

# Avaliação da ventilação não-invasiva com dois níveis de pressão positiva nas vias aéreas após cirurgia cardíaca

*Assessment of noninvasive ventilation with two levels of positive airway pressure in patients after cardiac surgery*

Aline Marques Franco<sup>1</sup>, Franciele Cristina Clapis Torres<sup>1</sup>, Isabela Scali Lourenço Simon<sup>1</sup>, Daniela Morales<sup>2</sup>, Alfredo José Rodrigues<sup>3</sup>

DOI: 10.5935/1678-9741.20110048

RBCCV 44205-1324

## Resumo

**Introdução:** A aplicação de ventilação por dois níveis de pressão positiva (BiPAP®) associada à fisioterapia respiratória convencional (FRC) no pós-operatório (PO) imediato de cirurgia cardíaca pode contribuir para a diminuição das complicações pulmonares.

**Objetivo:** Avaliar a segurança e a adesão da aplicação preventiva do BiPAP® associado a FRC no PO imediato de revascularização do miocárdio.

**Métodos:** Vinte e seis pacientes submetidos a revascularização do miocárdio foram aleatoriamente alocados. O Grupo Controle (GC) foi tratado com FRC, o Grupo BiPAP (GB) foi submetido a 30 minutos de BiPAP®, duas vezes ao dia, associado à FRC. A FRC foi realizada em ambos os grupos, duas vezes ao dia. Todos os pacientes foram avaliados quanto: capacidade vital, permeabilidade das vias aéreas, pressões respiratórias máximas, saturação de oxigênio, frequência cardíaca, frequência respiratória, volume minuto, volume corrente, pressões arteriais sistólica e diastólica. As avaliações foram realizadas durante a

internação no pré-operatório, imediatamente após a extubação, e na 24ª e 48ª horas após extubação.

**Resultados:** No GC, 61,5% dos pacientes tiveram algum grau de atelectasias, no GB, 54% ( $P=0,691$ ). A capacidade vital foi estatisticamente maior no GB no PO ( $P<0,015$ ). Todos os outros parâmetros de ventilometria, gasometria, manovacuometria e hemodinâmicos foram semelhantes entre os grupos.

**Conclusão:** A cirurgia de revascularização do miocárdio leva à degradação da função respiratória no PO, e a aplicação da ventilação com pressão positiva (BiPAP®) pode ser benéfica para reestabelecer a função pulmonar mais rapidamente, principalmente a capacidade vital, de forma segura, sendo bem aceita pelos paciente, devido ao maior conforto em relação à sensação de dor durante a execução da fisioterapia respiratória.

**Descritores:** Procedimentos cirúrgicos cardiovasculares. Modalidades de fisioterapia. Cuidados pós-operatórios. Ventilação pulmonar.

1. Mestre; Fisioterapeuta da Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
2. Fisioterapeuta; Fisioterapeuta da Unidade de Emergência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP e Mestranda do Departamento de Neurociências e Ciências do Comportamento, Ribeirão Preto, SP, Brasil.
3. Professor-doutor; Professor da Divisão de Cirurgia Torácica e Cardiovascular da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Endereço para correspondência:  
Aline Marques Franco. Rua Dr. Bernardino de Campos, 851 – São Carlos, SP, Brasil – CEP: 13574-030  
E-mail: amfranco@hcrp.usp.br

Apoio: FAEPA CAPES

Artigo recebido em 9 de abril de 2011  
Artigo aprovado em 5 de setembro de 2011

Trabalho realizado no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina

### Abstract

**Introduction:** The application of two levels of ventilation by positive pressure (BiPAP®) associated with conventional respiratory therapy (CRT) in postoperative period of cardiac surgery may contribute to reduction of pulmonary complications.

**Objectives:** To evaluate the safety and compliance of preventive application of BiPAP® CRT associated with immediate postoperative myocardial revascularization.

**Methods:** 26 patients undergoing coronary artery bypass grafting were randomly allocated in one of the groups. Patients of the Control Group (CG) were treated only with conventional respiratory therapy, compared to BiPAP group (BG) (in addition to conventional respiratory therapy the patients were subjected to 30 minutes of ventilation by two levels twice a day). The conventional respiratory therapy was held in both groups, twice a day. All patients were evaluated for vital capacity, airway permeability, maximal respiratory pressures, oxygen saturation, heart rate, respiratory frequency, Volume Minute, tidal volume, systolic

and diastolic blood pressure. Evaluations were performed during hospitalization preoperatively, immediately after extubation, 24h and 48h after extubation.

**Results:** In CG 61.5% of patients had some degree of atelectasias, in comparison to 54% of BG ( $P=0.691$ ). The vital capacity was higher in the GB postoperatively ( $P<0.015$ ). All the other ventilometric, gasometric, hemodynamic and manometric parameters were similar between groups.

**Conclusion:** Coronary artery bypass grafting leads to deterioration of respiratory function postoperatively, and the application of positive pressure ventilation (BiPAP®) may be beneficial to restore lung function more quickly, especially vital capacity, safely, and well accepted by patients due to greater comfort with the sensation of pain during the execution of respiratory therapy.

**Descriptors:** Cardiovascular surgical procedures. Physical therapy modalities. Postoperative care. Pulmonary ventilation.

## INTRODUÇÃO

A frequência dos procedimentos cirúrgicos aumentou progressivamente nas últimas décadas [1]. A despeito da modernização dos procedimentos utilizados em cirurgia cardíaca, a função pulmonar ainda é bastante afetada e as complicações pulmonares pós-operatórias ainda são uma causa significativa de mortalidade e morbidade no pós-operatório [1-6].

Os pacientes submetidos à cirurgia cardíaca, na maioria das vezes, influenciados por fatores pré, peri e pós-operatório (PO), estão predispostos a complicações pulmonares que se tornam mais evidentes no período pós-operatório. No período pré-operatório, os fatores que contribuem para alteração da função pulmonar são, principalmente, doença pulmonar prévia, tabagismo, obesidade e congestão pulmonar por insuficiência cardíaca [7].

Durante o período PO, os pacientes podem apresentar alterações nos volumes e capacidades pulmonares, devido a vários fatores, entre eles um fenômeno restritivo de alteração da dinâmica torácica causado pela dor gerada por drenos e incisões cirúrgicas do tipo esternotomia mediana, comprometendo assim a dinâmica ventilatória. Ainda interferindo na função pulmonar, incluem-se o posicionamento para a cirurgia e a própria circulação extracorpórea (CEC), levando a uma reação inflamatória importante. Também a anestesia, assim como seu tempo de

uso, levam a uma alteração do padrão respiratório, que se torna superficial, o que somado à disfunção diafragmática culminam com a hipoventilação alveolar, redução da resposta ventilatória e hipoxemia [8].

As anormalidades na mecânica pulmonar após cirurgia cardíaca são caracterizadas por um padrão restritivo com redução da Capacidade Vital (CV) e da Capacidade Residual Funcional (CRF) [9,10]. A CV está, geralmente, reduzida a aproximadamente 40% a 50% dos valores pré-operatórios, durante um período de, no mínimo, 10 a 14 dias [11-14]. A CRF é reduzida a cerca de 70% dos níveis pré-operatórios, retornando ao normal no período de 7 a 10 dias [15].

Este padrão de restrição pulmonar e a hipoxemia prevalente nos PO de cirurgias cardíacas não podem ser prevenidos, porém podem ser modificados. Portanto, a base das modalidades terapêuticas utilizadas é a manutenção ou restituição da Capacidade Funcional Residual (CRF) [7].

As alterações fisiológicas e mecânicas se somam, comprometendo a função pulmonar e diminuindo a Força Muscular Respiratória (FMR) de maneira a atrasar a recuperação do paciente no PO de cirurgia cardíaca, pois a manutenção adequada da FMR é essencial para a ventilação pulmonar e para a facilitação da desobstrução das vias aéreas [15].

As atelectasias e as pneumonias, causadas por modificações na mecânica respiratória, são as principais complicações pulmonares decorrentes das cirurgias

cardíacas, e estas podem causar aumento do trabalho respiratório e diminuição da capacidade pulmonar, podendo aumentar a predisposição a infecções pulmonares [10].

A incidência de atelectasia em pacientes submetidos à cirurgia cardíaca com CEC é alta, variando de 60% a 90% [16].

As pneumonias podem ser atribuídas à diminuição do fluxo expiratório e do batimento ciliar e à inibição ou ineficácia da tosse [10].

A fisioterapia no período pós-operatório, após a chegada do paciente na unidade de terapia intensiva, contribui muito para a ventilação adequada e o sucesso da extubação [17].

A fisioterapia respiratória é, frequentemente, utilizada na prevenção e no tratamento de complicações pós-operatórias, como retenção de secreção, atelectasia e pneumonia [18].

Nos últimos anos, estudos científicos têm investigado estratégias terapêuticas que possam prevenir ou minimizar as complicações pulmonares após intervenção cirúrgica cardíaca [19,20].

Para o tratamento e prevenção das complicações respiratórias que normalmente ocorrem no PO de cirurgia cardíaca têm sido aplicadas várias modalidades terapêuticas, tais como: Fisioterapia Respiratória Convencional (FRC), Espirometria de Incentivo, Pressão Positiva de forma não-invasiva com máscara com Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP), Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas (CPAP) e Ventilação com dois Níveis de Pressão Positiva nas Vias Aéreas (BiPAP®), levando à diminuição significativa da incidência dessas complicações em comparação aos pacientes que não realizaram qualquer abordagem fisioterápica [21-23].

A ventilação não-invasiva (VNI) reduz o trabalho respiratório e aumenta a complacência do sistema respiratório por reverter microatelectasias do pulmão [24], e não depende do esforço do paciente para gerar inspirações profundas, sendo assim uma vantagem em relação a outros métodos, principalmente em PO imediato, no qual o paciente é pouco cooperativo ou incapaz de realizar inspiração máxima, promovendo aumento dos valores de volumes e capacidades pulmonares [25]. É também verificado que a utilização de VNI por, pelo menos, dois dias após a cirurgia, leva a efeitos benéficos na função pulmonar e nos índices de oxigenação [7]. Também há benefícios hemodinâmicos, como a redução da pré-carga, por redução do retorno venoso, diminuição da pós-carga do ventrículo esquerdo, por redução de sua pressão transmural, e aumento do débito cardíaco, o que leva à melhora do desempenho do coração como uma bomba [26].

Vários autores demonstraram que o uso de VNI pode ser útil para melhorar a função pulmonar e as trocas gasosas no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio, entretanto a importância clínica desses achados necessita de confirmação [27,28].

Tendo em vista o número de complicações que ocorrem no PO de cirurgia cardíaca e os efeitos benéficos da VNI por meio da aplicação de dois níveis de pressão, constatado na literatura, justifica-se a realização deste estudo, contribuindo com maior número de trabalhos científicos que fundamentem esta técnica de ventilação.

O objetivo deste trabalho é avaliar a segurança e a adesão, além da eficácia da aplicação da ventilação não-invasiva por dois níveis de pressão positiva associada à FRC, no pós-operatório imediato precoce de pacientes submetidos à revascularização cirúrgica do miocárdio.

## MÉTODOS

Foram avaliados 26 pacientes, submetidos à cirurgia cardíaca eletiva de revascularização do miocárdio com incisão mediana e CEC realizada no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - HCFMRP-USP. Todos os pacientes assinaram um Termo de Consentimento mediante orientações sobre o protocolo proposto, em atendimento à resolução 196/96 do CNS, e este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto. Foram excluídos os submetidos à cirurgia de emergência, baixo nível de compreensão e idade inferior a 40 anos e cirurgias realizadas sem o uso da CEC.

O protocolo estendeu-se por dois dias após a cirurgia. Os pacientes foram selecionados e agrupados randomicamente em dois grupos, compondo um Grupo BiPAP (GB), com 13 pacientes, tratados com FRC associada a aplicações de BiPAP® (duas vezes ao dia, com duração de 30 minutos cada aplicação), e Grupo Controle (GC), com 13 pacientes, tratados com FRC.

As avaliações foram realizadas no pré-operatório, pós-extubação imediata (PEI), 24 horas e 48 horas pós-extubação. No pré-operatório, os pacientes receberam informações sobre os procedimentos cirúrgicos e fisioterápicos a serem executados nos diferentes períodos de sua recuperação (período de internação), sendo todos submetidos a uma avaliação clínica, na qual constavam os dados pessoais, antropométricos, diagnóstico médico, antecedentes pessoais, dados relacionados à cirurgia, além de medidas específicas como: FMR, ventilometria e pico de fluxo expiratório.

A FMR foi obtida com um manovacuômetro da marca Ger-Ar, escalonado em  $\text{cmH}_2\text{O}$ , segundo metodologia proposta por Black & Hyatt [29]. Para a realização da manobra, o paciente foi instruído a realizar um esforço inspiratório máximo após expiração completa para a mensuração da Pressão Inspiratória Máxima (PImáx). Da mesma forma, o paciente foi instruído a realizar um esforço expiratório máximo ao final de uma inspiração máxima, para a mensuração da Pressão Expiratória Máxima (PEmáx).

A ventilometria foi utilizada para obter o volume corrente (VC), volume minuto (VM) e a capacidade vital (CV), através do uso de um ventilômetro portátil digital da marca Eletronic Respirometer. Todas as medidas (VC, VM e CV) foram avaliadas com o paciente em respiração espontânea, posição sentada, usando um obturador nasal. Para a obtenção do VM, o paciente foi orientado a inspirar e expirar lentamente durante um minuto, onde foi registrado o valor do VM e a frequência respiratória (FR). O VC foi obtido através da divisão do VM pela FR. Para a obtenção da CV, o paciente foi orientado a inspirar profundamente o máximo que pudesse e, em seguida, soltar todo ar do pulmão até que o esvaziasse completamente. As manobras foram realizadas por três vezes. A FR foi mensurada pelos movimentos da caixa torácica, durante os ciclos respiratórios realizados em um minuto.

Após a realização da cirurgia cardíaca, os pacientes receberam o tratamento proposto de acordo com o seu grupo, sendo que a FRC constava de exercícios respiratórios diafragmáticos associados à movimentação ativa e/ou ativa-assistida nos membros superiores, mobilização de membros inferiores, manobras desobstrutivas, auxílio da tosse e técnicas reexpansivas. A aplicação de BiPAP® foi utilizada na modalidade espontânea, ciclada em dois níveis de pressão positiva, com um nível pressórico durante a inspiração (IPAP) de 8 a 12 cmH<sub>2</sub>O e um nível pressórico durante a expiração (EPAP) de 6 cmH<sub>2</sub>O.

## RESULTADOS

A Tabela 1 demonstra as características antropométricas, demográficas, clínicas e cirúrgicas dos pacientes envolvidos neste estudo para GC e GB. A Figura 1 ilustra o comportamento dos valores da ventilometria. Tanto o VM, como o VC e a CV apresentaram quedas significativas quando comparados os valores do pós-operatório aos pré-operatórios, todos com  $P < 0,001$ . Porém, somente na CV os valores entre os grupos foram significativos ( $P = 0,015$ ).

Tabela 1. Características antropométricas, clínicas e cirúrgicas em média e desvio padrão dos pacientes estudados.

Variáveis	Grupo Controle N = 13	Grupo BiPAP N = 13	P
Sexo (n, %)			
Masculino	7 (53,8%)	10 (76,9%)	0,411
Feminino	6 (46,2%)	3 (23,1%)	
Peso (kg)	74,14 ± 14,90	68,52 ± 11,64	0,488
Altura (m)	1,63 ± 0,06	1,64 ± 0,13	0,572
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,96 ± 5,57	25,56 ± 2,55	0,448
Tempo de cirurgia (min)	238,5 ± 33,69	253,1 ± 54,07	0,503
Tempo de pinçamento Ao (min)	50,2 ± 21,4	56,6 ± 19,8	0,064
Tempo de CEC (min)	68,9 ± 22,7	76,3 ± 27,1	0,152

Teste t Student não pareado / Teste de Mann-Whitney

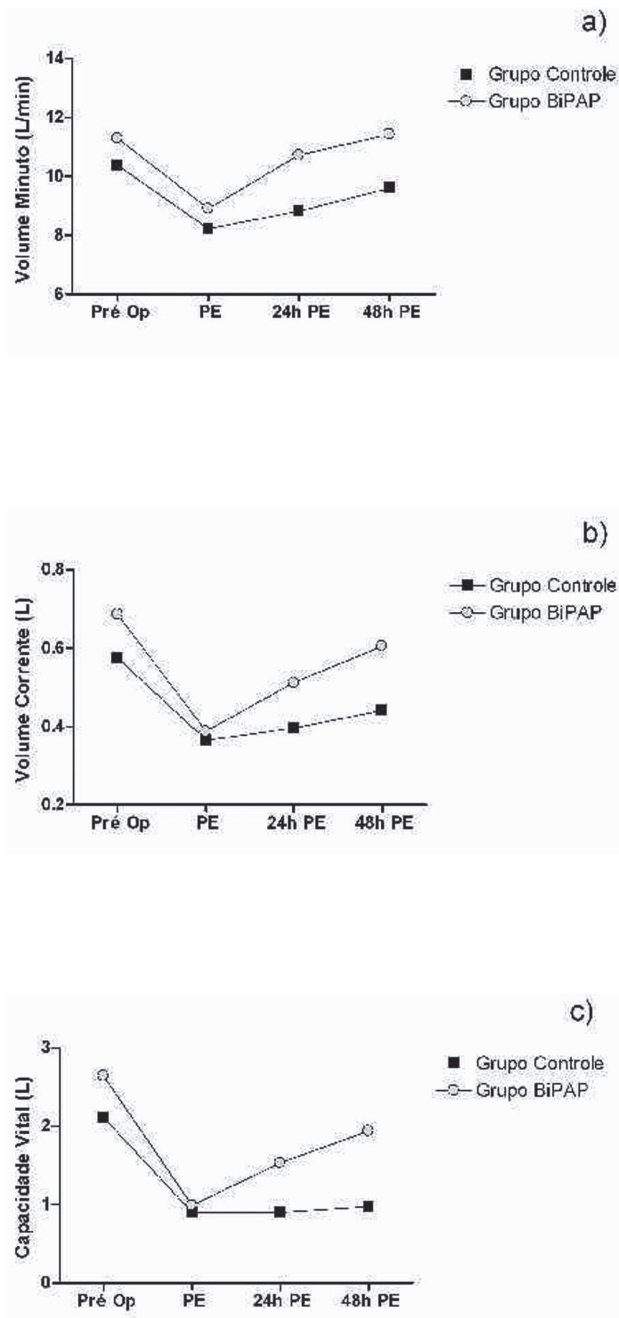


Fig. 1 – A: Distribuição representativa das alterações do Volume Minuto no Pré-Operatório, pós-extubação imediata, 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas pós-extubação, em média, nos grupos Controle e BiPAP ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,250$  intergrupos); B: Distribuição representativa das alterações do Volume Corrente no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,250$  intergrupos); C: Distribuição representativa das alterações da Capacidade Vital no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,15$  intergrupos). Pré-op= Pré-operatório e PE= Pós-extubação



No que se refere ao PF, a Figura 2 demonstra os resultados obtidos entre as fases pré-operatório até a 48ª hora após a extubação, sendo observado que, em ambos os grupos, ocorreu queda significativa quando comparados os valores obtidos no pós-operatório com os do pré-operatório com  $P < 0,001$ . Todavia, não se observou diferença significativa dos valores entre os grupos ( $P = 0,327$ ).

Em relação à FR, em ambos os grupos, ocorreu aumento significativo quando comparados os valores obtidos no pós-operatório com os do pré-operatório ( $P < 0,001$ ), da mesma forma, em ambos os grupos. Porém não se observou diferença significativa entre os grupos ( $P = 0,265$ ) (Figura 3).

A Figura 4 ilustra o comportamento dos valores de FMR (PImáx e PEmáx), onde se pode constatar que, tanto a PImáx como a PEmáx apresentaram, em ambos os grupos, queda significativa dos seus valores quando comparados os obtidos no pós-operatório com os do pré-operatório ( $P < 0,001$ ). Porém, não houve diferença significativa entre os grupos ( $P = 0,463$  e  $P = 0,843$ , respectivamente).

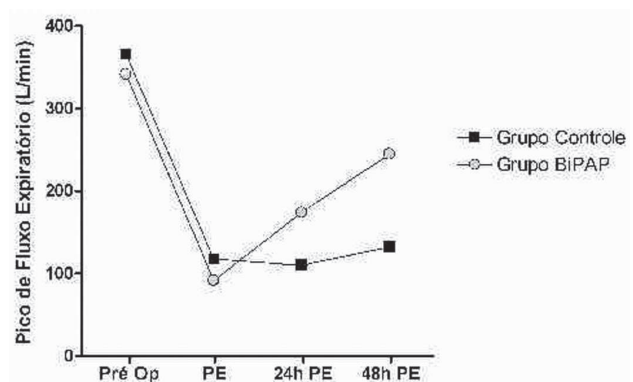


Fig. 2 – Distribuição representativa das alterações do Pico de Fluxo Expiratório no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op= Pré-operatório e PE= Pós-extubação. ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,327$  intergrupos)

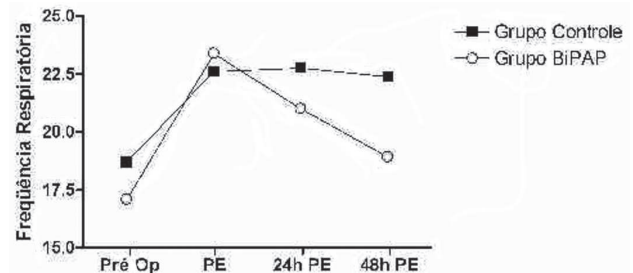


Fig. 3 – Distribuição representativa das alterações da Frequência Respiratória no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op= Pré-operatório e PE= Pós-extubação. ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,265$  intergrupos)

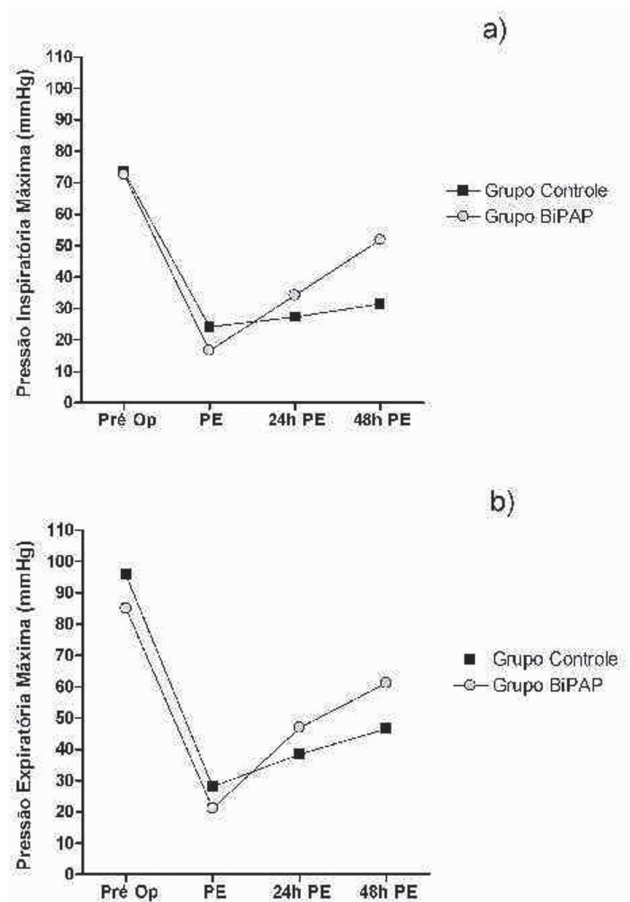


Fig. 4 – A: Distribuição representativa das alterações da Pressão Inspiratória Máxima no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op= Pré-operatório e PE= Pós-extubação. ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,123$  intergrupos); B: Distribuição representativa das alterações da Pressão Expiratória Máxima no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op= Pré-operatório e PE= Pós-extubação. ( $P = 0,540$  intragrupos;  $P = 0,056$  intergrupos)

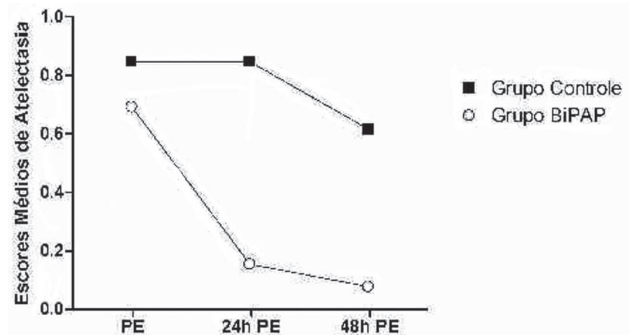


Fig. 5 – Evolução dos escores médios de atelectasia nos dias 1, 2 e 3 pós-operatórios, nos grupos Controle e BiPAP. PO: pós-operatório. ( $P = 0,070$  intragrupos,  $P = 0,080$  intergrupos)

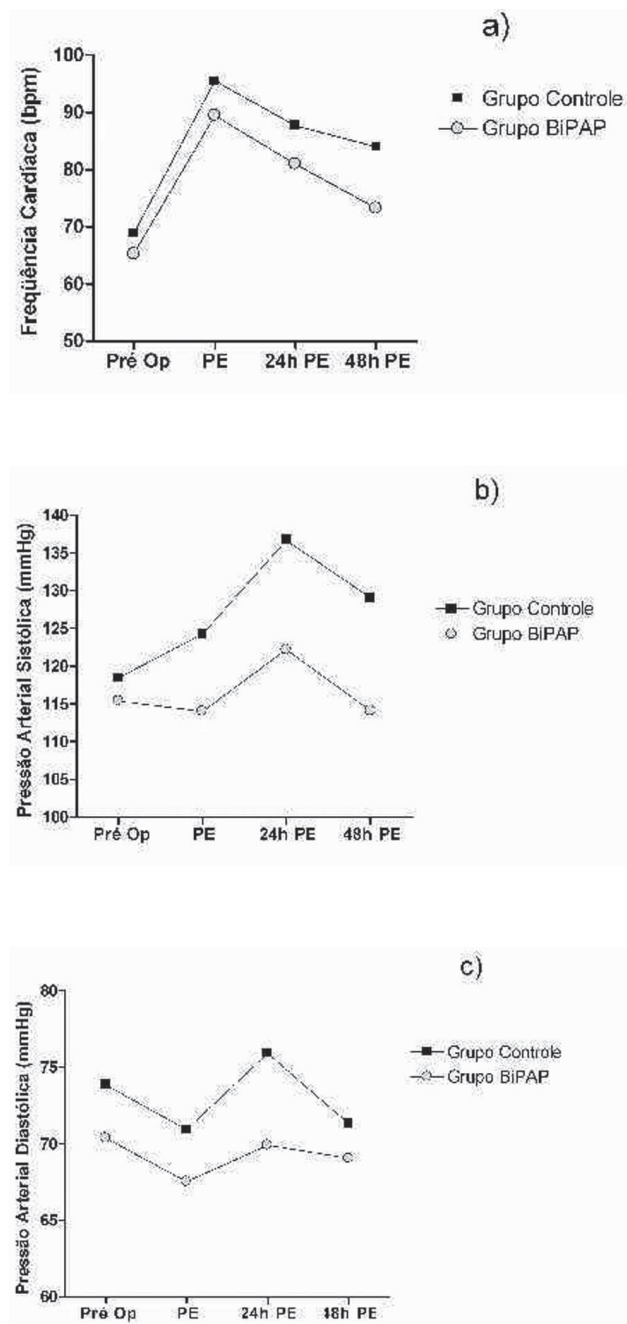


Fig. 6 – A: Evolução das medidas da Frequência Cardíaca no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24 e 48 horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op: Pré-operatório; PE: Pós-extubação ( $P < 0,001$  intragrupos;  $P = 0,123$  intergrupos); B: Evolução das medidas da Pressão Arterial Sistólica no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas pós-extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op: Pré-operatório; PE: Pós-extubação. ( $P = 0,540$  intragrupos;  $P = 0,056$  intergrupos); C: Evolução das medidas da Pressão Arterial Diastólica no Pré-Operatório, Pós-extubação Imediata, 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas pós extubação em média, nos grupos Controle e BiPAP. Pré-op: Pré-operatório; PE: Pós-extubação. ( $P = 0,358$  intragrupos;  $P = 0,224$  intergrupos)

Nenhum paciente apresentava imagem radiológica compatível com atelectasia na radiografia pré-operatória. No grupo controle, 61,5% dos pacientes tiveram algum grau de atelectasia no pós-operatório, no grupo BiPAP®, a incidência foi de 54% ( $P = 0,080$ ). Quando comparados quanto ao grau de atelectasia, a gravidade segundo o escore adotado, embora se note tendência a atelectasias menos graves no grupo BiPAP, as diferenças observadas não atingiram significância estatística ( $P = 0,070$ ) (Figura 5).

A evolução das medidas da frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e pressão arterial diastólica no pré-operatório, pós-extubação imediata, 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas pós-extubação, em média, nos grupos Controle e BiPAP, está representada na Figura 6.

## DISCUSSÃO

A VNI administrada de forma contínua ou intermitente tem sido utilizada isoladamente ou associada a manobras fisioterápicas para a prevenção de atelectasia e hipoxemia no período pós-operatório de cirurgias abdominais, porém com resultados conflitantes [30,31].

Os pacientes estudados não apresentavam imagem radiológica compatível com atelectasia na radiografia pré-operatória. No grupo controle, 61,5% dos pacientes tiveram algum grau de atelectasia no pós-operatório, no grupo BiPAP, a incidência foi de 54% ( $P = 0,691$ ). Quando comparadas quanto ao grau de atelectasia, a gravidade segundo o escore adotado, embora se note tendência a atelectasias menos graves no grupo BiPAP, as diferenças observadas não atingiram significância estatística ( $P = 0,070$ ).

A diminuição da eficácia da tosse, redução da mobilidade no leito, diminuição da eliminação de secreções e estreitamento das vias aéreas e fadiga muscular, associados à mudança do padrão respiratório fisiológico, diafragmático, para uma respiração mais superficial e predominantemente torácica, são responsáveis pela diminuição da expansibilidade dos lobos pulmonares inferiores [32]. Prejuízos na reinsuflação pulmonar podem culminar na perpetuação ou no agravamento do quadro, favorecendo o desenvolvimento de processos pneumônicos [33].

Pôde-se verificar nesse estudo que o pico de fluxo expiratório no grupo BiPAP teve um valor médio na 48<sup>a</sup> hora de 244,62, enquanto no grupo controle a média foi 132,31, porém não houve diferença significativa entre os grupos. Acreditamos que o aumento na incursão torácica com o uso do BiPAP® melhora a eficácia da tosse, aumentando a eliminação de secreções e, conseqüentemente, a permeabilidade das vias aéreas, melhorando os valores do pico de fluxo.

A ventilação de pacientes submetidos a esse tipo de cirurgia se encontra comprometida em razão da respiração superficial e de pequena amplitude que adotam na tentativa

de minimizar a dor presente. Constatou-se tal afirmação, pois o volume corrente e a capacidade vital pós-operatória nos momentos pós-operatório imediato, 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas apresentaram valores inferiores ao pré-operatório em ambos os grupos, com significância estatística. Além disso, a capacidade vital apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparados os dois grupos, onde as médias do grupo BiPAP no pré-operatório, pós-extubação imediata e 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas pós-extubação foram 2,64, 0,99, 1,53 e 1,94, respectivamente; e no grupo controle, as médias obtidas foram 2,11; 0,90, 0,90 e 0,97, respectivamente.

No estudo de Stell et al. [34], o uso de VNI no pós-operatório também contribuiu para o aumento da capacidade vital, e a capacidade vital demonstrou ser um parâmetro importante para definir se o paciente apresenta risco de reintubação.

A VNI reduz o trabalho respiratório e aumenta a complacência do sistema respiratório, por reverter microatelectasias do pulmão [23], e não depende do esforço do paciente para gerar inspirações profundas, sendo assim uma vantagem em relação a outros métodos, principalmente em PO imediato, no qual o paciente é pouco cooperativo ou incapaz de realizar inspiração máxima devido à dor, promovendo aumento dos valores de volumes e capacidades pulmonares [24]. Contudo, a aceitação da proposta de tratamento do grupo BiPAP foi melhor, pois a não dependência de esforço do paciente para gerar inspirações profundas, reduz a dor durante os exercícios, sendo este executado de forma mais eficaz, o que gera uma vantagem em relação aos indivíduos do grupo de FRC, que se sentem mais inseguros para realizar inspirações profundas.

É também verificado que a utilização de VNI por, pelo menos, dois dias após a cirurgia, leva a efeitos benéficos na função pulmonar e nos índices de oxigenação [7]. No presente estudo, observou-se acréscimo nos parâmetros de função pulmonar medidos após 48 horas do pós-operatório.

Entende-se, dessa forma, a afirmação que indica a terapêutica de aplicação de pressão positiva nas primeiras horas do pós-operatório com o objetivo de restabelecer volumes e capacidades pulmonares, sendo as complicações respiratórias frequentemente encontradas no pós-operatório de cirurgias cardíacas, e o decréscimo do volume corrente e da capacidade vital nas primeiras horas é um achado bastante comum e que pode trazer sérias complicações sistêmicas, principalmente em decorrência da hipoxia celular.

Quanto à variável volume minuto, não se observou diferença significativa entre os dois grupos, nos períodos pré e pós-operatórios, porém a frequência respiratória dos pacientes submetidos ao tratamento convencional, apesar de se manter dentro da faixa de normalidade, apresentou

valores das médias mais elevados na 24<sup>a</sup> hora (frequência respiratória de 22,77 rpm) e 48<sup>a</sup> hora (frequência respiratória de 22,38 rpm), em relação aos pacientes do grupo submetido ao tratamento com BiPAP®, que mantiveram valores das médias mais baixos na 24<sup>a</sup> hora (frequência respiratória de 21,00 rpm) e 48<sup>a</sup> hora (frequência respiratória de 18,92 rpm).

Ao correlacionarmos os valores obtidos de volume corrente, volume minuto e frequência respiratória, podemos verificar a interrelação entre eles e a forma de compensação utilizada pelos pacientes de ambos os grupos, na tentativa de manter adequado seu volume minuto. Eles apresentaram volume corrente significativamente menor, conseqüentemente, adotaram uma atitude compensatória, elevando sua frequência respiratória, que se apresentou significativamente maior.

O pico da disfunção diafragmática pós-operatória, com diminuição de sua força, ocorre no período entre duas e oito horas após a cirurgia, retornando aos valores pré-cirúrgicos em 15 dias, aproximadamente. Essas alterações ocorrem em resposta ao ato cirúrgico e podem evoluir para complicações respiratórias quando modificam o curso inicialmente previsto para a recuperação pós-operatória. As complicações estão relacionadas à diminuição da capacidade contrátil do diafragma representada diretamente pela redução da pressão inspiratória máxima (Pimáx) e pressão expiratória máxima (Pemáx) [35,36].

Em relação aos resultados obtidos da Pimáx em nosso estudo, houve diminuição significativa em ambos os grupos no pós-operatório, quando comparados ao pré-operatório. Quando comparado ao grupo controle na 48<sup>a</sup> hora, o grupo submetido a aplicação do BiPAP® apresentou melhora da função muscular respiratória inspiratória (média de 51,92 para o grupo BiPAP e 31,54 para o grupo controle), porém não houve significância estatística. Esses resultados podem ter sido identificados em consequência da retirada dos drenos torácicos, realizada em torno de 36 horas após a cirurgia, pois com a diminuição da dor provocada pela presença do dreno, o paciente apresenta maior facilidade para contração da musculatura respiratória, porém a melhor mobilidade torácica condicionada ao BiPAP® em decorrência do incremento da capacidade inspiratória permite ao diafragma melhor amplitude de excursão, a qual pode condicionar as fibras vermelhas de alta capacidade oxidativa, resistente à fadiga, gerar maior pressão intratorácica, resultando no aumento da Pimáx.

Em relação à Pemáx, essa se comportou de forma semelhante à Pimáx, apresentando-se significativamente menor em ambos os grupos quando comparados os valores de pós-operatório com os valores de pré-operatório. Houve aumento nos valores médios na 24<sup>a</sup> e 48<sup>a</sup> horas em relação ao momento pós-extubação imediata, sem significância estatística entre os grupos, porém com valores maiores para o grupo BiPAP.

A força muscular respiratória aumenta diretamente com a melhora clínica do paciente no pós-operatório, provavelmente pela diminuição da dor em consequência da retirada dos drenos, pela melhora dos componentes elásticos da caixa torácica pelo processo de cicatrização. Após retirada dos drenos, o paciente melhora seu grau de mobilidade, atingindo melhor postura, diminuindo, conseqüentemente, o grau da fraqueza muscular respiratória e melhorando seu mecanismo de ação [37].

O tempo de internação na UTI variou entre 2 e 3 dias, em ambos os grupos. No grupo BiPAP apenas um paciente permaneceu 3 dias, enquanto no grupo controle, quatro pacientes permaneceram 3 dias. Já, o tempo de internação hospitalar média no grupo controle foi de 9,30 dias, enquanto no grupo BiPAP a média foi de 7,38 dias.

Pode-se observar que há tendência a melhora mais rápida dos parâmetros avaliados nos pacientes do grupo BiPAP em relação ao grupo de FRC (Figuras 1 a 4).

A aplicação de VNI de forma preventiva no pós-operatório demonstrou ser segura, mantendo os parâmetros hemodinâmicos estáveis (Figura 6) e sem qualquer outro tipo de complicação, tais como vômito e broncoaspiração, desconforto torácico, congestão nasal, pneumotórax, pneumoencéfalo, dor em seios da face, sinusopatia, ressecamento nasal, enfisema subcutâneo nas pálpebras inferiores, aerofagia e epistaxe.

## CONCLUSÃO

Em conclusão, foi verificado que os pacientes submetidos à cirurgia de revascularização do miocárdio associada à CEC apresentaram prejuízos sobre a função pulmonar, e a utilização do BiPAP® associada à FRC no pós-operatório foi segura e bem aceita pelos pacientes, além de ter aumentado a capacidade vital.

## REFERÊNCIAS

1. Verri J, Barbosa VG, Kalil PSA. Pré e pós-operatório de cirurgias cardíacas. In: Menna Barreto SS, Vieira SRR, Pinheiro CTS, eds. Rotinas em terapia intensiva. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2001. p.427-34.
2. Borghi-Silva A, Mendes RG, Costa FS, Di Lorenzo VA, Oliveira CR, Luzzi S. The influences of positive end expiratory pressure (PEEP) associated with physiotherapy intervention in phase I cardiac rehabilitation. Clinics (Sao Paulo). 2005;60(6):465-72.
3. Silva ZM, Perez A, Pinzon AD, Ricachinewsky CP, Rech DR, Lukrafka JL, et al. Fatores associados ao insucesso no desmame ventilatório de crianças submetidas a cirurgia cardíaca pediátrica.

Rev Bras Cir Cardiovasc. 2008;23(4):501-6.

4. Silva MEM, Feuser MR, Silva MP, Uhlig S, Parazzi PLF, Rosa GJ, et al. Cirurgia cardíaca pediátrica: o que esperar da intervenção fisioterapêutica?. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2011;26(2):264-72.
5. Borges DL, Sousa LRT, Silva RT, Gomes HCR, Ferreira FMM, Lima WL, et al. Complicações pulmonares em crianças submetidas à cirurgia cardíaca em um hospital universitário. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2010;25(2):234-7.
6. Lima PMB, Cavalcante HEF, Rocha ARM, Brito RTF. Fisioterapia no pós-operatório de cirurgia cardíaca: a percepção do paciente. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2011;26(2):244-9.
7. Ferreira FR, Moreira FB, Parreira VF. Ventilação não-invasiva nos pós-operatórios de cirurgias abdominais e cardíacas. Rev Bras Fisioter. 2002;6(2):55-62.
8. Senra DF, Iasbech JA, Oliveira SA. Pós-operatório em cirurgia cardíaca de adultos. Rev SOCESP. 1998;8(3):446-54.
9. Craig DB. Postoperative recovery of pulmonary function. Anesth Analg. 1981;60(1):46-52.
10. Pazzianotto-Forti EM, Nalet OMCC, Giglioli MO. A eficácia da aplicação de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), com utilização do Bird Mark 7, em pacientes em pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. Rev Bras Fisioter. 2002;6(1):31-5.
11. Jorris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desaive CJ, Lamy ML. Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on the postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. Chest. 1997;111(3):665-70.
12. Knobel E. Condutas no paciente grave. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 1998. p.322-51.
13. Lindberg P, Gunnarsson L, Tokics L, Secher E, Lundquist H, Brismar B, et al. Atelectasis and lung function in the postoperative period. Acta Anaesthesiol Scand. 1992;36(6):546-53.
14. Stock MC, Dows JB, Gauer PK, Alster JM, Imrey PB. Prevention of postoperative pulmonary complications with CPAP, incentive spirometry, and conservative therapy. Chest. 1985;87(2):151-7.
15. Garcia RCP, Costa D. Treinamento muscular respiratório em pós-operatório de cirurgia cardíaca eletiva. Rev Bras Fisioter. 2002;6(3):139-46.
16. Figueiredo LC, Araújo S, Abdala RCS, Abdala A, Guedes CAV. CPAP de 10 cmH<sub>2</sub>O durante a circulação extracorpórea não melhora a troca gasosa pós-operatória. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2008;23(2):209-15.



17. Arcêncio L, Souza MD, Bortolin BS, Fernandes ACM, Rodrigues AJ, Évora PRB. Cuidados pré e pós-operatórios em cirurgia cardiotorácica: uma abordagem fisioterapêutica. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(3):400-10.
18. Leguisamo CP, Kalil RAK, Furlani AP. A efetividade de uma proposta fisioterapêutica pré-operatória para cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2005;20(2):134-41.
19. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB. Fisioterapia respiratória na disfunção pulmonar pós-cirurgia cardíaca. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2008;23(4):562-9.
20. Renault JA, Costa-Val R, Rossetti MB, Houri Neto M. Comparação entre exercícios de respiração profunda e espirometria de incentivo no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc.* 2009;24(2):165-72.
21. Hall JC, Talara R, Harris J, Tapper J, Christiansen K. Incentive spirometry versus routine chest physiotherapy for prevention of pulmonary complications after abdominal surgery. *Lancet.* 1991;337(8747):953-6.
22. Oikkonen M, Karjalainen K, Kähärä V, Kuosa R, Schavikin L. Comparison of incentive spirometry and intermittent positive pressure breathing after coronary artery bypass graft. *Chest.* 1991;99(1):60-5.
23. Costa D. Fisioterapia respiratória básica. 1ª ed. São Paulo: Atheneu;1999. p.27-28,35-42.
24. Rezaiguia S, Jayr C. Prévention des complications respiratoires après chirurgie abdominale. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1996;15(5):623-46.
25. Lindner KH, Lotz P, Ahnefeld FW. Continuous positive airway pressure effect on functional residual capacity, vital capacity and its subdivisions. *Chest.* 1987;92(1):66-70.
26. Maurat MM. Avaliação dos benefícios da ventilação não invasiva nos pacientes em pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev SOCERJ.* 2003;16(3):142.
27. Gust R, Gottschalk A, Schmidt H, Böttiger BW, Böhrer H, Martin E. Effects of continuous (CPAP) and bi-level positive airway pressure (BiPAP) on extravascular lung water after extubation of the trachea in patients following coronary artery bypass grafting. *Intensive Care Med.* 1996;22(12):1345-50.
28. 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.
29. Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis.* 1971;103(5):641-50.
30. Ricksten SE, Bengtsson A, Soderberg C, Thorden M, Kvist H. Effects of periodic positive airway pressure by mask on postoperative pulmonary function. *Chest.* 1986;89(6):774-81.
31. Varon J, Walsh GL, Fromm RE Jr. Feasibility of noninvasive mechanical ventilation in the treatment of acute respiratory failure in postoperative cancer patients. *J Crit Care.* 1998;13(2):55-7.
32. Carvalho ACC, Oliveira EM, Souza JAM. Pós-operatório em cirurgia cardíaca. In: Knobel E, ed. *Condutas no paciente grave.* 2ª ed. São Paulo: Atheneu;1998. p.1031-42.
33. Taylor GJ, Mikell FL, Moses HW, Dove JT, Katholi RE, Malik SA, et al. Determinants of hospital charges for coronary artery bypass surgery: the economic consequences of postoperative complications. *Am J Cardiol.* 1990;65(5):309-13.
34. Stell IM, Paul G, Lee KC, Ponte J, Moxham J. Noninvasive ventilator triggering in chronic obstructive pulmonary disease. A test lung comparison. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;164(11):2092-7.
35. Siafakas NM, Mitrouska I, Bouros D, Georgopoulos D. Surgery and the respiratory muscles. *Thorax.* 1999;54(5):458-65.
36. Chandler KW, Rozas CJ, Kory RC, Goldman AL. Bilateral diaphragmatic paralysis complicating local cardiac hypothermia during open heart surgery. *Am J Med.* 1984;77(2):243-9.
37. van Belle AF, Wesseling GJ, Penn OC, Wouters EF. Postoperative pulmonary function abnormalities after coronary artery bypass surgery. *Respir Med.* 1992;86(3):195-9.