

Associação da Mecânica Respiratória com a Oxigenação e Duração da Ventilação Mecânica no Pós-Operatório de Cirurgia Cardíaca

Association of Respiratory Mechanics with Oxygenation and Duration of Mechanical Ventilation After Cardiac Surgery

André Luiz Lisboa Cordeiro,¹ Livia Freire de Lima Oliveira,² Thaynã Caribé Queiroz,² Verena Lourranne Lima de Santana,² Thiago Araújo de Melo,³ André Raimundo Guimarães,⁴ Bruno Prata Martinez⁵

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública;¹ Salvador, BA - Brasil

Faculdade Nobre;² Feira de Santana, BA - Brasil

Universidade Salvador;³ Salvador, BA - Brasil

Incardio Instituto Nobre de Cardiologia;⁴ Feira de Santana, BA - Brasil

Universidade do Estado da Bahia (UNEB);⁵ Salvador, BA - Brasil

Resumo

Fundamentos: A ventilação mecânica (VM) e a circulação extracorpórea (CEC) estão associadas a um declínio da mecânica pulmonar que pode impactar as trocas gasosas.

Objetivo: Avaliar o impacto da mecânica pulmonar sobre a duração da VM e trocas gasosas no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Métodos: Estudo de coorte realizado com pacientes submetidos a cirurgia cardíaca. Todos os pacientes foram submetidos a avaliação da mecânica pulmonar (complacência estática e resistência das vias aéreas) e gasometria arterial assim que admitidos à unidade de terapia intensiva (UTI) e foram acompanhados até o momento da extubação e, em seguida, até a alta hospitalar. Para correlacionar as variáveis preditoras com o desfecho, foi utilizado o teste de Pearson. Valores de $p < 0,05$ foram considerados significativos.

Resultados: O estudo incluiu 50 pacientes (46 mulheres, 52%), com idade média de $57,5 \pm 13,5$ anos. A duração da VM foi de $7,7 \pm 3,0$ horas, a complacência estática foi de $35,5 \pm 9,1$ cm H₂O, a resistência foi de $6,0 \pm 2,3$ cm H₂O, a duração média de estadia na UTI foi de $2,9 \pm 1,1$ dias e o índice de oxigenação foi de $228,0 \pm 33,4$ mmHg. Não houve uma correlação significativa entre a duração da VM e a complacência estática ($p = 0,73$), porém houve uma forte correlação entre a complacência estática e as trocas gasosas ($r = 0,8$, $p < 0,001$).

Conclusão: A mecânica pulmonar apresenta forte correlação com as trocas gasosas e fraca correlação com a duração da VM no pós-operatório de cirurgia cardíaca. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(3)244-249)

Palavras-chave: Respiração Artificial, Oxigenação, Cirurgia Torácica, Procedimentos Cirúrgicos Cardíacos, Cuidados Pós Operatórios.

Abstract

Background: Mechanical ventilation (MV) and extracorporeal circulation (ECC) are associated with a decline in pulmonary mechanics that may affect gas exchange.

Objective: To evaluate the impact of pulmonary mechanics on MV duration and gas exchange in the postoperative period of cardiac surgery.

Methods: This was a cohort study in patients undergoing cardiac surgery. All patients underwent evaluation of pulmonary mechanics (static compliance and airway resistance) and arterial blood gas analysis upon admission to the intensive care unit (ICU) and were followed up until extubation and hospital discharge.

Results: The study included 50 patients (46 women, 52%) with a mean age of 57.5 ± 13.5 years. The MV duration was 7.7 ± 3.0 hours, static compliance was 35.5 ± 9.1 cm H₂O, resistance was 6.0 ± 2.3 cm H₂O, mean length of ICU stay was 2.9 ± 1.1 days, and oxygenation index was 228.0 ± 33.4 mmHg. No significant correlation was found between MV duration and static compliance ($p = 0.73$), but a strong correlation was found between static compliance and gas exchange ($r = 0.8$ and $p < 0.001$).

Conclusion: Pulmonary mechanics have a strong correlation with gas exchange and a weak correlation with MV duration after cardiac surgery. (Int J Cardiovasc Sci. 2018;31(3)244-249)

Keywords: Respiration, Artificial; Oxygenation; Thoracic Surgery; Cardiac Surgical Procedures; Postoperative Care.

Full texts in English - <http://www.onlinejcs.org>

Correspondência: André Luiz Lisboa Cordeiro

Rua Japão, nº 94. CEP: 44052-022, Caseb, Feira de Santana, BA - Brasil.

E-mail: andrelisboacordeiro@gmail.com

Introdução

A cirurgia cardíaca é uma forma de tratamento de patologias coronarianas e miocárdicas que visa aumentar a sobrevida e a qualidade de vida do paciente. Porém, este tipo de cirurgia está relacionado a efeitos deletérios sobre os principais sistemas corporais, como os sistemas cardiovascular, nervoso central, digestivo, renal e respiratório.¹ Neste contexto, as complicações pulmonares emergem como uma causa importante de aumento da morbimortalidade no pós-operatório.²

Pacientes submetidos a cirurgia cardíaca permanecem em ventilação mecânica (VM) no pós-operatório imediato até despertarem adequadamente e apresentarem boa estabilidade respiratória e hemodinâmica.^{3,4} Em alguns casos, a duração da internação é ainda maior e o paciente pode permanecer no leito por vários dias, frequentemente devido à necessidade de utilização de drogas vasoativas.

As complicações ocasionadas pela cirurgia cardíaca ocasionam alteração multifatorial da função pulmonar, incluindo colapso alveolar, diminuição da capacidade residual funcional, retenção de secreção e piora da efetividade da tosse.^{5,6}

Quando a intervenção fisioterapêutica é prescrita corretamente durante o pré-operatório e o pós-operatório de cirurgia cardíaca, proporciona grandes benefícios para pacientes cardíacos e pode reduzir substancialmente a ocorrência de complicações nesses períodos. Estes benefícios potenciais tornam indispensável a inclusão do profissional de fisioterapia no ambiente hospitalar. Porém, ainda são escassas na literatura as informações acerca do impacto da alteração da mecânica respiratória sobre a duração da VM invasiva (VMI) e se isso levaria a um aumento do tempo de permanência na unidade de terapia intensiva (UTI).

Com base nestas considerações, este estudo teve por objetivo avaliar a associação entre a mecânica respiratória com a oxigenação e a duração da VMI e de internação na UTI em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Métodos

Trata-se de um estudo do tipo coorte prospectivo conduzido com pacientes internados no Instituto Nobre de Cardiologia / Santa Casa de Misericórdia no período de fevereiro a junho de 2016. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Nobre (CAAE 51208115.1.0000.5654) e todos

os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido no período pré-operatório.

Os critérios de inclusão foram indivíduos de ambos os gêneros, com idade de 18 anos ou mais, submetidos a procedimentos de cirurgia cardíaca (revascularização miocárdica [RM], troca de valva aórtica e/ou mitral e correção de doenças cardíacas), que realizaram esternotomia e foram submetidos a circulação extracorpórea (CEM) sob VMI no pós-operatório imediato. Os critério de exclusão foram (a) instabilidade hemodinâmica com necessidade de drogas vasopressoras em alta concentração, (b) mecânica respiratória não avaliável (por exemplo, interação com a VM), (c) evolução para óbito durante o período na UTI, (d) necessidade de sedação por mais de 48 horas, (e) ausência de cateter arterial para coleta de amostra de sangue e (f) recusa à participação na pesquisa e à assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Os pacientes que preencheram os critérios de inclusão foram avaliados no momento de entrada na UTI, logo após saírem do centro cirúrgico. Após os primeiros cuidados da equipe de saúde, o fisioterapeuta plantonista avaliava a mecânica ventilatória e obtinha as medidas de pressão de pico e platô, complacência estática do sistema respiratório e resistência das vias aéreas a partir do ventilador (Vela, Viasys Healthcare, Critical Care Division, Palm Springs, CA, EUA).

Durante essa avaliação, os pacientes permaneciam em decúbito dorsal com cabeceira elevada a um mínimo de 30°, ainda sob efeito da anestesia cirúrgica, recebendo ventilação sob modo volume controlado (6 mL/kg) com fluxo inspiratório de 40 L/min, frequência respiratória de 15 mpm, tempo de pausa de 1 segundo, fração inspirada de oxigênio (FiO₂) de 100% e pressão positiva ao final da expiração (PEEP) de 5 cm H₂O. Para o cálculo da complacência estática, foi utilizada a fórmula volume corrente / (pressão de platô - PEEP) e para o cálculo da resistência, a fórmula (pressão de pico - pressão de platô) / fluxo.

Imediatamente após a avaliação da mecânica ventilatória, o médico plantonista coletava uma amostra de sangue arterial através de um cateter inserido na artéria radial. A amostra era analisada por um hemogasômetro e eram anotados os dados relacionados à pressão arterial de oxigênio (PaO₂) e FiO₂. Os níveis de PaO₂ eram divididos pelos níveis de FiO₂ para obtenção do índice de oxigenação.

Após essas avaliações, o paciente continuava a receber suporte de acordo com procedimentos de rotina da

unidade, incluindo a manutenção de estratégias para desmame e decisão sobre a alta para a enfermaria. Os pesquisadores não interferiam sobre as decisões, apenas anotavam a duração da VMI (da admissão na UTI até a extubação) e de internação na UTI.

Análise estatística

A análise foi realizada com o programa SPSS 20.0 e os dados estão representados como média e desvio padrão. A normalidade foi analisada com o teste de Kolmogorov-Smirnov. As variáveis categóricas foram analisadas com o teste do qui-quadrado e as variáveis numéricas (duração da VMI, tempo de permanência na UTI, complacência estática, resistência e trocas gasosas) com o teste de correção de Pearson. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

Resultados

Entre fevereiro e junho de 2016, foram internados 64 pacientes para realização de cirurgia cardíaca. Destes, 14 foram excluídos do estudo por mecânica ventilatória não avaliável (10 pacientes) ou por recusarem assinar o termo de consentimento (4 pacientes). Portanto, foram incluídos 50 pacientes (dos quais 52% eram mulheres) com média de idade de $57,5 \pm 13,5$ anos que realizaram cirurgia cardíaca no Instituto Nobre de Cardiologia / Santa Casa de Misericórdia em Feira de Santana, Bahia (Brasil).

A Tabela 1 apresenta as características dos pacientes incluídos no estudo.

A complacência estática média foi de $35,5 \pm 9,1$ cm H₂O, a resistência média das vias aéreas foi de $6,0 \pm 2,3$ cm H₂O e o tempo médio de estadia na UTI foi de $2,9 \pm 1,1$ dias.

Não foi encontrada uma correlação significativa entre a duração da VMI com a complacência estática e a resistência ($p = 0,73$ e $p = 0,51$, respectivamente) (Tabela 2).

A Tabela 3 evidencia a complacência estática e a resistência em função do tempo de internamento na UTI, analisados com o teste de Spearman. Também não foi observada uma relação estatisticamente significativa nesta análise ($p = 0,83$ e $p = 0,98$, respectivamente).

Por outro lado, foi verificada uma forte correlação entre a complacência estática e as trocas gasosas ($228,0 \pm 33,4$, $r = 0,8$, $p < 0,001$) (Figura 1).

Tabela 1 - Dados clínicos, demográficos e cirúrgicos dos pacientes submetidos a cirurgia cardíaca

Variáveis	Média/DP	N (%)
Idade (anos)	57 ± 13	
Gênero		
Masculino		24 (48)
Feminino		26 (52)
Tipo de cirurgia		
RM		37 (74)
Troca valvar		12 (24)
Correção de malformações congênitas		1 (2)
Duração da CEC (minutos)	72 ± 22	
Duração da VM (horas)	8 ± 3	
PaO ₂ / FiO ₂	$228,0 \pm 33,4$	
Extubação bem-sucedida		50 (100)

DP: desvio padrão; N: número de pacientes; RM: revascularização do miocárdio; VM: ventilação mecânica; CEC: circulação extracorpórea; PaO₂: pressão arterial de oxigênio; FiO₂: fração inspirada de oxigênio.

Tabela 2 - Análise da mecânica ventilatória e a duração da ventilação mecânica invasiva (VMI) em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca

Variável	
Complacência estática (cm H ₂ O)	$35,5 \pm 9,1$
Duração da VMI (horas)	8 ± 3
p ^a	0,73
Resistência (cm H ₂ O)	$6,0 \pm 2,3$
Duração da VMI (horas)	8 ± 3
p ^a	0,51

Dados apresentados como média \pm desvio padrão. ^aTeste de Pearson.

Discussão

Os resultados deste estudo mostram que a mecânica ventilatória (complacência estática e resistência) não influenciou a duração da VMI e o tempo de permanência na UTI. Por outro lado, a complacência estática

apresentou uma forte correlação com as trocas gasosas no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Para Arcênio et al.,⁷ a anestesia e determinadas cirurgias predispoem o paciente a alterações na mecânica respiratória, volumes pulmonares e trocas gasosas. A cirurgia cardíaca, um procedimento considerado de grande porte, pode

Tabela 3 - Análise da mecânica ventilatória e do tempo de internamento na unidade de terapia intensiva (UTI) em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca

Variável	
Complacência estática (cm H ₂ O)	35,5 ± 9,1
Tempo de UTI (dias)	2,9 ± 1,1
p*	0,83
Resistência (cm H ₂ O)	6,0 ± 2,3
Tempo de UTI (dias)	2,9 ± 1,1
p*	0,98

Dados apresentados como média ± desvio padrão. *Teste de Spearman.

desencadear no pós-operatório alterações respiratórias relacionadas a diversos fatores, como função pulmonar e cardíaca no pré-operatório, utilização de circulação extracorpórea (CEC) e grau de sedação.

Segundo Badenes et al.,⁸ a cirurgia cardíaca associada à VM no pós-operatório causa significativa alteração estrutural e funcional a nível pulmonar devido ao processo inflamatório também associado à CEC, o que gera redução da complacência do sistema respiratório. No presente estudo, não foi possível realizar previamente à cirurgia uma avaliação dos parâmetros da função pulmonar.

Levando em consideração o declínio pulmonar que ocorre após cirurgia cardíaca, Auler Jr et al.⁹ investigaram o efeito da PEEP sobre a mecânica respiratória em pacientes submetidos a revascularização cardíaca. Os autores aplicaram diferentes níveis de PEEP (0, 5, 10 e 15 cm H₂O) e demonstraram que com o aumento da pressão positiva, houve uma diminuição da resistência das vias aéreas e da elastância. Vale ressaltar que, no presente estudo, todos os pacientes tiveram a PEEP pré-estabelecida em 5 cm H₂O e uma baixa resistência também foi observada com a média de 6 cm H₂O.

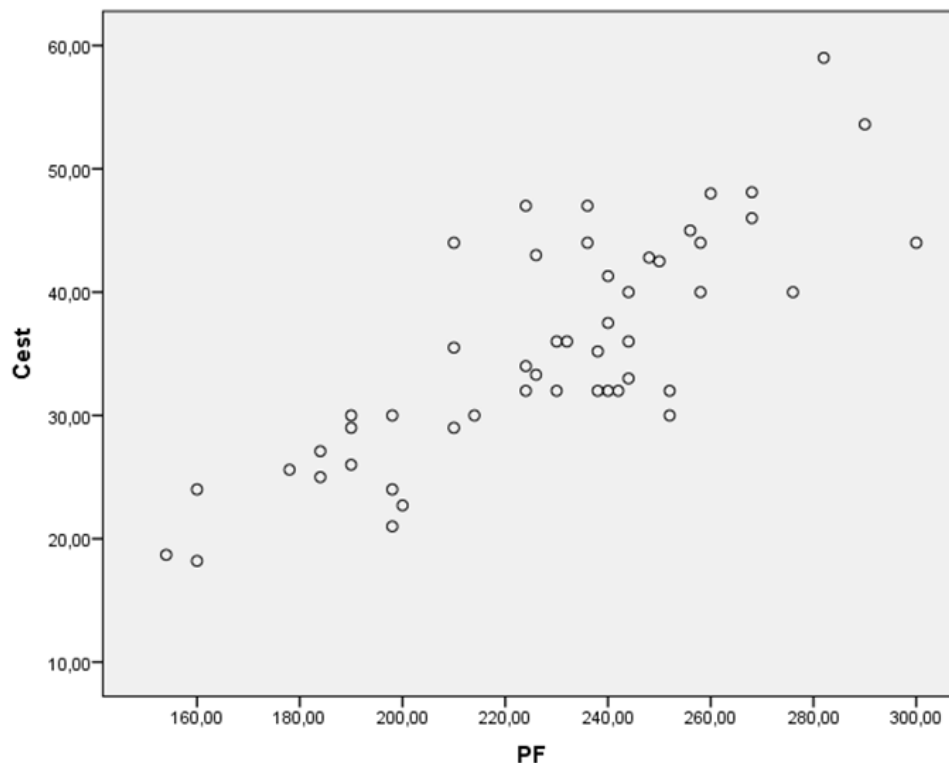


Figura 1 - Correlação entre complacência estática e trocas gasosas.

Outro fator que pode aumentar o tempo de permanência do paciente na VMI e na UTI é a duração intraoperatória da CEC. Canver & Chanda¹⁰ observaram que a CEC é um fator independente para insuficiência respiratória pós-operatória, o que consequentemente leva a um aumento da duração da VMI e de estadia na UTI. Na tentativa de reduzir o impacto da CEC sobre a função pulmonar, Figueiredo et al.,¹¹ avaliaram 30 pacientes no pós-operatório de RM com o intuito de verificar o impacto da pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) sobre as trocas gasosas durante a CEC e mostraram que não houve melhora duradoura com a utilização da CEC a 10 cm H₂O.

As causas de falha na retirada da VM em pacientes submetidos a cirurgia cardíaca estão relacionadas sobretudo à presença de disfunção cardíaca e tempo prolongado de CEC. A duração da CEC é um dos principais fatores a retardar o desmame da VM após cirurgia cardíaca, devido ao importante distúrbio fisiológico causado pela resposta inflamatória ao circuito extracorpóreo.¹² Em um estudo conduzido por Nozawa et al.,¹² a complacência pulmonar estática esteve alterada, apresentando valores abaixo do normal, mas este parâmetro não foi suficientemente sensível para identificar o prognóstico dos pacientes em relação ao desmame da VM. A resistência das vias aéreas esteve aumentada em todos os pacientes; porém, não se observou diferença significativa entre os pacientes que evoluíram para independência da VM e os que evoluíram para insucesso no desmame.

Em relação às trocas gasosas, verificou-se no presente estudo que quanto menor a complacência estática, menor o índice de oxigenação. Rodrigues et al.,¹³ avaliaram 942 pacientes a fim de verificar os fatores associados à disfunção das trocas após cirurgia cardíaca e observaram que a presença de pneumonia, arritmia cardíaca e hemoterapia apresentou correlação com essa disfunção. Outros autores demonstraram que o índice de massa corpórea e o tabagismo podem estar associados à hipoxemia, que por sua vez tem relação com um declínio da complacência pulmonar.^{14,15}

Como alternativa para corrigir essa piora da complacência pulmonar, Lima et al.,¹⁶ pesquisaram o impacto de diferentes níveis de PEEP sobre as trocas gasosas em pacientes submetidos a cirurgia de RM. Os autores avaliaram 78 indivíduos divididos em três grupos conforme o valor da PEEP (5, 8 e 10 cm H₂O) e observaram que mudanças no valor da PEEP não interferem nas trocas. Quando os autores analisaram o

grupo que recebeu PEEP de 5 cm H₂O (valor idêntico ao utilizado no presente estudo), observaram um valor médio de 320,5 ± 65,0 mmHg, enquanto no estudo atual a média foi de 228,0 ± 33,4 mmHg.

As limitações do presente estudo incluem a falta de avaliação das comorbidades apresentadas pelos pacientes incluídos na análise. Outra limitação foi a ausência de informação sobre a complacência estática, resistência e trocas gasosas no pré-operatório.

Conclusão

Com base nos resultados deste estudo, concluímos que a mecânica pulmonar apresenta uma forte correlação com as trocas gasosas e uma fraca correlação com a duração da VM no pós-operatório de cirurgia cardíaca.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Oliveira LFL, Queiroz TC, Santana VLL, Cordeiro ALL. Obtenção de dados: Oliveira LFL, Queiroz TC, Santana VLL. Análise e interpretação dos dados: Cordeiro ALL, Melo TA. Análise estatística: Cordeiro ALL, Melo TA. Redação do manuscrito: Oliveira LFL, Queiroz TC, Santana VLL, Cordeiro ALL. Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Melo TA, Guimarães AR, Martinez BP.

Potencial Conflito de Interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade Nobre sob o número de protocolo 1.405.817. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Referências

1. Umeda IK. Manual de fisioterapia na reabilitação cardiovascular. São Paulo: Editora Manole; 2006. ISBN: 852041477x.
2. Padovani C, Cavenaghi OM. Alveolar recruitment in patients in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2011;26.1:116-21. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382011000100020>.
3. Barbosa e Silva MG, Borges DL, Costa Mde A, Baldez TE, Silva LN, Oliveira RL, et al. Application of mechanical ventilation weaning predictors after elective cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2015;30(6):605-9. doi: [10.5935/1678-9741.20150076](https://doi.org/10.5935/1678-9741.20150076).
4. Gonçalves JQ, Martins RC, Andrade AP, Cardoso FP, Melo MH. Weaning from mechanical ventilation process at hospitals in Federal District. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2007;19(1):38-43. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-507X2007000100005>
5. Hachenberg T, Tenling A, Rothen HU, Nyström SO, Tyden H, Hedenstierna G. Thoracic intravascular and extravascular fluid volumes in cardiac surgical patients. *Anesthesiology.* 1993;79(5):976-84. PMID: 8239016.
6. Babik B, Asztalos T, Petak F, Deak Z, Hantos Z. Changes in respiratory mechanics during cardiac surgery. *Anesth Analg.* 2003;96(5):1280-7. PMID: 12707120.
7. Arcênio L, Souza M, Bortolin B, Fernandes A, Rodrigues A, Evora P. Pre- and postoperative care in cardiothoracic surgery: a physiotherapeutic approach. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(3):400-10. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382008000300019>.
8. Badenes R, Lozano A, Belda FJ. Postoperative pulmonary dysfunction and mechanical ventilation in cardiac surgery. *Crit Care Res Pract.* 2015;2015:420513. doi: [10.1155/2015/420513](https://doi.org/10.1155/2015/420513).
9. Auler JO Jr, Carmona MJ, Barbas CV, Saldiva PH, Malbouisson LM. The effects of positive end-expiratory pressure on respiratory system mechanics and hemodynamics in postoperative cardiac surgery patients. *Braz J Med Biol Res.* 2000;33(1):31-42. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2000000100005>.
10. Canver CC, Chanda J. Intraoperative and postoperative risk factors for respiratory failure after coronary bypass. *Ann Thorac Surg.* 2003;75(3):853-7. PMID: 12645706.
11. Figueiredo LC, Araújo S, Abdala RC, Abdala A, Guedes CA. CPAP at 10 cm H2 O during cardiopulmonary bypass does not improve postoperative gas exchange. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(2):209-15. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-76382008000200010>
12. Nozawa E, Kobayashi E, Matsumoto ME, Feltrim MI, Carmona MJ, Auler Júnior JO. Assessment of factors that influence weaning from long-term mechanical ventilation after cardiac surgery. *Arq Bras Cardiol.* 2003;80(3):301-5. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2003000300006>.
13. Rodrigues CD, Moreira MM, Lima NM, Figueiredo LC, Falcão AL, Petrucci Junior O, et al. Risk factors for transient dysfunction of gas exchange after cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2015;30(1):24-32. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20140103>.
14. Santos NP, Mitsunaga RM, Borges DL, Costa MA, Baldez TE, Lima IM, et al. Factors associated to hypoxemia in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2013;28(3):364-70. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1678-9741.20130056>.
15. Oliveira DC, Oliveira Filho JB, Silva RF, Moura SS, Silva DJ, Egito ES, et al. Sepsis in the postoperative period of cardiac surgery: problem description. *Arq Bras Cardiol.* 2010;94(3):332-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0066-782X2010000300012>.
16. Lima RO, Borges DL, Costa MA, Baldez TE, Silva MG, Sousa FA, et al. Relationship between pre-extubation positive end-expiratory pressure and oxygenation after coronary artery bypass grafting. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2015;30(4):443-8. doi: [10.5935/1678-9741.20150044](https://doi.org/10.5935/1678-9741.20150044).

