

Comparação entre os valores de pico e sustentados das pressões respiratórias máximas em indivíduos saudáveis e pacientes portadores de pneumopatia crônica*

Comparing peak and sustained values of maximal respiratory pressures in healthy subjects and chronic pulmonary disease patients

ANTONIO FERNANDO BRUNETTO¹, LUIZ ANTONIO ALVES²

Introdução: A medida das pressões inspiratórias e expiratórias máximas é útil na avaliação da função pulmonar. No entanto, os métodos para sua obtenção nem sempre são adequadamente descritos.

Objetivo: Identificar a diferença entre os valores de pressão pico, a maior pressão atingida e a pressão sustentada, a maior pressão sustentada por um segundo, na avaliação da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima.

Método: 55 indivíduos saudáveis e 50 pacientes participantes de um programa de reabilitação pulmonar, todos portadores de pneumopatia crônica, foram estudados através do registro da melhor prova de pressão inspiratória máxima e da pressão expiratória máxima. Os valores de pressão de pico e sustentada em um segundo foram comparados e analisados para determinar a existência de diferença entre eles.

Resultados: No registro da pressão inspiratória máxima dos indivíduos normais, a pressão de pico inspiratório máximo e a pressão inspiratória máxima encontradas foram, respectivamente, de $102 \pm 33 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $92 \pm 29 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$) e dos pacientes participantes do programa de reabilitação pulmonar foram de $75 \pm 23 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $67 \pm 22 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$). No registro da pressão expiratória máxima, a P_{epico} e a pressão expiratória máxima foram, respectivamente, de $119 \pm 42 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $110 \pm 39 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$) para os indivíduos normais e de $112 \pm 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ e $103 \pm 36 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0,001$) para os pacientes.

Conclusão: Existe diferença significativa entre a pressão de pico inspiratório ou expiratório máximo e a pressão respiratória máxima sustentada por um segundo, o que pode ocasionar diferentes interpretações na avaliação da força dos músculos respiratórios. Sugere-se, para minimizar erros de leitura, a utilização de equipamentos que registrem ambos os valores (pico e sustentado). (*J Pneumol* 2003;29(4):208-12)

Descritores – Testes de função pulmonar. Força dos músculos respiratórios. Pressões respiratórias máximas.

Background: The measurement of maximal inspiratory and expiratory pressures is useful for the evaluation of pulmonary function. However, the methods to obtain them are not always properly described.

Objective: To identify the difference between the peak pressure values (P_{peak}, the highest pressure reached) and the sustained pressure (P_{maxs}, the highest pressure sustained for one second) in MIP and MEP evaluation.

Method: 55 healthy individuals and 50 patients who were taking part in a pulmonary rehabilitation program, all of them with chronic pulmonary disease, were studied by recording their best maximal inspiratory pressure and maximal expiratory pressure tests. The peak and sustained pressure values were compared and analyzed to determine whether there was a difference between them.

Results: The maximum inspiratory pressure records of healthy individuals showed that the maximal peak inspiratory pressure and the maximal inspiratory pressure found were, respectively, $102 \pm 33 \text{ cmH}_2\text{O}$ and $92 \pm 29 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0.001$), and those of the patients participating in the pulmonary rehabilitation program were $75 \pm 23 \text{ cmH}_2\text{O}$ and $67 \pm 22 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0.001$). The recorded values of maximal expiratory pressure, peak and maximal were $119 \pm 42 \text{ cmH}_2\text{O}$ and $110 \pm 39 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0.001$), respectively, for healthy subjects, and $112 \pm 40 \text{ cmH}_2\text{O}$ and $103 \pm 36 \text{ cmH}_2\text{O}$ ($p < 0.001$) for the patients.

Conclusion: There is a significant difference between P_{peak} and P_{maxs}, that can lead to different interpretations in the evaluation of the respiratory muscle strength. To minimize interpretation errors, the authors suggest the use of devices which record both values (peak and sustained).

Key words – Pulmonary function tests. Respiratory muscles strength. Maximal respiratory pressures.

* Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina, PR.
Apoio financeiro: CNPq.

1. Professor Associado C da Disciplina de Fisioterapia Respiratória da UEL.

2. Residente em Fisioterapia Pulmonar da UEL.

Endereço para correspondência – Antonio Fernando Brunetto, Universidade Estadual de Londrina/Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná – Departamento de Fisioterapia, Av. Robert Kock, 60 – 86038-440 – Londrina, PR. Tel. (43) 3371-2477; fax (43) 3371-5100; e-mail: brunetto@uel.br

Recebido para publicação em 9/12/02. Aprovado, após revisão, em 12/5/03.

INTRODUÇÃO

A medida das pressões respiratórias máximas (P_{imax} e P_{Emax}, respectivamente, pressão inspiratória e expiratória máxima) tem ganhado maior importância como método de avaliação da força dos músculos respiratórios, por sua simplicidade e grande utilidade, tanto nos ambientes laboratoriais, quanto clínicos e hospitalares.

No primeiro trabalho a descrever o método mais utilizado até os dias atuais, Black e Hyatt⁽¹⁾ empregaram um conjunto de manômetros aneróides e preconizaram a medida das pressões máximas com, no mínimo, um segundo de sustentação,⁽¹⁾ na tentativa de eliminar a interferência da inércia tanto do sistema respiratório quanto dos equipamentos de medida.⁽²⁻⁴⁾

Em geral, nos trabalhos em que ocorreu a avaliação da P_{imax} e da P_{Emax}, o registro da maior pressão sustentada por, no mínimo, um segundo, não se especifica como este valor foi determinado, salvo poucas exceções. Alguns autores determinaram que a P_{maxs} seria a pressão atingida exatamente após um segundo de esforço.^(3,5,6) Enright *et al.*⁽⁴⁾ registraram a P_{ipico} e a P_{epico} como P_{imax} e P_{Emax}, respectivamente, após afirmar que seu sistema de medição digital não possuía inércia significativa.⁽⁴⁾ Hamnegård *et al.*,⁽⁷⁾ utilizando um sistema digital portátil, registraram como P_{imax} e P_{Emax} a máxima pressão média durante um segundo, com valores levemente superiores aos da P_{maxs} sustentada, afirmando que seu método reflete melhor a força máxima dos músculos, porém sem encontrar diferença significativa em relação à P_{pico}.⁽⁷⁾

No entanto, na prática profissional e mesmo em alguns exemplos da literatura, observa-se alguma confusão em relação à obtenção dos valores das pressões respiratórias. Nota-se a dificuldade de realizar a leitura da pressão sustentada obtida a partir de manômetros aneróides,⁽⁸⁾ os mais utilizados na prática diária, e casos de claros equívocos, onde são utilizados manômetros com ponteiros de arrasto, sistemas digitais que expressam apenas a pressão pico⁽⁹⁾ ou foram registrados os valores de pressão pico e não os sustentados.⁽⁴⁾

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo identificar a diferença entre os valores de pressão pico (P_{pico}, a maior pressão atingida e não sustentada) e a pressão sustentada (P_{maxs}, a maior pressão sustentada por um segundo) obtidos a partir de um sistema digital de medição, na avaliação da P_{imax} e da P_{Emax} em indivíduos normais e em pacientes portadores de pneumopatia crônica.

MATERIAIS E MÉTODOS

População

Foram estudados 55 indivíduos saudáveis e 50 pacientes pneumopatas crônicos (bronquíticos crônicos, enfise-

Siglas e abreviaturas utilizadas neste trabalho

P_{Emax} – Pressão expiratória máxima

P_{Epico} – Pressão de pico expiratório máximo

P_{Imax} – Pressão inspiratória máxima

P_{Ipico} – Pressão de pico inspiratório máximo

P_{maxs} – Pressão respiratória máxima sustentada por um segundo

P_{pico} – Pressão de pico inspiratório ou expiratório máximo

matosos, bronquiectásicos e asmáticos) participantes de um programa de reabilitação pulmonar. Todos os indivíduos se encontravam clinicamente estáveis no momento do estudo, sem história de exacerbações ou infecções respiratórias nos últimos dois meses, tendo consentido previamente em participar deste estudo.

Prova de função pulmonar

A prova de função pulmonar foi feita com técnica normalizada de acordo com o I Consenso Brasileiro de Espirometria⁽¹⁰⁾ e valores de normalidade conforme Knudson *et al.*⁽¹¹⁾, utilizando-se o espirômetro *Pony spirometer graphic* (Cosmed, Roma/Itália).

Avaliação das pressões respiratórias máximas

A avaliação das pressões respiratórias máximas foi realizada de acordo com a técnica descrita por Black e Hyatt.⁽¹⁾

Para avaliação da P_{imax}, os indivíduos expiravam até próximo do volume residual, encaixavam adequadamente o bocal entre seus lábios e realizavam um esforço inspiratório máximo durante cerca de três segundos, tendo sido anteriormente orientados para que esse esforço fosse máximo desde o início e para que tentasse sustentá-lo durante toda a manobra. Para avaliação da P_{Emax} o processo era semelhante, porém os indivíduos inspiravam até próximo da capacidade pulmonar total e realizavam um esforço expiratório máximo, tendo suas bochechas comprimidas pelo examinador para evitar vazamentos.⁽¹²⁾ Para cada avaliação eram realizadas 10 manobras^(13,14) aceitáveis e reprodutíveis, com um minuto de descanso entre elas, sendo escolhida para análise aquela com o maior valor,⁽¹⁵⁾ desde que não fosse o último.

Antes da realização das manobras, os indivíduos eram orientados sobre a técnica e permaneciam sentados por, no mínimo, 10 minutos. As manobras foram realizadas com os indivíduos sentados, utilizando prendedor nasal, sendo constantemente incentivados de maneira padronizada por examinadores experientes e recebendo *feedback* visual através de um monitor de microcomputador.

Equipamentos empregados

O sistema de medição e registro foi composto de: bocal cilíndrico descartável de 20mm de diâmetro interno, com furo lateral de 1,0mm de diâmetro para evitar o fe-

chamento da glote e/ou a utilização da musculatura peribucal; traquéia inextensível de 1m de comprimento; interface ar-líquido; transdutor digital de pressão ± 300 mmHg (Lynx Tecnologia Eletrônica, São Paulo/Brasil); amplificador e processador para sinais de pressão (Lynx); placa conversora análogo-digital (Lynx); microcomputador PC 486DX2 com *software* de aquisição de dados Aqda-dos 4 (Lynx), regulado para aquisição de dados de pressão e tempo com frequência de 100Hz. Antes da realização de cada prova, uma coluna de mercúrio era utilizada para calibração.

Análise dos dados colhidos

Após a coleta, os dados de todas as provas foram convertidos de mmHg para cmH_2O ($1\text{mmHg} = 1,31\text{cmH}_2\text{O}$) e transferidos para análise em planilha eletrônica (*Microsoft Excel™*), para cálculo da P_{pico} (0,01s de pressão registrada) e da P_{max} (1,0s de sustentação de acordo com proposto por Black e Hyatt).⁽¹⁾ Os valores absolutos foram expressos como média e desvio padrão ($\bar{X} \pm \text{DP}$). Exemplos de P_{pico} e P_{max} são mostrados na Figura 1, um gráfico típico de uma prova de P_{Emax} .

As comparações entre os valores de P_{pico} e P_{max} foram feitas através da aplicação inicial do teste de Shapiro-Wilk para determinar a normalidade da distribuição dos valores obtidos, seguida da aplicação do teste *t* de Student para dados pareados (distribuição normal) ou do teste de Wilcoxon (para dados anormalmente distribuídos), ambos com nível de significância para $p < 0,05$.⁽¹⁶⁾

Este trabalho foi previamente aprovado pelo Conselho de Bioética do Hospital Universitário Regional do Norte do Paraná.

RESULTADOS

Os dados característicos dos dois grupos estudados são descritos na Tabela 1.

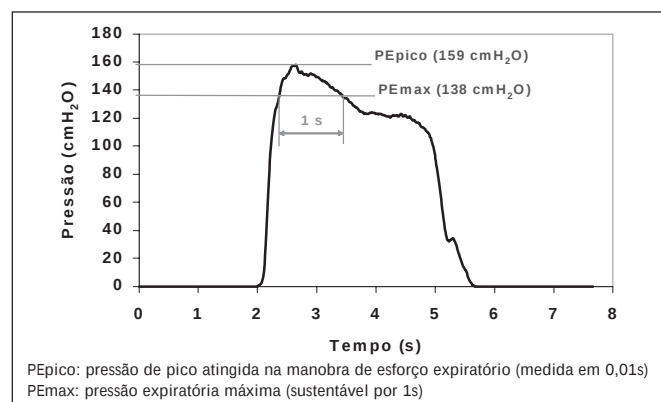


Figura 1 – Registro típico de uma manobra de esforço expiratório máximo em um indivíduo normal

No grupo de indivíduos normais, o valor da P_{max} obtida ($92 \pm 29\text{cmH}_2\text{O}$) foi estatisticamente diferente da P_{pico} ($102 \pm 33\text{cmH}_2\text{O}$) para $p < 0,001$. Em relação aos pacientes portadores de DPC, foram encontrados os valores de $67 \pm 22\text{cmH}_2\text{O}$ e de $75 \pm 23\text{cmH}_2\text{O}$ para P_{max} e P_{pico} , respectivamente, também estatisticamente diferentes para $p < 0,001$. Esses dados são ilustrados na Figura 2.

A P_{Emax} dos indivíduos normais obtida foi de $110 \pm 39\text{cmH}_2\text{O}$, contra $119 \pm 42\text{cmH}_2\text{O}$ da P_{Epico} , diferença estatisticamente significativa para $p < 0,001$. Os pacientes portadores de pneumopatia crônica obtiveram $103 \pm 36\text{cmH}_2\text{O}$ para P_{Emax} e $112 \pm 40\text{cmH}_2\text{O}$ para P_{Epico} , valores também estatisticamente significantes para $p < 0,001$. Esses dados são ilustrados na Figura 3.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostram a significativa diferença entre os valores de P_{pico} e P_{max} na avaliação das

TABELA 1
Características dos grupos estudados

	Normais	DPC
Sexo	26 M/29 F	23 M/27 F
Idade (anos)	39 ± 18	63 ± 10
Altura (cm)	166 ± 10	158 ± 9
Peso (kg)	66 ± 14	62 ± 16
VEF ₁ /CVF (% predito)	$83 \pm 6\%$	$64 \pm 23\%$
VEF ₁ (% predito)	$105 \pm 14\%$	$45 \pm 19\%$
CVF (% predito)	$95 \pm 12\%$	$63 \pm 20\%$

Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão

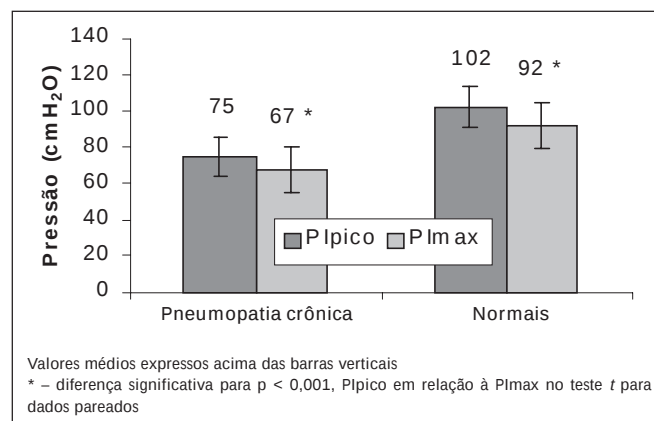


Figura 2 – Valores da comparação entre pressão inspiratória máxima no pico = P_{pico} e pressão inspiratória máxima sustentada (1,00s de sustentação) = P_{max} em pacientes portadores de pneumopatia crônica e em normais

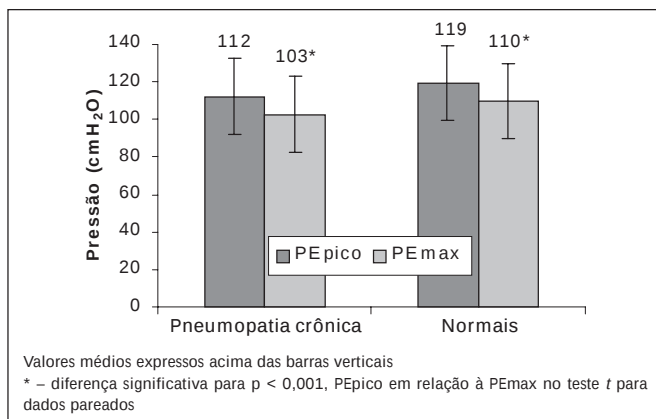


Figura 3 – Valores da comparação entre pressão expiratória máxima no pico = PEpico e pressão expiratória máxima sustentada (1,00s de sustentação) = PEmax em pacientes portadores de pneumopatia crônica e em normais

pressões respiratórias máximas. Essa diferença é importante por dois motivos:

1) Caso sejam registrados os valores de Ppico como Pimax ou PEmax, haverá a superestimação da força dos músculos respiratórios, fato relevante, principalmente, na avaliação de indivíduos com comprovada fraqueza muscular respiratória, como os pacientes portadores de pneumopatia crônica, conforme observa-se nos valores médios encontrados neste estudo (Pimax de 70 ± 22 mmHg para normais e 51 ± 17 mmHg para pacientes portadores de pneumopatia crônica). No entanto, em pacientes em processo de desmame de ventilação mecânica, a Ppico é regularmente utilizada devido à pequena capacidade de sustentação desses pacientes.⁽¹⁷⁾

2) A amplitude dessa diferença dependerá da inércia tanto do sistema respiratório quanto do equipamento de medição, que juntos levam a um pico repentino do esforço (*overshoot*).^(2,3,9) Neste estudo, a Ppico foi em média 11% maior que a Pimax em indivíduos normais. Smyth *et al.*,⁽²⁾ utilizando um sistema de coluna de mercúrio e Pimax sustentada por 2-3 segundos, encontrou uma diferença média de 22% entre a Ppico e a Pimax.⁽²⁾ Aparentemente, sistemas de medição digitais possuem menor inércia em relação aos manômetros aneróides e à coluna de mercúrio, apesar de não termos comparado a inércia entre os sistemas.

Devido à sua larga aplicabilidade, a avaliação das pressões respiratórias máximas tem sido objeto de diversos estudos na tentativa de normalização das técnicas e de obtenção de valores normais para as diversas populações. No entanto, ainda não há um consenso que considere todos os fatores que influenciam essa técnica e o que se observa é uma grande disparidade entre os achados. Certamente, a maneira como os valores são lidos tem grande

contribuição sobre essa variabilidade de resultados. Exemplificando, os valores de Pmaxs encontrados neste trabalho são comparáveis aos obtidos por Neder *et al.* (diferenças médias de 14% e 1% para Pimax e PEmax, respectivamente)⁽¹⁸⁾ e discrepantes em relação aos valores de Black e Hyatt (diferenças médias de 31% e 51% para Pimax e PEmax, respectivamente),⁽¹⁾ apesar de ambos utilizarem a mesma técnica e equipamentos similares e unicamente populações distintas.

Os manômetros aneróides ainda são os mais utilizados na prática, porém, mesmo quando manipulados por avaliadores experientes, deve existir um cuidado especial, uma vez que alguns indivíduos podem ter dificuldade em sustentar altas pressões por um segundo ou podem gerar grandes flutuações, fatos que dificultariam a identificação precisa da pressão que foi sustentada no período.⁽⁸⁾ Outros fatores interferentes observados são a dificuldade de calibração dos manômetros aneróides (raramente realizada pelos usuários) e a presença do ponteiro de arrasto em alguns modelos, que marcam a Ppico e assim induzem sua leitura como Pmaxs.

Os métodos e equipamentos utilizados neste estudo foram cuidadosamente selecionados e/ou adequados para que todos os detalhes ou situações que pudessem interferir nos resultados, como o efeito aprendizagem, a compressão dos lábios e o sistema de leitura/interpretação digital, fossem considerados. A limitação desse sistema está no fato de ser baseado em microcomputador (equipamentos e *software*), necessitando, portanto, de treinamento adequado, não sendo portátil e com custo elevado. Um equipamento digital portátil pré-programado certamente corrigiria essas limitações, tornando possível a avaliação em todos os ambientes, incluindo na beira do leito.

Concluimos com este estudo que existe diferença significativa entre os valores de Ppico e Pmaxs, tanto em indivíduos normais como em pacientes pneumopatas crônicos, fato que, se não levado em conta, pode ocasionar interpretações errôneas dos valores de pressões respiratórias máximas.

REFERÊNCIAS

1. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99:696-702.
2. Smyth RJ, Chapman KR, Rebeck AS. Maximal inspiratory and expiratory pressures in adolescents – Normal values. *Chest* 1984;86:568-72.
3. Clanton TL, Dixon GF, Drake J, Gadek JE. Effects of swim training on lung volumes and inspiratory muscle conditioning. *J Appl Physiol* 1987; 62:39-46.
4. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MR, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly – Correlates and reference values. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:430-8.
5. Mayos M, Giner J, Casan P, Sanchis J. Measurement of maximal static respiratory pressures at the mouth with different air leaks. *Chest* 1991; 100:364-6.

6. 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;158:1459-64.
7. Hamnegård CH, Wragg S, Kyroussis D, Aquilina R, Moxham J, Green M. Portable measurement of maximum mouth pressures. *Eur Respir J* 1994;7:398-401.
8. Larson JL, Covey MK, Vitalo CA, Alex CG, Patel M, Kim MJ. Maximal inspiratory pressures – Learning effect and test-retest reability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 1993;104:448-53.
9. Clanton TL, Diaz PT. Clinical assessment of the respiratory muscles. *Phys Ther* 1995;75:983-94.
10. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. I Consenso Brasileiro de Espirometria. *J Pneumol* 1996;22:105-64.
11. Knudson RJ, Slatin RC, Lebowitz MD, Burrows B. The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability and effects of age. *Am Rev Respir Dis* 1976;113:587-600.
12. Fiz JA, Carreres A, Rosell A, Montserrat M, Ruiz J, Morera JM. Measurement of maximal expiratory pressure: effect of holding the lips. *Thorax* 1992;47:961-3.
13. Fiz JA, Montserrat JM, Picado C, Plaza V, Augusti-Vidal A. How many maneuvers should be done to measure maximal inspiratory mouth pressure in patients with chronic airflow obstruction? *Thorax* 1989; 44:419-21.
14. Wen AS, Woo MS, Keens TG. How many maneuvers are required to measure maximal inspiratory pressure accurately? *Chest* 1997;111:802-7.
15. Aldrich TK, Spiro P. Maximal inspiratory pressure: does reproducibility indicate full effort? *Thorax* 1995;50:40-3.
16. Guedes MLS, Guedes JS. Bioestatística para profissionais de saúde. 1ª ed. Brasília: Ao Livro Técnico, CNPq, 1988.
17. Jabor ER, Rabil DM, Truwit JD, Rochester DF. Evaluation of a new weaning index based on ventilatory endurance and the efficiency of gas exchange. *Am Rev Respir Dis* 1991;144:531-7.
18. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:719-27.