

Ventilação não Invasiva após Cirurgia Cardiovascular: um Ensaio Clínico Randomizado

Non-Invasive Ventilation after Cardiovascular Surgery: a Randomized Clinical Trial

Alessandra Preisig^{1,2,3}, Verlaïne Balzan Lagni¹, Vinícius Lovatto de Almeida¹, Fernando Nataniel Vieira^{2,4},
Eraldo de Azevedo Lucio¹, Laura Jurema dos Santos^{3,5}, Silvia Regina Rios Vieira^{3,4}

Resumo

Fundamentos: A hipoxemia é a complicação mais comum no pós-operatório (PO) de cirurgia cardíaca, sendo consequência principalmente da formação de atelectasias, edema intersticial alveolar e acúmulo de secreção pulmonar. Essas alterações aumentam a incidência de infecções pulmonares, tempo de internação na UTI e custos hospitalares.

Objetivo: Avaliar as trocas gasosas e alterações hemodinâmicas de pacientes hipoxêmicos submetidos à ventilação não invasiva (VNI) no PO imediato de cirurgia cardiovascular.

Métodos: Ensaio clínico randomizado conduzido na UTI cirúrgica de um hospital cardiológico. Foram incluídos pacientes com hipoxemia ($300 > PaO_2 / FiO_2 > 150$) uma hora após extubação orotraqueal, no PO imediato de cirurgia cardiovascular eletiva e que foram submetidos à cateterização da artéria pulmonar no bloco cirúrgico (BC). O grupo-controle recebeu oxigenoterapia e o grupo-intervenção, VNI e oxigênio durante três horas consecutivas. Na análise estatística foram utilizados os testes t de Student, Mann-Whitney, exato de Fisher, ANOVA e *generalized estimating equation* (GEE).

Resultados: Estudados 42 pacientes. Os pacientes do grupo-intervenção (n=21) apresentaram melhora significativa da relação PaO_2 / FiO_2 (p=0,007). Houve discreta diferença entre os grupos na pressão capilar pulmonar (p=0,012), no índice cardíaco (p=0,006) e na pressão venosa central (p=0,022).

Abstract

Background: Hypoxemia is the most common complication during the post-operative stage of cardiovascular surgery, due mainly to atelectasis, alveolar interstitial edema and accumulations of pulmonary secretions. These changes may increase the incidence of lung infections with longer ICU stays and consequently higher hospital costs.

Objective: To evaluate gas exchanges and hemodynamic alterations in hypoxemic patients under non-invasive ventilation (NIV) during the immediate post-operative period subsequent to cardiovascular surgery.

Methods: A randomized clinical trial conducted in the surgical ICU of a cardiology hospital of patients with hypoxemia ($300 > PaO_2 / FiO_2 > 150$) one hour after orotracheal extubation during the post-operative period immediately after elective cardiovascular surgery who underwent pulmonary artery catheterization in the surgical ward. The control group received oxygen therapy, while the intervention group received NIV plus oxygen for three consecutive hours. For the statistical analysis, we used the Student t, Mann-Whitney, Fisher's exact tests, as well as ANOVA and generalized estimating equations (GEE).

Results: Among the 42 patients studied, the intervention group (n=21) presented significant improvements in the PaO_2 / FiO_2 ratio (p=0.007), with little difference between the groups for pulmonary capillary pressure (p=0.012), cardiac index (p=0.006) and central venous pressure (p=0.022).

¹Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre (ISCOMPA) - Porto Alegre, RS - Brasil

²Grupo Hospitalar Conceição (GHC) - Porto Alegre, RS - Brasil

³Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Porto Alegre, RS - Brasil

⁴Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) - Porto Alegre, RS - Brasil

⁵Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) - Torres, RS - Brasil

Correspondência: Laura Jurema dos Santos

E-mail: fisio.laurasantos@gmail.com

Rua Ramiro Barcelos, 2350 - Rio Branco - 90035-903 - Porto Alegre, RS - Brasil

Recebido em: 07/12/2013 | Aceito em: 06/02/2014

Conclusões: A VNI aplicada durante três horas consecutivas melhorou a oxigenação dos pacientes no PO de cirurgia cardiovascular e esses benefícios se mantiveram mesmo uma hora após a interrupção do tratamento; entretanto o uso dessa terapêutica não alterou os desfechos clínicos. Não ocorreram alterações hemodinâmicas clinicamente importantes relacionadas ao uso da VNI.

Palavras-chave: Ventilação não Invasiva; Cirurgia torácica; Ensaio clínico

Conclusions: The results suggest that NIV administered for three consecutive hours improves oxygenation in patients after cardiovascular surgery, with these benefits maintained even one hour after stopping treatment, although this therapy did not alter the clinical outcomes. There were no clinically significant hemodynamic changes related to the use of NIV.

Keywords: Noninvasive ventilation; Thoracic surgery; Clinical trial

Introdução

A insuficiência respiratória aguda no pós-operatório (PO) de cirurgia cardiovascular é um importante fator devido ao elevado número de pacientes com quadro clínico complexo e de alto risco. Mesmo com o avanço das técnicas cirúrgicas e dos métodos anestésicos, as complicações pulmonares (atelectasia, infecção respiratória e hipoxemia) são as principais causas para sua ocorrência¹. Além disso, a necessidade de reentubação aumenta a morbidade, o tempo de internação hospitalar e a mortalidade dos pacientes².

A ventilação mecânica não invasiva (VNI) tem se difundido nas últimas décadas e apresenta indicação estabelecida na insuficiência respiratória aguda por doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) exacerbada^{3,4}, no edema agudo de pulmão (EAP) cardiogênico^{4,5} e, mais recentemente, em pacientes com desmame difícil da ventilação mecânica (VM) invasiva⁶⁻⁸. 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 orotraqueal⁹⁻¹¹. Entretanto, no PO de cirurgia cardiovascular, a VNI tem sido utilizada de forma profilática (imediatamente após a extubação)¹²⁻¹⁴, no tratamento da atelectasia¹⁵ ou quando já se estabeleceu um quadro de insuficiência respiratória^{16,17}.

O objetivo do estudo foi avaliar as trocas gasosas e alterações hemodinâmicas de pacientes hipoxêmicos submetidos à VNI no PO imediato de cirurgia cardiovascular.

Métodos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição sob o n° 1751/07, e todos os

pacientes ou responsáveis consentiram em participar do estudo.

Os pacientes foram ventilados no aparelho Savina (Dräger®, USA), no modo volume controlado (8 mL/kg de peso), frequência respiratória (FR) entre 12-14 incursões por minuto (ipm), fração inspirada de oxigênio (FiO₂) inicial de 0,6 e pressão expiratória positiva final (PEEP) de 5 cmH₂O ou para manter saturação periférica de oxigênio (SpO₂) >92%. Os parâmetros ventilatórios foram modificados de acordo com a necessidade para normalizar a oxigenação e o equilíbrio ácido-básico. O desmame foi iniciado no modo pressão de suporte ventilatório (PSV) e a extubação foi realizada de acordo com os seguintes critérios: nível de consciência satisfatório, proteção de vias aéreas, temperatura e diurese adequadas, estabilidade hemodinâmica, ausência de sangramento ativo que necessitasse de reintervenção cirúrgica, tolerância ao teste de respiração espontânea com tubo T durante 30min ou PSV de 8-10cmH₂O, FiO₂ ≤0,4, PEEP de 5cmH₂O, com SpO₂ >92%, FR <30 ipm e volume de ar corrente (VC) >5 mL/kg de peso.

Os pacientes elegíveis para o estudo foram aqueles com idade entre 18-80 anos, no PO imediato de cirurgia cardiovascular (troca valvar, correção de aneurisma de aorta torácica e/ou revascularização do miocárdio), provenientes do bloco cirúrgico (BC) com cateter de artéria pulmonar. Após extubação, permaneceram durante uma hora com máscara de Venturi (FiO₂=0,31) para triagem, sendo incluídos apenas aqueles que apresentaram relação PaO₂/FiO₂ <300 e >150 (considerado como hipoxemia grave a relação PaO₂/FiO₂<200).

Critérios de exclusão: pacientes com 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; pacientes que apresentaram, antes da randomização, pH <7,30 e/ou pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial (PaCO_2) >50 mmHg, pressão arterial média (PAM) <60 mmHg (mesmo com reposição volêmica e drogas vasopressoras), sinais e sintomas de insuficiência respiratória aguda (uso de musculatura acessória, respiração paradoxal, cianose, dispneia, FR > 35 ipm), hemoglobina <7 g/dL ou escala de coma de Glasgow <12.

Após a triagem, de acordo com o índice de oxigenação, os pacientes foram randomizados através de um programa computacional (Winpepi), com números iguais de sujeitos para os dois grupos. O grupo-controle recebeu oxigenoterapia por máscara de Venturi com $\text{FiO}_2=0,4$ e o grupo-intervenção recebeu oxigênio ($\text{FiO}_2=0,4$) e VNI (VPAP II ST-A Bilevel, Resmed®, Austrália) com pressão positiva inspiratória (IPAP) para gerar VC entre 5-6 mL/kg de peso e pressão positiva expiratória (EPAP) de 7 cmH₂O. Para garantir que os dois grupos recebessem a mesma FIO_2 , o grupo-intervenção foi monitorado com um oxímetro de linha (oxímetro KTK® Takaoka, SP), conectado à máscara facial (Ultra Mirage® full face, Resmed, Austrália), sendo mantida em 0,4 durante três horas consecutivas. A oxigenação esperada para ambos os grupos era a relação $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 >300$.

O estudo foi iniciado logo após o resultado da gasometria arterial (GA) de triagem. Após três horas, todos os pacientes permaneceram novamente por mais uma hora com máscara de Venturi ($\text{FiO}_2=0,31$) para avaliar se as variáveis analisadas retornariam ao basal após a interrupção do tratamento.

As variáveis analisadas de troca gasosa (GA) e os parâmetros hemodinâmicos (cateter de Swan-Ganz) foram coletados em quatro momentos:

- Medida basal: uma hora após extubação orotraqueal com $\text{FiO}_2=0,31$, em todos os pacientes, para triagem.
- Medida na 1ª e na 3ª horas após início da VNI + oxigênio com $\text{FiO}_2=0,4$ (grupo-intervenção) ou máscara de Venturi com $\text{FiO}_2=0,4$ (grupo-controle).
- Medida após 1 hora da interrupção do tratamento (máscara de Venturi com $\text{FiO}_2=0,31$ nos dois grupos).

Para as variáveis de troca gasosa foi realizada coleta simples de sangue através do acesso arterial periférico (artéria radial), puncionado no BC para medida invasiva da pressão arterial sistêmica no período perioperatório.

Para a coleta das variáveis hemodinâmicas utilizou-se cateter de artéria pulmonar (Swan-Ganz, Baxter/

Edwards®, Califórnia), inserido no BC, via veia jugular interna. Foram coletadas as seguintes variáveis: frequência cardíaca (FC), pressão arterial média (PAM), pressão média da artéria pulmonar (PMAP), pressão venosa central (PVC) e pressão capilar pulmonar (PCP). Para a medida do débito cardíaco (DC) foram injetados, manualmente, 10 mL de soro fisiológico (0,9%) em temperatura ambiente, sendo calculado através da curva de termodiluição. Todas as medidas foram repetidas de quatro a cinco vezes, excluídos os valores discrepantes e realizada a média de três medidas. Através desses valores, foram obtidos: índice cardíaco (IC), índice de volume sistólico (IVS), índice de trabalho sistólico do ventrículo esquerdo (ITSVE), do ventrículo direito (ITSVD), índice de resistência vascular sistêmica (IRVS) e pulmonar (IRVP).

Aplicou-se o teste t de Student para as variáveis contínuas simétricas (idade, índice de massa corporal (IMC), fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE%), tempo de circulação extracorpórea, tempo de cirurgia e de VM), sendo os valores expressos em médias e desvios-padrão. Para as variáveis assimétricas (escore de risco cirúrgico –EuroSCORE¹⁸, balanço hídrico, tempo de internação na UTI e hospitalar) foi realizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, sendo os valores expressos em medianas e amplitude interquartil. Para as variáveis nominais (sexo, tipo de cirurgia, comorbidades e complicações pós-operatórias) e ordinais (número de drenos e classe funcional) foi aplicado o teste exato de Fisher. Para a comparação das variáveis de troca gasosa e parâmetros hemodinâmicos entre os grupos ao longo do tempo, foi utilizado o teste de variância (ANOVA) para medidas repetidas e estabelecidas as médias das diferenças entre os grupos em cada tempo, o nível de significância e intervalo de confiança (IC95%) das diferenças. O *generalized estimating equations* (GEE) foi utilizado para comparar a diferença entre os grupos, entre os tempos, como também para avaliar a diferença entre a interação grupo x tempo. Os dados foram analisados no programa estatístico SPSS 18.0 e as diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$.

Resultados

Dos 102 pacientes inicialmente elegíveis para o estudo, 42 (41,2%) apresentaram relação $300 > \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 > 150$ e foram randomizados em grupo-intervenção (n=21) e grupo-controle (n=21). Não houve qualquer perda após entrada no estudo. Todos os indivíduos toleraram a máscara durante o período do estudo. Não foram observadas complicações relacionadas à VNI, como distensão gástrica, vômitos ou lesão facial. Foi ajustado

EPAP=7 cmH₂O para todos os pacientes e a média de IPAP foi de 12±0,8cmH₂O. As características basais, dados referentes ao procedimento cirúrgico e ao período de PO imediato não diferiram entre os dois grupos, exceto a média do IMC que foi maior no

grupo-controle. A incidência de DPOC, IAM prévio, FEVE% e classe funcional no pré-operatório foram semelhantes em ambos os grupos. Entretanto, houve maior número de casos de diabetes mellitus no grupo-controle (Tabela 1).

Tabela 1
Características basais dos pacientes e informações cirúrgicas

Variáveis		Grupo-controle n=21	Grupo-intervenção n=21	P
Sexo n (%)	Masculino	13 (62)	13 (62)	NS
	Feminino	8 (38)	8 (38)	
Idade	média±DP (anos)	63,0±10,8	68,5±9,8	NS
IMC	média±DP (kg/m ²)	28,4±4,2	25,7±4,3	0,04
FEVE (%)	média±DP	54,0±15,6	53,4±13,7	NS
EuroSCORE	mediana (AIQ)	6 (3,5-10,5)	7 (4-12)	NS
NYHA n (%)	I	2 (9,5)	3 (14,3)	NS
	II	12 (57,1)	12 (57,1)	
	III	6 (28,6)	5 (23,8)	
	IV	1 (4,8)	1 (4,8)	
Comorbidades n (%)	HAS	20 (95,2)	18 (85,7)	NS
	IRC	12 (57,1)	15 (71,4)	NS
	DPOC	3 (14,3)	3 (14,3)	NS
	IAM prévio	5 (23,8)	9 (42,8)	NS
	AVE prévio	3 (14,3)	2 (9,5)	NS
	Diabetes mellitus	9 (42,8)	3 (14,3)	0,04
	Fibrilação atrial crônica	5 (23,8)	3 (14,3)	NS
Procedimento cirúrgico n (%)	Valvar	5 (23,8)	5 (23,8)	NS
	CRM	10 (47,6)	10 (47,6)	
	Valvar+CRM	3 (14,3)	3 (14,3)	
	Bentall	1 (4,8)	1 (4,8)	
	Bentall +CRM	2 (9,5)	2 (9,5)	
CEC	média±DP (min)	99,4±46,0 n=15	87,5±32,0 n=15	NS
Tempo cirurgia	média±DP (horas)	5,6±1,4	5,1±1,1	NS
Tempo em VM	média±DP (horas)	9,9±5,8	10,3±5,3	NS
Drogas vasoativas n (%)	Vasodilatador	7 (33,3)	8 (38)	NS
	Vasopressor	9 (42,8)	4 (19)	
Balanco hídrico	mediana (AIQ) (mL)	490 (-2703 a +3435)	1192 (-1231 a +4969)	NS

AIQ=amplitude interquartil; AVE=acidente vascular encefálico; CEC=circulação extracorpórea; CRM=cirurgia de revascularização do miocárdio; DP=desvio-padrão; DPOC=doença pulmonar obstrutiva crônica; EuroSCORE=escore de risco cirúrgico; FEVE%=fração de ejeção do ventrículo esquerdo; HAS=hipertensão arterial sistêmica; IAM=infarto agudo do miocárdio; IMC=índice de massa corporal; IRC=insuficiência renal crônica; NYHA=New York Heart Association; Bentall=implante de tubo na aorta ascendente, troca valvar e reimplante das coronárias; VM=ventilação mecânica; NS=não significativo.

A Tabela 2 mostra que as medidas basais de GA foram semelhantes nos dois grupos e que houve diferença significativa na PaO₂ (p=0,007) e entre os tempos de medição (p<0,001). Também houve diferença entre a interação grupo e tempo (p=0,009). Não foi observada diferença significativa entre os grupos (p=0,099) em

relação à saturação arterial de oxigênio (SaO₂), entretanto houve diferença significativa entre os tempos de medição (p<0,001). Da mesma forma, não houve diferença significativa entre os grupos (p=0,268) e entre os tempos de medição (p=0,646) em relação à PaCO₂.

Tabela 2

Variáveis de gasometria arterial no grupo-controle e intervenção (VNI): medida basal após uma hora, três horas e uma hora após interrupção da pressão positiva

Variáveis	Grupo-controle (n=21)	VNI (n=21)	IC95 %	p	
PaO₂/FiO₂ média±DP	Basal	245,0±27,0	249,0±31,0	-3,98 (-22,1 a 14,2)	0,007
	1 hora	233,0±44,0	274,0±64,0*	-40,7(-74,8 a -6,6)	
	3 horas	237,0±56,0	280,0±79,0*	-43 (-86 a 0,4)	
	Após	247,0±47,0	298,0±78,0*	-51 (-91 a -11)	
pH média±DP	Basal	7,36±0,06	7,39±0,05	-0,03 (-0,06 a 0,005)	NS
	1 hora	7,36±0,06	7,39±0,05	-0,03 (-0,07 a -0,0003)	
	3 horas	7,36±0,06	7,40±0,05	-0,04 (-0,07 a -0,007)	
	Após	7,37±0,06	7,40±0,04	-0,03 (-0,06 a 0,004)	
PaCO₂ média±DP (mmHg)	Basal	36,6±5,6	35,3±4,8	1,3 (-1,9 a 4,5)	NS
	1 hora	36,3±5,5	34,8±4,2	1,5 (-1,5 a 4,6)	
	3 horas	36,8±5,9	34,8±3,6	2,0 (-1,1 a 5)	
	Após	36,3±7,1	34,6±3,9	1,7 (-1,9 a 5,3)	
PaO₂ média±DP (mmHg)	Basal	76,7±7,7	77,9±8,8	-1,3 (-6,4 a 3,9)	0,009
	1 hora	95,0±17,0	110,0±25,0*	-15 (-28,5 a -2,2)	
	3 horas	97,0±23,0	113,0±32,0*	-16 (-33,5 a 1,1)	
	Após	78,0±13,0	93,0±23,0*	-15 (-27 a -3)	
SaO₂ média±DP (%)	Basal	95,3±2,2	95,6±1,8	-0,3 (-1,5 a 0,9)	NS
	1 hora	97,5±1,6	98,1±1,3	-0,6 (-1,5 a 0,3)	
	3 horas	97,3±1,9	97,8±1,7	-0,5 (-1,6 a 0,6)	
	Após	95,3±2,3	96,9±1,9	-1,6 (-2,9 a 0,3)	

VNI=grupo-intervenção; PaCO₂=pressão parcial de gás carbônico no sangue arterial; PaO₂=pressão parcial de oxigênio no sangue arterial; PaO₂/FiO₂=índice de oxigenação; SaO₂=saturação arterial de oxigênio

*p<0,05: comparação dos dois grupos em cada tempo (equações de estimação generalizadas - GEE)

A Figura 1 mostra o comportamento do índice de oxigenação em ambos os grupos ao longo do tempo. A média da relação PaO_2/FiO_2 uma hora após extubação orotraqueal (medida basal) não revela hipoxemia grave, mas está abaixo dos níveis adequados ($PaO_2/FiO_2 < 300$) em ambos os grupos. Encontrada diferença significativa entre os grupos ($p=0,006$) e entre os tempos de medição ($p=0,012$). Também houve diferença entre a interação grupo e tempo ($p=0,007$).

As medidas hemodinâmicas basais foram semelhantes nos dois grupos. Em relação à PCP, não houve diferença significativa entre os grupos ($p=0,510$) e houve diferença significativa entre os tempos de medição ($p=0,008$) e na interação grupo e tempo ($p=0,012$). O mesmo comportamento foi observado na PVC, com $p=0,004$ entre os tempos de medição e $p=0,022$ na interação grupo e tempo. Já referente ao IC, houve diferença apenas na interação grupo e tempo ($p=0,006$) (Tabela 3).

Quanto aos desfechos clínicos, a mediana do tempo de permanência na UTI do grupo-controle foi 3 (2-3,5) dias e do grupo-intervenção, 2 (2-4,5) dias ($p=0,6$). Da

mesma maneira, o tempo de internação hospitalar não diferiu entre os grupos: 7,5 (6,25-10,75) dias no grupo-controle e 8 (6-10,75) dias no grupo-intervenção ($p=0,9$). Dois pacientes foram a óbito por IAM (oclusão do enxerto): um de cada grupo, ambos após alta da UTI.

A complicação mais comum no PO foi fibrilação atrial aguda, que ocorreu em 12 (28,6%) dos 42 pacientes estudados: 7 (33,3%) do grupo-controle e 5 (23,8%) do grupo-intervenção. Três pacientes apresentaram bloqueio atrioventricular total no PO imediato (1 do grupo-controle e 2 do grupo VNI), com colocação de marca-passo provisório e posterior reversão espontânea ao ritmo sinusal. Dois pacientes do grupo VNI chegaram do BC com balão intra-aórtico, sendo que um deles foi reentubado por IAM e instabilidade hemodinâmica no primeiro dia de PO (20 horas após as medidas e retirada da VNI). O restante dos pacientes ($n=41$) não necessitou de reentubação orotraqueal e VM. Entretanto, em dois pacientes do grupo-controle foi necessário o uso da VNI no dia seguinte após as medidas, por queda da $SpO_2 < 88\%$ mesmo com máscara de Venturi ($FiO_2=0,5$).

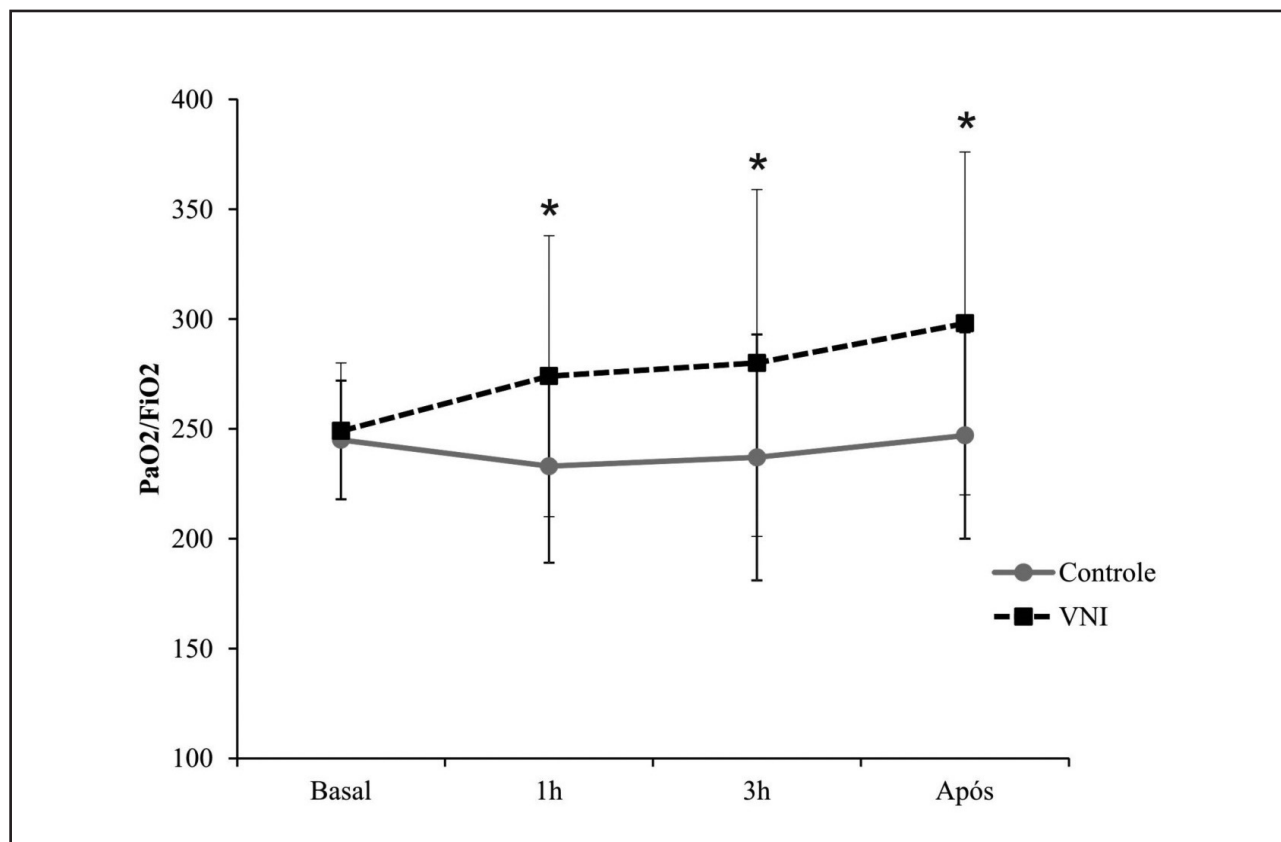


Figura 1
Comportamento do índice de oxigenação nos grupos estudados ao longo do tempo

Tabela 3

Parâmetros hemodinâmicos com o uso da ventilação não invasiva comparado com o grupo-controle: medida basal, após uma hora, três horas e uma hora após interrupção da pressão positiva

Variáveis	Grupo-controle (n=21)	VNI (n=21)	IC95 %	p	
FC média±DP (bpm)	Basal	89,9±12,7	85,5±11,5	0,3 (-3 a 12)	NS
	1 hora	93,6±9,5	83,4±13,0	10,2 (3 a 17)	
	3 horas	94,9±12,2	84,5±12,3	10,4 (3 a 18)	
	Após	91,4±11,6	86,3±11,4	5 (-2 a 12)	
PAM média±DP (mmHg)	Basal	77,7±8,6	80,3±11,8	-2,67 (-9 a 3,8)	NS
	1 hora	81,1±8,2	81,7±11,2	-0,62 (-6,7 a 5,5)	
	3 horas	83,2±8,7	81,3±11,8	2 (-4,5 a 8,3)	
	Após	81,1±6,0	79,1±12,2	2 (-4 a 8)	
Índice cardíaco média±DP (l/min/m²)	Basal	2,8±0,9	2,7±0,9	0,1 (-0,5 a 0,6)	0,006
	1 hora	2,9±0,8	2,5±0,7	0,4 (-0,1 a 0,9)	
	3 horas	3,0±0,7	2,5±0,7*	0,5 (0,04 a 0,9)	
	Após	2,9±0,7	2,6±0,8	0,3 (-0,01 a 0,8)	
PCP média±DP (mmHg)	Basal	11,1±4,6	9,38±4,0	1,7 (-1 a 4,4)	0,012
	1 hora	10,9±5,4	11,3±4,0	-0,4 (-3,3 a 2,6)	
	3 horas	12,5±4,8	11,1±4,3	1,4 (-1,4 a 4,3)	
	Após	11,8±4,2	11,1±4,9	0,7 (-2,2 a 3,5)	
PMAP média±DP (mmHg)	Basal	20,5±6,5	18,4±5,3	2 (-1,7 a 5,8)	NS
	1 hora	21,2±7,8	20,7±5,2	0,5 (-3,7 a 4,6)	
	3 horas	22,6±7,4	20,4±5,6	2,2 (-2 a 6,3)	
	IIApós	23,3±7,6	20,5±5,3	2,8 (-1,3 a 6,8)	
PVC mediana AIQ (mmHg)	Basal	7 (5-8,5)	7 (3-9)	0,00 (-2,7 a 2,7)	0,022
	1 hora	6 (4-10)	8 (6-10)	-1,6 (-4,2 a 1)	
	3 horas	7 (4-11,5)	7,5 (5-10)	-0,14 (-2,8 a 2,5)	
	Após	7 (5-11,5)	8 (6-10)	-0,3 (-3 a 2,5)	

FC=frequência cardíaca; PAM=pressão arterial média; PCP=pressão capilar pulmonar; PMAP=pressão média da artéria pulmonar; PVC=pressão venosa central; VNI=grupo-intervenção

*p<0,05 comparação dos dois grupos em cada tempo (Equações de estimação generalizadas - GEE)

Discussão

Neste estudo encontrou-se melhora da oxigenação com a aplicação da VNI de duplo-nível no PO imediato de cirurgia cardíaca.

Alguns estudos já haviam avaliado o índice de oxigenação com a aplicação do CPAP nasal em pacientes de PO de cirurgia abdominal¹⁰, e de correção de aneurisma de aorta toracoabdominal¹¹, mostrando melhora de desfechos clínicos, como diminuição da necessidade de intubação orotraqueal, do tempo de permanência na UTI e menor incidência de pneumonia nesses pacientes. O presente estudo teve delineamento semelhante ao de Squadrone et al.¹⁰ com triagem dos pacientes uma hora após extubação, incluindo apenas aqueles que apresentavam índice de oxigenação <300. Entretanto, neste estudo, foram incluídos pacientes de PO de cirurgia cardiovascular. Dessa maneira, foram selecionados os indivíduos que, teoricamente, poderiam se beneficiar da VNI, excluindo aqueles que não apresentavam sinais de hipoxemia e que, provavelmente, teriam evolução satisfatória.

No PO de cirurgia cardíaca, o CPAP nasal (10 cmH₂O) aplicado por pelo menos seis horas consecutivas foi testado, em um ensaio clínico randomizado com 468 pacientes, mas de forma profilática, logo após extubação orotraqueal, resultando em melhora da oxigenação, diminuição da necessidade de reentubação e readmissão na UTI e menor incidência de pneumonia. Nesse estudo, houve melhora do índice de oxigenação ao longo do tempo, mas os valores retornaram ao basal após a interrupção do tratamento no grupo que foi extubado na UTI¹². Outro estudo randomizado e controlado com 100 pacientes de PO de cirurgia cardíaca, avaliou o uso da VNI de duplo-nível (IPAP para gerar VC 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 tempo¹⁴. O presente estudo avaliou o comportamento do índice de oxigenação por três horas consecutivas, sendo mantida a mesma FIO₂ nos dois grupos durante todo o período de estudo, para avaliar apenas os efeitos da pressão positiva, tendo sido observada melhora da oxigenação uma hora após a aplicação da VNI e uma hora após a retirada da máscara.

Em relação às variáveis hemodinâmicas, este estudo não encontrou alterações clinicamente significativas com o uso da ventilação com pressão positiva. Matte et al.¹³ observaram diminuição do DC nos pacientes que utilizaram VNI de duplo-nível. Entretanto, não foi

observada qualquer alteração dessa variável durante o uso do CPAP nesse mesmo estudo. Os autores sugerem que tenha ocorrido diminuição do DC devido à maior pressão positiva alcançada no modo duplo-nível (IPAP: 12 cmH₂O, EPAP: 5 cmH₂O), comparada com CPAP (5 cmH₂O), gerando maior pressão intratorácica e queda do retorno venoso¹³.

As alterações hemodinâmicas da VNI têm sido pesquisadas há muito tempo, mas essa questão ainda necessita de mais estudos. A pressão positiva causa diminuição da pré-carga, da pressão transmural e da pós-carga do ventrículo esquerdo pelo aumento da pressão pleural¹⁹. Esse mecanismo facilita a contratilidade do ventrículo esquerdo, melhorando o DC, além de ocorrer aumento da FEVE% e do IVS em alguns pacientes. Entretanto, isso não acontece em todas as situações. Observou-se que indivíduos saudáveis ou com insuficiência cardíaca congestiva (ICC) e PCP normal, além de não apresentarem benefícios hemodinâmicos com o uso da pressão positiva, apresentaram piora de algumas variáveis²⁰. Entretanto, em pacientes congestos (PCP >12 mmHg), um estudo mostrou melhora do IC (14%) e do IVS (22%)²¹, enquanto em outro ocorreu piora dessas variáveis²². Mais recentemente, o estudo de Steiner et al.²³ mostrou relação significativa entre PCP basal elevada e aumento do IVS durante o uso do CPAP. Além disso, o IVS diminuiu nos pacientes que apresentavam PCP basal menor²³. No presente estudo, os pacientes apresentaram PCP basal em níveis normais. Talvez por esse motivo não tenha sido observada alteração hemodinâmica clinicamente importante, já que estavam compensados do ponto de vista hemodinâmico durante o estudo.

Em relação ao modo ventilatório para aplicação da VNI, outro estudo mostrou que tanto a VNI de duplo-nível (15/5 cmH₂O) quanto o CPAP (10 cmH₂O) provocaram melhora da FEVE(%) e diminuição do volume diastólico final do ventrículo esquerdo em pacientes com ICC descompensada, classe funcional (NYHA) III e IV e FEVE <35%²⁴. O presente estudo condiz com a literatura, pois a média de PCP basal dos pacientes era normal (11,0±4,6 mmHg no grupo-controle e 9,4±4,0 mmHg no grupo-intervenção (p=0,2) e se manteve em níveis adequados durante todo o período do estudo. Talvez por esse motivo, os pacientes tenham apresentado discreta piora do IC. Mesmo assim, após a retirada da máscara, os valores retornaram ao basal.

A maioria dos estudos não encontrou alterações na FC durante o uso da VNI²¹⁻²³. 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)²⁵. Isso se deve, provavelmente, à atenuação do trabalho muscular respiratório, diminuindo a demanda ventilatória e a sobrecarga hemodinâmica.

Limitações e perspectivas

Devido ao número reduzido de pacientes na amostra, não foi possível avaliar se a intervenção com o uso das VNI teria alterado os desfechos clínicos, como tempo de permanência na UTI e no hospital. Além disso, este estudo não foi duplo-cego, pois se teria que estipular pressões respiratórias muito baixas para o grupo-controle, com possibilidade de causar hipercapnia nesses pacientes. 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 enfermeiros, como de rotina, que não tinham qualquer envolvimento com o estudo.

São necessários mais estudos para se estipular um ponto de corte, no qual apenas pacientes que tenham maior possibilidade de evoluir com hipoxemia grave sejam tratados precocemente com VNI. A utilização como rotina em todos os pacientes de PO de cirurgia cardíaca, de forma profilática, necessitaria de maiores recursos materiais e humanos, aumentando os custos hospitalares. Por outro lado, se não for utilizada, alguns pacientes poderão evoluir com insuficiência ventilatória e a instalação como resgate, ainda é controversa, mostrando ser prejudicial ao paciente quando usada tardiamente²³.

Embora o critério de entrada no estudo tenha sido uma relação PaO₂/FiO₂ >150 e <300, em todos os pacientes, a relação PaO₂/FiO₂ foi aproximadamente 250. Da mesma maneira, a SpO₂ da maioria dos pacientes foi em torno de 95%, determinando uma amostra com hipoxemia leve. Talvez por esse motivo, apesar de ter sido encontrada melhora significativa no índice de oxigenação no grupo-intervenção, não houve diferenças importantes na SpO₂ entre os grupos. Acredita-se que um próximo estudo, incluindo apenas os pacientes mais hipoxêmicos (PaO₂/FiO₂<250), possa mostrar a importância clínica da melhora do índice de oxigenação, já que a maioria dos pacientes desse estudo já apresentava SpO₂ adequada no momento basal, mesmo com PaO₂/FiO₂ indicando hipoxemia.

Conclusões

A VNI, aplicada durante três horas consecutivas, melhorou a oxigenação dos pacientes de PO imediato de cirurgia cardíaca e esses benefícios se mantiveram mesmo uma hora após a interrupção do tratamento; entretanto o uso dessa terapêutica não alterou os desfechos clínicos. Não ocorreram alterações hemodinâmicas clinicamente importantes relacionadas ao uso da VNI nesse grupo de pacientes.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação Acadêmica

Este artigo representa parte da dissertação de Mestrado de Alessandra Preisig pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Referências

1. Jensen L, Yang L. Risk factors for postoperative pulmonary complications in coronary artery bypass graft surgery patients. *Eur J Cardiovasc Nurs.* 2007;6(3):241-6.
2. Epstein SK, Ciubotaru RL, Wong JB. Effect of failed extubation on the outcome of mechanical ventilation. *Chest.* 1997;112(1):186-92.
3. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med.* 1995;333(13):817-22.
4. Keenan SP, Mehta S. Noninvasive ventilation for patients presenting with acute respiratory failure: the randomized controlled trials. *Respir Care.* 2009;54(1):116-26.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

8. Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med.* 2006;173(2):164-70.
9. Freynet A, Falcoz PE. Does non-invasive ventilation associated with chest physiotherapy improve outcome after lung resection? *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(6):1152-4.
10. Squadrone V, Cocha M, Cerutti E, Schellino MM, Biolino P, Occella P, et al; Piedmont Intensive Care Units Network (PICUN). Continuous positive airway pressure for treatment of postoperative hypoxemia a randomized controlled trial. *JAMA.* 2005;293(5):589-95.
11. Kindgen-Milles D, Müller E, Buhl R, Böhner H, Ritter D, Sandmann W, et al. Nasal-continuous positive airway pressure reduces pulmonary morbidity and length of hospital stay following thoracoabdominal aortic surgery. *Chest.* 2005;128(2):821-8.
12. 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.
13. Matte P, Jacquet L, Van Dyck M, Goenen M. Effects of conventional physiotherapy, continuous positive airway pressure and non-invasive ventilatory support with bilevel positive airway pressure after coronary artery bypass grafting. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44(1):75-81.
14. 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.
15. 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.
16. Kurt M, Boeken U, Litmathe J, Feindt P, Gams E. Oxygenation failure after cardiac surgery: early re-intubation versus treatment by nasal continuous positive airway pressure (NCPAP) or non-invasive positive pressure ventilation (NPPV). *Monaldi Arch Chest Dis.* 2008;70(2):71-5.
17. Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med.* 2004;350(24):2452-60.
18. Nashef SA, Roques F, Michel P, Gauducheau E, Lemeschow S, Salamon R. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg.* 1999;16(1):9-13.
19. Naughton MT, Rahman MA, Hara K, Floras JS, Bradley TD. Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. *Circulation.* 1995;91(6):1725-31.
20. De Hoyos A, Liu PP, Benard DC, Bradley TD. Haemodynamic effects of continuous positive airway pressure in humans with normal and impaired left ventricular function. *Clin Sci (Lond).* 1995;88(2):173-8.
21. Bradley TD, Holloway RM, McLaughlin PR, Ross BL, Walters J, Liu PP. Cardiac output response to continuous positive airway pressure in congestive heart failure. *Am Rev Respir Dis.* 1992;145(2 Pt 1):377-82.
22. Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Randé JL, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;155(2):500-5.
23. Steiner S, Schannwell CM, Strauer BE. Left ventricular response to continuous positive airway pressure: role of left ventricular geometry. *Respiration.* 2008;76(4):393-7.
24. 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.
25. 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.