

Fisioter Bras 2019;20(5):668-74
<https://doi.org/10.33233/fb.v20i5.2734>

ARTIGO ORIGINAL

Ventilação não invasiva no pós-operatório imediato de revascularização do miocárdio *Non-invasive ventilation in the immediate postoperative period of myocardial revascularization*

Nayara dos Santos Jachetto, Ft.*, Tayná Antoniassi Reis, Ft.*, Veridiana Ferreira Fahra, Ft.**,
Lucas Lima Ferreira, Ft. M.Sc.***

União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO)*, *Supervisora do setor de estágio Santa Casa de Misericórdia, Curso de Fisioterapia, União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO)*, ****Coordenador e Docente do curso de Fisioterapia, União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO)*

Recebido em 9 de janeiro de 2019; aceito em 5 de setembro de 2019.

Correspondência: Lucas Lima Ferreira, Rua Dr. Eduardo Nielsem, 960, 15030-070 São José do Rio Preto SP

Lucas Lima Ferreira: lucas_lim21@hotmail.com
Nayara dos Santos Jachetto: nay.jachetto@yahoo.com.br
Tayná Antoniassi Reis: tayna_reis08@hotmail.com
Veridiana Ferreira Fahra: verifahra15@gmail.com

Resumo

Introdução: A ventilação não invasiva (VNI) é utilizada como suporte no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio (CRM). **Objetivo:** Avaliar as trocas gasosas e repercussões hemodinâmicas da VNI aplicada no pós-operatório imediato (POi) de CRM. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico não randomizado com 38 cardiopatas, internados em um hospital escola, ambos os gêneros, selecionados por conveniência, submetidos à CRM. Foram constituídos dois grupos: grupo experimental (GE) que recebeu um protocolo de VNI no modo BiPAP® mais fisioterapia respiratória convencional (FRC), e grupo controle (GC) que recebeu apenas FRC. Foram coletadas variáveis sociodemográficas, comorbidades, tempo de internação na UTI e na enfermaria, variáveis hemodinâmicas: frequência cardíaca (FC) e respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), média (PAM), saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e gasometria arterial. Foi aplicado teste t não pareado ou teste de Mann-Whitney. **Resultados:** Observou-se que o GE apresentou maior idade ($p = 0,04$) e houve prevalência do sexo masculino em ambos os grupos. O GE apresentou menor PAD ($p = 0,009$) no POi em comparação ao GC. **Conclusão:** A VNI aplicada no POi de CRM causou diminuição na pressão arterial diastólica. Os pacientes que não receberam VNI apresentaram piora da oxigenação do POi para o primeiro dia pós-operatório.

Palavras-chave: cirurgia cardíaca, cardiopatias, ventilação não invasiva, fisioterapia.

Abstract

Introduction: Noninvasive ventilation (NIV) is used as a support in the postoperative period of myocardial revascularization surgery (MRS). **Objective:** To evaluate the gas exchange and hemodynamic repercussions of NIV applied in the immediate postoperative period (IPO) of MRS. **Methods:** Non-randomized clinical trial of 38 cardiac patients admitted to a school hospital, both genders, selected for convenience, undergoing MRS. Two groups were formed: experimental group (EG) who received a NIV protocol in BiPAP® mode conventional respiratory physiotherapy (CRP), and control group (CG) receiving only CRP. We collected sociodemographic variables, comorbidities, length of hospital stay in the ICU and hemodynamic variables: heart rate (HR) and respiratory rate (RR), systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean blood (MAP) and peripheral saturation oxygen (SpO₂). Unpaired t-test or Mann-Whitney test were applied. **Results:** We observed that the EG presented a higher age ($p = 0.04$) and there was a prevalence of males in both groups. The EG had a lower DBP ($p = 0.009$) in the IPO compared to the CG. **Conclusion:** The NIV applied in the IPO of MRS

caused a decrease in diastolic blood pressure. Patients who did not receive NIV showed worsening of iPO oxygenation for the first postoperative day.

Key-words: cardiac surgery, cardiopathies, noninvasive ventilation, physiotherapy.

Introdução

As doenças cardiovasculares constituem as principais causas de morte nos países desenvolvidos e nos emergentes [1]. A doença arterial coronariana pode resultar em um quadro grave de infarto agudo do miocárdio (IAM). Entre as opções para o tratamento, a cirurgia revascularização do miocárdio (CRM) apresenta bons resultados e contribui para aumento da expectativa e melhoria da qualidade de vida dos pacientes [2,3].

Os riscos inerentes a CRM englobam diversos fatores como parada cardiorrespiratória, tempo de cirurgia, tempo e realização da intubação, fatores estes que podem causar uma deficiência na capacidade residual funcional (CRF) e culminar em insuficiência respiratória aguda (IRpA) no pós-operatório (PO), conseqüentemente, aumentando o tempo de internação destes pacientes nas unidades de terapia intensiva (UTI) e no hospital [1].

A ventilação não invasiva (VNI) é utilizada como suporte ventilatório para pacientes com IRpA e/ou como profilaxia para o desenvolvimento da mesma. Os efeitos da VNI incluem aumentar a complacência pulmonar, melhorar a ventilação alveolar e favorecer melhor troca gasosa [4]. A VNI apresenta indicação estabelecida na IRpA por doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) exacerbada [5,6], no edema agudo de pulmão (EAP) cardiogênico [7] e na insuficiência cardíaca [8] e, mais recentemente, em pacientes com desmame difícil da ventilação mecânica invasiva [9,10]. No PO de cirurgias abdominais e de ressecção pulmonar, alguns estudos mostraram melhora tanto da oxigenação quanto dos desfechos clínicos com o uso da VNI em pacientes que apresentavam hipoxemia após extubação orotraqueal [11-13]. Entretanto, no pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca, a VNI tem sido utilizada de forma profilática, após a extubação [14-16], no tratamento de atelectasias [17] ou quando já se estabeleceu um quadro de IRpA [18,19].

Contudo, estudos sobre VNI utilizaram protocolos de aplicação no período compreendido entre o PO imediato até o primeiro ou segundo dia PO, sem muitas evidências sobre os efeitos da VNI aplicada apenas no momento de admissão à UTI, após a cirurgia. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar as trocas gasosas e repercussões hemodinâmicas da VNI no pós-operatório imediato (POi) de CRM.

Material e métodos

Trata-se de um ensaio clínico não randomizado, realizado na UTI cardíaca da Santa Casa de Misericórdia de São José do Rio Preto, SP, com amostra de cardiopatas internados nesta unidade, no período de abril a setembro de 2017.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da União das Faculdades dos Grandes Lagos (UNILAGO), sob parecer de aprovação número 2.352.657. Todos os pacientes ou responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido contendo as informações dos procedimentos que foram realizados.

A amostra foi composta por cardiopatas de ambos os gêneros, selecionados por conveniência no período estipulado para o estudo, submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio, com faixa etária entre 50 e 70 anos de idade.

Os critérios de exclusão do estudo foram pacientes que realizaram outros tipos de cirurgia cardíaca, diagnóstico médico de DPOC grave, cirurgia de urgência, doença neurológica prévia com incapacidade de compreensão, indivíduos que permaneceram por mais de 24 horas em VM, que foram para revisão cirúrgica por sangramento após extubação orotraqueal ou com cateter de Swan-Ganz não funcionando e aqueles que não completaram o protocolo da VNI.

Foram constituídos dois grupos: grupo experimental (GE) e grupo controle (GC). O GC foi formado pelos pacientes que estiveram internados no período de abril a junho de 2017, e os dados deste grupo foram obtidos pelo prontuário médico dos pacientes. O GE foi constituído pelos pacientes internados no período de julho a setembro de 2017, e recebeu um protocolo de fisioterapia respiratória convencional (FRC) mais VNI no modo BiPAP® (*bilevel positive pressure airway*). O GC recebeu apenas o protocolo de FRC.

Foram coletadas variáveis sociodemográficas: sexo, idade, peso, estatura, índice de massa corporal (IMC); presença de comorbidades: hipertensão arterial sistêmica (HAS), diabetes mellitus, etilismo, tabagismo e obesidade; tempo de internação, em dias, na UTI e na

enfermaria; variáveis hemodinâmicas: pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e média (PAM), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂); e variáveis gasométricas: potencial hidrogeniônico (pH), pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO₂), pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial (PaCO₂), bicarbonato (HCO₃), excesso de bases (BE), saturação de oxigênio (SatO₂), obtidos por meio do prontuário clínico do paciente.

Protocolos fisioterapêuticos

O protocolo de FRC foi composto por: exercícios respiratórios do tipo padrão ventilatório (PV) de um tempo associado a exercícios metabólicos com as mãos; PV de dois tempos; PV de um tempo com propriocepção diafragmática; manobras de vibração torácica para higiene brônquica; manobras de compressão e descompressão para reexpansão pulmonar; técnica huffing, para estímulo de tosse; exercícios metabólicos de membros inferiores (MMII). Todas as técnicas foram reproduzidas em dez repetições cada.

O protocolo de VNI foi realizado com o paciente no leito com cabeceira elevada a aproximadamente 90°, foi utilizado o aparelho X5 da marca Intermed®, selecionado o modo BiPAP®, com pressão inspiratória positiva (IPAP) = 15 cmH₂O, pressão expiratória positiva (EPAP) = 5 cmH₂O e fração inspirada de oxigênio (FiO₂) = 40%, em máscara oronasal Mirage Quattro da Resmed®, cabresto Resmed®, com duração de uma hora, uma vez ao dia.

Análise estatística

As variáveis analisadas foram tabuladas por estatística descritiva e apresentadas em valores de média, desvio-padrão, frequência absoluta e relativa. Foi aplicada estatística inferencial com teste de Shapiro-Wilk para analisar a normalidade de distribuição dos dados, e teste t não pareado ou teste de Mann-Whitney para comparar as variáveis de desfecho do estudo. Foi considerado estatisticamente significativo, valor de $p < 0,05$. As análises foram realizadas no programa estatístico *Graph Pad Instat* versão 3.0.

Resultados

Foram analisados 38 cardiopatas, maior prevalência do sexo masculino, observou-se que o GE apresentou idade estatisticamente maior ($p = 0,04$) que o GC (Tabela I).

Tabela I - Características sociodemográficas e clínicas dos pacientes incluídos no estudo.

Variável	GE	GC	Valor de p*
Sexo M/F	78% M 22% F	60% M 40% F	-
Idade (anos)	69,2 ± 8,38	63 ± 9,55	0,04
IMC (kg/m ²)	29,41 ± 2,14	28,38 ± 4,67	0,39
Comorbidades	100% HAS	80% HAS	-
Internação UTI (dias)	2,4 ± 0,8	2,7 ± 1,5	0,99†
Internação enfermaria (dias)	3,7 ± 1,4	4,1 ± 1,6	0,46*

GI = grupo experimental; GC: grupo controle; M = masculino; F = feminino; HAS = hipertensão arterial sistêmica; *teste t não pareado; †teste de Mann-Whitney.

Em relação aos dados hemodinâmicos e gasométricos observados no POi, o GE apresentou PAD estatisticamente menor ($p = 0,009$) que o GC (Tabela II).

Observou-se incremento significativo nos dados hemodinâmicos FC ($p = 0,0002$), PAS ($p = 0,005$), PAM ($p = 0,04$) e FR ($p = 0,02$) do GE do POi para o 1° dia PO. No GC observou-se incremento significativo na FC ($p < 0,0001$), e FR ($p < 0,0001$) e diminuição significativa na PAD ($p = 0,01$), SpO₂ ($p = 0,004$) e nos parâmetros gasométricos PaO₂ ($p = 0,002$) e SatO₂ ($p = 0,03$) do POi para o 1° dia PO (Tabela III).

Tabela II - Dados hemodinâmicos e gasométricos dos pacientes do estudo no POi.

Variável	GE	GC	Valor de p*
FC (bpm)	68,72 ± 21,91	77,20 ± 14,58	0,16
PAS (mmHg)	109,11 ± 34,92	113 ± 19,14	0,66
PAD (mmHg)	51,50 ± 17,53	65,25 ± 13,01	0,009
PAM (mmHg)	70,77 ± 22,06	80,70 ± 14,84	0,10
SpO ₂ (%)	96,2 ± 3,4	91,9 ± 2,8	0,71 [†]
FR (rpm)	15 ± 4	16 ± 2	0,39
pH	7,34 ± 0,06	7,35 ± 0,04	0,56
PaO ₂ (mmHg)	132,53 ± 76,09	115,46 ± 31,07	0,38
PaCO ₂ (mmHg)	32,95 ± 5,53	31,8 ± 6,37	0,70 [†]
HCO ₃	17,16 ± 5,25	18,15 ± 2,04	0,44
BE	- 5,78 ± 4,14	- 4,96 ± 3,54	0,51
SatO ₂ (%)	97,4 ± 2,32	92,16 ± 3,09	0,88 [†]

POi = pós-operatório imediato; GE = grupo experimental; GC = grupo controle; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; PAS = pressão arterial sistólica; mmHg = milímetros de mercúrio; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; FR = frequência respiratória; rpm = respirações por minuto; pH = potencial hidrogeniônico; PaO₂ = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; PaCO₂ = pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial; HCO₃ = bicarbonato; BE = excesso de bases; SatO₂ = saturação arterial de oxigênio. †teste de Mann-Whitney; *teste t não pareado.

Tabela III - Variáveis hemodinâmicas e gasométricas dos pacientes no POi e 1°PO.

Variável	Grupo experimental			Grupo controle		p-valor*
	POi	1°PO	p-valor*	POi	1°PO	
FC (bpm)	68,72 ± 21,91	90,66 ± 16,90	0,0002	77,2 ± 14,58	89,95 ± 12,57	<0,0001
PAS (mmHg)	109,11 ± 34,92	133,33 ± 22,96	0,005	113 ± 19,14	122,45 ± 21,07	0,15
PAD (mmHg)	54,52 ± 12,28	58,83 ± 8,11	0,08	65,25 ± 13,01	54,25 ± 14,63	0,01
PAM (mmHg)	70,77 ± 22,06	80,5 ± 10,62	0,04	80,7 ± 14,84	78,45 ± 13,26	0,59
SpO ₂ (%)	92,16 ± 23,09	96,38 ± 3,09	0,34 [†]	97,4 ± 2,32	95 ± 2,81	0,004
FR (rpm)	15 ± 4	18 ± 2	0,02	16 ± 2	18 ± 1	<0,0001
pH	7,35 ± 0,06	7,34 ± 0,05	0,69	7,35 ± 0,04	7,36 ± 0,04	0,32
PaO ₂ (mmHg)	115,46 ± 31,26	99,04 ± 32,60	0,10	136,35 ± 76,18	78,87 ± 32,11	0,002
PaCO ₂ (mmHg)	33,5 ± 6,21	31,78 ± 5,3	0,29	36,78 ± 18,09	32 ± 3,5	0,29 [†]
HCO ₃	17,81 ± 2,83	17,4 ± 2,95	0,43	18,32 ± 1,95	18,23 ± 2,63	0,82
BE	- 6,63 ± 3,52	- 6,68 ± 3,67	0,70	- 5,22 ± 3,43	- 5,34 ± 2,8	0,98
SatO ₂ (%)	96,62 ± 2,57	95,64 ± 2,26	0,07 [†]	96,52 ± 2,83	92,95 ± 7,52	0,03 [†]

POi = pós-operatório imediato; 1°PO = primeiro pós-operatório; FC = frequência cardíaca; bpm = batimentos por minuto; PAS = pressão arterial sistólica; mmHg = milímetros de mercúrio; PAD = pressão arterial diastólica; PAM = pressão arterial média; SpO₂ = saturação periférica de oxigênio; FR = frequência respiratória; rpm = respirações por minuto; pH = potencial hidrogeniônico; PaO₂ = pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; PaCO₂ = pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial; HCO₃ = bicarbonato; BE = excesso de bases; SatO₂ = saturação arterial de oxigênio. *teste t pareado; †teste de Wilcoxon.

Discussão

Neste estudo, a VNI no pós-operatório imediato de revascularização do miocárdio causou diminuição da pressão arterial diastólica e, apesar de não significativo, verificou-se melhores escores de oxigenação com a aplicação da VNI. Os pacientes que não receberam VNI apresentaram piora da oxigenação na comparação do POi para o primeiro dia PO.

Preisig *et al.* [20], de forma similar a este estudo, avaliaram as trocas gasosas e alterações hemodinâmicas de paciente submetidos à VNI no POi de cirurgia cardiovascular, contudo os autores selecionaram somente os pacientes hipoxêmicos e aplicaram VNI por três horas consecutivas. Os autores verificaram melhora da oxigenação com a aplicação da VNI no modo BiPAP®, o que corrobora os achados do presente estudo neste quesito. Ademais, os autores citados [20] não encontraram alterações hemodinâmicas agudas com a aplicação da VNI, o que difere do atual estudo, que verificou diminuição da PAD. Uma possível explicação para este achado, reside no tempo de aplicação da VNI entre os dois estudos.

Outros estudos também avaliaram os efeitos da VNI no PO de cirurgia cardíaca, com resultados satisfatórios, principalmente em relação à oxigenação, porém o tempo de aplicação da terapia diferiu da presente pesquisa. Zarbock *et al.* [14] aplicaram VNI na modalidade pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) nasal (10 cmH₂O) durante seis horas consecutivas em um ensaio clínico randomizado com 468 pacientes, de forma profilática, logo após extubação orotraqueal, resultando em melhora da oxigenação, diminuição da

necessidade de reintubação e readmissão na UTI e menor incidência de pneumonia. Nesse estudo, houve melhora da oxigenação ao longo do tempo, mas os valores retornaram ao basal após a interrupção do tratamento no grupo que foi extubado na UTI. Lopes et al. [16] realizaram um estudo randomizado e controlado com 100 pacientes de PO de cirurgia cardíaca e avaliaram o uso da VNI no modo BiPAP® (IPAP para gerar volume corrente de 5 ml/kg de peso e EPAP=5 cmH₂O) durante 30 minutos, também de forma profilática, logo após extubação orotraqueal. Entretanto, não foi garantida a mesma FiO₂ no grupo intervenção e controle ao longo do tempo [16]. O presente estudo avaliou as trocas gasosas e alterações hemodinâmicas por uma hora, sendo mantida a mesma FiO₂ nos dois grupos durante todo o período de estudo, para avaliar os efeitos da pressão positiva sobre tais desfechos, tendo sido observada melhora da oxigenação uma hora após a aplicação da VNI, com manutenção da melhora um dia após a retirada da máscara.

Em relação às variáveis hemodinâmicas, este estudo demonstrou alterações clinicamente significativas caracterizadas por diminuição da PAD com o uso da ventilação com pressão positiva. Um estudo mostrou que tanto a VNI no modo BiPAP® (15/5 cmH₂O) quanto o CPAP (10 cmH₂O) provocaram melhora da FEVE (%) e diminuição do volume diastólico final do ventrículo esquerdo em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva descompensada (ICC), classe funcional (NYHA) III e IV e fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) < 35% [21]. Tais achados poderiam explicar a diminuição da PAD nos pacientes submetidos à VNI no presente estudo, apesar de não se tratar de pacientes com ICC.

As alterações hemodinâmicas da VNI ainda suscitam a necessidade de mais estudos. Matte *et al.* [15] observaram diminuição do débito cardíaco (DC) nos pacientes que utilizaram VNI no modo BiPAP®, não havendo alteração dessa variável no modo CPAP. Os autores sugerem que a diminuição do DC seja oriunda da maior pressão positiva alcançada no modo BiPAP® (IPAP: 12 cmH₂O, EPAP: 5 cmH₂O), comparada com CPAP (5 cmH₂O), gerando maior pressão intratorácica e queda do retorno venoso [15]. A pressão positiva causa diminuição da pré-carga, da pressão transmural e da pós-carga do ventrículo esquerdo pelo aumento da pressão pleural [22]. Esse mecanismo facilita a contratilidade do ventrículo esquerdo, melhorando o DC, além de ocorrer aumento da FEVE em alguns pacientes. A maioria dos estudos não encontrou alterações na FC durante o uso da VNI [23]. Entretanto, um estudo com pacientes que apresentaram insuficiência respiratória no PO de cirurgia cardiovascular observou diminuição da FC após 12 horas de início da aplicação do CPAP (5-10 cmH₂O) [24]. Isso se deve, provavelmente, à atenuação do trabalho muscular respiratório, diminuindo a demanda ventilatória e a sobrecarga hemodinâmica.

As limitações deste estudo incluíram o número reduzido de pacientes na amostra, que não permitiu avaliar se a intervenção com VNI teria alterado os desfechos clínicos, como tempo de permanência na UTI e no hospital. Além disso, o fato deste estudo não ter sido randomizado e os pacientes terem sido incluídos por conveniência pode restringir os resultados. Mesmo assim, acredita-se que esse aspecto não tenha prejudicado os resultados, pois as análises gasométricas são variáveis laboratoriais precisas. As medidas hemodinâmicas foram realizadas por fisioterapeutas, como de rotina, sempre no mesmo horário.

São necessários mais estudos para elucidar melhor os efeitos hemodinâmicos e até que ponto as alterações nas trocas gasosas persistem nos pacientes tratados precocemente com VNI no PO de CRM. A utilização como rotina em todos os pacientes de PO de cirurgia cardíaca, de forma profilática, necessitaria de maiores recursos, o que pode aumentar os custos hospitalares, além de demandar utilização desnecessária em pacientes não elegíveis para a aplicação.

Conclusão

A VNI aplicada durante uma hora consecutiva diminuiu a pressão arterial diastólica dos pacientes no pós-operatório imediato de cirurgia de revascularização do miocárdio, entretanto o uso dessa terapêutica não alterou os níveis de oxigenação e os desfechos clínicos analisados.

Referências

1. Cavenaghi S, Ferreira LL, Marino LHC, Lamari NM. Respiratory physiotherapy in the pre and postoperative myocardial revascularization surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2011;26(3):455-61. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20110022>

2. Ferreira LL, Souza NM, Ricci-Vitor AL, Barbosa-Bernardo AF, Valenti VE, Vanderlei LCM. Noninvasive mechanical ventilation in the postoperative cardiac surgery period: update of the literature. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2012;27(3):446-52. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20120074>
3. Reis NF, Gazola NLG, Bündchen DC, Bonorino KC. Ventilação não invasiva na unidade de terapia intensiva de um hospital universitário: características relacionadas ao sucesso e insucesso. *Fisioter Pesqui* 2019;26(1):3-8. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17000626012019>
4. Adam CT, Vieira CT, Aguiar SC, Bündchen D, Vieira DSR. Protocolos para desmame da ventilação mecânica não invasiva: uma revisão sistemática. *Fisioter Pesqui* 2017;24(4):453-60. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/17542224042017>
5. Osadnik CR, Tee VS, Carson-Chahhoud KV, Picot J, Wedzicha JA, Smith BJ. Non-invasive ventilation for the management of acute hypercapnic respiratory failure due to exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;7:CD004104. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004104.pub4>
6. Keenan SP, Mehta S. Noninvasive ventilation for patients presenting with acute respiratory failure: the randomized controlled trials. *Respir Care* 2009;54(1):116-26.
7. Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, Graham P, Bersten AD. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Lancet* 2006;367(9517):1155-63. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)68506-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68506-1)
8. Carvalho LA, Rattes C, Brandão DC, Andrade AD. Eficácia do suporte ventilatório não invasivo no incremento da tolerância ao exercício em pacientes com insuficiência cardíaca: uma revisão sistemática. *Fisioter Pesqui* 2015;22(1):3-10. <https://doi.org/10.590/1809-2950/13058822012015>
9. Trevisan CE, Vieira SR. Research Group in Mechanical Ventilation Weaning. Noninvasive mechanical ventilation may be useful in treating patients who fail weaning from invasive mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *Crit Care* 2008;12(2):R51. <https://doi.org/10.1186/cc6870>
10. Burns KE, Adhikari NK, Keenan SP, Meade M. Use of non-invasive ventilation to wean critically ill adults off invasive ventilation: meta-analysis and systematic review. *BMJ* 2009;338:b1574. <https://doi.org/10.1136/bmj.b1574>
11. Vaschetto R, Longhini F, Persona P, Ori C, Stefani G, Liu S et al. Early extubation followed by immediate noninvasive ventilation vs. standard extubation in hypoxemic patients: a randomized clinical trial. *Intensive Care Med* 2019;45(1):62-71. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5478-0>
12. Maggiore SM, Battilana M, Serano L, Petrini F. Ventilatory support after extubation in critically ill patients. *Lancet Respir Med* 2018;6(12):948-62. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(18\)30375-8](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30375-8)
13. Yeung J, Couper K, Ryan EG, Gates S, Hart N, Perkins GD. Non-invasive ventilation as a strategy for weaning from invasive mechanical ventilation: a systematic review and Bayesian meta-analysis. *Intensive Care Med* 2018;44(12):2192-204. <https://doi.org/10.1007/s00134-018-5434-z>
14. Zarbock A, Mueller E, Netzer S, Gabriel A, Feindt P, Kindgen-Milles D. Prophylactic nasal continuous positive airway pressure following cardiac surgery protects from postoperative pulmonary complications: a prospective, randomized, controlled trial in 500 patients. *Chest* 2009;135(5):1252-9. <https://doi.org/10.1378/chest.08-1602>
15. Valkó L, Baglyas S, Tamáska E, Lorx A, Gál J. Use of noninvasive ventilation in critically ill patients. *Orv Hetil* 2018;159(45):1831-7.
16. Lopes CR, Brandão CM, Nozawa E, Auler JO Jr. Benefits of non-invasive ventilation after extubation in the postoperative period of heart surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2008;23(3):344-50. <https://doi.org/10.1590/S0102-76382008000300010>
17. Pasquina P, Merlani P, Granier JM, Ricou B. Continuous positive airway pressure versus noninvasive pressure support ventilation to treat atelectasis after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2004;99(4):1001-8. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000130621.11024.97>
18. Perkins GD, Mistry D, Gates S, Gao F, Snelson C, Hart N et al. Effect of protocolized weaning with early extubation to noninvasive ventilation vs invasive weaning on time to liberation from mechanical ventilation among patients with respiratory failure: the

- breath randomized clinical trial. JAMA 2018;320(18):1881-8. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.13763>
19. Bourke SC, Piraino T, Pisani L, Brochard L, Elliott MW. Beyond the guidelines for non-invasive ventilation in acute respiratory failure: implications for practice. *Lancet Respir Med* 2018;6(12):935-47. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(18\)30388-6](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(18)30388-6)
 20. Preisig A, Lagni VB, Almeida VL, Vieira FN, Azevedo-Lucio E, Santos LJ et al. Ventilação não invasiva após cirurgia cardiovascular: um ensaio clínico randomizado. *Rev Bras Cardiol* 2014;27(1):43-52. <https://doi.org/10.5935/1678-9741.20120074>
 21. Bellone A, Barbieri A, Ricci C, Iori E, Donateo M, Massobrio M et al. Acute effects of non-invasive ventilatory support on functional mitral regurgitation in patients with exacerbation of congestive heart failure. *Intensive Care Med* 2002;28(9):1348-50. <https://doi.org/10.1007/s00134-002-1424-1>
 22. Ampatzidou F, Boutou AK, Karagounis L, Marczin N, Gogakos A, Drossos G. Noninvasive ventilation to treat respiratory failure after cardiac surgery: predictors of application and outcome. *Respir Care* 2019;64(9):1123-31. <https://doi.org/10.4187/respcare.06062>
 23. Pieczkoski SM, Margarites AGF, Sbruzzi G. Noninvasive ventilation during immediate postoperative period in cardiac surgery patients: systematic review and meta-analysis. *Braz J Cardiovasc Surg* 2017;32(4):301-11. <https://doi.org/10.21470/1678-9741-2017-0032>
 24. Coimbra VR, Lara RA, Flores EG, Nozawa E, Auler Jr JO, Feltrim MI. Aplicação da ventilação não invasiva em insuficiência respiratória aguda após cirurgia cardiovascular. *Arq Bras Cardiol* 2007;89(5):298-305. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2007001700004>