

RELAÇÃO ENTRE O ÍNDICE DE CHOQUE DIASTÓLICO E OS NÍVEIS SÉRICOS DE LACTATO À ENTRADA NA UTI, NO PERÍODO PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO DE CIRURGIA CARDÍACA ELETIVA

RELATIONSHIP BETWEEN DIASTOLIC SHOCK INDEX AND SERUM LACTATE LEVELS UPON ICU ADMISSION IN THE IMMEDIATE POSTOPERATIVE PERIOD OF ELECTIVE CARDIAC SURGERY

RELACIÓN ENTRE EL ÍNDICE DE CHOQUE DIASTÓLICO Y LOS NIVELES SÉRICOS DE LACTATO AL INGRESO EN LA UCI, EN EL PERIODO POSTOPERATORIO INMEDIATO DE LA CIRUGÍA CARDÍACA ELECTIVA

Amanda Lage Corti¹
Beatriz Baltazar Clivati²
Bruna Alban Ortolan³
Júlia Minuceli Vilvert⁴
Ana Júlia Vendrametto⁵
Murilo Vinícius Vieira Siqueira⁶
Anderson Roberto Dallazen⁷
André Krokosczyk⁸

RESUMO: Esse artigo buscou avaliar a associação entre o Índice de Choque Diastólico (ICD) e os níveis séricos de lactato na admissão à unidade de terapia intensiva (UTI) em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva com circulação extracorpórea. Trata-se de um estudo observacional retrospectivo que incluiu 153 pacientes adultos admitidos na UTI de um hospital terciário brasileiro, entre janeiro de 2022 e outubro de 2025. O ICD foi calculado pela razão entre frequência cardíaca e pressão arterial diastólica, enquanto os níveis séricos de lactato foram analisados na admissão à UTI no período pós-operatório. Observou-se correlação positiva significativa entre ICD e lactato ($r = 0,34$; $p < 0,001$). Pacientes que evoluíram a óbito apresentaram níveis mais elevados de lactato e ICD em comparação aos sobreviventes. Ambos os marcadores também apresentaram correlação positiva com o tempo de permanência na UTI, enquanto o ICD se correlacionou positivamente com a dose de norepinefrina. Após ajuste para idade e sexo, o lactato permaneceu independentemente associado à mortalidade na UTI (OR 1,35; IC95% 1,06–1,72; $p = 0,02$). Conclui-se que a avaliação conjunta do ICD e do lactato pode contribuir para a identificação precoce de risco no período pós-operatório.

Palavras-chave: Índice de choque diastólico. Lactato. Cirurgia cardíaca. Período pós-operatório.

¹ Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

² Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

³ Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

⁴ Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

⁵ Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

⁶ Acadêmico de Medicina pelo Centro Universitário de Cascavel — Fundação Assis Gurgacz (FAG).

⁷ Cardiologista. Doutor em Ciências (Cardiologia) pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG).

⁸ Intensivista. Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG).

ABSTRACT: This article sought to evaluate the association between the Diastolic Shock Index (DSI) and serum lactate levels at admission to the intensive care unit (ICU) in patients undergoing elective cardiac surgery with cardiopulmonary bypass. This is a retrospective observational study that included 153 adult patients admitted to the ICU of a Brazilian tertiary care hospital between January 2022 and October 2025. The DSI was calculated as the ratio of heart rate to diastolic blood pressure, while serum lactate levels were measured during the first six hours of the postoperative period. A significant positive correlation was observed between DSI and lactate ($r = 0.34$; $p < 0.001$). Patients who died had higher lactate and DSI levels compared to survivors. Both markers also showed a positive correlation with length of stay in the ICU, while the DSI correlated positively with the dose of norepinephrine. After adjusting for age and sex, lactate remained independently associated with ICU mortality (OR 1.35; 95% CI 1.06–1.72; $p = 0.02$). We conclude that the combined assessment of DSI and lactate may contribute to the early identification of risk in the postoperative period.

Keywords: Diastolic Shock Index. Lactate. Cardiac Surger. Postoperative Period.

RESUMEN: Este artículo busca como objetivo evaluar la asociación entre el índice de choque diastólico (ICD) y los niveles séricos de lactato al ingreso en la unidad de cuidados intensivos (UCI) en pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva con circulación extracorpórea. Se trata de un estudio observacional retrospectivo que incluyó a 153 pacientes adultos ingresados en la UCI de un hospital terciario brasileño, entre enero de 2022 y octubre de 2025. El ICD se calculó como la relación entre la frecuencia cardíaca y la presión arterial diastólica, mientras que los niveles séricos de lactato se analizaron durante las primeras seis horas del periodo postoperatorio. Se observó una correlación positiva significativa entre el ICD y el lactato ($r = 0,34$; $p < 0,001$). Los pacientes que fallecieron presentaron niveles más elevados de lactato y ICD en comparación con los supervivientes. Ambos marcadores también mostraron una correlación positiva con la duración de la estancia en la UCI, mientras que el ICD se correlacionó positivamente con la dosis de norepinefrina. Tras ajustar por edad y sexo, el lactato siguió estando asociado de forma independiente a la mortalidad en la UCI (OR 1,35; IC del 95 %: 1,06–1,72; $p = 0,02$). Se concluye que la evaluación conjunta del ICD y del lactato puede contribuir a la identificación precoz del riesgo en el periodo postoperatorio.

Palabras clave: Índice de choque diastólico. Lactato. Cirugía cardíaca. Período postoperatorio.

INTRODUÇÃO

A cirurgia cardíaca eletiva permanece entre os procedimentos de maior complexidade na medicina moderna. Apesar dos avanços nas técnicas cirúrgicas, anestesia, circulação extracorpórea (CEC) e cuidados intensivos, complicações hemodinâmicas no período pós-operatório continuam frequentes e estão associadas ao aumento da morbimortalidade. Nesse contexto, a identificação precoce de alterações capazes de indicar instabilidade circulatória é fundamental para orientar intervenções terapêuticas e melhorar os desfechos clínicos.

O Índice de Choque Diastólico (ICD), calculado pela razão entre a frequência cardíaca e a pressão arterial diastólica, tem sido estudado como uma ferramenta simples e prontamente

disponível para avaliação do estado hemodinâmico em pacientes críticos. Valores elevados de ICD estão associados a maior necessidade de suporte vasopressor e a desfechos desfavoráveis em diferentes populações de pacientes críticos (KIM DS, et al., 2022; OSPINA-TASCÓN GA, et al., 2020; ZHANG TN, et al., 2022). Estudos recentes também avaliaram a utilização do ICD no contexto da cirurgia cardíaca, ampliando o interesse por esse marcador no período perioperatório (INDRARATNA K, 2024).

O lactato sérico constitui outro importante marcador de estresse metabólico e alterações na perfusão tecidual. A hiperlactatemia é frequente após cirurgias cardíacas e pode estar relacionada a diferentes fatores, incluindo hipoperfusão tecidual, duração da CEC e utilização de fármacos vasoativos. Além disso, níveis elevados de lactato no período pós-operatório têm sido associados a maior mortalidade em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca (DANTAS RAN, et al., 2024; HAJJAR LA, et al., 2013; KUMAR S, et al., 2021).

A avaliação conjunta do ICD e do lactato sérico pode fornecer informações complementares sobre alterações hemodinâmicas e metabólicas no período pós-operatório imediato. Enquanto o ICD permite uma avaliação rápida da condição circulatória a partir de parâmetros vitais rotineiramente disponíveis, o lactato fornece uma medida laboratorial relacionada ao estresse metabólico e à perfusão tecidual. Entretanto, ainda são escassos os estudos que investigam especificamente a relação entre esses parâmetros em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar a associação entre o ICD e os níveis séricos de lactato na admissão à unidade de terapia intensiva (UTI) em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva, além de investigar sua relação com desfechos pós-operatórios.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo, realizado em um hospital terciário no Brasil, com análise de dados secundários obtidos de prontuários eletrônicos de pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva (UTI) após cirurgia cardíaca eletiva. Foram elegíveis pacientes com idade ≥ 18 anos submetidos a cirurgia cardíaca eletiva com circulação extracorpórea (CEC) e admitidos na UTI entre janeiro de 2022 e outubro de 2025. Foram incluídos os pacientes com registros completos de frequência cardíaca (FC), pressão arterial diastólica (PAD) e lactato sérico na admissão à UTI após a cirurgia. Foram excluídos pacientes submetidos a cirurgias de emergência, procedimentos sem CEC ou com dados clínicos

incompletos. Foi utilizada amostragem por conveniência, considerando todos os prontuários elegíveis disponíveis no período estudado, totalizando 153 pacientes.

Foram analisadas as variáveis idade, sexo, tipo de cirurgia, duração da CEC, uso de vasopressores, tempo de permanência na UTI e desfecho clínico. O Índice de Choque Diastólico (ICD) foi calculado pela razão entre FC, expressa em batimentos por minuto, e PAD, expressa em milímetros de mercúrio ($ICD = FC/PAD$). Foram considerados os primeiros valores registrados de ICD e lactato nas primeiras seis horas após a cirurgia. O desfecho primário foi a associação entre ICD e níveis séricos de lactato. Os desfechos secundários incluíram mortalidade na UTI, tempo de permanência na UTI e necessidade de vasopressores.

A coleta dos dados foi realizada entre junho e outubro de 2025, mediante revisão dos prontuários eletrônicos. As informações foram organizadas em banco de dados padronizado e cada paciente recebeu um código de identificação, garantindo a confidencialidade e o anonimato. As análises estatísticas foram realizadas no Python, versão 3.13, utilizando as bibliotecas Pandas e Matplotlib. As variáveis contínuas foram apresentadas em média e desvio-padrão, e as categóricas em frequências absolutas e relativas. A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada antes da aplicação dos testes paramétricos. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a associação entre variáveis contínuas. Foi realizada regressão logística ajustada para idade e sexo para avaliar a associação independente entre os níveis de lactato e a mortalidade na UTI. Foi considerado estatisticamente significativo valor de $p < 0,05$, em teste bicaudal.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local, sob protocolo nº 7.792.543 (CAAE: 90785725.6.0000.5219). O consentimento informado foi dispensado em razão do caráter retrospectivo do estudo e da utilização exclusiva de dados secundários, conforme a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi conduzido e relatado de acordo com as recomendações do STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

RESULTADOS

Foram incluídos 153 pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva. A idade média foi de $60,16 \pm 12,26$ anos, com mediana de 61 anos e variação de 18 a 82 anos. A maior proporção de pacientes encontrava-se na faixa etária de 61 a 70 anos (34,64%), seguida por aqueles com idade

entre 51 e 60 anos (25,49%) e acima de 70 anos (20,92%). Pacientes com mais de 60 anos corresponderam a 55,56% da amostra. Quanto ao sexo, 88 pacientes (57,52%) eram do sexo masculino, 64 (41,83%) do sexo feminino e 1 (0,65%) não apresentava informação registrada. (Tabela 1)

Durante a permanência na unidade de terapia intensiva (UTI), 15 pacientes evoluíram a óbito e 138 receberam alta. Os pacientes que evoluíram a óbito apresentaram níveis médios de lactato de $4,26 \pm 2,40$ mmol/L, enquanto aqueles que receberam alta apresentaram $3,05 \pm 1,59$ mmol/L. Os valores médios do Índice de Choque Diastólico (ICD) foram de $1,90 \pm 0,54$ entre os pacientes que evoluíram a óbito e $1,42 \pm 0,37$ entre os sobreviventes. (Tabela 2)

Foi observada correlação positiva entre ICD e níveis séricos de lactato ($r = 0,34$; $p < 0,001$). O ICD apresentou correlação positiva com o tempo de permanência na UTI ($r = 0,26$; $p < 0,001$) e com a dose de norepinefrina ($r = 0,35$; $p < 0,001$). Os níveis séricos de lactato também apresentaram correlação positiva com o tempo de permanência na UTI ($r = 0,17$; $p = 0,04$). (Tabela 3)

Na análise de regressão logística ajustada para idade e sexo, os níveis séricos de lactato permaneceram associados à mortalidade na UTI. Para cada aumento de 1 mmol/L no nível de lactato, observou-se odds ratio (OR) de 1,35 (IC95% 1,06–1,72; $p = 0,02$). (Tabela 4)

Tabela 1 - Caracterização dos pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva, Brasil, 2022–2025.

VARIÁVEL	N	%
FAIXA ETÁRIA		
< 40 ANOS	10	6,53
41-50 ANOS	19	12,42
51-60 ANOS	39	25,49
61-70 ANOS	53	34,64
>70 ANOS	32	20,92

SEXO		
MASCULINO	88	57,52
FEMININO	64	41,83
NÃO INFORMADO	1	0,65
TOTAL		
	153	100,00

Fonte: CORTI AL, et al., 2026.

Idade: média 60,16 $\pm$ 12,26 anos; mediana 61 anos; mínimo 18 e máximo 82 anos.

Tabela 2 - Níveis séricos de lactato e Índice de Choque Diastólico segundo mortalidade na UTI, Brasil, 2022–2025

MORTALIDADE NA UTI	N	LACTATO (média $\pm$ DP)	ICD (média $\pm$ DP)
NÃO	138	3,05 $\pm$ 1,59	1,42 $\pm$ 0,37
SIM	15	4,26 $\pm$ 2,40	1,90 $\pm$ 0,54

6

Fonte: CORTI AL, et al., 2026.

Tabela 3 - Correlações entre Índice de Choque Diastólico, lactato sérico e variáveis clínicas, Brasil, 2022–2025.

VARIÁVEIS	R	P
ICD X LACTATO	0,34	<0,001
ICD X TEMPO PERMANÊNCIA NA UTI	0,26	<0,001
LACTATO X TEMPO DE PERMANÊNCIA NA UTI	0,17	0,04
ICD X DOSE DE NOREPINEFRINA	0,35	<0,001

Fonte: CORTI AL, et al., 2026.

Tabela 4 - Regressão logística para mortalidade na UTI segundo níveis séricos de lactato, Brasil, 2022–2025.

VARIÁVEL	COEFICIENTE	OR	IC95%	P
----------	-------------	----	-------	---

LACTATO (a cada 1 mmol/L)	0,35	1,35	1,06-1,72	0,02
---------------------------	------	------	-----------	------

Nota: Modelo ajustado para idade e sexo.

Fonte: CORTI AL, et al., 2026

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou correlação positiva e estatisticamente significativa entre o Índice de Choque Diastólico (ICD) e os níveis séricos de lactato na admissão à unidade de terapia intensiva (UTI) em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva. Esse achado sugere que os dois parâmetros podem fornecer informações complementares sobre alterações hemodinâmicas e metabólicas no período pós-operatório imediato. A associação observada também é compatível com a hipótese de que valores elevados de ICD estejam relacionados a alterações na perfusão tecidual e maior estresse metabólico.

Estudos anteriores demonstraram a utilidade clínica do ICD como marcador simples e prontamente disponível de instabilidade circulatória em pacientes críticos. Valores elevados de ICD foram associados a desfechos desfavoráveis e maior necessidade de vasopressores em diferentes populações de pacientes críticos (KIM DS, et al., 2022; OSPINA-TASCÓN GA, et al., 2020; ZHANG TN, et al., 2022). No presente estudo, a correlação positiva entre ICD e lactato sérico amplia esses achados ao demonstrar uma associação entre um marcador hemodinâmico obtido à beira-leito e um marcador metabólico utilizado na avaliação da perfusão tecidual.

O lactato sérico é amplamente utilizado como marcador de estresse metabólico e alterações da perfusão em pacientes criticamente enfermos. Na presente amostra, os pacientes que evoluíram a óbito apresentaram níveis mais elevados de lactato em comparação aos sobreviventes, resultado consistente com estudos que associam a hiperlactatemia pós-operatória a desfechos clínicos desfavoráveis em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca (HAJJAR LA, et al., 2013; HAKIM MZ, et al., 2024). A elevação do lactato após procedimentos cardíacos pode estar relacionada a diferentes mecanismos, incluindo alterações na oferta de oxigênio, resposta inflamatória, duração da circulação extracorpórea (CEC) e uso de fármacos vasoativos (DANTAS RAN, et al., 2024).

A correlação positiva entre ICD e dose de norepinefrina também demonstra associação entre o índice e a necessidade de suporte hemodinâmico no período pós-operatório. Pacientes

com valores mais elevados de ICD apresentaram maior necessidade de norepinefrina. Esse resultado é compatível com estudos que relacionam o ICD à necessidade de suporte vasopressor em pacientes com instabilidade hemodinâmica (KIM DS, et al., 2022). No contexto da cirurgia cardíaca, alterações inflamatórias associadas à circulação extracorpórea podem contribuir para disfunção vascular, vasoplegia e hipotensão, fatores que podem aumentar a necessidade de suporte vasopressor.

Além da mortalidade, ICD e lactato apresentaram correlação positiva com o tempo de permanência na UTI. Embora as correlações tenham sido de baixa magnitude, os resultados demonstram associação entre os marcadores avaliados nas primeiras horas após a cirurgia e a duração da permanência na UTI. A correlação observada para o ICD foi superior à identificada para o lactato, indicando uma associação mais acentuada entre o ICD e o tempo de permanência na UTI na presente amostra.

Na análise de regressão logística ajustada para idade e sexo, o lactato permaneceu independentemente associado à mortalidade na UTI. Para cada aumento de 1 mmol/L no nível sérico de lactato, houve aumento de 35% nas chances de mortalidade. Esse resultado é consistente com estudos que demonstraram associação entre níveis elevados de lactato no período perioperatório e maior mortalidade após cirurgia cardíaca (HAJJAR LA, et al., 2013; HAKIM MZ, et al., 2024). Entretanto, devido ao caráter observacional do estudo, não é possível estabelecer relação causal entre os níveis de lactato e a mortalidade.

A predominância de pacientes com idade superior a 60 anos também deve ser considerada na interpretação dos achados. Mais da metade da amostra encontrava-se nessa faixa etária, com média de idade de $60,16 \pm 12,26$ anos. A idade avançada pode estar relacionada à menor reserva fisiológica e à maior susceptibilidade a complicações perioperatórias. No entanto, a idade foi incluída como variável de ajuste na análise de regressão logística, permitindo considerar sua influência na associação entre lactato e mortalidade.

A avaliação conjunta do ICD e do lactato pode oferecer informações complementares durante o período pós-operatório imediato. O ICD pode ser calculado rapidamente a partir de parâmetros vitais rotineiramente disponíveis, enquanto o lactato fornece uma medida laboratorial relacionada ao estresse metabólico. A utilização simultânea desses parâmetros pode contribuir para a identificação de pacientes com alterações hemodinâmicas e metabólicas mais acentuadas. Entretanto, ainda são necessários estudos prospectivos para determinar se essa abordagem pode aprimorar a tomada de decisão clínica ou modificar os desfechos dos pacientes.

Este estudo apresenta algumas limitações. O delineamento retrospectivo e a realização em um único centro limitam a inferência causal e a generalização dos resultados. O uso de dados secundários também pode ter introduzido viés de informação. Além disso, potenciais fatores de confusão, como comorbidades prévias, complexidade cirúrgica, duração da CEC e escores de gravidade, não foram completamente controlados. O número relativamente pequeno de óbitos também pode ter limitado o poder estatístico da análise de mortalidade. Dessa forma, os resultados devem ser interpretados com cautela e considerados como geradores de hipóteses.

Estudos prospectivos, multicêntricos e com amostras maiores são necessários para validar a associação entre ICD e lactato sérico em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Pesquisas futuras também poderão determinar pontos de corte clinicamente relevantes para o ICD e avaliar se a utilização conjunta do ICD e do lactato pode melhorar a estratificação precoce do risco no período pós-operatório.

CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou associação positiva e estatisticamente significativa entre o Índice de Choque Diastólico (ICD) e os níveis séricos de lactato na admissão à unidade de terapia intensiva em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca eletiva. Valores mais elevados de ICD e lactato estiveram associados a maior tempo de permanência na unidade de terapia intensiva, enquanto o ICD apresentou correlação positiva com a dose de norepinefrina. Além disso, pacientes que evoluíram a óbito apresentaram valores mais elevados de ICD e lactato, e o lactato permaneceu independentemente associado à mortalidade após ajuste para idade e sexo. A avaliação conjunta desses parâmetros pode contribuir para a avaliação precoce das alterações hemodinâmicas e metabólicas no período pós-operatório imediato. Estudos prospectivos e multicêntricos são necessários para validar esses achados e avaliar a aplicabilidade clínica do ICD em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca.

REFERÊNCIAS

1. DANTAS RAN, et al. Factors associated with increased lactate levels in cardiac surgeries: scoping review. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 2024; 77(1): e20230117.
2. HAJJAR LA, et al. High lactate levels upon admission and after 24 hours are associated with increased mortality in cardiac surgery patients. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 2013; 28(3): 313-323.

3. HAKIM MZ, et al. Early mortality in cardiac surgery – Is lactate significant? *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 2024; 39(5): e20230245.
4. INDRARATNA K. Is the diastolic shock index of value in the intra operative management of cardiac surgical patients? *Journal of Critical Care*, 2024; 81: 154751.
5. KIM DS, et al. Prediction of vasopressor requirement among hypotensive patients with suspected infection: usefulness of diastolic shock index and lactate. *Clinical and Experimental Emergency Medicine*, 2022; 9(3): 176-186.
6. OSPINA-TASCÓN GA, et al. Diastolic shock index and clinical outcomes in patients with septic shock. *Annals of Intensive Care*, 2020; 10(1): 41.
7. ZHANG TN, et al. Evaluation of SI, MSI and DSI for very early (3-day) mortality in patients with septic shock. *European Journal of Medical Research*, 2022; 27(1): 227.