

# Aplicação da Ventilação Não-Invasiva em Insuficiência Respiratória Aguda após Cirurgia Cardiovascular

*Application of Noninvasive Ventilation in Acute Respiratory Failure after Cardiovascular Surgery*

Vera Regina de Moraes Coimbra, Rodrigo de Almeida Lara, Ériko Gonçalves Flores, Emília Nozawa, José Octávio Costa Auler Júnior, Maria Ignez Zanetti Feltrim

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – São Paulo, SP – Brasil

## Resumo

**Objetivos:** Verificar as respostas ventilatória, de oxigenação e hemodinâmica de pacientes com insuficiência respiratória aguda (IResp) hipoxêmica submetidos a aplicação de ventilação mecânica não-invasiva (VMNI) no pós-operatório de cirurgia cardiovascular, buscando variáveis preditoras de sucesso, e comparar as diferentes modalidades de VMNI.

**Métodos:** No total, 70 pacientes com IResp hipoxêmica foram randomizados em uma das três modalidades de VMNI: pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP) e ventilação com dois níveis pressóricos (PEEP + PS e BiPAP®). Foram analisadas variáveis ventilatórias, de oxigenação e hemodinâmicas nos períodos pré-aplicação, 3, 6 e 12 horas após iniciado o protocolo.

**Resultados:** Foram excluídos 13 pacientes. Dos pacientes restantes, 31 evoluíram para independência do suporte ventilatório, constituindo o grupo sucesso, e 26 necessitaram de intubação orotraqueal, sendo considerados insucesso. Idade e níveis iniciais de frequência cardíaca (FC) e de frequência respiratória (FR) apresentaram valores elevados no grupo insucesso ( $p = 0,042$ ,  $0,029$  e  $0,002$ , respectivamente). O grupo insucesso apresentou maior número de intercorrências intra-operatórias ( $p = 0,025$ ). As variáveis de oxigenação elevaram-se somente no grupo sucesso. Dentre as modalidades de VMNI, evoluíram como sucesso 57,9% dos pacientes no grupo ventilador, 57,9% no bi-nível e 47,3% no CPAP. Variáveis de oxigenação e FR apresentaram melhora somente nos grupos com dois níveis pressóricos.

**Conclusão:** Pacientes com IResp hipoxêmica no pós-operatório de cirurgia cardiovascular apresentaram melhora da oxigenação, da FR e da FC durante a aplicação de VMNI. Em pacientes mais idosos e com valores iniciais de FR e de FC mais elevados, a VMNI não foi suficiente para reverter o quadro de IResp. Modalidades com dois níveis pressóricos apresentaram resultados superiores. (Arq Bras Cardiol 2007; 89(5):298-305)

**Palavras-chave:** Respiração artificial, insuficiência respiratória, anoxemia, cirurgia torácica.

## Summary

**Objective:** To examine ventilatory response, oxygenation-related, and hemodynamics of patients with hypoxemic acute respiratory failure (ARF) submitted to noninvasive mechanical ventilation (NIV) during the postoperative phase of cardiovascular surgery in order to identify predictive variables of success, and to compare the different types of NIV.

**Methods:** Seventy patients with hypoxemic ARF were randomized to one of three modalities of NIV - continuous positive airway pressure (CPAP) and ventilation with two pressure levels (PEEP + SP and BiPAP®). Ventilation, oxygenation-related, and hemodynamics variables were analyzed at pre-application, and 3, 6, and 12 hours after the protocol began.

**Results:** Thirteen patients were excluded. Thirty-one patients progressed to independence from ventilatory support and comprised the success group, and 26 required orotracheal intubation and were considered the nonsuccess group. Age, initial heart rate (HR), and respiratory rate (RR) showed elevated levels in the nonsuccess group ( $p=0.042$ ,  $0.029$ , and  $0.002$ , respectively). A greater number of intraoperative complications were seen in the nonsuccess group ( $p=0.025$ ). Oxygenation variables increased only in the success group. Among the NIV types, 57.9% of patients in the ventilator group, 57.9% in the two-pressure levels group, and 47.3% in the CPAP group progressed with success. Oxygenation and RR variables showed improvement only in the groups with two pressure levels.

**Conclusion:** Patients with hypoxemic ARF in the postoperative stage after cardiovascular surgery showed better oxygenation, RR, and HR during NIV application. In older patients and those with higher baseline RR and HR values, NIV was not sufficient to reverse ARF. The two-pressure level modes showed better results. (Arq Bras Cardiol 2007; 89(5):270-276)

**Key words:** Respiration, artificial; anoxemia; respiratory insufficiency; thoracic surgery.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Maria Ignez Zanetti Feltrim •

Av. Dr. Enéas Carvalho de Aguiar, 44 – 2º andar – 05403-900 – São Paulo, SP – Brasil

E-mail: mi.feltrim@incor.usp.br

Artigo recebido em 28/12/06; revisado recebido em 13/04/07; aceito em 03/05/07.

## Introdução

As cirurgias cardíacas estão associadas a alterações da troca gasosa e da mecânica respiratória, que podem evoluir para quadros de insuficiência respiratória aguda, sendo estes responsáveis por altos índices de morbidade e de mortalidade no pós-operatório<sup>1,2</sup>.

Dentre as alternativas para seu tratamento, a assistência ventilatória não-invasiva tem sido utilizada como modalidade terapêutica. Seus objetivos são melhorar a ventilação alveolar e a troca gasosa, aumentar os volumes pulmonares, diminuir o trabalho respiratório, diminuir o tempo de ventilação mecânica, evitando a reintubação, e, como conseqüência, abreviar o tempo de internação na Unidade de Terapia Intensiva<sup>1-8</sup>. Benefícios na hemodinâmica também são observados, como a diminuição da pré-carga por redução do retorno venoso e a diminuição da pós-carga de ventrículo esquerdo por redução de sua pressão transmural, o que leva à melhora do desempenho cardíaco e provoca aumento do débito cardíaco<sup>9,10</sup>.

Existem dois métodos para aplicação da VMNI com pressão positiva: pressão positiva contínua em vias aéreas (CPAP) e ventilação com dois níveis pressóricos (bi-nível pressórico). A VMNI está bem estabelecida no tratamento de insuficiência respiratória secundária a exacerbações da doença pulmonar obstrutiva crônica, na apnéia obstrutiva do sono e no edema pulmonar cardiogênico<sup>11-13</sup>. Contudo, na insuficiência respiratória hipoxêmica no período pós-operatório, a resposta clínica ao uso da VMNI não está totalmente estabelecida, necessitando maiores investigações<sup>14</sup>.

Este estudo foi desenvolvido com a finalidade de: 1) verificar as respostas ventilatória, de oxigenação e hemodinâmica de pacientes com insuficiência respiratória aguda hipoxêmica submetidos a aplicação de VMNI no período pós-operatório de cirurgia cardiovascular, buscando possíveis variáveis preditoras de sucesso da modalidade terapêutica; e 2) comparar essa resposta à aplicação de diferentes modalidades e equipamentos de VMNI.

## Métodos

Este estudo foi realizado no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor/HC-FMUSP), no período de julho de 1999 a dezembro de 2002. A amostra constituiu-se de 70 pacientes submetidos a cirurgias cardiovasculares. O paciente era admitido na unidade de recuperação imediata pós-cirúrgica, sendo extubado conforme protocolo da instituição. Caso apresentasse insuficiência respiratória aguda, conforme os critérios previamente definidos, era incluído no estudo, de forma randomizada, em um dos três grupos: grupo ventilador, grupo CPAP ou grupo bi-nível.

Para serem incluídos no estudo, os pacientes tinham que apresentar pelo menos três dos cinco sinais e sintomas propostos: dispnéia, taquipnéia (frequência respiratória > 25 rpm), uso de musculatura acessória, hipoxemia com saturação da hemoglobina no sangue arterial medida por oximetria de pulso ( $SpO_2$ ) < 95% com cateter de  $O_2$  a 5 l/min, e radiografia de tórax apresentando alteração em pelo

menos dois quadrantes.

Os pacientes que apresentassem agitação ou não-cooperação, alteração do reflexo de deglutição, instabilidade hemodinâmica, secreção de difícil manipulação, arritmias cardíacas agudas, sangramento gástrico ou de vias aéreas superiores ativo ou que tivessem usado alguma modalidade de VMNI após a última extubação foram excluídos do estudo.

Nos pacientes incluídos, foram coletados dados ventilatórios, de oxigenação e hemodinâmicos, com os indivíduos em decúbito dorsal elevado, previamente à instalação da VMNI. A frequência respiratória era contada pela observação do movimento toracoabdominal; a leitura da frequência cardíaca e da pressão arterial média era obtida a partir do monitor (Hewlett Packard®). Esses dados eram novamente coletados a cada 6 horas. Uma amostra de sangue arterial era colhida com o paciente respirando espontaneamente, em uso de cateter de oxigenoterapia a 5 l/min, por, no mínimo, 15 minutos (primeira medida). Essa coleta repetiu-se 3 horas (segunda medida) e 12 horas (terceira medida) após o início da aplicação da VMNI, estando o paciente nas mesmas condições de aporte de oxigenoterapia da primeira medida.

A VMNI foi aplicada utilizando-se três métodos diferentes: 1) grupo ventilador (grupo A) – uso de dois níveis pressóricos por meio de Ventilador Mecânico Veolar ou Amadeus (Hamilton®), na modalidade espontânea utilizando pressão expiratória final positiva (PEEP) e pressão de suporte (PS); 2) grupo CPAP (grupo B) – uso de pressão positiva contínua em vias aéreas no aparelho Sullivan ou Solo (Respironics®); 3) grupo BiPAP (grupo C) – uso de dois níveis pressóricos no BiPAP® S/TD 30 (Respironics®).

Todos os grupos receberam aplicação inicial de VMNI por 3 horas, com intervalo de 30 minutos, se necessário. As aplicações posteriores foram de, no mínimo, uma hora ao longo das primeiras 12 horas. O intervalo entre as aplicações foi sempre inferior a 3 horas.

No grupo ventilador, utilizou-se PS mínima de 10  $cmH_2O$ , podendo ser aumentada de 1  $cmH_2O$  em 1  $cmH_2O$  com o objetivo de atingir volume corrente exalado de 5 ml/kg a 7 ml/kg. O valor inicial da PEEP foi de 5  $cmH_2O$ , podendo também ser aumentada de 1  $cmH_2O$  em 1  $cmH_2O$  até 10  $cmH_2O$ , visando à manutenção de uma  $SpO_2 \geq 95\%$ , para uma fração inspirada de oxigênio ( $FiO_2$ ) de 0,6. No grupo CPAP, a pressão positiva contínua mínima foi de 5  $cmH_2O$  e poderia ser aumentada de 1  $cmH_2O$  em 1  $cmH_2O$  até 10  $cmH_2O$ , sendo escolhido o nível pressórico que mantivesse a  $SpO_2 \geq 95\%$  para uma  $FiO_2$  de 0,6. No grupo BiPAP utilizou-se pressão positiva inspiratória (IPAP) mínima de 10  $cmH_2O$ , podendo ser aumentada de 1  $cmH_2O$  em 1  $cmH_2O$ , com o objetivo de manter o volume corrente exalado entre 5 ml/kg e 7 ml/kg. A pressão positiva expiratória (EPAP) inicial foi de 5  $cmH_2O$ , que poderia ser aumentada de 1  $cmH_2O$  em 1  $cmH_2O$  até 10  $cmH_2O$ , com o objetivo de manter a  $SpO_2 \geq 95\%$ , para uma  $FiO_2$  de 0,6. (A  $FiO_2$  foi aferida por oxímetro de linha do modelo Mini Oxi III – MAS Medical Products®).

O desmame da VMNI ocorreu de acordo com a observação de melhora dos sinais e sintomas da insuficiência respiratória aguda, sendo realizado pelo aumento progressivo dos intervalos entre as aplicações e pela diminuição do tempo de aplicação.

A aplicação da terapêutica com VMNI foi considerada sucesso quando o paciente apresentava normalização dos sinais clínicos e dos sintomas da insuficiência respiratória aguda no período máximo de 72 horas. O insucesso foi definido como piora dos sinais e sintomas, com necessidade de reintubação orotraqueal em qualquer momento ou continuidade da VMNI por mais de 72 horas.

A interface ventilador-paciente foi realizada com o uso de máscara facial. No ventilador mecânico foram utilizadas máscaras do modelo Gibeck (Gibeck Dryden®), enquanto nos aparelhos BiPAP S/TD 30 e Solo/Sullivan utilizou-se a máscara facial ou nasal da marca Respronics®.

**Análise estatística** - As variáveis frequência cardíaca e frequência respiratória (com medidas pré-aplicação da VMNI, 6 e 12 horas após o início do estudo), pH, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub> (com medidas na pré-aplicação da VMNI, 3 e 12 horas após o início do estudo) foram analisadas em cada grupo e comparativamente entre os grupos utilizando o teste de análise de variância (ANOVA com *Kruskal-Wallis one way Analysis of Variance on Ranks* e *Tukey test* e o *Two Way Repeated Measures Analysis of Variance*). Para as demais variáveis analisadas utilizou-se o teste *t* não-pareado e o teste do qui-quadrado para analisar a ocorrência de eventos.

## Resultados

Entraram no protocolo de estudo 70 pacientes, sendo excluídos 13 por diferentes causas, incluindo falta de gasometria arterial, não cumprimento do protocolo, presença de pneumotórax e alteração da modalidade ventilatória.

Dos 57 pacientes incluídos, 22 foram submetidos somente a revascularização do miocárdio, 13 a cirurgias valvares (combinadas ou não), 5 a correção de aneurisma ou dissecação de aorta, 3 a tromboendarterectomia pulmonar crônica, e 15 pacientes foram submetidos a cirurgias combinadas.

**Sucesso vs. Insucesso** - Dos 57 pacientes que concluíram o estudo, 31 (54,4%) evoluíram para independência do suporte ventilatório, constituindo o grupo sucesso, e 26 (45,6%) evoluíram necessitando de intubação orotraqueal, sendo considerados como grupo insucesso para a estratégia de VMNI. As causas para a intubação orotraqueal foram: a) piora da insuficiência respiratória (n = 11); b) piora da insuficiência respiratória associada a instabilidade hemodinâmica (n = 7); c) rebaixamento do nível de consciência (n = 6); e d) instabilidade hemodinâmica (n = 2).

Na análise dos dados clínico-cirúrgicos, observou-se que o grupo insucesso apresentou maior número de pacientes com hábito tabágico, cirurgias cardiovasculares prévias e maior número de intercorrências cirúrgicas no intra-operatório, conforme ilustra a tabela 1. Os valores médios de fração de ejeção do ventrículo esquerdo prévia foram de 58% no grupo sucesso e de 56% no grupo insucesso, não havendo diferença significativa.

Os dados antropométricos de ambos os grupos encontram-se na tabela 2. Observa-se que os pacientes do grupo insucesso eram mais idosos que os do grupo sucesso.

Os dados de oxigenação, ventilatórios e hemodinâmicos estão apresentados na tabela 3, em média  $\pm$  desvio padrão,

**Tabela 1 - Dados clínico-cirúrgicos dos grupos que evoluíram para sucesso e insucesso da ventilação mecânica não-invasiva**

	Sucesso	Insucesso	p
Hábito tabágico	14/31	16/26	0,025
Intercorrências intra-operatórias*	11/31	17/26	NS
Cirurgias prévias	6/31	7/26	NS

\* Dificuldade de ventilação e hipoxemia, instabilidade hemodinâmica necessitando de assistência mecânica circulatória, sangramento e parada cardiorrespiratória. NS - não-significante.

e na figura 1 para ambos os grupos, nas três medidas obtidas ao longo do tempo. O grupo sucesso apresentou elevações sanguíneas da PaO<sub>2</sub> e da SaO<sub>2</sub>, atingindo valores mais altos 12 horas depois do início do estudo. O grupo insucesso não apresentou melhora da oxigenação, mesmo com a instalação do suporte ventilatório.

**Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão das variáveis antropométricas dos grupos que evoluíram para sucesso e insucesso da ventilação mecânica não-invasiva**

	Sucesso	Insucesso
N	31	26
Idade (anos)	54 $\pm$ 16	62 $\pm$ 12*
Peso (kg)	70 $\pm$ 16	67 $\pm$ 12
Altura (cm)	162 $\pm$ 9	161 $\pm$ 8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,15 $\pm$ 4,73	25,96 $\pm$ 3,55

\* p < 0,05. n - número de pacientes; IMC - índice de massa corporal.

A frequência respiratória apresentou-se elevada em ambos os grupos no início do estudo, porém significativamente maior no grupo insucesso (p = 0,002). Após 6 e 12 horas, os valores médios eram significativamente menores que na situação pré-estudo, porém sem diferença entre os grupos.

Os valores médios de frequência cardíaca no momento pré-estudo eram estatisticamente maiores no grupo insucesso, diminuindo significativamente 12 horas depois do início do estudo. Para o grupo sucesso, o comportamento da frequência cardíaca foi semelhante ao longo do tempo.

Modalidades: bi-nível, CPAP e ventilador

Os pacientes foram reagrupados de acordo com a modalidade de VMNI aplicada, surgindo três grupos de 19 pacientes: bi-nível, CPAP e ventilador. Evoluíram para supressão do suporte ventilatório não-invasivo 11 pacientes (57,9%) no grupo ventilador, 11 no grupo bi-nível (57,9%) e 9 no grupo CPAP (47,3%).

Os grupos eram homogêneos quanto a idade, peso, altura e índice de massa corporal, conforme ilustra a tabela 4.

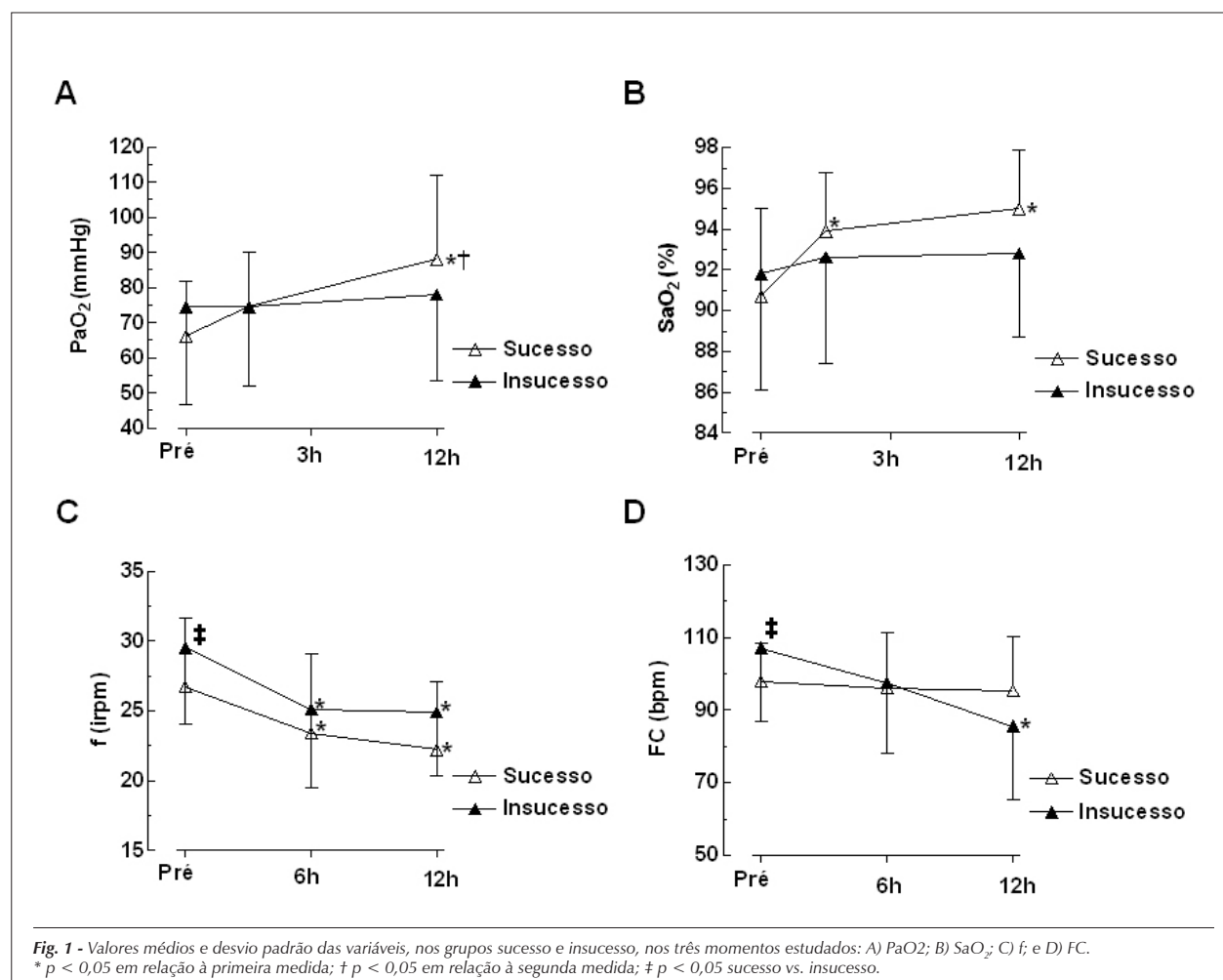
Os dados de oxigenação, ventilatórios e hemodinâmicos

## Artigo Original

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão das variáveis gasométricas, ventilatórias e hemodinâmicas dos grupos que evoluíram para sucesso e insucesso da ventilação mecânica não-invasiva

	Sucesso			Insucesso		
	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
pH	7,42 ± 0,06	7,43 ± 0,05	7,42 ± 0,05	7,41 ± 0,05	7,42 ± 0,05	7,43 ± 0,05
PaCO <sub>2</sub>	36,2 ± 5,1	35,8 ± 5,9	38,2 ± 7,5	36,1 ± 5,8	35,3 ± 6,1	36,5 ± 9,5
PaO <sub>2</sub>	66,2 ± 15,5	74,4 ± 15,6	88,0 ± 23,9*†	74,4 ± 27,7	74,5 ± 22,7	78,1 ± 24,8
SaO <sub>2</sub>	90,7 ± 4,3	93,9 ± 2,9*	95,0 ± 2,9*	91,8 ± 5,7	92,6 ± 5,2	92,8 ± 4,1
F	26,7 ± 4,9	23,4 ± 5,7*	22,2 ± 4,9*	29,5 ± 5,5 ‡	25,1 ± 5,6*	24,9 ± 4,5*
FC	97,8 ± 10,5	96,0 ± 15,4	95,3 ± 15,0	107,1 ± 20,1‡	97,5 ± 19,2	85,6 ± 20,1*
PAM	84,1 ± 11,4	83,4 ± 8,2	87,5 ± 12,2	81,7 ± 16,9	80,8 ± 16,1	86,7 ± 14,6

\* p < 0,05 em relação à primeira medida; † p < 0,05 em relação à segunda medida; ‡ p < 0,05 sucesso vs. insucesso.



encontram-se descritos na tabela 5 e ilustrados na figura 2. Em relação aos valores de oxigenação (PaO<sub>2</sub> e SaO<sub>2</sub>), foram observados aumentos estatisticamente significantes somente nos grupos ventilador e bi-nível ao longo do tempo, porém sem diferença entre essas modalidades.

A frequência respiratória não apresentou diferença estatisticamente significante entre os grupos, porém houve redução significativa de seus valores nos grupos bi-nível e ventilador ao longo do tempo quando comparada aos valores iniciais.

Tabela 4 - Valores médios e desvio padrão das variáveis antropométricas dos grupos de pacientes caracterizados pelo tipo de ventilação mecânica não-invasiva que receberam

	Ventilador	Bi-nível	CPAP
<b>n</b>	19	19	19
<b>Idade (anos)</b>	58,5 ± 15,4	54,9 ± 15,4	60,3 ± 13,3
<b>Peso (kg)</b>	67,2 ± 15,2	68,9 ± 17,7	73,2 ± 10,8
<b>Altura (cm)</b>	1,60 ± 0,07	1,64 ± 0,10	1,62 ± 0,07
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,78 ± 4,47	25,2 ± 4,5	27,8 ± 3,38

CPAP - pressão positiva contínua em vias aéreas; n - número de pacientes; IMC - índice de massa corporal.

Tabela 5 - Valores médios e desvio padrão das variáveis gasométricas, ventilatórias e hemodinâmicas dos grupos de pacientes caracterizados pelo tipo de ventilação mecânica não-invasiva

	Ventilador			Bi-nível			CPAP		
	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida	Primeira medida	Segunda medida	Terceira medida
<b>pH</b>	7,42 ± 0,05	7,42 ± 0,06	7,40 ± 0,06	7,43 ± 0,05	7,43 ± 0,05	7,42 ± 0,07	7,40 ± 0,06	7,42 ± 0,05	7,42 ± 0,07
<b>PaCO<sub>2</sub></b>	36,6 ± 4,6	35,5 ± 5,2	38,0 ± 4,5	36,9 ± 6,9	37,3 ± 8,1	38,9 ± 12,0	34,9 ± 4,3	33,5 ± 4,0	35,1 ± 4,8
<b>PaO<sub>2</sub></b>	68,5 ± 19,0	73,6 ± 23,6	81,1 ± 20,2*	70,0 ± 20,4	73,2 ± 15,0	96,0 ± 21,2*†	71,3 ± 15,2	76,7 ± 17,9	75,8 ± 16,1
<b>SaO<sub>2</sub></b>	91,0 ± 3,9	92,0 ± 5,3	94,1 ± 3,5*	90,0 ± 4,1	93,9 ± 1,8*	94,5 ± 4,4*	92,4 ± 3,1	93,4 ± 4,0	93,8 ± 2,7
<b>F</b>	28,3 ± 5,6	24,9 ± 5,0*	21,6 ± 5,0*†	29,4 ± 4,3	24,2 ± 5,1*	23,7 ± 5,0*	26,2 ± 4,4	23,4 ± 4,9	21,6 ± 5,0
<b>FC</b>	102 ± 15	96 ± 16	95 ± 19	100 ± 18	99 ± 17	93 ± 17	103 ± 15	95 ± 17	89 ± 17*
<b>PAM</b>	84,6 ± 16,3	82,4 ± 11,3	86,4 ± 14,0	79,1 ± 9,9	82,2 ± 10,2	88,1 ± 13,7	85,2 ± 15,2	82,2 ± 15,6	87,0 ± 12,4

\* p < 0,05 em relação à primeira medida; † p < 0,05 em relação à segunda medida.

A frequência cardíaca não diferiu entre os grupos, porém houve redução estatisticamente significativa na terceira medida quando comparada aos valores pré no grupo CPAP. A pressão arterial média não apresentou alterações significantes entre os grupos e ao longo do tempo.

## Discussão

De acordo com os resultados deste estudo, a aplicação da VMNI em pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica pós-cirurgia cardiovascular evitou a reintubação em 54,4% dos casos. Vários estudos já demonstraram a eficácia da VMNI em prevenir ou evitar a intubação orotraqueal em situações de insuficiência respiratória aguda hipoxêmica. Recentes estudos randomizados<sup>15-19</sup> envolvendo população heterogênea de pacientes com hipoxemia têm relatado sucesso em evitar a intubação orotraqueal de 69% a 79%. A diferença na porcentagem de sucesso entre os vários estudos, inclusive este, decorre de diferentes causas que

acarretam a insuficiência respiratória hipoxêmica. Antonelli e cols.<sup>20</sup> estudaram 354 pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica, observando taxa de sucesso de 51% em pacientes com síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), de 50% em pacientes com pneumonia nosocomial e de 69% em pacientes com atelectasia. Esses números assemelham-se aos deste estudo, o que pode ser explicado pelo fato de que a maioria dos pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica no pós-operatório de cirurgia cardiovascular tem como causas principais processos pulmonares de colapso e infiltrados. Embora os pacientes deste estudo apresentassem insuficiência respiratória, a causa primária desse comprometimento, na maioria das vezes, estava correlacionada a disfunção cardíaca, uma vez que a maioria dos pacientes com insucesso apresentou maior número de intercorrências intra-operatórias, como parada cardiorrespiratória, instabilidade hemodinâmica necessitando de assistência mecânica circulatória e sangramento.

Os preditores de insucesso para a utilização da VMNI

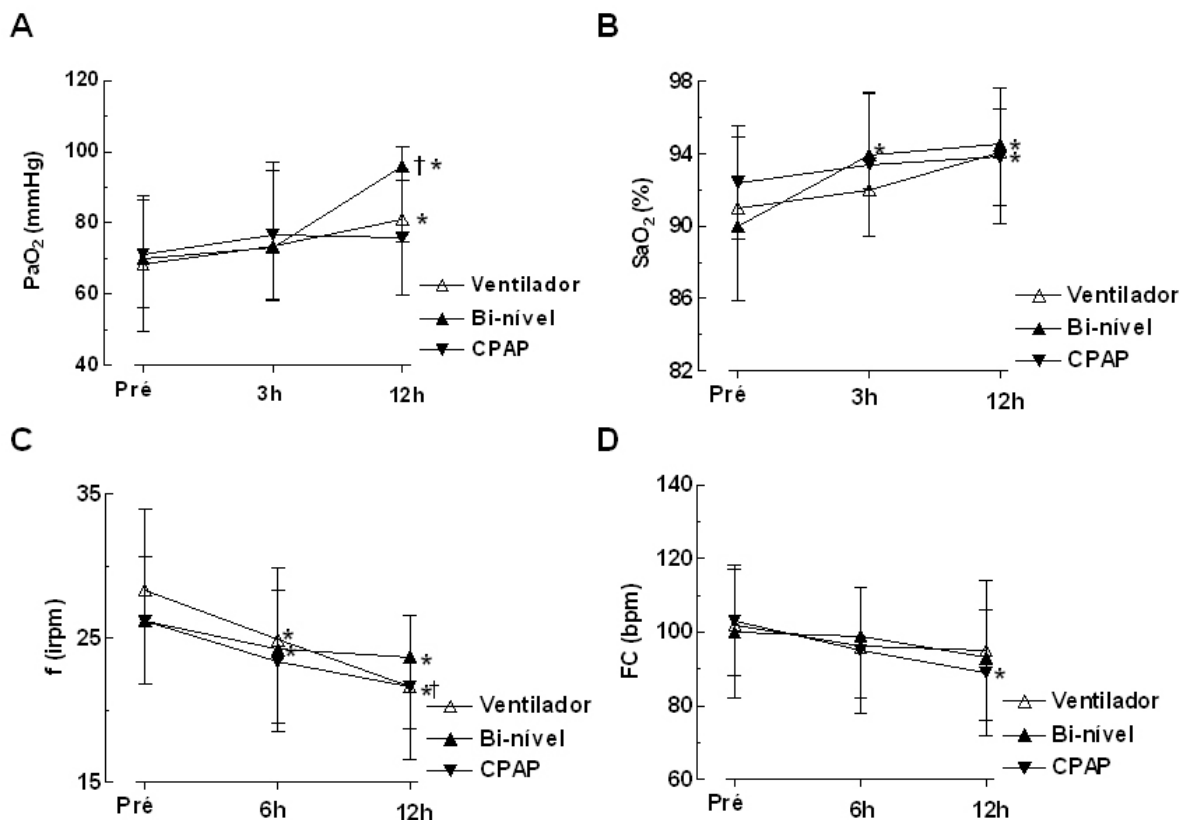


Fig. 2 - Valores médios e desvio padrão das variáveis nas diferentes modalidades: A) PaO<sub>2</sub>; B) SaO<sub>2</sub>; C) f; e D) FC.  
\* p < 0,05 em relação à primeira medida; † p < 0,05 em relação à segunda medida.

não estão bem caracterizados. No estudo de Meduri e cols.<sup>5</sup>, a melhora gasométrica foi relacionada ao sucesso da VMNI, porém não foi encontrada correlação preditora de sucesso para insuficiência respiratória hipoxêmica. Rana e cols.<sup>21</sup>, observando pacientes com lesão pulmonar aguda, constataram que choque, acidose metabólica e hipoxemia grave foram preditores de insucesso para a estratégia de VMNI. Antonelli e cols.<sup>20</sup> encontraram correlação com o insucesso da VMNI as variáveis de idade, frequência respiratória inicial e não melhora da oxigenação em uma hora de aplicação da terapêutica.

Os dados deste estudo demonstram que, antes da aplicação da VMNI, há diferença estatisticamente significativa quanto a idade, frequência cardíaca e frequência respiratória, sendo os valores mais altos no grupo insucesso. Sabe-se que o envelhecimento provoca uma série de alterações cardiorrespiratórias, que se traduzem pela diminuição da reserva cardiorrespiratória. Tal condição é um fator predisponente à insuficiência respiratória em casos de agressões infecciosas, traumáticas e cirúrgicas. Os pacientes deste estudo que evoluíram para o insucesso eram mais idosos e apresentavam, no início do estudo, valores mais altos de frequência cardíaca e de frequência respiratória, o que pode

ser sugestivo de maior sobrecarga tanto ventilatória como hemodinâmica, contribuindo para deterioração respiratória mais difícil de ser revertida com a VMNI.

Observou-se que, ao longo das 12 primeiras horas do protocolo, as variáveis SaO<sub>2</sub> e PaO<sub>2</sub> apresentaram aumentos significativos no grupo sucesso, enquanto o grupo insucesso não apresentou essa alteração. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Antonelli e cols.<sup>20</sup> e Rana e cols.<sup>21</sup>, sugerindo que pacientes que apresentam melhora da oxigenação nas primeiras horas de terapêutica têm melhor resultado em evitar a intubação orotraqueal.

A frequência respiratória apresentou comportamento semelhante nos dois grupos, com redução significativa nas primeiras 12 horas dentro de cada grupo, porém sem diferença entre os grupos.

Assim, a VMNI foi uma estratégia ventilatória eficaz na maioria dos casos, evitando a instalação de ventilação mecânica invasiva, porém fatores como idade, frequência cardíaca e frequência respiratória prévias podem comprometer a eficácia do suporte ventilatório.

*Modalidades: bi-nível, CPAP e ventilador* - Comparando as três modalidades de VMNI quanto à ocorrência de sucesso

e insucesso, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre elas ( $p = 0,531$ ), embora tenha havido tendência ao melhor resultado com a utilização das modalidades com bi-nível pressórico, as quais contribuíram para evitar a reintubação na maioria dos casos estudados em cada grupo (57,9%). Na modalidade CPAP houve maior número de reintubações, com porcentagem de sucesso de 47,3%, embora a diferença entre os grupos não tenha sido significativa.

As modalidades ventilador e bi-nível também foram responsáveis por melhoras significativas ao longo do tempo. Os grupos ventilador e bi-nível apresentaram aumentos da oxigenação nas primeiras 12 horas de aplicação, enquanto no grupo CPAP essa alteração foi discreta. Matte e cols.<sup>22</sup> estudaram 96 pacientes no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio e compararam a utilização de inspirômetro de incentivo, CPAP e bi-nível pressórico na prevenção da deterioração da função pulmonar e dos valores gasométricos nesses pacientes sem sinais de insuficiência respiratória. O estudo demonstrou que tanto o grupo CPAP como o grupo bi-nível proporcionaram melhora da  $PaO_2$  ao longo de 24 horas de aplicação, não havendo diferença significativa entre as modalidades. Park e cols.<sup>13</sup> compararam, no tratamento de 83 pacientes com edema pulmonar cardiogênico, o uso de oxigenoterapia ( $n = 27$ ), CPAP ( $n = 27$ ) e bi-nível pressórico ( $n = 29$ ), verificando que, com 30 minutos de aplicação, ocorreu aumento significativo da  $PaO_2$  nos grupos bi-nível e CPAP. Nesse estudo, a frequência respiratória dos pacientes dos grupos bi-nível e CPAP era menor que a do grupo oxigenoterapia. O comportamento da frequência respiratória nos pacientes deste estudo foi semelhante ao verificado no estudo de Matte e cols.<sup>22</sup>, que demonstrou diminuição no grupo bi-nível durante as primeiras 12 horas de aplicação, enquanto no grupo CPAP houve pequena elevação no mesmo período, produzindo diferença estatisticamente significativa entre as duas modalidades.

MacIntyre<sup>23</sup>, por meio da mensuração da complacência pulmonar e da pressão nas vias aéreas em pacientes internados na Unidade de Terapia Intensiva com quadros pulmonar e hemodinâmico estáveis, demonstrou redução do trabalho muscular respiratório ao utilizar bi-nível pressórico, demonstrando que a modalidade reduz o esforço inspiratório e o trabalho respiratório. O trabalho mecânico é igual à força multiplicada pelo deslocamento. No sistema respiratório, o trabalho gerado pelos músculos inspiratórios cria uma pressão,

causando deslocamento do ar. Assim, quando se utiliza uma pressão positiva adicional auxiliando a ação muscular durante a inspiração ocorre redução do trabalho respiratório.

A frequência cardíaca e a pressão arterial não se alteraram durante a aplicação da pressão positiva, e seus valores médios permaneceram dentro da normalidade na maior parte do protocolo. Observou-se alteração estatisticamente significativa da frequência cardíaca ao longo do tempo somente no grupo CPAP. Philip-Jöet e cols.<sup>10</sup>, estudando as alterações hemodinâmicas decorrentes do uso de CPAP e bi-nível, não encontraram diferenças significantes em pacientes com função ventricular esquerda normal. Houve alteração do débito cardíaco em pacientes que já apresentavam diminuição da pressão média de artéria pulmonar (inferior a 12 mmHg). Neste estudo não foi possível correlacionar esse dado com a condição hemodinâmica, pois não foi avaliada a função ventricular esquerda desses pacientes.

## Conclusão

Em conclusão, pacientes com insuficiência respiratória hipoxêmica no pós-operatório de cirurgia cardiovascular apresentaram melhora da oxigenação, da frequência respiratória e da frequência cardíaca durante a aplicação de VMNI. Em pacientes mais idosos e com frequências respiratória e cardíaca iniciais mais elevadas, a VMNI pode não ser suficiente para reverter o quadro de insuficiência respiratória hipoxêmica.

As modalidades com dois níveis pressóricos demonstraram resultados superiores aos de CPAP.

## Potencial Conflito de Interesses

Não há conflito de interesses.

## Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

## Vinculação Acadêmica

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

## Referências

1. Irwin S, Tecklin JS. Fisioterapia cardiopulmonar. 2a ed. São Paulo: Editora Manole; 1994.
2. Kildgen-Milles D, Buhl R, Gabriel A, Bohner H, Muller E. Nasal continuous positive airway pressure: a method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. *Chest*. 2000;117(4):1106-11.
3. Aguilo R, Togores B, de la Pena A, Santos C, Agusti AG. Noninvasive ventilatory support after lung resectional surgery. *Chest*. 1997;112(1):117-21.
4. Kilger E, Briegel J, Haller M, Frey L, Schelling G, Stoll C, et al. Effects of noninvasive positive pressure ventilatory support in non-COPD patients with acute respiratory insufficiency after early extubation. *Intens Care Med*. 1999;25:1374-80.
5. Meduri GU, Turner RE, Abou-Shala N, Wunderink R, Tolley E. Noninvasive positive pressure ventilation via face mask: first-line intervention in patients with acute hypercapnic and hypoxemic respiratory failure. *Chest*. 1996; 109(1): 172-92.
6. Wysocki M, Tric L, Wolff MA, Gertner J, Millet H, Herman B. Noninvasive pressure support ventilation in patients with acute respiratory failure. *Chest*. 1993;107:761-8.
7. Pang D, Keenan SP, Cook DJ, Sibbald WJ. The effect of positive pressure airway

## Artigo Original

- support on mortality and the need for intubation in cardiogenic pulmonary edema: a systematic review. *Chest*. 1998;114:1185-92.
8. Kramer N, Meyer TJ, Meharg J, Cece RD, Hill NS. Randomized, prospective trial of noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1995;151(6):1799-806.
  9. Meyer JJ, Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Ann Intern Med*. 1994;120:760-70.
  10. Philip-Jöet FF, Paganelli FF, Dutau HL, Saadjian AY. Hemodynamic effects of bilevel nasal positive airway pressure ventilation in patients with heart failure. *Respiration*. 1999;66:136-43.
  11. 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.
  12. Sullivan CE, Berthon-Jones M, Issa FG, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet*. 1981;1(8225):862-5.
  13. Park M, Sangean MC, Volpe MDS, Feltrim MIZ, Nozawa E, Leite PF, et al. Randomized, prospective trial of oxygen, continuous positive airway pressure, and bilevel positive airway pressure by face mask in acute cardiogenic pulmonary edema. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2407-15.
  14. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(1):283-91.
  15. Masip J, Betbese AJ, Paez J, Vecilla F, Canizares R, Padro J, et al. Non-invasive pressure support ventilation versus conventional oxygen therapy in acute cardiogenic pulmonary oedema: a randomised trial. *Lancet*. 2000;356:2126-32.
  16. Confalonieri M, Potena A, Carbone G, Porta RD, Tolley EA, Meduri UG. Acute respiratory failure in patients with severe community-acquired pneumonia. A prospective randomized evaluation of noninvasive ventilation. *Am Respir Crit Care Med*. 1999;160:1585-91.
  17. Antonelli M, Conti G, Bui M, Costa MG, Lappa A, Rocco M, et al. Noninvasive ventilation for treatment of acute respiratory failure in patients undergoing solid organ transplantation: a randomized trial. *JAMA*. 2000;283(2):235-41.
  18. Martin TJ, Hovis JD, Costantino JP, Bierman MI, Donahoe MP, Rogers RM, et al. A randomized, prospective evaluation of noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Am Respir Crit Care Med*. 2000;161:807-13.
  19. Keenan SP, Sunuff T, Cook DJ, Hill NS. Does noninvasive positive pressure improve outcome in acute hypoxemic respiratory failure? A systematic review. *Crit Care Med*. 2004;32(12):2516-23.
  20. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzales-Diaz G, Confalonieri M, et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med*. 2001;27(11):1718-28.
  21. Rana S, Jenad H, Gay PC, Buck CF, Hubmayr RD, Gajic O. Failure of non-invasive ventilation in patients with acute lung injury: observational cohort study. *Crit Care*. 2006;10(3):R79.
  22. 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;44:75-81.
  23. MacIntyre NR. Respiratory function during pressure support ventilation. *Chest*. 1986;89(5):677-83.