lactato e glicose no pós-operatório nas primeiras 15 horas de internação na UTI.
2013/ Brasil <sup>(30)</sup>	Não referidos no estudo	Um limiar de 3 mmol/L em 6 horas após a admissão na UTI e de 2 mmol/L	Após 6 horas da admissão na UTI, o nível de lactato prediz complicações pós-operatórias, como mortalidade por todas as causas em 30 dias e morbidade grave após cirurgia cardíaca em pacientes adultos.
2011/ Austrália <sup>(31)</sup>	Tipo não referido/ 50 a 100 min	Aumento do lactato associado com o tempo de CEC	Nos pacientes que receberam CEC por duas horas ou mais, o lactato venoso e a PvCO <sub>2</sub> foram maiores que os valores basais.

Continua

Continuação do Quadro 2

Ano/ País/ Referência	Tipo de cirurgia cardíaca/ Tempo de médio de CEC	Principais fatores associados ao aumento do lactato	Desfecho
2011/ Índia <sup>(32)</sup>	Revascularização do miocárdio e cirurgia valvares/ > 60 min	Tempo de CEC	Miocárdio pré-CEC, valor de lactato de 2,9 mmol/l, valor de piruvato miocárdico de 0,07 mmol/l podem prever necessidade inotrópica pós-CEC com boa sensibilidade e especificidade.
2006/ Suécia <sup>(33)</sup>	Revascularização do miocárdio/ 90,2 min	Idade, uso de fármacos vasoativos, tempo de CEC, tempo de clampeamento aórtico	Em pacientes que preencheram o critério de hiperlactatemia, a mortalidade hospitalar foi de 13,3%, em comparação com 2,2% para toda a coorte.

\*CEC – circulação extracorpórea.

**Quadro 3** – Prevalência dos fatores de risco citados nos estudos, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2022

FATORES DE RISCO	CITAÇÕES NOS ESTUDOS
Idade	1
Sexo	2
Comorbidades	3
Tempo de circulação extracorpórea	9
Tempo de cirurgia	2
Hipoperfusão tecidual	13
Choque distributivo	1
Hiperglicemia	1
Insuficiência cardíaca	3
Pulmões fonte de lactato	1
Baixa circulação esplênica	1
Baixa hemoglobina	1
Tempo de anóxia	5
Glicólise acelerada	2
Doença arterial periférica	1
Fármacos vasoativos	1
Uso de corticoide	6
Baixa fração de ejeção	1
Disfunção renal	3
Uso do balão intra-aórtico	3
Transfusão sanguínea	1
Hemodiluição	3
Depuração ineficaz do fígado	1
Cardioplegia ineficaz	3
Hipotermia	2

**Quadro 4** – Estrutura do PAGER obtida da análise dos artigos selecionados, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2022

Padrão	Avanços	Lacunas	Evidências para prática	Recomendações de pesquisa
Hipoperfusão/ Hipóxia tecidual	O importante papel da hipóxia tecidual perioperatória no desenvolvimento de complicações pós-operatórias	Alguns fatores relacionados a tamanho de amostra, dados e validade comprometem a qualidade dos estudos.	O estudo é relevante por auxiliar e alertar a equipe de saúde sobre possíveis complicações após cirurgia cardíaca.	É necessário produzir estudos adicionais nessa linha para garantir os resultados dos dados.
Tempo de CEC	O tempo prolongado de CEC e outros fatores estão associados à hiperlactatemia pós-operatória precoce e tardia.	Estudos com amostras de participantes pequenas, prejudiciais à inferência dos resultados	O estudo contribui para a atuação da equipe de saúde quanto aos resultados pós-operatórios advindos, dependendo das necessidades fisiológicas do paciente.	Mais pesquisas sobre essa temática com tamanhos de amostras maiores são necessárias.
Uso de fármacos	A infusão intraoperatória inadequada de medicamentos em altas doses é um fator de risco independente para acidose láctica após cirurgia cardíaca.	Poucos estudos abordam a relação entre fármacos específicos e o aumento do lactato.	Avalia o risco-benefício do uso de fármacos no intraoperatório.	Estudos com diferentes abordagens de terapias medicamentosas são necessários para uma investigação mais abrangente.

\*CEC – circulação extracorpórea.

## DISCUSSÃO

Na análise dos resultados obtidos nos estudos selecionados, sobre os fatores de risco que respondem à questão de pesquisa, foi possível observar que, em grande maioria, a causa do aumento do lactato na cirurgia cardíaca foi relacionada de maneira multifatorial, com o apontamento de mais um fator no mesmo estudo. Os mais prevalentes como precursores do aumento lactato foram: hipoperfusão tecidual, citada em 13 estudos; tempo de CEC, em 9 estudos; e uso de corticoides, em 6 estudos.

A hiperlactatemia é usualmente identificada em pacientes submetidos a procedimentos de cirurgia cardíaca. Quando associada ao dispositivo de circulação extracorpórea, pode provocar alterações metabólicas que, com os processos bioquímicos cardíacos envolvidos na cirurgia, alteram o nível sérico do lactato sanguíneo<sup>(34)</sup>.

Nesse sentido, o aumento de lactato é compreendido como um biomarcador da resposta ao estresse, denominado como um processo multifatorial e não somente reflexos da hipoperfusão tecidual. Desse modo, a hiperlactatemia é classificada em tipo A e tipo B. A hiperlactatemia tipo A está frequentemente associada ao pós-operatório de cirurgia cardíaca devido ao surgimento da acidose metabólica, ou seja, resulta do metabolismo anaeróbico evidenciado pelo baixo fornecimento de oxigênio exigido pelo metabolismo celular, ocorrendo a hipóxia tecidual<sup>(35)</sup>.

A hiperlactatemia tipo B, contudo, decorre de condições aeróbicas extremas como estresse e uso de medicamentos, além de desnutrição, doenças malignas e erros de metabolismo. Nessa circunstância, cita-se a utilização da epinefrina em cirurgias cardíacas, que contribui com os processos de glicólise e gliconeogênese e, dessa maneira, promove o aumento de lactato com a hiperlactatemia tipo B<sup>(36)</sup>.

Assim, destacam-se na literatura outros fatores intraoperatórios e pós-operatórios para variação dos valores de lactato: fluxo sanguíneo diminuído, parada circulatória, temperatura, tempo de CEC, oferta de oxigênio, nível de hematócrito durante e após a CEC e solução de cardioplegia, além das respostas inflamatórias do sistema. Diante disso, percebe-se que a hiperlactatemia pode decorrer tanto de causas hipóxicas como não hipóxicas<sup>(37)</sup>.

Dentro desse contexto, estudos discutem sobre os valores de normalidade dos níveis de lactato e seus valores estimados, visto que existe um aumento evidente desses valores durante a CEC; todavia o nível de lactato sanguíneo é 0,5-2,2 mmol/L em condição fisiológica, portanto um sinal de alerta seria definido acima de 3 mmol/L no decorrer da CEC, enquanto outros autores referem um pico acima de 4 mmol/L como um melhor preditor de mortalidade<sup>(38)</sup>. Isso está em congruência com os achados do presente estudo, no que se refere ao nível sérico de 4 mmol/L como preditor de maiores complicações no pós-operatório e maior mortalidade.

Dessa perspectiva ainda, o estudo de Horak<sup>(34)</sup> associa concentração sérica de lactato acima de 3 mmol/L em cirurgia cardíaca a um maior risco de morbidade e mortalidade hospitalar pós-operatória, em que pacientes com hiperlactatemia tiveram 3,85 vezes mais chances de morrer. Ademais, a incidência de hiperlactatemia na coorte foi de 45,2%, com taxa de mortalidade

de aproximadamente 14%, confirmando os achados apresentados em relação à proporcionalidade do lactato e da mortalidade.

Então, quando os estudos falam fluxo de circulação extracorpórea e seu manejo no intraoperatório, deve-se ter presente que o manejo do paciente no intraoperatório precisa ter uma abordagem multifacetada para suprir o fornecimento adequado de oxigênio para os tecidos durante a CEC, oferecendo no mínimo 280 ml/min/m<sup>2</sup> e o índice cardíaco de 2,4 L/min/m<sup>2</sup>. O fluxo e o seu manejo podem ser administrados de forma independente ou de acordo com a necessidade do metabolismo do paciente — por exemplo, concentração de hemoglobina, temperatura, diurese e resistência vascular — resultando, assim, em uma grande variação na condução de CEC<sup>(35)</sup>.

Nesse mesmo raciocínio, na busca de medidas/ações preventivas e considerando que o tempo de CEC está diretamente relacionado a esse aumento do lactato, o melhor cenário para manter o lactato em níveis fisiológicos é buscar a estabilidade hemodinâmica do paciente pré-operatório para que se tenha um menor tempo de CEC possível e menor uso de fármacos vasoativos durante o procedimento<sup>(38)</sup>.

O enfermeiro perfusionista é de fundamental importância para o andamento de cada etapa de cirurgia cardíaca, além de ser responsável por prestar assistência humanizada aos pacientes em todas as fases da hospitalização, auxiliando-os em cada necessidade sua. Em relação à CEC, o enfermeiro pode aplicar o processo da Sistematização de Assistência de Enfermagem (SAE), a fim de melhor conduzir o procedimento e evitar e/ou diminuir riscos<sup>(39)</sup>.

### Limitações do estudo

As limitações deste estudo incluem: o fato de nem todos os fatores terem sua origem em estudos específicos e aprofundados; e a escassez de ensaios clínicos voltados para a temática. Portanto, são necessários novos estudos direcionados aos fatores associados à hiperlactatemia.

### Contribuições para área

O presente estudo pode contribuir para prevenção e promoção da saúde no pós-operatório de pacientes submetidos a cirurgias cardíacas com utilização de CEC, pois fornece dados baseados em evidências científicas dos principais fatores associados à elevação do lactato.

### CONCLUSÕES

Dentre os achados, destacam-se o tempo de circulação extracorpórea, hipoperfusão tecidual e uso de corticoides como principais fatores associados ao aumento do lactato. Ademais, em 95% dos estudos selecionados, o aumento da mortalidade dos pacientes de cirurgia submetidos a circulação extracorpórea esteve diretamente relacionado ao aumento do lactato. O valor entre 3 mmol/L e 4 mmol/L foi referenciado como fora da normalidade fisiológica, ofertando risco, além de que 4 mmol/L é apontado como o valor-limite para maiores complicações no pós-operatório e maior mortalidade.

Por conclusão, entende-se que discutir sobre as causas de possíveis complicações em pacientes de cirurgia cardíaca faz-se importante para o preparo da equipe e prevenção de intercorrências, além de garantir recuperação de qualidade, com prognóstico positivo e adequado para reabilitação hospitalar. Espera-se despertar maior interesse na temática com maior investimento científico, para o desenvolvimento de mais pesquisas na área.

## CONTRIBUIÇÕES

Teixeira FC contribuiu com a concepção ou desenho do estudo/pesquisa. Fernandes TEL e Leal KCS contribuíram com a análise e/ou interpretação dos dados. Ribeiro KRB, Dantas DV e Dantas RAN contribuíram com a revisão final com participação crítica e intelectual no manuscrito.

## REFERÊNCIAS

1. Siqueira SM, Braga GT, Martins SP, Ribeiro TC. Intervenções adotadas pela enfermagem frente às principais complicações no pós-operatório de cirurgias cardíacas com uso de circulação extracorpórea em adultos. REASE [Internet]. 2022 [cited 2022 Dec 06];8(10). Available from: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/7232>
2. Amorim TV, Salinema AM. Processo cirúrgico cardíaco e suas implicações no cuidado de enfermagem: revisão/reflexão. HU Rev [Internet]. 2015 [cited 2022 Dec 06];41:149-54. Available from: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/hurevista/article/view/2171>
3. Caldeira C, Soares AJC. Perfil clínico e epidemiológico dos pacientes que realizaram cirurgia cardíaca no hospital sul fluminense – HUSF. Rev Saúde [Internet]. 2017 [cited 2022 Dec 06];8(1). Available from: <http://editora.universidadedevassouras.edu.br/index.php/RS/article/view/607>
4. Silva PL, Damasceno RF. Infecções hospitalares em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca: uma revisão das incidências quanto aos fatores de risco pós-cirurgia. J Manag Prim Health Care [Internet]. 2020 [cited 2022 Dec 06];12(7) Available from: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/462>
5. Matias ML, Reis Filho VA. Benefícios da técnica de ultrafiltração com balanço zero (Z-BUF) durante a circulação extracorpórea em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. RECISATEC [Internet]. 2022 [cited 2022 Dec 07];2(10). Available from: <https://www.recisatec.com.br/index.php/recisatec/article/view/194>
6. Kakihara KS. Validação de um guia de boas práticas para o cuidado realizado pelo enfermeiro ao paciente em circulação extracorpórea [Dissertação] [Internet]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2018[cited 2022 Dec 07]. 98 p. Available from: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187186>
7. Borges MGB. Influência dos marcadores de hipoperfusão tecidual na força muscular periférica e capacidade funcional em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca[Dissertação] [Internet]. São Luís; 2017[cited 2022 Dec 07]. Available from: <https://repositorio.usp.br/item/003109008>
8. Hoshino Y, Kinoshita O, Ono M. The incidence, risk factors, and outcomes of hyperlactatemia after heart transplantation. Int Heart J. 2018;59:81-86. <https://doi.org/10.1536/ihj.17-146>
9. Horak ACP, Ferretti-Rebustini REL, Oliveira LB, Crespo JCL, Wilson AMMM, Oliveira JC, et al. Hyperlactatemia and worse outcomes in patients undergoing cardiac surgery: a retrospective cohort study. Rev Paul Enferm. 2022;33. <https://doi.org/10.33159/25959484.repen.2022v33a03>
10. Matos SINS. Nível de lactato como indicador prognóstico de mortalidade e morbidade hospitalar [Dissertação] [Internet]. Porto: Universidade do Porto; 2021[cited 2022 Dec 07]. 30 p. Available from: <https://hdl.handle.net/10216/134289>
11. Peters MDJ, Godfrey C, Mclnerney P, Munn Z, Tricco AC, Khalil H. Chapter 11: Scoping Reviews (2020 version). In: Aromataris E, Munn Z (Editors). Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual, JBI. 2020. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-12>
12. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. Ann Intern Med. 2018(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
13. Arksey H, O'Malley L. Scoping studies: towards a methodological framework. Int J Soc Res Methodol. 2005;8(1):19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
14. Peters MD, Marnie C, Tricco AC, Pollock D, Munn Z, Alexander L, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. JBI Evid Synth. 2020;18(10):2119-26. <https://doi.org/10.111124/JBIES-20-00167>
15. Zhan YF, Shi Q, Pan YC, Zheng BS, Ge YP, Luo TG, et al. Sufentanil: a risk factor for lactic acidosis in patients after heart valve surgery. J Cardiothorac Surg. 2022;17(1):233. <https://doi.org/10.1186/s13019-022-01986-5>
16. Seghrouchni A, Atmani N, Moutakiallah Y, Belmekki A, Bekkali YE, Houssa MA. Does severe hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass predict a worse outcome?. Ann Med Surg. 2021;73:103198. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.103198>
17. Özmen R, Bozguney M, Tekin AI, Eroglu T, Tuncay A. Impact of Single versus Double Clamp Technique on Blood Lactate Levels and Postoperative Complications in Coronary Artery Bypass Surgery. Braz J Cardiovasc Surg. 2022;37(1)55-64. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2020-0025>
18. Camacho CG, Paz AJ, Franco CL, Hervás MJ, Otero AM. Continuous ultrafiltration during extracorporeal circulation and its effect on lactatemia: a randomized controlled trial. PLoS One. 2020;15(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242411>

19. Ezaka M, Tsukamoto J, Matsuo K, Kin N, Yamaoka K. Hyperlactatemia of dialysis-dependent patients after cardiac surgery impacts on in-hospital mortality: a two-center retrospective study. *JA Clin Rep.* 2020;6(1):47. <https://doi.org/10.1186/s40981-020-00348-1>
20. Duchnowski P, Hryniewiecki T, Kuśmierczyk M, Szymański P. The usefulness of perioperative lactate blood levels in patients undergoing heart valve surgery. *Kardiochir Torakochirurgia Pol.* 2019;16(3):114-7. <https://doi.org/10.5114/kitp.2019.88599>
21. Piot J, Hébrard A, Durand M, Payen JF, Albaladejo P. An elevated respiratory quotient predicts complications after cardiac surgery under extracorporeal circulation: an observational pilot study. *J Clin Monit Comput.* 2019;33(1):145-53. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10877-018-0137-0>
22. Zante B, Reichensperner H, Kubik M, Kluge S, Schefold JC, Pfortmueller CA. Base excess is superior to lactate-levels in prediction of ICU mortality after cardiac surgery. *PLoS One.* 2018;13(10):e0205309. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205309>
23. Nazer RI, Alburikan KA. Metformin is not associated with lactic acidosis in patients with diabetes undergoing coronary artery bypass graft surgery: a case control study. *BMC Pharmacol Toxicol.* 2017;38(18). <https://doi.org/10.1186/s40360-017-0145-6>
24. Yusuff HO, Zochios V. Lactic Acidosis and Mitral Valve Surgery: defining the relationship. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018;32(2):644-5. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2017.09.033>
25. Mak NT, Iqbal S, Varennes B, Khwaja K. Outcomes of post-cardiac surgery patients with persistent hyperlactatemia in the intensive care unit: a matched cohort study. *J Cardiothorac Surg.* 2016;11:33. <https://doi.org/10.1186/s13019-016-0411-5>
26. Andersen LW, Holmberg MJ, Berg KM, Chase M, Cocchi MN, et al. Thiamine as an adjunctive therapy in cardiac surgery: a randomized, double-blind, placebo-controlled, phase II trial. *Crit Care.* 2016;14;20:92. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1245-1>
27. Soliman R, Fouad E, Belghith M, Abdelmageed T. Conventional hemofiltration during cardiopulmonary bypass increases the serum lactate level in adult cardiac surgery. *Ann Card Anaesth.* 2016;19(1):45-51. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.173019>
28. Zhang Z, Ni H. Normalized lactate load is associated with development of acute kidney injury in patients who underwent cardiopulmonary bypass surgery. *PLoS One.* 2015;10(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120466>
29. Ottens TH, Nijsten MW, Hofland J, Dieleman JM, Hoekstra M, Dijk D, et al. Effect of high-dose dexamethasone on perioperative lactate levels and glucose control: a randomized controlled trial. *Crit Care.* 2015;19(1):41. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0736-9>
30. Hajjar LA, Almeida JP, Fukushima JT, Rhodes A, Vincent JL, Osawa EA, et al. High lactate levels are predictors of major complications after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;146(2):455-60. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2013.02.003>
31. Dong MF, Ma ZS, Wang JT, Chai SD, Tang PZ, Wang LX. Impact of peripherally established cardiopulmonary bypass on regional and systemic blood lactate levels. *Heart Lung Circ.* 2012;21(3):154-8. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2011.10.014>
32. Kapoor P, Mandal B, Chowdhury U, Singh S, Kiran U. Changes in myocardial lactate, pyruvate and lactate-pyruvate ratio during cardiopulmonary bypass for elective adult cardiac surgery: early indicator of morbidity. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2011;27(2):225-32. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.81819>
33. Svenmarker S, Häggmark S, Ostman M. What is a normal lactate level during cardiopulmonary bypass?. *Scand Cardiovasc J.* 2006;40(5):305-11. <https://doi.org/10.1080/14017430600900261>
34. Horak AC, Ferriti-Rebustini RE, Oliveira LB, Crespo JC, Wilson AM, Oliveira JC, et al. Hyperlactatemia and worse outcomes in patients undergoing cardiac surgery: a retrospective cohort study. *Rev Paul Enferm.* 2022;33(1):a3. <https://doi.org/10.33159/25959484.repen.2022v33a03>
35. Stephens EH, Epting CL, Backer CL, Wald EL. Hyperlactatemia: an update on postoperative lactate. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2020;11(3):316-24. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2150135120903977>
36. Cotter EK, Kidd B, Flynn BC. Elevation of intraoperative lactate levels during cardiac surgery: is there power in this prognostication?. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(4). <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2019.11.049>
37. Clingan S, Reagor J, Lombardi J. Retrospective analysis of cardiac index and lactate production on cardiopulmonary bypass for a congenital cardiac patient population. *Perfusion.* 2019;34(3):231-5. <https://doi.org/10.1177/0267659118813076>
38. Algarni KD. The effect of hyperlactatemia timing on the outcomes after cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2020;28:18. <https://doi.org/10.1186/s43057-020-00029-w>
39. Silva IN, Guedes PF, Nunes NS, Freitas VL. The attributions of the perfusion nurse: extracorporeal circulation (ECC). *Res Soc Dev.* 2022;11(6). <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i6.28531>