

Revisão

Ventilação não-invasiva na unidade de terapia intensiva: o manuseio da técnica pelo fisioterapeuta

Noninvasive ventilation in intensive care unit: management of the technique by the physical therapist

Verônica Franco Parreira, D.Sc.*, Simone Assunção Mota de Carvalho**

.....
*Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Respiratória – Serviço de Fisioterapia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais, **Fisioterapeuta, Professora Adjunta do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo

Este artigo tem o objetivo de discutir o papel do fisioterapeuta no manuseio da ventilação não-invasiva dentro da unidade de terapia intensiva, que presta assistência a pacientes adultos. A utilização da ventilação não-invasiva como abordagem terapêutica a pacientes criticamente enfermos pressupõe a presença de uma equipe multiprofissional. Especificamente, o papel do fisioterapeuta é variável de uma instituição à outra e apresenta basicamente três faces: observação/avaliação do paciente (dados clínicos e laboratoriais), aplicação da técnica (escolha da modalidade ventilatória, ajustes do ventilador e interface) e acompanhamento da evolução do paciente (necessidade de realizar ajustes e a decisão de interromper ou finalizar a ventilação não-invasiva). A ventilação não-invasiva tem sido utilizada na unidade de terapia intensiva procurando favorecer pacientes críticos, em virtude de suas vantagens em relação à ventilação invasiva, realizada através de tubo endotraqueal ou traqueostomia. A literatura tem descrito as situações clínicas e a clientela que poderá se beneficiar com o uso da mesma. A seleção adequada desses pacientes é um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da técnica. Atualmente, fatores preditivos de sucesso, critérios de falência e contra-indicações à ventilação não-invasiva já estão, relativamente, bem estabelecidos.

Palavras-chave: ventilação não-invasiva, unidade de terapia intensiva, insuficiência respiratória aguda.

Abstract

The aim of this study is to discuss the physical therapist's role about the management of noninvasive ventilation in intensive care unit for adult patients. The use of noninvasive ventilation as a therapy for critically ill patients needs the presence of a multiprofessional team. Specifically, the role of the physical therapist varies widely from hospital to hospital and presents basically three sides: evaluation (clinical and laboratorial data), technique implementation (choice of ventilatory mode, ventilator settings and interface) and patients follow-up (needs of setting adjustments and non-invasive ventilation interruption or ending). Non-invasive ventilation has been used to help critically ill patients because of advantages with respect to invasive ventilation performed by endotracheal tube or tracheotomy. Literature has related clinical situations and patients that could benefit from non-invasive ventilation. An adequate patient's selection is one of the most important factors for therapy success. Predictors of success, failure and contraindications for noninvasive ventilation are relatively well established.

Key words: noninvasive ventilation, intensive care unit, acute respiratory failure.

Introdução

Ventilação não-invasiva (VNI) refere-se às formas de ventilação artificial que são implementadas sem excluir as vias aéreas superiores da "rota de passagem" do fluxo aéreo, ou seja, sem o uso de tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia [1]. A ventilação não-invasiva foi,

inicialmente, realizada através da aplicação de pressão negativa, que utiliza o princípio de gerar uma pressão negativa dentro do tórax através de dispositivos presentes em diferentes equipamentos como o pulmão de aço, o poncho ou a couraça [2,3]. Porém, desde a publicação dos resultados obtidos com o uso de pressão positiva, em relação àqueles obtidos utilizando a pressão negativa, a

Recebido em 27 de abril de 2004; aceito 15 de março de 2005.

Endereço para correspondência: Profª. Dra. Verônica Franco Parreira, Rua Dona Cecília, 500/1504 Serra 30220-070 Belo Horizonte MG, E-mail: parreira@metalink.com.br

VNI tem sido realizada de forma preponderante através da aplicação de pressão positiva [4].

O uso da VNI como parte da abordagem terapêutica a pacientes criticamente enfermos, pressupõe a presença de uma equipe multiprofissional, composta basicamente de médicos, fisioterapeutas e enfermeiros. Especificamente, o papel do fisioterapeuta no manuseio dessa técnica tem três faces: observação/avaliação do paciente, aplicação da técnica e acompanhamento da evolução do paciente [5]. No Brasil, recentemente, foi regulamentada pelo Ministério de Saúde a necessidade de, pelo menos, um fisioterapeuta para cada 10 leitos na unidade de terapia intensiva (portaria nº 3432, de 13/08/1998). A realidade nos mostra que, apesar desta regulamentação, existem unidades de terapia intensiva que ainda não dispõem, em seus quadros, do fisioterapeuta. Nestas instituições a VNI é realizada, quando plausível, por outros profissionais da equipe.

Durante a reunião de consenso sobre o uso da VNI na insuficiência respiratória aguda (IRA), realizada sob os auspícios de diferentes sociedades científicas incluindo a *American Thoracic Society* e a *European Respiratory Society*, ficou estabelecido que os objetivos dessa forma de assistência ventilatória dependem basicamente do contexto clínico. Na presença de IRA hiperclínica, a finalidade da VNI seria reduzir o trabalho respiratório e aumentar a ventilação alveolar buscando a estabilização do pH arterial, enquanto na IRA hipoxêmica o objetivo seria manter um nível adequado de oxigenação até que o problema de base seja resolvido [6]. De forma conjunta, o uso da VNI na IRA busca evitar a intubação endotraqueal, minimizar ou suprimir as complicações relacionadas ao uso de interface invasiva, preservar a comunicação e alimentação, evitar a necessidade de sedação, permitindo enfim, maior conforto ao paciente; buscando a redução da morbidade, da mortalidade e da estadia hospitalar [7,8].

A VNI é atualmente indicada em pacientes portadores de IRA hiperclínica (em especial, em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica, com os quais já está demonstrada a redução de intubação, taxas de mortalidade e estadia hospitalar) [6,8-10]. Na IRA hipoxêmica de diferentes etiologias [6,8,11], a VNI parece ser responsável por especial benefício aos pacientes portadores de edema agudo de pulmão. Existem controvérsias sobre o aumento da incidência de infarto do miocárdio observado com o uso da VNI, ao serem comparados dois níveis de pressão positiva e pressão positiva contínua nas vias aéreas. Mehta *et al.* [12] encontraram resultados diferentes para estas duas modalidades, não tendo sido observado o mesmo no estudo de Park [13]. A VNI também está indicada em pacientes considerados de alto risco para o desenvolvimento de insuficiência respiratória aguda [14-16], como os imunossuprimidos [17,18], ou durante o desmame da ventilação mecânica convencional [19,20], entre outras indicações [14,21].

A forma de atuação é variável de um hospital a outro, numa mesma cidade ou região do Brasil, e sem dúvida essas diferenças existem também entre os países [22,23]. Apesar disto, a contribuição do fisioterapeuta na assistência ao paciente crítico e na organização do processo de trabalho dentro da unidade de terapia intensiva tem sido reconhecida [5,24]. Este profissional desempenha um papel de interface entre a tecnologia e o paciente [22].

Este artigo pretende abordar o papel do fisioterapeuta na unidade de terapia intensiva, no que se refere à seleção dos pacientes, escolha de interface e modalidades ventilatórias, e acompanhamento da evolução do paciente.

Avaliação inicial

Definida a indicação da VNI, os benefícios que podem ser alcançados serão otimizados através da correta escolha de diferentes modalidades ventilatórias, ajustes de parâmetros do ventilador e interfaces disponíveis [6,8]. Explicar ao paciente, com clareza e cuidado, os procedimentos que serão realizados, transmitindo-lhe segurança e estabelecendo uma relação de confiança, é fundamental para o sucesso da terapêutica [8]. O primeiro passo é observar e avaliar os seguintes dados clínicos e laboratoriais apresentados pelo paciente: frequência respiratória, padrão respiratório, uso de musculatura acessória, saturação em oxigênio da hemoglobina (SaO₂), gasometria e níveis de pressão arterial [5]. A escolha da modalidade ventilatória e o ajuste dos parâmetros do ventilador serão realizados em função dessa avaliação inicial. Existem, no mercado, diferentes ventiladores específicos para a implementação da VNI, bem como ventiladores que são utilizados tanto para a ventilação mecânica convencional invasiva, como para a VNI, assegurando o uso de várias modalidades ventilatórias.

Seleção dos pacientes

Uma seleção adequada dos pacientes é crucial para que se obtenha sucesso com a aplicação da técnica. Vários autores têm descrito as características dos pacientes que poderão se beneficiar com a VNI, assim como as situações clínicas que diminuem ou, definitivamente, contra-indicam o uso desta abordagem [6,8,9,11,25,26]. Os quadros 1 e 2 descrevem, de maneira sucinta, os critérios de seleção e os fatores preditivos de sucesso da VNI. A colaboração do paciente contribuirá para a adequada execução da técnica e obtenção dos resultados esperados.

Escolha da interface

Outro fator importante na aplicação da VNI é a escolha da interface. Esta escolha deve ser baseada em características como o peso da máscara, o conforto do contato, o tipo de fixação (facilitando a colocação e a

Quadro 1 – Critérios de seleção de pacientes com insuficiência respiratória aguda para uso da ventilação não-invasiva.**Primeiro passo** – Identificar pacientes que necessitam de assistência ventilatória:

- dispnéia moderada a severa
- FR > 24 irpm
- Uso de musculatura acessória
- respiração paradoxal
- PaCO₂ > 45 mmHg e pH < 7,35 ou PaO₂/FiO₂ < 200

Segundo passo – Excluir pacientes que apresentem:

- necessidade de intubação imediata
- instabilidade hemodinâmica
- hipotensão, arritmia cardíaca ou isquemia
- hemorragia digestiva alta em atividade
- excesso de secreção
- ausência de proteção de vias aéreas superiores
- agitação ou não cooperação
- trauma facial ou anormalidade anatômica que interfira na fixação da máscara

Fonte: [8,36].

Quadro 2 – Fatores preditivos de sucesso durante a aplicação da ventilação não-invasiva.

Idade
 Baixo escore de APACHE
 Possibilidade de cooperar
 Capacidade de sincronização com o ventilador
 Menor escape de ar
 Hipercapnia (PaCO₂ > 45 mmHg e < 92 mmHg)
 Acidemia (pH <7,35 e >7,10)
 Melhora da hematose, FR e frequência cardíaca dentro de 1 ou 2 horas
 Bom nível de consciência

Fonte: [8,26].

retirada da mesma), a presença do menor espaço morto e, que a pressão exercida sobre os diferentes pontos de contato da face do paciente, seja a mais homogênea possível, prevenindo o aparecimento de lesões. Na unidade de terapia intensiva a máscara mais utilizada é do tipo facial ou naso-bucal, pois limita os efeitos deletérios advindos da diminuição significativa do volume corrente que, efetivamente, chega aos pulmões, relacionados às perdas bucais. Assim sendo, os pacientes que apresentam insuficiência respiratória grave, frequentemente, têm dificuldade de manter uma oclusão bucal satisfatória quando é usada máscara nasal [27,28].

Uma máscara bem adaptada é fundamental para se obter uma assistência ventilatória eficaz [6]. Entretanto, um leve vazamento ao redor da máscara durante a ventilação não é prejudicial. O escape não pode ser grande o suficiente a ponto de interferir na ciclagem do ventilador, sendo a monitorização do volume corrente espirado um bom indicador da ventilação adequada. A

preocupação constante com qualquer vazamento existente pode levar à tendência de supercompensar as perdas, através do ajuste da máscara excessivamente apertada junto à face do paciente, podendo contribuir para alguma intolerância à máscara. Existem, no mercado, modelos de ventiladores que reconhecem perdas e ajustam o fluxo para manter os níveis da ventilação pré-determinados. De qualquer forma, a presença de escapes importantes requer atenção especial para o ajuste, tamanho, tipo de máscara e níveis pressóricos utilizados [29].

O fisioterapeuta precisa dedicar tempo na escolha da máscara. O ideal é dispor de diferentes tipos, possibilitando a escolha mais adequada a cada paciente. Nava *et al.* [30] avaliaram o tempo gasto por fisioterapeutas, enfermeiros e médicos que atuam na unidade de terapia intensiva, nas primeiras 48 horas de aplicação de assistência ventilatória realizada de forma invasiva ou não-invasiva em dois grupos de pacientes semelhantes. Os resultados demonstraram uma diferença significativa no tempo gasto pelo fisioterapeuta, nas primeiras 6 horas de assistência ventilatória realizada de forma não invasiva. Este estudo corrobora a idéia de que é necessário para o fisioterapeuta investir tempo suplementar durante o início do uso da técnica.

Escolha da modalidade ventilatória**Pressóricas**

As modalidades pressóricas são, com base na literatura existente, as mais utilizadas na prática clínica durante a assistência ventilatória não-invasiva na unidade de terapia intensiva. Provavelmente, isto ocorre em função da melhor tolerância e adaptação, traduzindo uma melhor sincronia paciente-ventilador [31-33] e uma correção mais rápida das alterações de gases sanguíneos [34]. As mais utilizadas são:

- A pressão positiva contínua nas vias aéreas (*Continuous Positive Airway Pressure- CPAP*), que possibilita a manutenção de um mesmo nível de pressão positiva durante todo o ciclo respiratório. Ela está indicada essencialmente quando se busca uma melhora da oxigenação em pacientes que não apresentam hipercapnia. Este benefício é atingido através de um aumento da capacidade residual funcional e da ventilação colateral, da diminuição do *shunt* pulmonar, assim como de contrabalançar os efeitos da hiperinsuflação dinâmica [5,33,35]. O modo espontâneo que possibilita ao paciente iniciar e finalizar cada ciclo respiratório, é o único disponível quando se utiliza a pressão positiva contínua nas vias aéreas. É necessário que o paciente tenha *drive* respiratório suficiente para desencadear os ciclos respiratórios [35].
- O suporte pressórico, que possibilita um auxílio inspiratório sem a utilização de pressão positiva no tempo expiratório. Atingindo-se um bom ajuste do nível de pressão inspiratória, espera-se um aumento do volume corrente, uma diminuição da frequência respiratória, a redução da atividade muscular e, em consequência, uma redução do consumo de oxigênio. O suporte pressórico tem sido utilizado em situações clínicas com hipercapnia aguda [9,36].
- A ventilação com dois níveis de pressão positiva, que apresenta a possibilidade de se associar um nível de pressão inspiratória diferente do nível de pressão expiratória. Com essa modalidade é possível se obter, teoricamente, os benefícios clínicos descritos anteriormente, relativos aos efeitos da aplicação de pressão positiva de forma contínua (CPAP), associados àqueles obtidos quando a pressão é realizada somente no tempo inspiratório, o suporte pressórico [5,37].

Quando se trabalha com o suporte pressórico ou com dois níveis de pressão positiva, pode-se utilizar o modo espontâneo ou o assistido. Quando se utiliza o modo assistido se pré-determina, além da pressão inspiratória ou inspiratória e expiratória, respectivamente, uma frequência respiratória de segurança. Parece recomendável o uso de pressões inspiratórias em torno de 15 ou 20 cm H₂O, com as quais é possível atingir aumento efetivo de ventilação minuto e melhora clínica significativa, observada através da redução da frequência respiratória, padrão respiratório e gases sanguíneos [9,11,38]. Para se atingir o nível de pressão inspiratória ideal é interessante realizar um aumento progressivo, permitindo ao paciente um período de adaptação [8].

Experimentalmente, foi demonstrada a presença de instabilidade do ritmo respiratório, com a ocorrência de períodos de apnéias do tipo central, quando se utilizou ventilação com dois níveis de pressão positiva no modo espontâneo [37]. Num estudo posterior, este fenômeno ocorreu durante vigília, mas foi exacerbado pelo o sono,

gerando quedas na SaO₂, cujos níveis mínimos ficavam abaixo de 80%. O uso de uma frequência respiratória de segurança parece recomendável durante a aplicação de ventilação com dois níveis de pressão positiva, pois evitaria o aparecimento de instabilidade do ritmo respiratório, especialmente durante o sono [38]. Este estudo [38] foi realizado com sujeitos normais e, portanto, extrapolar estes resultados para pacientes com hipoventilação alveolar ou hipercapnia, não seria necessariamente correto. Entretanto, partindo do pressuposto que um dos objetivos fisiológicos da VNI é aumentar a ventilação alveolar dos pacientes, é provável que estas observações, realizadas em sujeitos normais, sejam aplicáveis também a pacientes. Além disso, quedas na SaO₂ de pacientes com hipoventilação noturna durante a VNI, realizada através de dois níveis de pressão positiva no modo espontâneo, foram observadas por outros autores [39].

Volumétrica

A ventilação volumétrica, muito utilizada na assistência ventilatória não-invasiva domiciliar, é caracterizada pela determinação de um volume corrente pré-fixado. Dentro da unidade de terapia intensiva, sua utilização parece muito restrita. Provavelmente, isto se deva a associação frequente entre ventilação volumétrica e o modo controlado, que requer um período de adaptação à ventilação, sendo de difícil implementação em pacientes que apresentam um quadro de insuficiência respiratória aguda com indicação de assistência ventilatória [34].

Ventilação proporcional assistida

A ventilação proporcional assistida é uma modalidade ventilatória nova, baseada, mais no esforço desenvolvido pelo paciente, que no ajuste de pressão ou volume, tendo como possíveis vantagens, melhorar o conforto do paciente, reduzir o pico de pressão durante a ventilação assistida e evitar a intubação, entre outras [40]. Recentemente, alguns estudos realizados com pacientes portadores de insuficiência respiratória aguda, hipercápica ou não, têm demonstrado efeitos superiores desta modalidade, quando comparada ao suporte pressórico, em relação ao conforto do paciente [41], diminuição mais rápida da frequência respiratória e número de complicações [42]. É importante ressaltar que esta é uma modalidade ventilatória que está disponível em poucos ventiladores, se comparada a outras modalidades.

Acompanhamento da evolução

O acompanhamento da evolução do paciente pelos profissionais envolvidos na atenção ao paciente sob VNI, é imprescindível. Os ajustes do ventilador serão feitos

em função do estado cardiorrespiratório, assim como dos dados hemodinâmicos e gasométricos do paciente, que podem se alterar de um momento a outro. Portanto, cabe ao profissional avaliar a evolução e participar da tomada de decisão de finalizar a aplicação da técnica, quando o paciente apresentar sinais de melhora de seu estado inicial, bem como a decisão de interromper a VNI com a adoção de assistência ventilatória de forma invasiva, quando não for observada uma melhora satisfatória, ou mesmo, quando ocorrer agravamento do quadro inicial [5,28,43]. O quadro 3 descreve critérios de falência da VNI.

Quadro 3 – Critérios de falência da ventilação não-invasiva.

Necessidade de $FiO_2 > 60\%$
 Queda do pH e/ou aumento da $PaCO_2$
 Elevação da FR ou persistência de $FR = 35$ irpm
 Diminuição do estado de consciência ou agitação
 Instabilidade hemodinâmica
 Arritmias graves
 Isquemia miocárdica
 Distensão abdominal
 Intolerância à máscara

Fonte [44]

Considerando a possibilidade de uso intermitente da VNI, observa-se a condição respiratória do paciente durante o tempo livre do ventilador para avaliar a necessidade de persistência da VNI [44]. A literatura não dispõe de dados objetivos que especifiquem o momento exato de interromper ou prosseguir o uso da VNI, mas na prática clínica, a melhora ou não do padrão respiratório, FR, condições hemodinâmica e gasométrica, durante o período em que permanece sem o auxílio ventilatório, têm sido os parâmetros utilizados para direcionar essa decisão.

Conclusão

Considerando as vantagens e indicações da VNI descritas na literatura e observadas na prática clínica, cabe ao fisioterapeuta participar de todo o processo de acompanhamento dos pacientes que, potencialmente, possam se beneficiar da VNI. O papel do fisioterapeuta está vinculado ao conhecimento e domínio da técnica, devendo estar, o profissional, envolvido na avaliação inicial do paciente, na aplicação da técnica e no acompanhamento da evolução do mesmo. Estudos avaliando a influência da participação deste profissional, na equipe que aborda o paciente sob VNI, poderiam contribuir para evidenciar a importância da participação do fisioterapeuta.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio recebido do CNPq.

Referências

1. Parreira VF. Upper airways in non-invasive mechanical ventilation - physiological and clinical studies. [S.l.]: Université Catholique de Louvain – Bélgica; 1997. 165 p.
2. Woollam CHM. The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration. *Anaesthesia* 1976;31:537-47.
3. Woollam CHM. The development of apparatus for intermittent negative pressure respiration. *Anaesthesia* 1976;31:666-85.
4. Ellis ER, Bye PT, Bruderer JW, Sullivan CE. Treatment of respiratory failure during sleep in patients with neuromuscular disease. Positive-pressure ventilation through a nose mask. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:148-52.
5. Bachy S, Roeseler J, Delaere S, Thys F, Reynaert M. Ventilation non invasive: Rôles du kinésithérapeute. *Kinerea* 1998;20:71-5.
6. Evans TW. International consensus conferences in intensive care medicine: non-invasive positive pressure ventilation in acute respiratory failure. *Intensive Care Med* 2001;27:166-78.
7. Keenan SP, Kernerman PD, Cook DJ, Martin CM, McCormack D, Sibbald W. Effect of noninvasive positive pressure ventilation on mortality in patients admitted with acute respiratory failure: a meta-analysis. *Crit Care Med* 1997;25:1685-92.
8. Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation - state of art. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
9. Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995;333:817-22.
10. Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of COPD on general respiratory wards: a multi-centre randomised controlled trial. *Lancet* 2000;355:1931-5.
11. Antonelli M, Conti G, Roccuo M et al. Comparison of noninvasive positive pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med* 1998;339:429-55.
12. Mehta S, Jay GD, Woolard RH, et al. Randomized trial of bilevel versus continuous positive airway pressure in acute pulmonary edema. *Crit Care Med* 1997;25:620-8.
13. Park M. Comparação entre oxigenioterapia, pressão positiva contínua em vias aéreas e ventilação em dois níveis de pressão por máscaras no tratamento do edema agudo dos pulmões de origem cardíaca. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2001. 104 p.
14. Fernández MM, Villagrà A, Blanch L, Fernandez R. Non-invasive mechanical ventilation in status asthmaticus. *Intensive Care Med* 2001;27:486-92.
15. Joris JL, Sottiaux TM, Chiche JD, Desai CJ, Lamy ML. Effect of bi-level positive airway pressure (BiPAP) nasal ventilation on postoperative pulmonary restrictive syndrome in obese patients undergoing gastroplasty. *Chest* 1997;111:665-9.
16. Ferreira FR, Moreira FB, Parreira VF. Ventilação não invasiva no pós-operatório de cirurgias abdominais e cardíacas - revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter* 2002;6:69-76.

17. Antonelli M, Conti G, Riccioni L, Meduri GU. Noninvasive positive-pressure ventilation via face mask during bronchoscopy with BAL in high-risk hypoxemic patients. *Chest* 1996;110:724-8.
18. Hilbert G, Gruson D, Vargas F, et al. Noninvasive ventilation in immunosuppressed patients with pulmonary infiltrates, fever, and acute respiratory failure. *N Engl J Med* 2001;344:481-7.
19. Nava S, Ambrosino N, Clini E. Noninvasive mechanical ventilation in the weaning of patients with respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 1998;128:721-8.
20. Girault C, Daudenthun I, Chevron V, Tamion F, Leroy J, Bonmarchand G. Noninvasive ventilation as a systematic extubation and weaning technique in acute-on-chronic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:86-92.
21. Padman R, Nadkarni V, Von Nessen S, Goodill J. Noninvasive positive pressure ventilation in end-stages cystic fibrosis: a report of seven cases. *Respir Care* 1994;9:736-739.
22. Hess D. The role of the respiratory therapist in the intensive care unit. *Respir Care* 1997;42:116-126.
23. Keenan SP, Montgomery J, Chen LM, Esmail R, Sibbald WJ. Ventilatory care in a selection of Ontario hospitals: bigger is not necessarily better! Critical care research network. *Intensive Care Med* 1998;24:946-952.
24. Scheinhorn DJ, Chao DC, Stearn-Hassenpflug M, Wallace WA. Outcomes in post-ICU mechanical ventilation: a therapist-implemented weaning protocol. *Chest* 2001;119:236-242.
25. Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, 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;27:1718-28.
26. British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
27. Carrey Z, Gottfried SB, Levy RD. Ventilatory muscle support in respiratory failure with nasal positive pressure ventilation. *Chest* 1990;97:150-158.
28. Meduri GU. Noninvasive positive-pressure ventilation in patients with acute respiratory failure. *Clin Chest Med* 1996;17:513-553.
29. Turner RE. NPPV: Face versus interface. *Respir Care* 1997;42:389-393.
30. Nava S, Evangelisti I, Rampulla C, Compagnoni ML, Fracchia C, Rubini F. Human and financial costs of noninvasive mechanical ventilation in patients affected by COPD and acute respiratory failure. *Chest* 1997;111:1631-1638.
31. Ambrosino N, Foglio K, Rubini F, Clini E, Nava S, Vitacca M. Non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax* 1995;50:755-7.
32. Renston JP, DiMarco AF, Supinski GS. Respiratory muscle rest using nasal BiPAP ventilation in patients with stable severe COPD. *Chest* 1994;105:1053-60.
33. Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, Carone M, Gukov B, Donner CF, Rossi A. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1069-76.
34. Aron C, Moutaux G. Ventilation non invasive dans les décompensations respiratoires aiguës des broncho-pneumopathies chroniques obstructives. Comparaison de ventilations barométriques et volumétriques. *Rev Mal Respir* 1999;16:181-7.
35. Elliott M, Moxham J. Noninvasive mechanical ventilation by nasal or face mask. In: Tobin MJ, eds. Principles and practice of mechanical ventilation. 1 ed. New York: Mc Graw Hill, Inc; 1994. 427-53.
36. Meyer TJ, Hill NS. Noninvasive positive pressure ventilation to treat respiratory failure. *Ann Intern Med* 1994;120:760-70.
37. Parreira VF, Delguste P, Jounieaux V, Aubert G, Dury M, Rodenstein DO. Glottic aperture and effective minute ventilation during nasal two-level positive pressure ventilation in spontaneous mode. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:1857-63.
38. Parreira VF, Delguste P, Jounieaux V, Aubert G, Dury M, Rodenstein DO. Effectiveness of controlled and spontaneous modes of nasal two-level positive pressure ventilation in awake and asleep normal subjects. *Chest* 1997;112:1267-77.
39. Restrck LJ, Fox NC, Braid G, Ward EM, Paul EA, Wedzicha JA. Comparison of nasal pressure support ventilation with nasal intermittent positive pressure ventilation in patients with nocturnal hypoventilation. *Eur Respir J* 1993;6:364-70.
40. Younes M. Proportional assist ventilation, a new approach to ventilatory support. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:114-20.
41. Wysocki M, Richard JC, Meshaka P. Noninvasive proportional assist ventilation compared with noninvasive pressure support ventilation in hypercapnic acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2002;30:323-9.
42. Gay PC, Hess D, Hill NS. Noninvasive proportional assist ventilation for acute respiratory insufficiency. Comparison with pressure support ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;164:1606-11.
43. Brochard L, Mancebo J, Elliott M. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2002;19:712-21.
44. Duarte A, Schettino G, Oliveira PH. Suporte ventilatório não-invasivo com pressão positiva e suporte ventilatório mecânico domiciliar. In: David CMN, eds. Ventilação mecânica. Belo Horizonte: Atheneu; 2000; 439-46. ■