

# Artigo de Revisão

## Review Article

Alessandra MF Cavalcante Marcelino<sup>1</sup>  
Hilton Justino da Silva<sup>2</sup>

### Papel da pressão inspiratória máxima na avaliação da força muscular respiratória em asmáticos – Revisão sistemática

#### *Role of maximal inspiratory pressure in the evaluation of respiratory muscle strength in asthmatics – Systematic review*

Recebido para publicação/received for publication: 09.07.29  
Aceite para publicação/accepted for publication: 09.09.17

#### Resumo

A asma é uma doença crónica das vias aéreas que pode levar à diminuição da força muscular respiratória pela hiperinsuflação resultante ou o uso de corticosteróides em seu tratamento. Uma das formas de avaliar essa fraqueza muscular respiratória é a pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>). **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática através das bases de dados PUBMED/MEDLINE, LILACS e SCIELO, utilizando as palavras-chaves: *Asthma* (asma), *respiratory muscle* (músculos respiratórios) e *muscle strength* (força muscular). **Resultados:** Foram encontrados cinquenta e seis artigos que avaliaram a PI<sub>máx</sub> em asmáticos; desses, trinta foram excluídos, ficando um total de vinte e seis artigos. **Considerações finais:** Através da pre-

#### Abstract

Asthma is a chronic illness of the airways that can reduce respiratory muscle strength due to the resulting hyperinflation or treatment with corticosteroids. One of the ways to evaluate this respiratory muscular weakness is the Maximal Inspiratory Pressure (PI<sub>max</sub>). **Methods:** A systematic review of the databases PUBMED/MEDLINE, LILACS and SCIELO was carried through, using the key words: *Asthma*, *respiratory muscle* and *muscle strength*. **Results:** Fifty were found and six articles that evaluated the PI<sub>max</sub> in asthmatics, from these, thirty were excluded, making a total of twenty six articles. **Final considerations:** Through the present revision we show the effectiveness of PI<sub>max</sub> in evaluating respiratory mus-

<sup>1</sup> Fisioterapeuta, Especialista em Fisioterapia em UTI pela Faculdade Redentor/Pulmocárdio, Mestre em Patologia pela Universidade Federal de Pernambuco. Docente do IMIP

e-mail: alessandracavalcante@oi.com.br

<sup>2</sup> Fonoaudiólogo, Professor Adjunto II da Universidade Federal de Pernambuco. Líder do Grupo de Pesquisa Patofisiologia do Sistema Estomatognático – CNPq e-mail: hiltonfono@hotmail.com

sente revisão comprovamos a eficácia da utilização da P<sub>Imáx</sub> na avaliação da força muscular respiratória de asmáticos; no entanto, são necessários mais estudos a este respeito, para uma melhor compreensão do indivíduo asmático.

**Rev Port Pneumol 2010; XVI (3): 463-470**

**Palavras-chaves:** Asma, músculo respiratório, força muscular.

cle strength in asthmatics. More studies are needed, however, for better understanding of the asthmatic individual.

**Rev Port Pneumol 2010; XVI (3): 463-470**

**Key-words:** Asthma, respiratory muscle, muscle strength.

### Introdução

A asma é uma doença crónica de limitação do fluxo aéreo, caracterizada por inflamação, hiperreactividade e hiperresponsividade brônquica a estímulos, no mínimo parcialmente reversível, espontaneamente, ou após tratamento<sup>1,2,3,4</sup>. Devido a essa limitação ao fluxo aéreo, o indivíduo asmático diminui o volume corrente expirado, aumenta a sua capacidade pulmonar total, o que caracteriza a hiperinsuflação pulmonar.

A hiperinsuflação leva ao aplainamento do músculo diafragma<sup>5</sup>, devido à sua inserção na face interna das seis últimas costelas, face interna do processo xifóide e corpos vertebrais da 2.<sup>a</sup> e 3.<sup>a</sup> vértebras lombares, deixando-o em desvantagem mecânica, o que proporciona uma limitação dos músculos inspiratórios<sup>6,7,8</sup>.

Outro factor importante é o uso de corticosteróide no tratamento medicamentoso da asma; sabe-se que eles podem levar ao desenvolvimento de fraqueza muscular, pela miopatia induzida por esteróides, provocada por altas doses de esteróides<sup>7,9,10</sup>. A fraqueza muscular respiratória gera um desequilíbrio entre a carga do músculo e a sua

capacidade de gerar tensão, que quando severo pode conduzir a hipercapnia<sup>11</sup> e fracasso respiratório, sendo por isso importante que se quantifique essa força muscular.

Uma forma muito eficiente e bastante utilizada para avaliar a força muscular respiratória é a pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>), um teste não invasivo capaz de avaliar a pressão gerada pelos músculos inspiratórios<sup>12,13</sup>. Ela consiste numa inspiração máxima ou submáxima através de um bocal ou máscara conectado a um manovacuómetro, o qual mensura a pressão gerada. Pode ser utilizada tanto em indivíduos saudáveis, quanto em indivíduos com disfunções respiratórias ou neurológicas<sup>12,14,15,16</sup>, identificando o risco de desenvolver fadiga do músculo respiratório.

No entanto, alguns estudos questionam a utilização da P<sub>Imáx</sub> como método de avaliação da força muscular inspiratória, por ser dependente da colaboração do indivíduo avaliado, apresentando outras técnicas alternativas para este fim<sup>17</sup>.

Assim, o objectivo desta revisão é o de verificar a utilização do teste de P<sub>Imáx</sub> nas ava-

liações da força muscular respiratória em asmáticos.

### **Materiais e métodos**

Este estudo faz uma revisão sistemática de artigos publicados em revistas importantes da literatura médica actual, utilizando as bases de dados PUBMED, MEDLINE, LILACS e SCIELO, onde foram aplicados os seguintes termos na busca: *Asthma* (asma), *respiratory muscle* (músculos respiratórios) e *muscle strength* (força muscular).

Foram incluídos artigos originais, realizados em humanos, que utilizem alguma técnica para avaliar a força muscular respiratória e cuja população seja compreendida para asmáticos. Não foram incluídos estudos que envolvessem outras patologias que não a asma, seja de ordem neurológica, muscular ou genética, ou ainda patologias associadas à asma, estudos duplicados, estudos de revisão e resumos de congressos.

Dois revisores independentes seleccionaram os artigos para inclusão a partir da avaliação metodológica, qualidade dos estudos e dados relevantes.

### **Resultados**

Após a busca na literatura, cinquenta e seis artigos foram encontrados e, desses, trinta foram excluídos, seis por estarem duplicados, dezoito estudos por não terem a força muscular respiratória em asmáticos como foco, ou ter outras patologias associadas, quatro estudos são revisões bibliográficas, um estudo por se tratar de estudo de caso e um por ser resumo apresentado em congresso.

Vinte e seis artigos foram incluídos nesta revisão, vinte e três realizados em adultos e três em crianças.

Dos artigos incluídos, apenas dois utilizaram outras técnicas para avaliar a força muscular respiratória. O Quadro I apresenta esses artigos, o autor e ano de publicação, o teste utilizado para avaliar a força muscular respiratória, a população estudada, o objectivo e o resultado dos estudos:

Os demais artigos utilizaram a PImáx como técnica escolhida para avaliação da força muscular respiratória, sozinha ou relacionado com outros factores, como estado nutricional e consumo de corticosteróides. No Quadro II são apresentados esses artigos, o autor e ano de publicação, a população estudada, o objectivo e o resultado dos estudos. O Quadro III apresenta três artigos realizados em crianças, o autor e ano de publicação, a população estudada, o objectivo e o resultado dos estudos. Todos os artigos utilizaram a PImáx para a avaliação da força muscular respiratória.

### **Discussão**

Segundo Black e Hyat<sup>12</sup> e Camelo<sup>13</sup>, a PImáx é uma técnica eficaz na avaliação da força muscular respiratória por ser um método simples, prático e preciso. Grande parte dos autores que avaliam a força muscular respiratória a utiliza, devido ao seu fácil manuseio, já que possui um dispositivo portátil e também por ser uma técnica não invasiva e de baixo custo <sup>42</sup>.

Nesta revisão, a maioria dos artigos utilizou a Pimáx como técnica escolhida na avaliação da força muscular respiratória em asmáticos, alguns avaliando a sua relação com o consumo de  $\beta 2$  agonistas, estado nutricional, sinais e sintomas e o treino muscular na asma.

Apenas dois trabalhos não utilizaram a Pimáx para a avaliação da força muscular respiratória,

# PAPEL DA PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA NA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM ASMÁTICOS – REVISÃO SISTEMÁTICA

Alessandra MF Cavalcante Marcelino, Hilton Justino da Silva

**Quadro I** – Artigos que utilizaram outras técnicas para avaliação da força muscular respiratória

Artigos	População	Objectivo	Técnica de avaliação da força muscular respiratória	Resultado
Melzer E, Souhrada JF, 1980 <sup>18</sup>	10 mulheres adultas obesas com asma	Relacionar a força muscular respiratória e a função pulmonar em obesos asmáticos	Pressão esofágica	A P <sub>lmáx</sub> está diminuída em asmáticos com capacidade pulmonar total diminuída
Stell <i>et al</i> , 2001 <sup>8</sup>	51 adultos com asma e 45 adultos sem doença pulmonar	Avaliar a força muscular respiratória na asma	Pressão inspiratória nasal – “Sniff nasal” e pressão esofágica	A P <sub>lmáx</sub> está normal na asma

**Quadro II** – Artigos que utilizaram a P<sub>lmáx</sub> como técnica para avaliação da força muscular respiratória

Artigos	População	Objectivo	Resultado
Marks J <i>et al.</i> , 1986 <sup>19</sup>	29 asmáticos, 25 com fibrose cística e 80 saudáveis	Relação entre a força muscular respiratória, volumes pulmonares e estado nutricional	P <sub>lmáx</sub> está normal na asma e na fibrose cística, e não está relacionada com o estado nutricional em ambos
McKenzie DK, Gandevia SC, 1986 <sup>20</sup>	20 asmáticos e 20 saudáveis	Força muscular respiratória e resistência em asmáticos	P <sub>lmáx</sub> está normal em asmáticos e a resistência está aumentada nos asmáticos masculinos
Lavietes M H <i>et al.</i> , 1988 <sup>6</sup>	20 asmáticos	Força muscular respiratória e resistência em asmáticos	P <sub>lmáx</sub> está diminuída na asma quando comparado com os valores preditos
Picado C <i>et al.</i> , 1990 <sup>21</sup>	34 asmáticos esteróide-dependentes	Relação entre a força muscular respiratória e esquelética, o estado nutricional e o consumo de $\beta 2$ agonista	P <sub>lmáx</sub> e a força muscular esquelética estão normais na asma, e a fraqueza muscular está relacionada à desnutrição e não ao uso de $\beta 2$ agonista
Weiner P <i>et al.</i> , 1990 <sup>22</sup>	15 asmáticos e 10 saudáveis	Força muscular respiratória em asmáticos e sua relação com a hiperinsuflação	P <sub>lmáx</sub> está diminuída em asmáticos machos e normal nas fêmeas e está relacionada com o volume pulmonar
Weiner P, Azgad Y, Ganam R, 1992 <sup>23</sup>	8 mulheres e 12 homens asmáticos	Relação entre treino muscular respiratório, os sintomas da asma e o consumo de $\beta 2$ agonista	P <sub>lmáx</sub> melhora com o treino e diminuem os sintomas e o consumo de $\beta 2$ agonista
Weiner P <i>et al.</i> , 1992 <sup>24</sup>	30 asmáticos	Relação entre o treino muscular respiratório, a percepção da dispneia e o consumo de $\beta 2$ agonista	P <sub>lmáx</sub> melhora com o treino e diminuem os sintomas e o consumo de $\beta 2$ agonista
Weiner P <i>et al.</i> , 2002 <sup>25</sup>			
Gorman RB <i>et al.</i> , 1992 <sup>26</sup>	6 asmáticos	Força muscular respiratória e resistência durante hiperinsuflação e broncoconstrição induzida por histamina	Histamina induzindo broncoconstrição e hiperinsuflação não altera a P <sub>lmáx</sub>
Killiam KJ <i>et al.</i> , 1993 <sup>27</sup>	120 asmáticos	Relação entre a dispneia e a função pulmonar durante o exercício	Não há relação entre eles
Mak VH, Bugler JR, Spiro SG, 1993 <sup>28</sup>	12 asmáticos e 12 com limitação do fluxo aéreo sem uso de medicação	Relação entre a força muscular respiratória e esquelética em asmáticos com consumo de $\beta 2$ agonista	Não há diferença na P <sub>lmáx</sub> em asmáticos com uso de corticoide
Decramer M <i>et al.</i> , 1994 <sup>29</sup>	21 adultos com asma ou DPOC	Relação entre a força muscular respiratória e esquelética em asmáticos com consumo de $\beta 2$ agonista	Há relação entre a força muscular respiratória e esquelética e o consumo de $\beta 2$ agonista
Perez T <i>et al.</i> , 1996 <sup>9</sup>	19 asmáticos dependentes de esteróide, 16 asmáticos não dependentes de esteróide, 16 adultos saudáveis e 30 adultos com DPOC	Força e resistência em asmáticos dependentes de esteróides	P <sub>lmáx</sub> está diminuída em DPOC e não significante nos demais

(Continua)

# PAPEL DA PRESSÃO INSPIRATÓRIA MÁXIMA NA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA EM ASMÁTICOS – REVISÃO SISTEMÁTICA

Alessandra MF Cavalcante Marcelino, Hilton Justino da Silva

**Quadro II** – Artigos que utilizaram a P<sub>lmáx</sub> como técnica para avaliação da força muscular respiratória (cont.)

Artigos	População	Objectivo	Resultado
Bruin PF <i>et al.</i> , 1997 <sup>30</sup>	9 asmáticos e 9 adultos saudáveis	Tamanho e força muscular respiratória e esquelética em asmáticos	P <sub>lmáx</sub> diminuída na asma
Foglio K <i>et al.</i> , 1999 <sup>31</sup>	35 asmáticos e 26 DPOC	Resultado em longo prazo no tratamento e reabilitação pulmonar	Treino melhora a P <sub>lmáx</sub> , índice de dispneia e qualidade de vida na asma
Weiner P <i>et al.</i> , 2000 <sup>32</sup>	82 asmáticos	Relação entre o treino, percepção da dispneia e o consumo de $\beta 2$ agonista	Treino melhora a P <sub>lmáx</sub> , a diminuição da escala de Borg e o consumo de $\beta 2$ agonista
Grazzini M <i>et al.</i> , 2001 <sup>33</sup>	69 asmáticos	Monitorização da dispneia e da função respiratória na asma	Valida uma rotina multifactorial na monitorização da asma
Sampaio <i>et al.</i> , 2002 <sup>34</sup>	30 asmáticos	Efeito do treino muscular respiratório e/ou físico na asma	O treino melhora a P <sub>lmáx</sub> na asma
Weiner P, Massarwa F, 2002 <sup>35</sup>	20 mulheres e 20 homens asmáticos e 40 adultos saudáveis	Influência do género na força muscular respiratória, percepção da dispneia e consumo de $\beta 2$ agonista	P <sub>lmáx</sub> menor nas mulheres em relação aos homens, e índice de dispneia e consumo de $\beta 2$ agonista maior que os homens
Broeders ME <i>et al.</i> , 2004 <sup>36</sup>	15 adultos asmáticos hospitalizados	Influência da força muscular respiratória na utilização de quatro técnicas inalatórias	A força muscular exerce relação na eficiência da técnica de inalação Turbuhaler
Broeders ME <i>et al.</i> , 2005 <sup>37</sup>	20 asmáticos	Comparar duas técnicas de hiperreatividade brônquica	A P <sub>lmáx</sub> está diminuída após a indução de broncoconstrição pelo teste de hiperreatividade brônquica
Broeders <i>et al.</i> , 2004 <sup>38</sup>	23 asmáticos e 21 DPOC	Uso de três técnicas de inalação de salbutamol na força muscular respiratória	Após todas as técnicas de inalação ocorreu diminuição da P <sub>lmáx</sub>

**Quadro III** – Artigos realizados em crianças

Artigos	População	Objectivo	Resultado
Nickerson BG <i>et al.</i> , 1983 <sup>39</sup>	15 asmáticos	Relação entre o treino e a P <sub>lmáx</sub>	P <sub>lmáx</sub> aumenta e mantém-se com o treino
Lands L <i>et al.</i> , 1990 <sup>40</sup>	22 com fibrose cística 10 asmáticos sem malnutrição 9 crianças com anorexia nervosa sem malnutrição e 14 crianças saudáveis	Relação entre a P <sub>lmáx</sub> e o estado nutricional	P <sub>lmáx</sub> diminui na fibrose cística pela hiperinsuflação e não pelo estado nutricional
Sette L <i>et al.</i> , 1997 <sup>41</sup>	20 asmáticos	Reprodutibilidade da P <sub>lmáx</sub> em crianças e sua relação com o teste de função pulmonar e o estado nutricional	P <sub>lmáx</sub> apresenta pouca reprodutibilidade em crianças, porém melhor que os testes de função, e não há relação entre a P <sub>lmáx</sub> e o estado nutricional

empregando duas outras técnicas para esse fim. Uma das técnicas foi a pressão esofágica<sup>17,18</sup>, que representa de forma indirecta a pressão intratorácica, reflectindo a pressão gerada pelos músculos inspiratórios. O método consiste na introdução de um balão de látex por via oral ou nasal, posicionando-o na pare-

de do esófago, onde vai mensurar a pressão esofágica que transmite as mesmas a transdutores de pressão<sup>43</sup>. Trata-se, no entanto, de uma técnica invasiva, de alto custo quando comparada com outras técnicas, que necessita de um local adequado para ser realizada e que tem seu uso restrito a alguns indivíduos.

Stell<sup>18</sup> utilizou a técnica de *sniff* nasal, a qual consiste na oclusão da narina com um cone, e após uma manobra de inalação máxima a pressão gerada reflecte a pressão esofágica. A relação entre a pressão nasal e a esofágica, durante um *sniff*, resulta do colapso da válvula nasal, quando o gradiente de pressões entre as vias aéreas intra e extratorácicas se torna muito pequeno, logo, a pressão nasal aproxima-se muito da esofágica<sup>44</sup>. Este facto só não acontece nos doentes com patologia pulmonar obsutiva, o caso da asma, pois a transmissão das alterações da pressão alveolar à boca tornam-se mais lentas do que o normal<sup>45,46</sup>, podendo subestimar a pressão esofágica<sup>43</sup>; neste caso o uso da PImáx é mais indicado, já que a mesma afere as pressões no nível da boca, não havendo o colapso da válvula nasal.

Apenas três artigos incluídos foram realizados em crianças, todos estes utilizaram a PImáx na avaliação da força muscular respiratória. Nickerson *et al.*<sup>41</sup> avaliou a relação entre o treino muscular respiratório e a PImáx, já Lands *et al.*<sup>39</sup> avaliou a relação entre a PImáx e o estado nutricional.

Sette *et al.*<sup>40</sup> avaliou a reprodutibilidade da PImáx em crianças, chegando à conclusão de que, apesar de difícil para as crianças, a PImáx é mais simples de ser realizada do que os testes de função pulmonar, apesar de alguns autores acharem uma manobra difícil para a criança repetir, já que depende da vontade do indivíduo avaliado<sup>42</sup>.

### Considerações finais

Através do presente estudo podemos observar a importância e a necessidade de se estudar a força muscular respiratória em asmáticos e que a PImáx é uma técnica hábil, bastante difundida e utilizada na prática

médica actual, demonstrando eficiência para esse fim.

Evidenciamos também que ela pode ser utilizada tanto em adultos quanto em crianças com asma; no entanto, há carência de mais estudos para que se estabeleça um consenso a esse respeito, principalmente estudos em crianças, onde comprovamos que o número de trabalhos é menor, a fim de produzir maiores conhecimentos a este respeito.

### Bibliografia

1. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Surveillance for asthma – United States. 1960-1995. Surveillance Summaries 1998; 47: 1-28. Disponível em <http://www.cdc.gov/mmwrR/preview/mmwrhtml/00052262.htm>. Acesso em 01/05/08.
2. Busse W W, Lemanske RF. Asthma. New Engl J Med 2001;344(5):350-362.
3. Mauad T, Souza ASL, Saldiva PHN, Dolhnikoff M. Remodelamento brônquico na asma. J Bras Pneum 2000; 26(2):91-98.
4. Machado AS, Alcoforado G, Cruz AA. Dispneia aguda e morte súbita em paciente com má percepção da intensidade da obstrução brônquica. J Bras Pneum 2001;27(6):341-344.
5. Toobin MJ. Respiratory muscles in disease. Chest 1988;9:263-286.
6. Lavietes MH, Grocela MH, Maniatis JA, Potulski T, Ritter F, Sunderam G. Inspiratory muscle strength in asthma. Chest 1988;93:1043-1048.
7. Weiner P, Suo TJ, Fernandez E, Cherniack RM. Hyperinflation is associated with reduced strength and efficiency of the respiratory muscles in asthmatic and normal subjects. Chest 1990;97,S3:69S-70S.
8. Stell IM, Polkey MI, Rees PJ, Green M, Moxham J. Inspiratory muscle strength in acute asthma. Chest 2001;120(3):757-764.
9. Perez T, Becquart LA, Stach B, Wallaert B, Tonnel AB. Inspiratory muscle strength and endurance in steroid-dependent asthma. Am J Resp Crit Care Med 1996;153:610-615.
10. Akkoca O, Mungan D, Karabiyikoglu G, Misirligil Z. Inhaled and systemic corticosteroid therapies: Do



they contribute to inspiratory muscle weakness in asthma? *Respiration* 1999;66:332-337.

11. American Thoracic Society, European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166:518-624

12. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Resp Dis* 1969;103:641-650.

13. Camelo JR JS, Terra JT, Manço JC. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *J Bras Pneum* 1985;11:181-184.

14. Cook CD, Mead J, Orzalesi MM. Static volume pressure characteristics of the respiratory system during maximal efforts. *J Appl Phys* 1964;19(5):1016-1022.

15. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures in generalized muscular disease. *Am Rev Resp Dis* 1971;103:641-645.

16. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly correlates and reference values. *Am J Resp Crit Care Med* 1994;149:430-438.

17. Aldrich TK, Spiro P. Maximal inspiratory pressures: does reproducibility indicate full effort? *Thorax* 1995; 50: 40-43.

18. Melzer E, Souhrada JF. Decrease of respiratory muscle strength and static lung volumes in obese asthmatics. *Am Rev Respir Dis* 1980; 121(1): 17-22.

19. Marks J, Pasterkamp H, Tal A, Leahy F. Relationship between respiratory muscle strength, nutritional status, and lung volume in cystic fibrosis and asthma. *Am Rev Respir Dis* 1986; 133(3): 414-417.

20. McKenzie DK, Gandevia SC. Strength and endurance of inspiratory, expiratory, and limb muscles in asthma. *Am Rev Respir Dis* 1986; 134(5): 999-1004.

21. Picado C, FIZ JA, Montserrat JM, Grau JM, Fernandez-Sola J, Luengo MT, Casademont J, Agustí-Vidal A. Respiratory and skeletal muscle function in steroid-dependent bronchial asthma. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(1): 14-20.

22. Weiner P, Suo J, Fernandez E, Cherniack RM. The effect of hyperinflation on respiratory muscle strength and efficiency in healthy subjects and patients with asthma. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(6): 1501-1505.

23. WEINER P, AZGAD Y, GANAM R. Inspiratory muscle training for bronchial asthma Harefuah 1992; 122(3): 155-159.

24. Weiner P, Azgad Y, Ganam R, Weiner M. Inspiratory muscle training in patients with bronchial asthma. *Chest* 1992; 102(5): 1357-1361.

25. Weiner P, Magadle R, Beckerman M, Berar-YANAY N. The relationship among inspiratory muscle strength, the perception of dyspnea and inhaled beta2-agonist use in patients with asthma. *Can Respir J* 2002; 9(5): 307-312.

26. Gorman RB, McKenzie DK, Gandevia SC, Plassman BL. Inspiratory muscle strength and endurance during hyperinflation and histamine induced bronchoconstriction. *Thorax* 1992; 47(11): 922-927.

27. Killian KJ, Summers E, Watson RM, O'Byrne PM, Jones NL, Campbell EJ. Factors contributing to dyspnoea during bronchoconstriction and exercise in asthmatic subjects. *Eur Respir J* 1993; 6(7): 1004-1010.

28. Mak VH, Bugler JR, Spiro SG. Sternomastoid muscle fatigue and twitch maximum relaxation rate in patients with steroid dependent asthma. *Thorax* 1993; 48(10): 979-984.

29. Decramer M, Lacquet LM, Fagard R, Rogiers P. Corticosteroids contribute to muscle weakness in chronic airflow obstruction. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150(1): 11-16.

30. De Bruin PF, Ueki J, Watson A, Pride NB. Size and strength of the respiratory and quadriceps muscles in patients with chronic asthma. *Eur Respir J* 1997; 10(1): 59-64.

31. Foglio K, Bianchi L, Bruletti G, Battista L, Pagani M, Ambrosino N. Long-term effectiveness of pulmonary rehabilitation in patients with chronic airway obstruction. *Eur Respir J* 1999; 13(1): 125-132.

32. Weiner P, Berar-Yanay N, Davidovich A, Magadle R, Weiner M. Specific inspiratory muscle training in patients with mild asthma with high consumption of inhaled beta(2)-agonists. *Chest* 2000; 117(3): 722-727.

33. Grazzini M, Scano G, Foglio K, Duranti R, Bianchi L, Gigliotti E, Rosi E, Stendardi L, Ambrosino N. Relevance of dyspnoea and respiratory function measurements in monitoring of asthma: a factor analysis. *Respir Med* 2001; 95(4): 246-250.

34. Sampaio LMM, Jamami M, Pires VA, Silva, ABE, Costa D. Força muscular respiratoria em pacientes asmaticos submetidos ao treinamento muscular respiratorio e treinamento fisico. *Rev Fisioter Univ Sao Paulo* 2002; 9(2):43-48.

35. Weiner P, Massarwa F. The influence of gender on the perception of dyspnea in patients with mild-

- moderate asthma. *Harefuah* 2002; 141(6): 515-518, 579.
36. Broeders ME, Molema J, Hop WC, Vermue NA, Folgering HT. The course of inhalation profiles during an exacerbation of obstructive lung disease. *Respir Med* 2004; 98(12): 1173-1179.
37. Broeders ME, Molema J, Hop WC, Folgering HT. Bronchial challenge, assessed with forced expiratory manoeuvres and airway impedance. *Respir Med* 2005; 99(8): 1046-1052.
38. Broeders ME, Molema J, Hop WC, Vermue NA, Folgering HT. Does the inhalation device affect the bronchodilatory dose response curve of salbutamol in asthma and chronic obstructive pulmonary disease patients? CENTRAL-Registro Cochrane de Ensaios Clínicos Controlados. *In: The Cochrane Library/ ID: CN-00451525.*
39. Lands L, Desmond KJ, Demizio D, Pavilanis A, Coates AL. The effects of nutritional status and hyperinflation on respiratory muscle strength in children and young adults. *Am Rev Respir Dis* 1990; 141(6): 1506-1509.
40. Sette L, Ganassini A, Boner AL, Rossi A. Maximal inspiratory pressure and inspiratory muscle endurance time in asthmatic children: reproducibility and relationship with pulmonary function tests. *Pediatr Pulmonol* 1997; 24(6): 385-390.
41. Nickerson BG, Bautista DB, Namey MA, Richards W, Keens TG. Distance running improves fitness in asthmatic children without pulmonary complications or changes in exercise-induced bronchospasm. *Pediatrics* 1983; 71(2): 147-152.
42. Stefanutti D, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory pressure. Reference values in caucasian children. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:107-111.
43. Carmo MM, Bárbara C, Ferreira S, Branco J, Ferreira T, Rendas A. Avaliação da função dos músculos respiratórios em doentes com falência ventricular esquerda. *Rev Port Pneumol* 2001; 7(6):455-462.
44. Heritier F, Rahm F, Pasche P, Fitting JW. Sniff nasal inspiratory pressure: a noninvasive assessment of inspiratory muscle strength. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 1678-1683.
45. Mulvey DA, Elliott MW, Koulouris NG, Carroll MP, Moxham J, Green M. Sniff esophageal and nasopharyngeal pressure and maximal relaxation rates in patients with respiratory dysfunction. *Am Rev Respir Dis* 1991; 143: 950-953.
46. Murciano D, Aubier M, Bussi S, Derenne JP, Pariente R, Milic-Emili J. Comparison of esophageal, tracheal, and mouth occlusion pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease during acute respiratory failure. *Am Rev Respir Dis* 1982; 126: 837-841.