

# Avaliação das pressões respiratórias através do bocal e máscara facial\*

## *Respiratory pressures evaluation on healthy subjects by mouthpiece and facemask*

Patricia Fregadolli<sup>1</sup>, Ana Beatriz Sasseron<sup>2</sup>, Andrea Luciana Cardoso<sup>3</sup>, Cristina Aparecida Veloso Guedes<sup>4</sup>

\*Recebido do Centro Universitário Hermínio Ometto (UNIARARAS), Araras, SP

### RESUMO

**JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS:** Os testes de função pulmonar são utilizados para determinar a gravidade, as consequências funcionais e o progresso de disfunções pulmonares e neuromusculares. Uma das formas de se avaliar a função pulmonar é através da obtenção da força muscular respiratória - pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e a pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>). Os valores baixos podem refletir fraqueza muscular ou falha na técnica de mensuração utilizada devido às variações metodológicas e o grau de cooperação do paciente. O objetivo deste estudo foi comparar os valores de força muscular respiratória em indivíduos saudáveis quando avaliados de maneiras distintas, com bocal e com máscara facial.

**MÉTODO:** Foram selecionadas 52 mulheres saudáveis, com média de idade de 22,11 ± 2 anos. Para a avaliação com bocal, utilizou-se uma peça semi-rígida descartável e pinça nasal. Para a avaliação através da máscara, foi utilizada uma máscara facial plástica com borda pneumática inflável.

1. Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia Respiratória Adulto e Infantil pelo Centro Universitário Hermínio Ometto (UNIARARAS)
2. Fisioterapeuta, Mestranda em Cirurgia Experimental pela UNICAMP, Especialista em Clínica Fisioterápica pela UNIARARAS, Docente do Curso de Especialização em Fisioterapia Respiratória Adulto e Infantil do Centro Universitário Hermínio Ometto (UNIARARAS)
3. Fisioterapeuta; Mestre em Fisioterapia pela Universidade Metodista de Piracicaba, Coordenadora e Docente do Curso de Especialização em Fisioterapia Respiratória adulto e infantil do Centro Universitário Hermínio Ometto (UNIARARAS)
4. Fisioterapeuta, Doutoranda em Ciências Médicas pela UNICAMP, Docente do Curso de Especialização em Fisioterapia Respiratória Adulto e Infantil do Centro Universitário Hermínio Ometto (UNIARARAS)

Apresentado em 14 de maio de 2009

Aceito para publicação em 21 de julho de 2009

Endereço para correspondência:

Patrícia Fregadolli

Rua 1-B nº412 - Cidade Nova

13506-813 Rio Claro, SP.

Fones: (19) 3534-7969 - (19) 8195-0168

E-mail: paty\_dolli@yahoo.com.br

© Sociedade Brasileira de Clínica Médica

**RESULTADOS:** Para as variáveis estudadas, os valores obtidos com o bocal foram maiores e estatisticamente significativos do que os obtidos com a máscara facial: PI<sub>máx</sub> (p = 0,024) e PE<sub>máx</sub> (p = 0,001).

**CONCLUSÃO:** Os valores das pressões respiratórias mostram-se inferiores quando avaliados com a máscara facial em comparação com os valores obtidos com o uso do bocal, podendo tornar limitado seu uso para a avaliação da função respiratória.

**Descritores:** Músculos Respiratórios, Pulmão, Testes de Função Respiratória

### SUMMARY

**BACKGROUND AND OBJECTIVES:** Respiratory function tests are used to determine gravity, functional consequences and the progress of the pulmonary and neuromotor dysfunction. It can be evaluated by the obtainment of respiratory strength – maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP). Low values can reflect muscular weakness or failure in the mensuration technique that was used due to methodological variation and patient's cooperation. This objective was to compare the values of respiratory strength in healthy individuals when evaluated in variable ways, with the use of the mouthpiece or the face mask.

**METHOD:** It was recruited 52 healthy voluntary women with an average of 22.11 ± 2 years of age. For the evaluation with the mouthpiece, a semi-rigid disposable piece and nose clip were used. For the evaluation with the use of the mask, a plastic face mask with a pneumatic inflatable edge was used.

**RESULTS:** For all variable studied, the obtained values by the use of the mouthpiece were bigger than with the use of the face mask: MIP (p = 0.024) e MEP (p = 0.001).

**CONCLUSION:** The values of the respiratory pressure, demonstrated to be inferior when it was evaluated with the face mask in comparison with the obtained values with the use of the mouthpiece, based on that, its usage can be restricted for the evaluation of the respiratory function.

**Keywords:** Lung, Respiratory Function Tests, Respiratory Muscles.

## INTRODUÇÃO

Os testes de função pulmonar são utilizados para determinar a gravidade, as consequências funcionais e o progresso de diversas disfunções pulmonares e neuromusculares<sup>1</sup>.

A pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e a pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>) são frequentemente mensuradas e indicam indiretamente a força dos músculos respiratórios. É um teste simples e rápido onde os valores altos excluem fraqueza clinicamente significativa da musculatura respiratória. Entretanto os valores baixos são comuns e podem refletir além da própria fraqueza muscular, a técnica de mensuração utilizada<sup>2</sup>.

As variações metodológicas e o grau de cooperação do paciente podem interferir nos resultados das manobras e afetar as medidas. A avaliação de ambos os parâmetros é realizada geralmente com o uso de uma peça bucal rígida achatada ou circular semi-rígida, acoplada entre os lábios do indivíduo<sup>3</sup>.

O vazamento de ar ao redor do bucal é um problema encontrado principalmente quando avaliados pacientes com presença de alterações dentárias que afetam a oclusão labial<sup>4</sup>.

De acordo com a literatura, além da utilização do bucal para medir a PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>, a máscara facial pode ser utilizada em pacientes os quais o uso do bucal não é a interface ideal para avaliação dessas variáveis. Além disso, sugere-se que a máscara pode ser utilizada a fim de reduzir o risco de vazamento de ar durante a avaliação.

Segundo Hess<sup>5</sup> a máscara facial tem como vantagem um melhor controle sobre o vazamento, porém possui um espaço morto maior quando comparado com o bucal, que apesar disso, possui maior risco de ocorrer vazamentos se o indivíduo não comprimir seus lábios contra o mesmo.

A literatura é controversa no que diz respeito à indicação da melhor interface (bucal ou máscara facial) para a avaliação da função pulmonar, seja pela espirometria, ventilometria ou pressões respiratórias.

Sabe-se que as medidas de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> são importantes na avaliação da função pulmonar, no entanto, são poucos os estudos que demonstram se as variações metodológicas da máscara facial ou do bucal podem ou não interferir na interpretação dos resultados obtidos. Para tanto, é preciso verificar se este recurso é viável a todos os indivíduos e se este interfere nos dados obtidos com este método em relação ao uso do bucal.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar os valores das pressões respiratórias (pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima) em indivíduos saudáveis quando avaliados de maneiras distintas, com bucal e pinça nasal ou com máscara facial.

## MÉTODO

Após aprovação pelo Comitê de Ética em pesquisa do Centro Universitário Hermínio Ometto, UNIARARAS, sob o parecer nº 726/2007, realizou-se este estudo, em que foram selecionadas 52 voluntárias saudáveis, com idade média de 22,11 ± 2 anos, do sexo feminino. Todas as voluntárias foram informadas a respeito dos procedimentos a serem realizados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Os critérios de inclusão para as voluntárias foram: sexo feminino, saudáveis, com idade superior a 18 anos e menor do que 30 anos, ausência de doença cardiorrespiratória, neuromuscular<sup>6</sup>, ou de via aérea alta (gripes ou resfriados), sem uso de medicamentos capazes de interferir na força muscular respiratória<sup>6,7</sup> e com capacidade de compreender as instruções dadas para a realização dos testes de avaliação das pressões respiratórias<sup>7</sup>.

Anteriormente aos procedimentos de obtenção das medidas das pressões respiratórias, foi realizada uma entrevista com perguntas padronizadas relacionadas aos hábitos de vida (nível de atividade física e hábitos tabágicos), doenças prévias e atuais.

Foi utilizado um manovacúmetro analógico escalonado em cmH<sub>2</sub>O, da marca Gerar<sup>®</sup> para a obtenção das medidas das pressões respiratórias. Estas, foram tomadas com a utilização do bucal e também da máscara facial, tanto da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>.

Foram obtidas de todas as voluntárias, pelo mesmo avaliador, as medidas de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> pela máscara e pelo bucal. A ordem de aplicação do bucal e da máscara facial foi intercalada, assim como as medidas de PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub>. As medidas foram feitas por no mínimo três e no máximo seis vezes, até que fossem obtidas três medidas com variação menor do que 10%<sup>8-10</sup>, sendo considerado o melhor valor obtido, desde que esse não fosse o último valor mensurado<sup>8</sup>.

Para as avaliações realizadas com o bucal circular semi-rígido descartável (diâmetro interno de 20,5 mm e o externo 22,2 mm) foi solicitado ao indivíduo que realizasse uma prensão labial suficiente para evitar o vazamento de ar ao redor do mesmo. Uma pinça nasal evitou o vazamento de ar pelo nariz das voluntárias.

Para as avaliações realizadas com a máscara facial, foi utilizada uma máscara plástica com borda pneumática inflável, sendo a voluntária instruída a se certificar que esta se encontrava bem acoplada a sua anatomia facial evitando assim o vazamento de ar.

A própria voluntária foi responsável pelo acoplamento do bucal e da máscara nos lábios ou na face.

As voluntárias foram instruídas a se sentarem em uma cadeira confortavelmente e manterem as costas junto ao encosto da cadeira mesmo durante as manobras, evitando a projeção do tórax para frente.

Instruções referentes à maneira em que deveriam realizar as manobras de PImáx e PEmáx foram padronizadas a todas as voluntárias. As medidas as quais o pesquisador notou vazamento de ar e a voluntária relatou tal vazamento, foram anotadas e descartadas para a análise estatística.

A mensuração da PImáx foi realizada solicitando uma expiração máxima, até o nível de volume residual (VR), e em seguida um esforço inspiratório máximo (mantido por cerca de 1 segundo). As manobras foram repetidas três vezes, com intervalos de cerca de 30 segundos, sendo considerado o valor mais alto de PImáx<sup>11</sup>.

Para a mensuração da PEmáx, foi realizada a mesma técnica da PImáx, solicitou-se um esforço inspiratório até a voluntária alcançar o nível da capacidade pulmonar total (CPT) e em seguida um esforço expiratório máximo (mantido por cerca de 1 segundo) empregando as mesmas regras da avaliação da PImáx<sup>11</sup>.

Foi utilizado o programa estatístico SPSS versão 13.0. Realizou-se a análise descritiva das variáveis numéricas e categóricas dos grupos. A correlação entre as variáveis foi realizada pelo teste de Wilcoxon. O nível de significância adotado para as análises foi de 5%.

## RESULTADOS

Participaram do estudo, 52 voluntárias jovens e saudáveis, com média de idade  $22,11 \pm 2$  anos, peso e altura média de  $62,07 \pm 10,69$  kg e  $164,34 \pm 5,84$  cm, respectivamente. A caracterização completa da amostra deste estudo está exposta na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da amostra (n = 52)

| Variáveis                                     | Média ± DP / n |
|---|----------------|
| Idade (anos)                                  | 22,11 ± 2,00   |
| Altura (cm)                                   | 164,34 ± 5,84  |
| Peso (kg)                                     | 62,07 ± 10,69  |
| IMC (kg/cm <sup>2</sup> )                     | 23,00 ± 3,95   |
| Tabagistas                                    | 6              |
| Tempo de tabagismo (anos)                     | 3,4 ± 2,4      |
| Praticantes de atividade física               | 20             |
| Frequência de atividade física (vezes/semana) | 3,38 ± 1,95    |

IMC = índice de massa corpórea; PImáx = pressão Inspiratória Máxima; PEmáx = pressão Expiratória Máxima

Os valores encontrados de PImáx com o bocal, foi de  $73,76 \pm 27,45$  cmH<sub>2</sub>O, já com a máscara, foi de  $66,92 \pm 24,23$  cmH<sub>2</sub>O, com  $p = 0,024$ . Já os valores encontrados de PEmáx com o bocal, foi de  $59,57 \pm 17,99$ , e com a máscara, foi de  $42,23 \pm 15,71$  cmH<sub>2</sub>O, com  $p = 0,001$ . Na tabela 2 encontram-se os valores médios da PImáx e PEmáx com o uso do bocal e da máscara facial e o valor de p (Gráfico 1).

Tabela 2 – Correlação entre as formas de avaliação (n=52)

| Variáveis                  | Bocal         | Máscara       | p-valor* |
|----------------------------|---------------|---------------|----------|
| PImáx (cmH <sub>2</sub> O) | 73,76 ± 27,45 | 66,92 ± 24,23 | 0,024    |
| PEmáx (cmH <sub>2</sub> O) | 59,57 ± 17,99 | 42,23 ± 15,71 | 0,001    |

\*Teste de Wilcoxon.

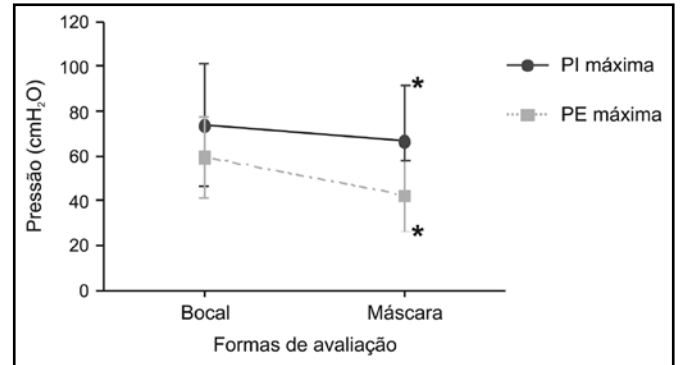


Gráfico 1 – Avaliação das pressões respiratórias com o bocal e máscara facial

\* $p < 0,05$  para as variáveis dependentes.

Foram anotadas e posteriormente descartadas para a análise estatística, as medidas as quais foram observadas vazamentos. Os percentuais de vazamentos foram calculados a partir do número de vazamentos encontrados pelo número total de medidas obtidas (Tabela 3).

Tabela 3 – Número de vazamentos encontrados, número total de mensurações realizadas para obtenção de cada variável e percentual de vazamentos (n= 52)

|             | Nº vazamentos | Nº total* | %     |
|-------------|---------------|-----------|-------|
| PImáx bocal | 1             | 176       | 0,56  |
| PImáx masc  | 6             | 177       | 3,38  |
| PEmáx bocal | 16            | 172       | 9,30  |
| PEmáx masc  | 69            | 183       | 37,70 |

\*Referente ao número total de medidas realizadas.

## DISCUSSÃO

A manovacuometria fornece a PImáx e a PEmáx que são comumente usadas para o diagnóstico de fraqueza dos músculos respiratórios em pacientes com doenças neuromusculares<sup>4,12</sup> e doenças pulmonares<sup>13</sup>.

Os testes de força muscular respiratória necessitam do entendimento e da participação ativa do paciente durante as manobras, realizando os movimentos e esforços realmente máximos<sup>14</sup>. Wohlgemuth e col.<sup>6</sup> afirmaram ainda, que o uso do bocal é adequado somente para os indivíduos capazes de acoplar bem os lábios ao seu redor.

A seleção de indivíduos hígidos neste estudo teve por finalidade, evitar que alguns desses fatores como grau de cooperação<sup>7</sup> e alterações dentárias<sup>4</sup> influenciassem de maneira negativa nos resultados obtidos, tornando-os pouco fidedignos.

Não foram excluídos deste estudo indivíduos com hábitos tabágicos, pois a condição de fumante, ex-fumante ou jamais fumante não afeta os valores medidos de PImáx a partir do volume residual (PImáx<sub>VR</sub>)<sup>9</sup>.

Na literatura foram encontradas diversas formas de avaliação das pressões respiratórias tanto com diferentes aparelhos de aferição<sup>7</sup> como também interfaces (diferentes máscaras e bocais)<sup>6,10,15-17</sup>. Para o presente estudo, optou-se por bocais cilíndricos descartáveis e pinça nasal<sup>9,10</sup> e máscara facial plástica com borda pneumática inflável<sup>1</sup>.

Neste estudo, foram encontrados valores significativamente menores quando utilizada a máscara em relação ao uso do bocal, tanto na avaliação da PImáx ( $p = 0,024$ ) como da PEmáx ( $p = 0,001$ ).

Fiore Junior e col.<sup>1</sup> compararam os valores obtidos das pressões respiratórias através de bocal e máscara facial e encontram valores significativamente menores de PEmáx quando avaliada através da máscara facial ( $p < 0,01$ ), diferentemente dos valores encontrados de PImáx ( $p > 0,05$ ).

No estudo de Wohlgemuth e col.<sup>6</sup>, os valores obtidos com o bocal foram significativamente mais altos que os valores obtidos com a máscara facial ( $p < 0,001$ ) exceto para os valores de PImáx ( $p = 0,26$ ).

O vazamento de ar pode estar presente na manobra para obtenção da PEmáx, mesmo na avaliação de indivíduos hígidos devido ao alto nível de pressão positiva na cavidade oral<sup>18,19</sup>.

No estudo de Wohlgemuth e col.<sup>6</sup> observaram que quando foram realizadas as manobras de PEmáx com a máscara facial a qual o próprio pesquisador segurou-a contra o rosto dos indivíduos, alguns pareciam segurar o fluxo de ar durante essas manobras, possivelmente pelo fato deles próprios quererem evitar o vazamento de ar, falsificando assim, os valores de PEmáx do indivíduo.

Na medida de PEmáx ocorre um aumento da pressão dentro da máscara facial (positivação da pressão), tendendo a ocorrer um deslocamento da máscara da face do indivíduo<sup>18,19</sup>.

Neste estudo, os próprios indivíduos foram responsáveis em manter a máscara facial bem acoplada em sua face, não sendo possível observar se os indivíduos seguraram o fluxo de ar ou não para tentar evitar esse vazamento de ar.

No estudo de Fiore Junior e col.<sup>1</sup>, na medida de PEmáx foi observado vazamento de ar ao redor da máscara facial em 60% dos pacientes avaliados, ocorrendo principalmente na região próxima à base do nariz, que persistia mesmo após a otimização do acoplamento da máscara à face do paciente. O percentual de vazamentos encontrados neste estudo nas medidas de PEmáx através da máscara facial foi de 37,70% das voluntárias.

O percentual de vazamentos encontrados neste estudo para PEmáx com bocal foi de 9,30%, e PImáx com bocal e máscara foram de 0,56% e 3,38% respectivamente. Destaca-

se que os maiores percentuais de vazamentos encontrados, ocorreram durante as manobras de PEmáx, tanto com o uso do bocal como da máscara facial, porém com um percentual muito superior com o uso da máscara facial.

Maiores pressões expiratórias podem ser obtidas com um bocal porque esse previne o indesejável vazamento de ar<sup>19</sup>. O vazamento de ar ao redor do bocal é geralmente imperceptível, ao contrário do vazamento que ocorre com o uso da máscara, que emite um som característico quando o ar ultrapassa a interface entre a pele e a sua borda<sup>1</sup>.

A máscara facial parece ter como vantagem um melhor controle sobre o vazamento de ar, porém possui um espaço morto maior quando comparado com o bocal que possui um espaço morto menor, entretanto podem ocorrer vazamentos se o indivíduo não comprimir adequadamente seus lábios contra o bocal<sup>5,20</sup>.

Koulouris e col.<sup>18</sup> compararam dois tipos de peça bocal: um bocal circular de borracha (40 mm de diâmetro), que é acoplado externamente aos lábios do indivíduo, e um bocal semi-rígido achatado, acoplado internamente aos lábios. O bocal circular permitiu uma melhor avaliação das pressões respiratórias já que permite valores significativamente maiores.

Neste estudo, foi utilizado um bocal circular (20,5 mm), no qual as voluntárias poderiam acoplá-lo internamente aos lábios. O número de vazamentos encontrados com o bocal foi bastante inferior aos vazamentos encontrados com a máscara facial, como já citado anteriormente.

Wohlgemuth e col.<sup>6</sup> verificaram as mensurações das pressões respiratórias com dois tamanhos diferentes de máscaras faciais, a primeira com um volume de 210 mL e a outra com 150 mL, e concluíram que para as mensurações de pressões respiratórias, o tamanho e o tipo da máscara não são cruciais.

Foi uma limitação deste estudo, a utilização de um único tamanho de máscara facial na avaliação das pressões respiratórias de todas as voluntárias.

A utilização do bocal e da máscara facial não são métodos questionados apenas em relação à espirometria, mas também como modo de intervenção terapêutica seja a aerossol-terapia, oxigenoterapia ou ventilação não invasiva<sup>21-23</sup>.

A literatura é bastante controversa quando se trata de indicar a melhor interface (bocal ou máscara facial) para a avaliação da função pulmonar e apesar da interferência das variações metodológicas nas medidas, muitas vezes a escolha da interface é limitada pela cooperação do paciente.

## CONCLUSÃO

O uso da máscara facial não parece ser a interface mais indicada para a medida das pressões respiratórias, principalmente para mensuração da PEmáx, devido aos vazamentos de ar provocados pelas altas pressões geradas dentro da

máscara. Entretanto, em casos especiais os quais não haja a possibilidade de utilizar o bocal, o uso da máscara pode ser considerado com cautela, tendo a atenção de não subestimar os baixos valores que poderão ser encontrados, principalmente de PEmáx.

## AGRADECIMENTOS

Às colaboradoras, Caroline Cristina Fregadolli Gomes, Vanessa Messetti Ferreira e Núbia Maria Freire Vieira Lima.

## REFERÊNCIAS

1. Fiore Jr JF, Paisani DM, Franceschini J, et al. Pressões respiratórias máximas e capacidade vital: comparação entre avaliação através de bocal e de máscara facial. *J Bras Pneumol*, 2004;30:515-520.
2. Steier J, Kaul S, Seymour J, et al. The value of multiple tests of respiratory muscle strength. *Thorax*, 2007;62:975-980.
3. Fiz JA, Texido A, Izquierdo J, et al. Postural variation of the maximum inspiratory and expiratory pressures in normal subjects. *Chest*, 1990;97:313-314.
4. Fiz JA, Haro M, Aguilar J, et al. Spirometry and maximal respiratory pressures in patients with facial paralysis. *Chest*, 1993;103:170-173.
5. Hess DR. The Mask for noninvasive ventilation: principles of design and effects on aerosol delivery. *J Aerosol Med*, 2007;20:(Suppl1):S85-S99.
6. Wohlgemuth M, van der Kooi EL, Hendriks JC, et al. Face mask spirometry and respiratory pressures in normal subjects. *Eur Respir J*, 2003;22:1001-1006.
7. Souza RB. Pressões respiratórias estáticas máximas. *J Pneumol*, 2002;28:(Suppl3):65.
8. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, et al. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*, 1999;32:719-722.
9. Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med*, 1998;158:1459-1464.
10. Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, et al. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure. The Atherosclerosis Risk in Communities Study. *Am J Respir Crit Care Med*, 1999;159:415-422.
11. Dias RM, Chauvet PR, Siqueira HR, et al. Testes de Função Respiratória – Do Laboratório à Aplicação Clínica com 100 Exercícios para Diagnóstico. 1ª Ed, São Paulo: Atheneu; 2000.
12. Black LF, Hyatt RE. Maximal static respiratory pressures in generalized neuromuscular disease. *Am Rev Respir Dis*, 1971;103:641-650.
13. Byrd RB, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures in chronic obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis*, 1968;98:848-856.
14. Syabbalo N. Assessment of respiratory muscle function and strength. *Postgrad Med J*, 1998;74:208-215.
15. Askanazi J, Silverberg PA, Foster RJ, et al. Effects of respiratory apparatus on breathing pattern. *J Appl Physiol*, 1980;48:577-580.
16. Ratnovsky A, Elad D, Zaretsky U, et al. A technique for global assessment of respiratory muscle performance at different lung volumes. *Physiol Meas*, 1999;20:37-51.
17. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002;166:518-624.
18. Koulouris N, Mulvey DA, Laroche CM, et al. Comparison of two different mouthpieces for the measurement of Pimax and Pemax in normal and weak subjects. *Eur Respir J*. 1988;1:863-867.
19. Cook CD, Mead J, Orzalesi MM. Static volume-pressure characteristic of the respiratory system during maximum efforts. *J Appl Physiol*, 1964;19:1016-1022.
20. Greenberg RS. Facemask, nasal, and oral airway devices. *Anaesthesiol Clin North America*, 2002;20:833-861.
21. Schneider E, Dualé C, Vaille JL, et al. Comparison of tolerance of facemask vs. mouthpiece for non-invasive ventilation. *Anaesthesia*, 2006;61:20-23.
22. Winship S, Skinner A. Vital capacity end tidal volume preoxygenation with a mouthpiece. *Br J Anaesth*, 1998;81:787-789.
23. Kishida M, Suzuki I, Kabayama H, et al. Mouthpiece versus facemask for delivery of nebulized salbutamol in exacerbated childhood asthma. *J Asthma*, 2002;39:337-339.