



ESTUDOS CLÍNICOS

Correlação entre saturação venosa central de oxigênio perioperatória e mortalidade em cirurgia cardíaca: estudo prospectivo observacional



César de Araujo Miranda ^{a,*}, José F.A. Meletti ^a, Laís H.N. Lima ^b
e Evaldo Marchi ^c

^a Faculdade de Medicina de Jundiaí, Disciplina de Anestesiologia, Jundiaí, SP, Brasil

^b Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina de Botucatu, Departamento de Anestesiologia, Botucatu, SP, Brasil

^c Faculdade de Medicina de Jundiaí, Jundiaí, SP, Brasil

Recebido em 27 de novembro de 2019; aceito em 18 de abril de 2020

Disponível na Internet em 18 de julho de 2020

PALAVRAS-CHAVE

Procedimentos de cirurgia cardíaca;
Mortalidade;
Cuidado perioperatório;
Análise de gases no sangue;
Cateterismo venoso

Resumo

Justificativa: A cirurgia cardíaca pode produzir déficit persistente na razão entre oferta de oxigênio (DO_2) e consumo de oxigênio (VO_2). A Saturação venosa central de Oxigênio ($SvcO_2$) é uma medida acessível e indireta da razão DO_2/VO_2 .

Objetivo: Monitorar a $SvcO_2$ perioperatória e avaliar sua correlação com a mortalidade em cirurgia cardíaca.

Método: Este estudo observacional prospectivo avaliou 273 pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Coletamos amostras de sangue para medir a $SvcO_2$ em três momentos: T0 (após indução anestésica), T1 (final da cirurgia) e T2 (24 horas após a cirurgia). Os pacientes foram divididos em dois grupos (sobreviventes e não sobreviventes). Os seguintes desfechos foram analisados: mortalidade intra-hospitalar, tempo de permanência na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e de internação hospitalar, e variação na $SvcO_2$.

Resultados: Dos 273 pacientes, 251 (92%) sobreviveram e 22 (8%) não. Houve queda significativa da $SvcO_2$ perioperatória nos sobreviventes ($T0 = 78,4 \pm 8,1\%$, $T1 = 75,4 \pm 7,5\%$ e $T2 = 68,5 \pm 9\%$; $p < 0,001$) e nos não sobreviventes ($T0 = 74,4 \pm 8,7\%$, $T1 = 75,4 \pm 7,7\%$ e $T2 = 66,7 \pm 13,1\%$; $p < 0,001$). No T0, a porcentagem de pacientes com $SvcO_2 < 70\%$ foi maior no grupo não sobrevivente (31,8% vs. 13,1%; $p = 0,046$) e a regressão logística múltipla mostrou que a $SvcO_2$ é um fator de risco independente associado ao óbito, $OR = 2,94$ (95% IC 1,10 – 7,89) ($p = 0,032$). O tempo de permanência na UTI e de hospitalização foi de $3,6 \pm 3,1$ e $7,4 \pm 6,0$ dias, respectivamente, e não foi significativamente associado à $SvcO_2$.

* Autor para correspondência.

E-mail: coord.anestesia@hufmj.com.br (C.A. Miranda).

KEYWORDS

Cardiac surgery procedures;
Mortality;
Perioperative care;
Blood gas analyses;
Venous catheterization

Conclusões: Valores precoces de $SvcO_2$ intraoperatória < 70% indicaram maior risco de óbito em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca. Observamos redução perioperatória da $SvcO_2$, com altos níveis no intraoperatório e mais baixos no pós-operatório.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Perioperative central venous oxygen saturation and its correlation with mortality during cardiac surgery: an observational prospective study**Abstract**

Background: Cardiac surgery can produce persistent deficit in the ratio of Oxygen Delivery (DO_2) to Oxygen Consumption (VO_2). Central venous oxygen Saturation ($ScvO_2$) is an accessible and indirect measure of DO_2/VO_2 ratio.

Objective: To monitor perioperative $ScvO_2$ and assess its correlation with mortality during cardiac surgery.

Methods: This prospective observational study evaluated 273 patients undergoing cardiac surgery. Blood gas samples were collected to measure $ScvO_2$ at three time points: T0 (after anesthetic induction), T1 (end of surgery), and T2 (24 hours after surgery). The patients were divided into two groups (survivors and nonsurvivors). The following outcomes were analyzed: intrahospital mortality, length of Intensive Care Unit (ICU) and hospital stay (LOS), and variation in $ScvO_2$.

Results: Of the 273 patients, 251 (92%) survived and 22 (8%) did not. There was a significant perioperative reduction of $ScvO_2$ in both survivors (T0 = $78\% \pm 8.1\%$, T1 = $75.4\% \pm 7.5\%$, and T2 = $68.5\% \pm 9\%$; $p < 0.001$) and nonsurvivors (T0 = $74.4\% \pm 8.7\%$, T1 = $75.4\% \pm 7.7\%$, and T2 = $66.7\% \pm 13.1\%$; $p < 0.001$). At T0, the percentage of patients with $ScvO_2 < 70\%$ was greater in the nonsurvivor group (31.8% vs. 13.1%; $p = 0.046$) and the multiple logistic regression showed that $ScvO_2$ is an independent risk factor associated with death, OR = 2.94 (95% CI 1.10 – 7.89) ($p = 0.032$). The length of ICU and LOS were 3.6 ± 3.1 and 7.4 ± 6.0 days respectively and was not significantly associated with $ScvO_2$.

Conclusions: Early intraoperative $ScvO_2 < 70\%$ indicated a higher risk of death. A perioperative reduction of $ScvO_2$ was observed in patients undergoing cardiac surgery, with high intraoperative and lower postoperative levels.

© 2020 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Justificativa

Um déficit persistente na razão entre a oferta de oxigênio (DO_2) e o consumo de oxigênio (VO_2) leva à falência de múltiplos órgãos e ao óbito.¹ A cirurgia cardíaca é um relevante fator de risco para esse déficit, pois pode aumentar o consumo de oxigênio e também causar hemorragia e disfunção do miocárdio.¹⁻³ Assim, o monitoramento da oxigenação tecidual é fundamental para garantir adequada perfusão nesse contexto.

A oxigenação tecidual pode ser indiretamente avaliada pela razão de extração de oxigênio, que é derivada da medida da saturação venosa mista (SvO_2).⁴ Como a SvO_2 é obtida por cateterismo da artéria pulmonar, a saturação venosa central de oxigênio ($SvcO_2$), medida na veia cava superior ou no átrio direito, tem sido sugerida como substituto confiável.^{5,6} Não obstante, o debate contínuo sobre a viabilidade desse substituto, a $SvcO_2$ é comumente empregada ao invés da SvO_2 porque atualmente o uso de cateteres de artéria pulmonar é desestimulado na literatura.⁷ Além disso, o cateter venoso central é menos

complexo, menos oneroso e é rotineiramente utilizado durante a cirurgia cardíaca.

O uso da $SvcO_2$ como parâmetro de otimização hemodinâmica ganhou importância após o estudo de Rivers et al. que estabeleceu valores de $SvcO_2$ acima de 70% como meta no tratamento de pacientes sépticos.⁸ No paciente de cirurgia cardíaca eletiva, alguns estudos indicam que níveis de $SvcO_2 < 70\%$ na admissão à Unidade de Terapia Intensiva (UTI) associam-se a um risco mais elevado de óbito.⁹ Outros autores sugerem que níveis de $SvcO_2 > 80\%$ apresentam maior risco de óbito do que níveis mais baixos.¹⁰ Entretanto, o nível intraoperatório normal de $SvcO_2$ ainda não foi definido.³ Além disso, a relação do nível de $SvcO_2$ em cada estágio perioperatório específico com mortalidade em cirurgia cardíaca não é totalmente compreendida; isso torna sua interpretação dependente do contexto.¹ Portanto, é necessário estudar minuciosamente as características e o comportamento dessa variável que é facilmente acessível, orienta o manejo do paciente e pode melhorar a perfusão tecidual perioperatória.

Este estudo teve como objetivo observar o nível perioperatório de $SvcO_2$ e sua correlação com a mortalidade em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca.

Método

Este estudo prospectivo, observacional e unicêntrico foi realizado entre Abril de 2015 e Janeiro de 2018. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina de Jundiaí e pelo Ministério da Saúde (n° 1.266.057), obedece aos padrões éticos da Declaração de Helsinque e segue todas as diretrizes do STROBE (sigla em inglês de Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology).

Foram incluídos pacientes adultos (> 18 anos) a serem submetidos a cirurgia cardíaca eletiva, como revascularização do miocárdio, substituição de válvula, ressecção de mixoma ou correção de aneurisma da aorta torácica. Solicitou-se a todos os participantes do estudo que assinassem termo de consentimento livre e esclarecido. Foram excluídos pacientes com infecções ou qualquer tipo de derivação arteriovenosa (comunicação interatrial ou interventricular, fístula arteriovenosa etc.) e aqueles que foram a óbito antes de completar 24 horas após a cirurgia ou tiveram acompanhamento pós-operatório incompleto.

A técnica de anestesia geral empregou infusão alvo controlada de sufentanil (modelo Gepts) com concentrações plasmáticas de $0,5 - 1,8 \text{ ng.mL}^{-1}$ (a dose de sufentanil foi decidida de acordo com o estímulo cirúrgico), etomidato, rocurônio, midazolam e sevoflurano. Os pacientes foram monitorados com traçado contínuo de ECG, oximetria de pulso, pressão arterial invasiva, capnografia, temperatura esofagáfrica e índice bispectral. Dobutamina, nitroprussiato de sódio e noradrenalina foram utilizados de acordo com a necessidade de cada paciente. Todos os pacientes foram admitidos na UTI enquanto ainda anestesiados e em ventilação pulmonar mecânica. A meta era remover o tubo endotraqueal dos pacientes dentro de 6 horas após a cirurgia.

Amostras de sangue venoso foram coletadas do cateter venoso central após a indução da anestesia, em três momentos do período perioperatório:

T0 – após indução anestésica com o paciente sob ventilação mecânica e antes do trauma cirúrgico;

T1 – ao final da cirurgia, com o paciente anestesiado e sob ventilação mecânica;

T2 – 24 horas após a cirurgia.

Os pacientes foram alocados em dois grupos: sobreviventes e não sobreviventes. Tendo em vista que, na literatura atual, alguns autores consideram $SvcO_2 < 70\%$ um fator de risco, enquanto outros consideram $SvcO_2 > 80\%$ como um risco ainda maior, esses dois grupos foram divididos em três subgrupos de acordo com os níveis de $SvcO_2$ nos três momentos: Normal (N) – $SvcO_2 70\% - 79,9\%$, Baixo (B) – $SvcO_2 < 70\%$ e Alto (A) – $SvcO_2 \geq 80\%$. As amostras foram coletadas com seringa BD A-Line® (Plymouth, Reino Unido) e analisadas com o sistema GEM® Premier 3500 (Werfen, MA, EUA). A calibração foi validada com o Multipak GEM® Calibration Validation Product (CVP) (Werfen, MA, EUA). As amostras foram analisadas imediatamente após a coleta, de acordo com o método recomendado pela equipe do laboratório de análises clínicas. Além da $SvcO_2$, os níveis de hemoglobina

e saturação arterial de oxigênio também foram medidos a partir de amostras de sangue arterial coletadas concomitantemente com as amostras de sangue venoso, uma vez que esses fatores também influenciam os níveis de $SvcO_2$.

Os seguintes desfechos foram analisados: variação perioperatória de $SvcO_2$, mortalidade intra-hospitalar durante a hospitalização vigente e tempo de internação na UTI e no hospital para os pacientes que sobreviveram.

Análise estatística

Considerando uma prevalência de mortalidade de 26%,¹¹ uma margem de erro (diferença absoluta) de 6% e uma probabilidade de erro tipo I (alfa) pré-definida em 5%, o tamanho da amostra resultou em 205 casos. Todos os pacientes que atenderam aos critérios de inclusão foram incluídos no presente estudo.

O software SPSS v.13.0 (IBM; Armonk, New York, Estados Unidos) foi utilizado para análise estatística, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). A idade foi comparada usando o teste *t* de Student para amostras independentes. O EuroSCORE II foi comparado pelo teste de Mann-Whitney. Analisamos as variáveis gênero e tipo de cirurgia empregando o teste Qui-Quadrado com correção de Yates para continuidade ou teste exato de Fisher.

Para comparar a $SvcO_2$ em T0, T1 e T2, análises multivariadas repetidas de variância (MANOVA) foram aplicadas separadamente para cada grupo. As comparações internas em pares entre os momentos foram realizadas usando o teste *t* de Student para grupos relacionados. Para a hemoglobina, o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar T0, T1 e T2, e o teste de Wilcoxon para comparação interna em pares entre os tempos. O teste Qui-Quadrado de Pearson foi aplicado para comparar a distribuição dos pacientes de acordo com o nível de $SvcO_2$ (baixo, normal e alto). O modelo de regressão logística múltipla foi aplicado considerando quatro variáveis independentes como possíveis preditores do óbito: $SvcO_2$, idade, hemoglobina e EuroSCORE II. Essas variáveis foram escolhidas por apresentarem resultados significantes. Ainda existem outras razões para a seleção dessas variáveis: a hemoglobina é um determinante importante da $SvcO_2$, além de ser uma variável que sabidamente influencia os resultados. A idade também foi avaliada porque mostrou diferença significativa entre os dois grupos. O EuroSCORE II foi utilizado por ser uma ferramenta que reúne diferentes características clínicas que fornecem risco de óbito e as transforma em dados objetivos e mensuráveis. Portanto, o objetivo de incluir essas variáveis foi avaliar se condições como anemia, idade e condição clínica foram fatores de confusão na análise da mortalidade. O critério para seleção de variáveis foi o *forward stepwise*, considerando valor de *p* de 0,05 para inclusão e 0,10 para exclusão de uma variável.

Resultados

Dos 300 pacientes elegíveis para este estudo, 14 foram perdidas de seguimento e 13 foram excluídos por vários motivos (fig. 1). Assim, a amostra final foi composta por 273 pacientes; destes, 251 (92%) sobreviveram e 22 (8%) não. Dos pacientes que não sobreviveram, 14 morreram por sepse,

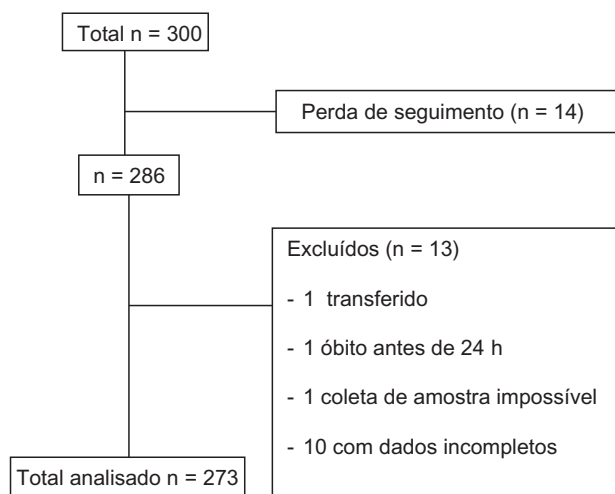


Figura 1 Alocação de pacientes.

2 por choque cardiogênico, 3 por fibrilação ventricular e 3 por morte súbita de causa desconhecida.

As cirurgias mais frequentes foram revascularização do miocárdio e substituição de válvula. Houve predomínio do sexo masculino nos grupos de sobreviventes e não sobreviventes (72,8% e 70%, respectivamente). A idade média foi menor no grupo sobrevivente ($57,4 \pm 11,8$ vs. $63,7 \pm 8,9$ anos; $p=0,015$). A média do EuroSCORE II foi maior no grupo não sobrevivente ($1,72\% \pm 1,02$ vs. $1,29\% \pm 1,79$; $p=0,004$) (tabela 1).

Os valores de $SvcO_2$ foram maiores em T0 e diminuíram de forma significativa ao longo do período estudado nos dois grupos ($p < 0,001$) (tabela 2). Não houve diferença significativa na $SvcO_2$ entre os grupos em nenhum dos momentos (T0, T1 ou T2). Com base nos resultados obtidos, foram estabelecidos os seguintes níveis normais médios de $SvcO_2$: 78% em T0; 75,4% em T1 e 68,5% em T2 (tabela 2).

De modo similar à $SvcO_2$, foi observada diminuição significativa nos valores de hemoglobina ao longo do tempo, tanto no grupo sobrevivente ($p < 0,001$) quanto no não sobrevivente ($p=0,002$) (tabela 3). Em relação à saturação arterial de oxigênio, não houve diferenças significantes entre os momentos ou entre os grupos.

A análise da distribuição dos pacientes em T0, de acordo com a categoria $SvcO_2$, mostrou proporção maior de pacientes com $SvcO_2$ baixa no grupo não sobrevivente comparado ao grupo sobrevivente (31,8% vs. 13,1%), enquanto a porcentagem de pacientes com $SvcO_2$ alta foi maior entre sobreviventes do que em não sobreviventes (43,8% vs. 27,3%) ($p=0,046$) (tabela 4). Para determinar o efeito da $SvcO_2$ na mortalidade e excluir fatores de confusão, realizamos análise utilizando modelo de regressão logística múltipla, avaliando as variáveis idade, $SvcO_2$, hemoglobina e EuroSCORE II. $SvcO_2 < 70\%$ após a indução foi um fator de risco independente associado à mortalidade: *Odds Ratio* (OR)=2,94 (95% IC 1,10 – 7,89) ($p=0,032$). A idade foi outro fator de risco independente também associado à mortalidade OR=1,05 (95% IC 1,01 – 1,10) ($p=0,023$) (tabela 5). De acordo com o modelo, $SvcO_2 > 80\%$ em T0 não teve associação com mortalidade. Não foram observadas diferenças significantes entre sobreviventes e não sobreviventes em T1 ou T2.

O tempo de internação na UTI e no hospital foi de $3,6 \pm 3,1$ e $7,4 \pm 6$ dias, respectivamente, e não foi significativamente associado aos níveis de $SvcO_2$.

Discussão

Os achados mais importantes deste estudo foram a associação entre $SvcO_2$ intraoperatória precoce $< 70\%$ e risco de óbito, enquanto $SvcO_2 > 80\%$ no mesmo período não representou maior risco de mortalidade.

Nesse contexto, Pearse et al.¹² mostraram que níveis reduzidos de $SvcO_2$ no pós-operatório estão associados de forma independente a complicações pós-operatórias. Igualmente, Pölonen et al. encontraram melhores resultados em pacientes nos quais a $SvcO_2$ manteve-se acima de 70% do momento da admissão na UTI até 8 horas após a cirurgia cardíaca.⁹ Analogamente ao observado na literatura, nosso estudo revelou achados intraoperatórios semelhantes aos relatados no pós-operatório, com proporção significativamente maior de pacientes com $SvcO_2$ intraoperatória $< 70\%$ no grupo não sobrevivente comparado ao grupo sobrevivente (31,8% vs. 13,1%; $p=0,046$, respectivamente). Portanto, considerando que o modelo de análise de regressão logística múltipla confirmou que a $SvcO_2 < 70\%$ após a indução anestésica é um fator de risco independente associado à mortalidade (OR=2,94; $p=0,032$), enfatizamos que pacientes com valores intraoperatórios iniciais abaixo de 70% necessitam de atenção para melhorar a perfusão tecidual. Assim, a otimização do volume sanguíneo, débito cardíaco e/ou hemoglobina deve ser considerada. Essa recomendação é baseada na equação de Fick, que afirma que a $SvcO_2$ é uma variável passiva determinada pela saturação arterial de oxigênio, hemoglobina, débito cardíaco e consumo de oxigênio.¹³

Os níveis mais baixos de $SvcO_2$ estão compreensivelmente associados a maior mortalidade em cirurgias cardíacas, porque são indicadores de anemia, hipovolemia, aumento das necessidades metabólicas ou disfunção miocárdica, todas condições reconhecidamente nocivas. No entanto, Balzer et al.¹⁰ mostraram que valores altos de $SvcO_2$ na admissão à UTI indicam um risco maior comparados a valores baixos de $SvcO_2$. Tal fato pode ser resultado da captação inadequada de oxigênio devido à vasoconstrição ou hipóxia citopática.^{1,13} Nossos resultados discordam desses achados e indicam que $SvcO_2 > 80\%$ em pacientes anestesiados não causa dano, uma vez que as análises univariadas mostraram que a proporção de pacientes com $SvcO_2$ alta em T0 foi maior entre os sobreviventes em comparação aos não sobreviventes (43,8% vs. 27,3%; $p=0,046$), e a análise de regressão logística múltipla não identificou $SvcO_2 > 80\%$ como fator de risco para mortalidade. Além disso, estudando apenas o tempo de internação na UTI, Balzer et al. não foram capazes de observar a tendência natural da $SvcO_2$, que é alta no final da cirurgia, tanto em sobreviventes como em não sobreviventes, devido aos efeitos residuais da anestesia. Assim, é impossível concluir, com base em uma única medida, se um nível alto de $SvcO_2$ na admissão na UTI é o resultado patológico da baixa captação de oxigênio ou apenas uma consequência favorável da anestesia. Portanto, é necessário monitorar a evolução da $SvcO_2$ e avaliar a oxigenação tecidual com base nos respectivos valores normais para cada

Tabela 1 Número de pacientes nos grupos Sobreviventes e Não sobreviventes segundo faixa etária (anos), EuroSCORE II (%) e tipo de cirurgia (n, [%])

	Número total	Sobreviventes	Não sobreviventes	p
Idade (anos ± DP)		57,4 ± 11,8	63,7 ± 8,9	0,015*
EuroSCORE II		1,29% ± 1,79	1,72% ± 1,02	0,004*
Revascularização do miocárdio sem circulação extracorpórea	83 (30,4%)	75 (29,9%)	8 (36,4%)	0,695
Revascularização do miocárdio com circulação extracorpórea	97 (35,5%)	90 (35,9%)	7 (31,8%)	0,883
Correção de aneurisma aórtico	3 (1,0%)	3 (1,2%)	0	> 0,999
Correção de aneurisma aórtico + Substituição de válvula aórtica	11 (4,0%)	10 (4,0%)	1 (4,5%)	> 0,999
Substituição de válvula Mitral	34 (12,5%)	29 (11,5%)	5 (22,7%)	0,168
Substituição de válvula aórtica	28 (10,3%)	27 (10,8%)	1 (4,5%)	0,710
Substituição de válvula aórtica + Mitral	7 (2,6%)	7 (2,8%)	0	> 0,999
Substituição de válvula aórtica + Revascularização do miocárdio	3 (1,1%)	3 (1,2%)	0	> 0,999
Correção de válvula mitral	6 (2,2%)	6 (2,4%)	0	> 0,999
Mixoma	1 (0,3%)	1 (0,4%)	0	> 0,999

A idade foi comparada usando o teste *t* de Student para amostras independentes. O EuroSCORE II foi comparado usando o teste de Mann-Whitney. Para o tipo de cirurgia, foi empregado o teste do Qui-Quadrado com a correção de Yates para continuidade ou o teste Exato de Fisher.

Tabela 2 Valores de SvcO₂ (nos momentos T0, T1, and T2) nos grupos Sobreviventes e Não sobreviventes

SvcO ₂	T0	T1	T2	Valor de p ^a
Sobreviventes (n = 251)	78,0 ± 8,1 ^b 78,0 (72,2 – 84,0)	75,4 ± 7,5 ^b 75,6 (70,6 – 80,0)	68,5 ± 9,0 69,0 (62,4 – 74,2)	< 0,001
Não sobreviventes (n = 22)	74,4 ± 8,7 ^c 76,1 (67,8 – 80,7)	75,4 ± 7,7 ^d 75,0 (70,7 – 82,2)	66,7 ± 13,1 65,4 (55,9 – 65,4)	< 0,001

^a MANOVA.

Sobreviventes: T0 > T1 e T2; T1 > T2 (^bp < 0,001); teste *t* para amostras pareadas.

Não sobreviventes: T0 > T2 (^cp = 0,036) e T1 > T2 (^dp = 0,028); teste *t* para amostras pareadas.

Nota: Os valores são apresentados como média ± desvio padrão; mediana (1° quartil; 3° quartil).

Tabela 3 Valores de Hemoglobina (g.dL⁻¹) (nos momentos T0, T1 e T2) nos grupos Sobreviventes e Não sobreviventes

Hb	T0	T1	T2	Valor de p ^a
Sobreviventes (n = 252)	12,9 ± 1,69 ^b 13,0 (11,8 – 14,0)	12,0 ± 1,69 ^b 11,8 (10,9 – 13,1)	10,7 ± 1,82 10,5 (9,6 – 11,7)	< 0,001
Não sobreviventes (n = 22)	11,9 ± 2,00 ^c 12,0 (10,7 – 13,5)	11,6 ± 1,68 ^d 11,6 (10,2 – 13,3)	10,1 ± 2,36 9,8 (8,8 – 11,2)	0,002

^a Kruskal-Wallis (distribuição não normal).

Sobreviventes: T0 > T1 e T2; T1 > T2 (^bp < 0,001); Wilcoxon para amostras pareadas.

Não sobreviventes: T0 > T2 (^cp = 0,001) e T1 > T2 (^dp = 0,014); Wilcoxon para amostras pareadas.

Nota: Os valores são apresentados como média ± desvio padrão; mediana (1° quartil; 3° quartil).

estágio perioperatório para evitar a interpretação errônea dos resultados.

Nossos achados mostraram diferentes valores de referência normais de SvcO₂ para cada estágio perioperatório e uma redução significativa desses níveis ao longo do período do estudo. Níveis mais altos foram observados em pacientes

anestesiados, enquanto níveis mais baixos predominaram no pós-operatório, tanto em sobreviventes como em não sobreviventes. Esse padrão de distribuição pode ser explicado pelas características de cada estágio.

O momento T0 é caracterizado por uma diminuição significativa no metabolismo e aumento da DO₂ proporcionada

Tabela 4 Valores de SvcO₂ no momento T0, distribuídos em 3 categorias: Baixo (SvcO₂ < 70%), Normal (SvcO₂ 70% – 79,9%), e Alto (SvcO₂ > 80%)

SvcO ₂	Baixo	Normal	Alto	Total	Valor de p ^a
Sobreviventes	33 (13,1%)	108 (43,0%)	110 (43,8%)	251	
Não sobreviventes	7 (31,8%)	9 (40,9%)	6 (27,3%)	22	0,046

^a Teste do Qui-Quadrado de Pearson.

Tabela 5 Variáveis associadas à mortalidade (modelo de Regressão Logística Múltipla^a; n = 269)

Variável	Coef	EP coef	OR	95% IC OR	p
Idade (anos)	0,052	0,023	1,05	1,01 – 1,10	0,023
SvcO ₂ (< 70%)	1,080	0,503	2,94	1,10 – 7,89	0,032
Constante	-5,799	1,463			< 0,001

^a Variáveis independentes: idade (anos); SvcO₂ em T0 (< 70%: 1; ≥ 70%: 0); Hemoglobina em T0 (< 13 g.dL⁻¹: 1; ≥ 13 g.dL⁻¹: 0); EuroSCORE II em T0, Erro Padrão (EP), Coeficiente (Coef), Odds Ratio (OR), Intervalo de Confiança (IC).

pela anestesia, aumentando a SvcO₂.¹⁴ Squarra et al.¹³ demonstraram relação inversamente proporcional entre VO₂ e SvcO₂, ou seja, quanto menor o VO₂, maior a SvcO₂. De acordo com a literatura, nossos resultados mostraram os maiores valores em T0 para sobreviventes e não sobreviventes (78% vs. 74,4%). Portanto, considerando que os valores mais altos são esperados no momento T0, baixos valores de SvcO₂ em T0 são indicativos de perfusão prejudicada.

A discreta, porém significativa, diminuição da SvcO₂ observada em T1 no grupo sobrevivente pode ser devido a um aumento do metabolismo secundário à resposta neuroendócrino-metabólica à agressão cirúrgica, ou a uma eventual disfunção miocárdica pós-operatória.¹ Estudando pacientes com insuficiência cardíaca, Jain et al. mostraram que o índice cardíaco está diretamente correlacionado à SvcO₂, ao observarem que índices cardíacos de 1,3 L.min⁻¹.m⁻², 2 L.min⁻¹.m⁻² e 2,3 L.min⁻¹.m⁻² resultaram em SvcO₂ de 30%, 59% e 60%, respectivamente.²

Os níveis mais baixos de SvcO₂ encontrados em T2 podem ser explicados por uma intensificação da resposta inflamatória, que aumenta a captação de oxigênio em um paciente cujo suprimento de oxigênio não é mais tão abundante quanto no intraoperatório. Esse fato também foi descrito por Pearse et al., que descobriram que a SvcO₂ oscila significativamente no pós-operatório e que a redução na SvcO₂ nem sempre é causada por diminuição na oferta de oxigênio, mas por aumento do consumo.¹⁵ Outro resultado importante é que níveis mais baixos de hemoglobina foram observados em T2. Segundo a equação de Fick, a hemoglobina é um fator essencial para a oxigenação tecidual e está diretamente correlacionada com SvcO₂,¹³ ou seja, quanto menor a hemoglobina, menor a SvcO₂.

Cada fase perioperatório possui peculiaridades que interferem na interpretação da SvcO₂. Portanto, é necessário identificar o parâmetro de referência normal para cada estágio. Entretanto, não há consenso sobre o valor normal de SvcO₂ durante o período intraoperatório,³ provavelmente porque esse é o período mais dinâmico e está sujeito a alterações na razão DO₂/VO₂ resultantes de alterações imprevisíveis no metabolismo, microcirculação, volume sanguíneo e função do miocárdio, afetando, assim, a padronização dos valores de referência normais. Além disso,

a SvcO₂ não é um número absoluto, mas resultado dinâmico de uma equação complexa que envolve vários aspectos do transporte e da utilização de oxigênio, dificultando a definição do ponto de corte exato.¹³ Além disso, Squarra ressalta que estabelecer um limiar de SvcO₂ como meta única, independentemente do contexto, pode causar resultados perigosos. Além disso, a maioria dos estudos focados na SvcO₂ analisa os valores de admissão na UTI sem avaliar os valores intraoperatórios.^{16,17} Em nosso estudo, os níveis normais médios em T0, T1 e T2 foram de 78%, 75,4% e 68,5% (p < 0,001), respectivamente, e esses valores poderiam ser utilizados como parâmetro aproximado de normalidade para esses momentos específicos, na população incluída no presente estudo.

Assim, valores inferiores a esses nos respectivos momentos podem indicar piora da oxigenação tecidual que deve ser investigada e tratada. É essencial enfatizar que a análise da oxigenação tecidual não deve ser baseada em uma única variável. A análise deve empregar o máximo de informação possível e considerar as variáveis hemodinâmicas macro e micro-circulatórias.

A identificação dos valores de referência normais de SvcO₂, para cada estágio perioperatório e a compreensão de como eles variam ao longo desse período, embora aproximados, facilita a interpretação precisa dos resultados. Isso, por sua vez, melhorará o plano de manejo e ajudará a definir terapias apropriadas, especialmente quando a monitorização de DO₂ e VO₂ não está disponível. Não obstante, é importante lembrar que, devido à dificuldade de definir o ponto de corte exato para diferentes contextos, o tratamento mais adequado tem por objetivo manter as variáveis determinantes da SvcO₂ dentro de intervalo aceitável.¹

A principal limitação do estudo foi a ausência de monitorização que estimasse parâmetros importantes como débito cardíaco, DO₂ e VO₂. Essa limitação é frequente para muitos anestesiológicos devido à ausência de equipamento. Assim, a avaliação indireta da oxigenação tecidual por meio da SvcO₂ deve ser incentivada como alternativa. Além disso, este estudo analisou um contexto cirúrgico específico cujas conclusões não devem ser extrapoladas para outros cenários. Um estudo multicêntrico que investigue a associação

de DO_2 e VO_2 com $SvcO_2$ em diferentes fases perioperatórias pode fornecer fundamento para melhor avaliar a perfusão tecidual e definir valores de $SvcO_2$ normais de referência com maior precisão. Além disso, houve discrepância entre os baixos valores do EuroSCORE II e a alta taxa de mortalidade. Mais do que isso, a análise de regressão múltipla mostrou que o EuroSCORE II, embora significativamente maior no grupo Não sobrevivente, não foi um fator de risco independente associado à mortalidade. Isso pode ser explicado pelo fato de o EuroSCORE II ter se tornado mais complexo e mal ajustado para prever a mortalidade em nosso país.¹⁸ Portanto, o Euroscore II pode não ser capaz de prever riscos para a nossa população com a mesma eficiência que ocorre nos países europeus; e isso pode ser uma limitação na estratificação do risco de mortalidade. Por fim, devido ao número de óbitos, o uso de mais de três variáveis na análise de regressão logística múltipla poderia superajustar o modelo estatístico, o que poderia ser uma limitação estatística. Mesmo assim, avaliamos as variáveis $SvcO_2$, idade, EuroSCORE II e hemoglobina por serem variáveis com considerável relevância clínica, conforme discutido anteriormente. Além disso, é importante destacar que os resultados encontrados foram significantes e consistentes com a literatura atual, corroborando as conclusões do presente estudo.

Conclusões

Em conclusão, níveis intraoperatórios de $SvcO_2 < 70\%$, observados alguns minutos após a indução anestésica, foram considerados fator de risco independente associado à mortalidade. Portanto, a identificação intraoperatória de nível baixo de $SvcO_2$ exige a otimização das variáveis que o definem, como hemoglobina, débito cardíaco, saturação arterial de oxigênio e consumo de oxigênio.

Por outro lado, $SvcO_2$ alta ao final da cirurgia pode ser interpretada como tendência natural dos pacientes anestesiados. Portanto, é essencial avaliar a evolução perioperatória da $SvcO_2$, em vez de uma única medida, obtida isoladamente na admissão à UTI.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Van Beest P, Wietasch G, Scheeren T, et al. Clinical Review: use of venous oxygen saturation as a goal – a yet unfinished puzzle. *Crit Care*. 2011;15:232.
2. Jain A, Shroff SG, Janicki JS, et al. Relation between Mixed venous oxygen and cardiac index: Nonlinearity and normalization for oxygen uptake and hemoglobin. *Chest*. 1991;99:1403–9.
3. Lobo SM, de Oliveira NE. Clinical review: What are the best hemodynamic targets for noncardiac surgical patients. *Crit Care*. 2013;17:210.
4. Silva ED, Perrino AC, Teruya A, et al. Brazilian Consensus on perioperative hemodynamic therapy goal guided in patients undergoing noncardiac surgery: fluid management strategy – produced by the São Paulo State Society of Anesthesiology (Sociedade de Anestesiologia do Estado de São Paulo – SAESP). *Rev Bras Anesthesiol*. 2016;66:557–71.
5. Reinhart K, Kuhn HJ, Hartog C, et al. Continuous central venous and pulmonary artery oxygen saturation monitoring in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2004;30:1572–8.
6. Reinhart K, Rudolph T, Bredle DL, et al. Comparison of central-venous to mixed-venous oxygen saturation during changes in oxygen supply/demand. *Chest*. 1989;95:1216–21.
7. Marik PE. Obituary: pulmonary artery catheter 1970 to 2013. *Ann Intensive Care*. 2013;3:38.
8. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med*. 2001;345:1368–77.
9. Pölonen P, Ruokonen E, Hippeläinen M, et al. A prospective, randomized study of goal-oriented therapy in cardiac surgery patients. *Anesth Analg*. 2000;90:1052–9.
10. Balzer F, Sander M, Simon M, et al. High central venous saturation is associated with increased organ failure and long-term mortality – an observational cross-sectional study. *Crit Care*. 2015;19:168.
11. Silva Junior JM, Oliveira AMRR, Morais SZ, et al. Influence of central venous oxygen saturation on in-hospital mortality of surgical patients. *Rev Bras Anesthesiol*. 2010;60:593–602.
12. Pearse R, Rhodes A. Mixed and central venous oxygen saturation. In: Vincent JL, editor. *Yearbook of Intensive Care and Emergency Medicine*. ed. Berlin: Springer; 2005. p. 592–602.
13. Squara P. Central venous oxygenation: When physiology explains apparent discrepancies. *Crit Care*. 2014;18:579.
14. Hayes MA, Timmins AC, Yau EH, et al. Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. *N Engl J Med*. 1994;330:1717–22.
15. Pearse R, Dawson D, Fawcett J, et al. Changes in central venous saturation after major surgery, and association with outcome. *Crit Care*. 2005;9:R694–9.
16. Holm J, Hakanson E, Vanky F, et al. Mixed venous oxygen saturation predicts short- and long-term outcome after coronary artery bypass grafting surgery: a retrospective cohort analysis. *Br J Anaesth*. 2011;107:344–50.
17. Holm J, Hakanson RE, Vanky F, et al. Mixed venous oxygen saturation is a prognostic marker after surgery for aortic stenosis. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2010;54:589–95.
18. Lisboa LAF, Mejia OAV, Moreira LFP, et al. EuroSCORE II e a importância de um modelo local InsCor e o futuro SP-SCORE. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2014;29:1–8.